UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

MEULENBELD, PAUL MARTIN PETER BERNARD

DIE EVALUASIE VAN GEOFISIESE GRONDWATER-EKSPLORASIETEGNIEKE IN DIE GEBIED RONDOM WITBANK, MPUMALANGA

MSc UP 1998

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

DIE EVALUASIE VAN GEOFISIESE GRONDWATEREKSPLORASIE-TEGNIEKE IN DIE GEBIED RONDOM WITBANK, MPUMALANGA

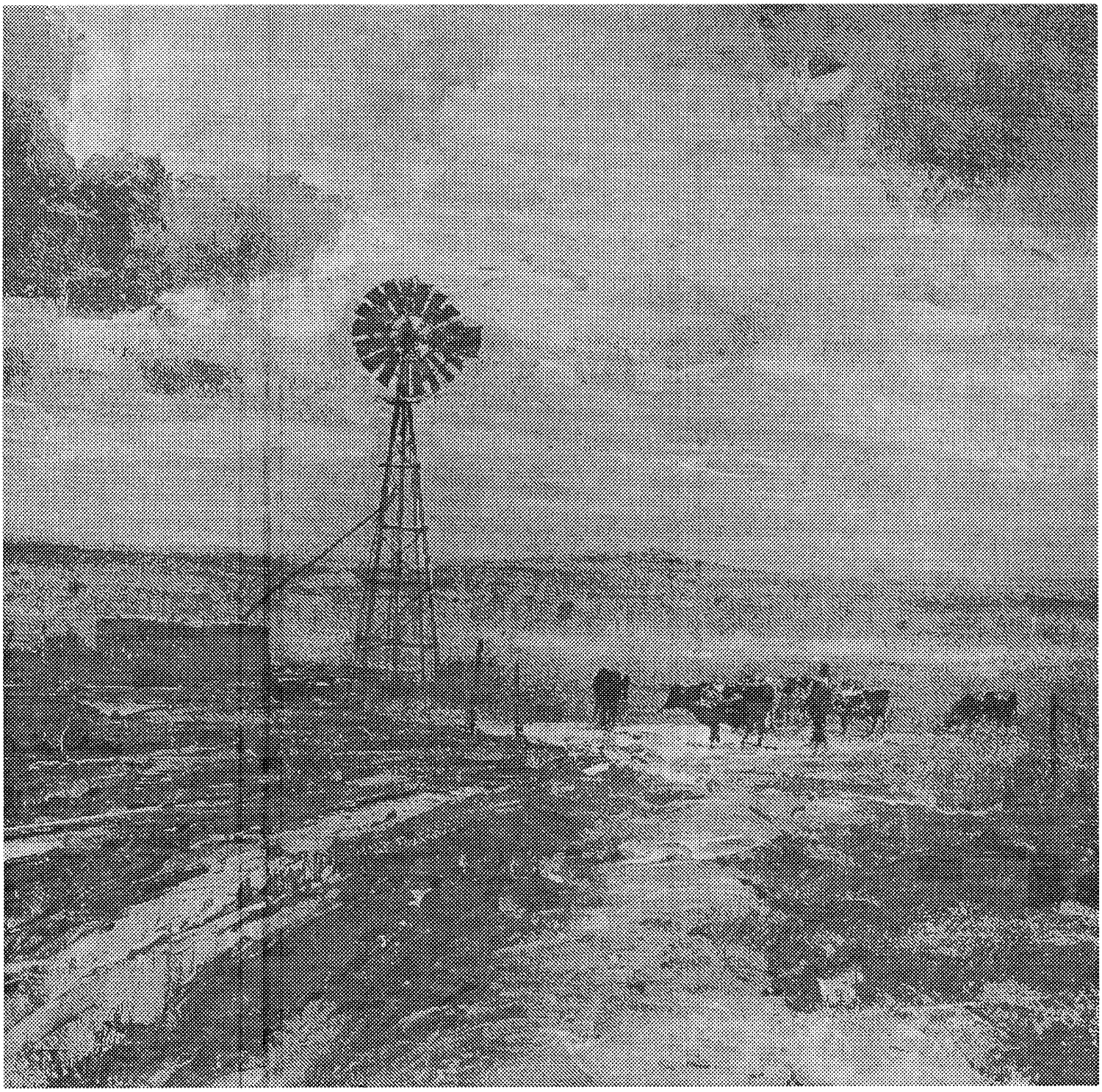
PAUL MARTIN PETER BERNARD MEULENBELD

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die vereistes vir die graad Magister Scientiae
in die Fakulteit Natuurwetenskappe
Universiteit van Pretoria
Pretoria

MEI 1998

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



"As julle in my insettinge wandel en my gebooie hou en dit doen, sal Ek julle reëns gee op die regte tyd, en die land sal sy opbrings gee, en die bome van die veld sal hulle vrugte gee" (Lev.26:3-4).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

DIE EVALUASIE VAN GEOFISIESE GRONDWATER-EKSPLORASIETEGNIEKE IN DIE GEBIED RONDOM WITBANK, MPUMALANGA

deur

Paul Martin Peter Bernard Meulenbeld

Leier : Prof PJ Hattingh
Departement : Geologie
Graad : Magister Scientiae in Ekplorasie Geofisika

SAMEVATTING

'n Aantal boorgate in verskillende litostratigrafiese eenhede wat in 50km. radius om Witbank aangetref word, is bestudeer deur middel van toepaslike geofisiese tegnieke. Die boorgate is bestudeer en gekarakteriseer d.m.v. die gelykstroom weerstands-tegniek, magnetiese tegniek, frekwensie bestek elektromagnetiese tegniek, dompeltoetse en een pomptoets. Die verskillende geofisiese tegnieke is geëvalueer volgens die parameters van effektiewe karakterisering van geoëlektriese horisonne in die ondergrond, bepaling van verwagte lewering van die boorgat volgens die sonderingskromme, definiëring van vertikale strukture, sensitiwiteit van die instrument t.o.v. kunsmatige geraas en die invloed van anisotropie op die sonderingskromme.

Indikators van grondwater vir moontlike boorgatposisies soos op lugfoto's waarneembaar, in die veld of volgens die geobotanie word behandel.

Die studie het aanbevelings gemaak insake die wenslikheid van die aanwending van verskillende geofisiese tegnieke in 'n sekere geologiese gebied en die nut van geofisiese inligting op die bepaling van boorgatlewering en/of boorgatdiepte.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

THE EVALUATION OF GEOPHYSICAL GROUND WATER EXPLORATION TECHNIQUES IN THE AREA AROUND WITBANK, MPUMALANGA

by

Paul Martin Peter Bernard Meulenbeld

Supervisor : Prof P J Hattingh
Department : Geology
Degree : Magister Scientiae in Exploration Geophysics

ABSTRACT

A number of boreholes in different litostatigraphic units, which occur in a 50km. radius around Witbank, were studied by the use of applicable geophysical techniques. The boreholes were studied and characterised by means of the direct current resistivity technique, the magnetic technique, the frequency domain electromagnetic technique, slug tests and one pump test. The different geophysical techniques are evaluated against the parameters of effective characterising of the geo-electric layers in die substratum, estimating the yield of a borehole from a sounding curve, defining vertical structures, instrument sensitivity with regard to artificial noise and the influence of anisotropy on the obtained sounding curve.

Ground water indicators, which can indicate potential borehole sites, are discussed. These include abnormalities visible on aerial photos, field irregularities and geobotany.

The study has made recommendations concerning the desirability of using different geophysical techniques in a certain geological area and the essence of geophysical information on the estimation of borehole yield and/or borehole depth.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

INHOUDSOPGAWE

1 INLEIDING	**1**
1.1 INLEIDING	1
1.2 STUDIEGEBIED	2
1.3 GEOLOGIE	3
1.4 FISIOGRAFIE	4
1.5 GEOBOTANIE	5
1.6 AKWIFERE	10
1.6.1 Inleiding	10
1.6.2 Hidrologiese Kringloop	10
1.6.3 Poreusheid van gesteentes	11
1.6.3.1 Poreusheid van sedimentêre gesteentes	13
1.6.3.2 Poreusheid van vulkaniese- , plutoniese- en metamorfe gesteentes	13
1.6.3.3 Permeabiliteit van gesteentes	14
1.6.4 Akwifeer definisies	15
1.6.5 Fonteine	22
1.6.6 Grondwatereksplorasie	23
2 EKSPLORASIE-TEGNIEKE	**25**
2.1 INLEIDING	25
2.2 GELYKSTROOM WEERSTANDSTEGNIEK	27
2.2.1 Beginsels	27
2.2.2 Veldopstelling	29
2.2.3 Interpretasie	34
2.2.4 Akkuraatheid	38
2.3 MAGNETIESE TEGNIEK	40
2.3.1 Beginsels	40
2.3.2 Veldopstelling	42
2.3.3 Interpretasie	43
2.3.4 Akkuraatheid	45
2.4 FDEM TEGNIEK	47
2.4.1 Beginsels	47
2.4.2 Veldopstelling	51
2.4.3 Interpretasie	53
2.4.4 Akkuraatheid	55

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.5 AFSTANDWAARNEMING 57
2.5.1 Inleiding en definisies 57
2.5.2 Lugfoto's 58
2.5.3 Stereoskopie 59
2.5.4 Ortofoto's 59
2.5.5 Satellietbeelde 60
2.5.6 Interpretasie beginsels 62
2.5.7 Geomorfologie 64
2.5.8 Struktuur 67
2.5.9 Lineamente 69
2.5.10 Indikatore vir grondwater op afstandwaarnemingsbeelde 72
2.6 LEKE METODES 74
3 GRONDWATERMEGANIKA **77**
3.1 INLEIDING 77
3.2 VERGELYKINGS VAN GRONDWATERVLOEI 77
3.2.1 Darcy se wet 77
3.2.2 Grondwaterontginning 79
3.2.3 Vloeivergelykings 83
3.2.4 Hidrogeofisiese verwantskappe 88
3.3 DOMPELTOETSE 89
3.3.1 Inleiding 89
3.3.2 Interpretasie en beginsels 91
3.3.3 Bouwer & Rice 91
3.3.4 Cooper, Bredehoeft en Papadopulus 92
3.3.5 Pomptoetse 95
3.3.6 Veilige Lewering 96
4 DIE KAROO OPEENVOLGING **99**
4.1 DIE KAROO OPEENVOLGING 99
4.1.1 Dwyka Formasie 99
4.1.2 Die Ecca Groep 100
4.1.3 Karoo doleriet 100
4.2 KAROO AKWIFERE 101
4.3 GEOMORFOLOGIE 105
4.4 GEOBOTANIE 105
4.5 GEOFISIKA 106

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6 GEVALLESTUDIES 107
4.6.1 Schoongezicht 107
4.6.2 Straffontein 113
4.6.3 Kromdraai 116
4.6.4 Rooipoort 123
4.6.5 Ongezien 127
4.6.6 Witbank 132
4.6.7 Dorstfontein 136
4.6.8 Vlakfontein 143
4.6.9 Alexander 146
4.6.10 Witrand 149
4.6.11 Boschmanskraal 152
4.6.12 Geluk 155
4.6.13 Yzervarkfontein 158
4.6.14 Heuvelfontein 162
4.7 GEVOLGTREKKINGS 165
5 DIE LOSKOP FORMASIE 170
5.1 GEOLOGIE 170
5.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE 170
5.3 GEOMORFOLOGIE 170
5.4 GEOBOTANIE 171
5.5 GEOFISIKA 171
5.6 GEVALLESTUDIES 172
5.6.1 Bankfontein I 172
5.6.2 Bankfontein II 176
5.6.3 Nooitgedacht 180
5.6.4 Bankfontein III 183
5.6.5 Rhenosterkop I 187
5.6.6 Rhenosterkop II 194
5.7 GEVOLGTREKKINGS 197
6 DIE NEBO GRANIET, BALMORAL GRANIET en RASHOOP GRANOFIER SUITE 201
6.1 GEOLOGIE 201
6.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE 202
6.3 GEOMORFOLOGIE 203
6.4 GEOBOTANIE 203

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.5 GEOFISIKA 203
6.6 GEVALLESTUDIES 204
6.6.1 Elandslaagte 204
6.6.2 Nooitgedacht 207
6.6.3 Eenzaamheid 212
6.6.4 Spitskop 216
6.6.5 Zusterstroom I 219
6.6.6 Zusterstroom II 226
6.6.7 Zwartkopje 229
6.6.8 Klipfontein 232
6.6.9 Zusterstroom III 243
6.7 GEVOLGTREKKINGS 248
7 DIE PRETORIA GROEP **253**
7.1 GEOLOGIE 253
7.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE 254
7.3 GEOMORFOLOGIE 255
7.4 GEOBOTANIE 255
7.5 GEOFISIKA 255
7.6 GEVALLESTUDIES 256
7.6.1 Tweefontein 256
7.6.2 Nooitgedacht 261
7.6.3 Witklip 265
7.7 GEVOLGTREKKINGS 268
8 DIE SELONSRIVIER FORMASIE **270**
8.1 GEOLOGIE 270
8.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE 270
8.3 GEOMORFOLOGIE 271
8.4 GEOBOTANIE 271
8.5 GEOFISIKA 271
8.6 GEVALLESTUDIES 272
8.6.1 Ongezien 272
8.6.2 Elandslaagte 276
8.6.3 Luipaardsfontein 281
8.6.4 Janpieta 286
8.6.5 Doornnek 294
8.7 GEVOLGTREKKINGS 298

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9 DIE WILGERIVIER FORMASIE **301**
9.1 DIE WILGERIVIER FORMASIE 301
9.2 WILGERIVIER FORMASIE AKWIFERE 301
9.3 GEOMORFOLOGIE 303
9.4 GEOBOTANIE 303
9.5 GEOFISIKA 304
9.6 GEVALLESTUDIES 305
9.6.1 Goedvertrouwd 305
9.6.2 Waschbank I 308
9.6.3 Doornrug 312
9.6.4 Waschbank II 315
9.6.5 Onverwacht 319
9.6.6 Onspoed 323
9.6.7 Tweefontein 329
9.6.8 Bankfontein 333
9.6.9 Leeuwfontein 339
9.6.10 Trigaardspoort 350
9.6.11 Vlakfontein 353
9.6.12 Blaauwpoort 359
9.6.13 Roodepoort 363
9.6.14 Kwarsspruit I 366
9.6.15 Kwarsspruit II 369
9.6.16 Klipfontein 373
9.6.17 Bankfontein 376
9.6.18 Wonderboom 379
9.6.19 Tweefontein 383
9.6.20 Mooiwater 386
9.6.21 Groenfontein I 389
9.6.22 Groenfontein II 392
9.6.23 Bankplaats 401
9.6.24 De Voetpadkloof 403
9.6.25 Goedehoop 410
9.6.26 Buffelskloof 416
9.6.27 Tweefontein 426
9.7 GEVOLGTREKKINGS 432

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

10 GEVOLGTREKKING **436**
11 BEDANKINGS **441**
APPENDIKS A, LYS VAN PLAASNAME **443**
BRONNELYS **447**

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

LYS VAN FIGURE

Figuur 1. Die geologie van die studiegebied met die gevallestudies (kolletjies) aangedui.---------- Voublad

Figuur 1.1(a-e). Die verspreiding (grys gedeelte) van die volgende spesies in die studiegebied: (a) *A. caffra* (gewone haakdoring), (b) *A. karroo* (soetdoring), (c) *E. crispa var. crispa* (bloughwarrie), (d) *R. leptodictya* (bergkaree), (e) *X. caffra var. caffra* (grootsuurpruim). Die afbeelding van blom, vrug en groeivorm is verleen uit Carruthers (1997).------ 8

Figuur 1.1(f-i). Die verspreiding (grys gedeelte) van die volgende spesies in die studiegebied: (f) *I. mitis* (without), (g) *B. africana* (rooisering), (h) *D. cymosum* (gifblaar) en (i) *F. sesleriiformis* (vingerhoedgras). Die afbeelding van blom, vrug en groeivorm is verleen uit Carruthers (1997).------ 9

Figuur 1.2. Die hidrologiese kringloop. R-o, afvloei; T, transpirasie; P, neerslag; E, evaporasie; I, infiltrasie; Pc, perkolasie (deursyfering); M, vulkaniese -of magmatiese water (Bowen,1986).---------- 11

Figuur 1.3a,b. 'n Eenvoudige voorstelling van akwifere in die Karoo Opeenvolging. a 'n Oningeperkte akwifeer wat bestaan uit gruis en alluvium, b 'n ingeperkte akwifeer met die wateroppervlak op die kontak tussen die ondeurlaatbare doleriet en die sandsteen.---------- 15

Figuur 1.4. Sub-artesiese -en vloeiende boorgate in 'n ingeperkte akwifeer (Fetter, 1994).---------- 17

Figuur 1.5. Kenmerkende klassifikasies vir fonteine (Wanielista,1990).---------- 22

Figuur 2.1. Invloed van 'n twee dimensionele rug op 'n uniforme veld (Telford et al., 1990).---------- 32

Figuur 2.2. Verloop van die interpretasie proses.---------- 35

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 2.3. Die vergelyking van die wgk en 'n teoretiese plot wat die gebiede van uniekheid, nie-uniekheid en geen resolusie toon, met ρ_{0i} die j^{de} waargenome skynbare soortlike elektriese weerstand, ρ_{ci} die j^{de} berekende skynbare soortlike elektriese weerstand en N die aantal van gedigitiseerde skynbare soortlike elektriese weerstand punte (met j = 1 tot N).---------- 39

Figuur 2.4. Magnetiese anomalië oor 'n dik plaat, met b=2a. Die dikte van die plaat word gegee deur b en a is die diepte daarvan. Al die ΔB_t-krommes geld vir 'n Oos-Wes strekkende plaat, met geen remanensie nie (Parasnis, 1979).---------- 43

Figuur 2.5. 'n Magnetiese anomalie voor en na dit gereduseer na die pool is (Blakely, 1995).---------- 44

Figuur 2.6. Drie groepe van tegnieke om potensiaal velddata te interpreteer. Die gemete anomalie word deur A voorgestel, die berekende anomalie deur A_0 en die getransformeerde gemete anomalie met A'. Parameters p_1 , p_2 , ... beskryf die bron i.t.v. diepte, dikte, digtheid of magnetisasie.---------- 44

Figuur 2.7. Kumulatiewe responsie teenoor diepte vir vertikale dipole. $R_v(z)$ is die relatiewe bydrae aan H_S van al die materiaal onder 'n (genormaliseerde) diepte z (McNeill, 1980a).---------- 50

Figuur 2.8. Kumulatiewe responsie teenoor diepte vir vertikale -en horisontale dipole (McNeill, 1980a).---------- 51

Figuur 2.9. Invloed van varierende helling op die profielvorm (McNeill, 1980b).---- 53

Figuur 2.10. Oorsprong van elektromagnetiese anomalië in die bewegende bron - ontvanger sisteem (Parasnis, 1979). Die responsie van die sekondêre magneetveld vir die (a) VD en die (b) HD oor 'n vertikale geleier word uitgebeeld. 54

Figuur 2.11. Verskillende stappe in 'n tipiese afstandwaarneming toepassingsprogram bestaande uit: definiëring van die probleem, verstaan die resolusie vereistes, selekteer datastelle en laastens prosessering, interpretasie en toepassing (Gupta,1991).---------- 63

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 2.12. Dreineringsteksture, (i) grof en (ii) fyn (Gupta,1991).---------- 65

Figuur 2.13. 'n Diabaasplaat, op die plaas Goedehoop 244 JS, wat duidelik bebos is (sentrale deel van die foto) en meer onderworpe is aan verwering, dus laagliggend is (spruit met dam) in teenstelling met die aanliggende sandsteen van die Wilgerivier Formasie wat hoërliggend en met gras bedek is. Dit is duidelik dat 'n onbewerkte terrein meer detail uitbring as 'n terrein waarop menslike aktiwiteite beoefen word soos akkerbou en nedersettings (Lugfoto: 5074/8/951, 1991).---------- 68

Figuur 2.14. Nate of verbrokkelingslyne is gewoonlik die oppervlak manifestasie van die verbrokkelingsones soos hierbo in die blokdiagram aangedui. Boorgate geboor by interseksies van hierdie sones kan buitegewone hoë lewerings bevat. Die stippellyn dui die watertafel aan (Earl et al.,1984).---------- 70

Figuur 2.15. Duidelike fotografiese lineamente (a tot c) en 'n fotografiese verbrokkelingspoor (d-d) in die Wilgerivier Formasie op die plaas Suikerboschplaat 263 JS. Die lineamente is waarskynlik diabaasintrusies. Let daarop dat lineament a-a selfs met 'n drastiese verandering in reliëf nog steeds waargeneem kan word. Lineament c-c vorm duidelik 'n sone van verwering en lae weerstand teen erosie, sodat die Klein-Olifantsrivier in die noordoostelike deel van die foto in lineament c-c vloei. Noord op die foto is na links (Lugfoto 1219/45/951, 1991).---------- 72

Figuur 3.1. Akwifeer definisies (met voorbeelde van K waardes) (Wanielista,1990).---------- 79

Figuur 3.2. Vloeiveld definisies.---------- 85

Figuur 3.3. Voorstelling van Bouwer & Rice se interpretasie parameters.---------- 92

Figuur 4.1(a,b). Sonderingsdata (loodreg aan die strekking van die Pretoria Groep gesteentes) van die boorgat te Schoongezicht 225 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 111

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 4.2(a,b). Sonderingsdata (parallel aan die strekking van die Pretoria Groep gesteentes) van die boorgat te Schoongezicht 225 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 112

Figuur 4.3(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Straffontein 252 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 115

Figuur 4.4(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Kromdraai 263 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 119

Figuur 4.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Kromdraai 263 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 120

Figuur 4.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 3 te Kromdraai 263 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 121

Figuur 4.7. Dompeltoets analitiese model van boorgat 2 te Kromdraai 263 IR.---- 122

Figuur 4.8(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Rooipoort 144 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 125

Figuur 4.9(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Rooipoort 144 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 126

Figuur 4.10(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Ongezien 105 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 129

Figuur 4.11(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Ongezien 105 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 130

Figuur 4.12. Magnetiese liggaam model by boorgat 1 te Ongezien 105 IS.---------- 131

Figuur 4.13(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Witbank 80 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 134

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 4.14(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Witbank 80 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 135

Figuur 4.15(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Dorstfontein 71 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 139

Figuur 4.16(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Dorstfontein 71 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 140

Figuur 4.17. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 1 te Dorstfontein 71 IS. Die gang se posisie is afgelei vanaf die magnetiese data.---------- 141

Figuur 4.18. Magnetiese liggaam model te Dorstfontein 71 IS.---------- 142

Figuur 4.19(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Vlakfontein 72 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 145

Figuur 4.20(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Alexander 102 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 148

Figuur 4.21(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Witrand 103 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 151

Figuur 4.22(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Boschmanskraal 184 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 154

Figuur 4.23(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Geluk 226 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 157

Figuur 4.24(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Yzervarkfontein 106 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 160

Figuur 4.25. Magnetiese liggame model te Yzervarkfontein 106 IS.---------- 161

Figuur 4.26(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Heuvelfontein 215 IR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 164

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 4.27. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatdiepte.---------- 168

Figuur 5.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 174
Figuur 5.2. Magnetiese profiel langs die boorgat te Bankfontein 375 JS. Die posisie van die noriet en sandsteen is afgelei van die 2528 Pretoria kaart (1978). 175

Figuur 5.3(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 178

Figuur 5.4(a,b). Kalibrasie sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 179

Figuur 5.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Nooitgedacht 345 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 182

Figuur 5.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 185

Figuur 5.7. Magnetiese liggaam model van die boorgat te Bankfontein 375 JS.--- 186

Figuur 5.8. Magnetiese profiel langs bosgroepe te Rhenosterkop 452 JR.---------- 190

Figuur 5.9(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 191

Figuur 5.10. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Rhenosterkop 452 JR. Die posisie van die gange is aangedui volgens die magnetiese model.--------- 192

Figuur 5.11. Magnetiese liggaam model van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR.---------- 193

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 5.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 196

Figuur 5.13. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatlewering.---------- 199

Figuur 6.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Elandslaagte 368 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 206

Figuur 6.2(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Nooitgedacht 417 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 210

Figuur 6.3. Magnetiese profiel langs die boorgat te Nooitgedacht 417 JS. Die posisie van die granofier (Rashoop Granofier Suite) en sandsteen (Vryheid Formasie) is afgelei van die 2528 Pretoria kaart (1978).---------- 211

Figuur 6.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Eenzaamheid 534 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 214

Figuur 6.5(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Eenzaamheid 534 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 215

Figuur 6.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Spitskop 533 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 218

Figuur 6.7(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Zusterstroom 447 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 222

Figuur 6.8(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 223

Figuur 6.9. Elektromagnetiese profiel langs beide boorgate te Zusterstroom 447 JR. Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 6.10). 224

Figuur 6.10. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR. 225

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 6.11(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Zusterstroom 447 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 228

Figuur 6.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Zwartkopje 444 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 231

Figuur 6.13(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Klipfontein 256 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 237

Figuur 6.14(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Klipfontein 256 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 238

Figuur 6.15(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Klipfontein 256 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 239

Figuur 6.16. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Klipfontein 256 JS.
Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 6.17).------ 240

Figuur 6.17. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Klipfontein 256 JS. 241

Figuur 6.18. Dompeltoets analitiese model van boorgat 4 te Klipfontein 256 JS. 242

Figuur 6.19(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Zusterstroom 447 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 246

Figuur 6.20(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 247

Figuur 6.21. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatlewering.---------- 251

Figuur 7.1(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Tweefontein 541 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 259

Figuur 7.2(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Tweefontein 541 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 260

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 7.3(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Nooitgedacht 525 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 263

Figuur 7.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Nooitgedacht 525 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 264

Figuur 7.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Witklip 539 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 267

Figuur 8.1(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Ongezien 365 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 274

Figuur 8.2(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Ongezien 365 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 275

Figuur 8.3(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Elandslaagte 368 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 279

Figuur 8.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Elandslaagte 368 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 280

Figuur 8.5(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Luipaardsfontein 444 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 283

Figuur 8.6(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Luipaardsfontein 444 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 284

Figuur 8.7(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Luipaardsfontein 444 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 285

Figuur 8.8(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Janpieta 51 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 289

Figuur 8.9(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Janpieta 51 IS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 290

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 8.10. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Janpieta 51 IS.
Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 8.11).------ 291

Figuur 8.11. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Janpieta 51 IS.---------- 292

Figuur 8.12. Dompeltoets analitiese model van boorgat 1 te Janpieta 51 IS.------- 293

Figuur 8.13(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Doornnek 88 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 296

Figuur 8.14. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Doornnek 88 JS. Die posisie van die struktuur is afgelei vanaf die elektromagnetiese data en die 2528 Pretoria kaart (1978).---------- 297

Figuur 8.15. Magnetiese profiel langs die boorgat te Doornnek 88 JS.---------- 297

Figuur 9.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Goedvertrouwd 499 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 307

Figuur 9.2(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Waschbank 497 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 310

Figuur 9.3(a,b). Addisionele sonderingsinligting te Waschbank 497 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 311

Figuur 9.4(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Doornrug 387 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 314

Figuur 9.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Waschbank 497 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 317

Figuur 9.6. Magnetiese profiel langs die boorgat te Waschbank 497 JR. Die moontlike lineament se posisie is geïnterpreteer volgens die 2528 Pretoria kaart (1978).---------- 318

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 9.7(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Onverwacht 532 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 321

Figuur 9.8. Dompeltoets analitiese model van die getoetste boorgat te
Onverwacht 532 JR.---------- 322

Figuur 9.9(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Onspoed 500 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 326

Figuur 9.10(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Onspoed 500 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 327

Figuur 9.11(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Onspoed 500 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 328

Figuur 9.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Tweefontein 491 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 331

Figuur 9.13. Magnetiese profiel langs die boorgat te Tweefontein 491 JR.---------- 332

Figuur 9.14(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 336

Figuur 9.15(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 337

Figuur 9.16. Magnetiese liggaam model te Bankfontein 375 JS.---------- 338

Figuur 9.17(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 343

Figuur 9.18(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 344

Figuur 9.19(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 345

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 9.20(a,b). Sonderingsdata van boorgat 4 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 346

Figuur 9.21(a,b). Sonderingsdata van boorgat 5 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 347

Figuur 9.22(a,b). Sonderingsdata van boorgat 6 te Leeuwfontein 492 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 348

Figuur 9.23. Magnetiese profiel langs boorgat 1 te Leeuwfontein 492 JR.
Die sandsteen/diabaaskontak is geïnterpreteer volgens die geologie, magnetiese data en geobotanie.---------- 349

Figuur 9.24(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Trigaardspoort 451 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 352

Figuur 9.25(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Vlakfontein 453 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 356

Figuur 9.26(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Vlakfontein 453 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 357

Figuur 9.27. Pomptoets analitiese model van boorgat 1 te Vlakfontein 453 JR. 358

Figuur 9.28(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Blaauwpoort 257 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 361

Figuur 9.29. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Blaauwpoort 257 JS. 362

Figuur 9.30. Magnetiese profiel langs die boorgat te Blaauwpoort 257 JS.---------- 363

Figuur 9.31(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Roodepoort 259 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 365

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 9.32(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Kwarsspruit 261 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 368

Figuur 9.33(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Kwarsspruit 261 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 371

Figuur 9.34. Magnetiese profiel langs die boorgat te Kwarsspruit 261 JS.---------- 372

Figuur 9.35(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Klipfontein 498 JR.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 375

Figuur 9.36(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 264 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 378

Figuur 9.37(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Wonderboom 249 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 381

Figuur 9.38(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Wonderboom 249 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 382

Figuur 9.39(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Tweefontein 236 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 385

Figuur 9.40(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Mooiwater 247 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 388

Figuur 9.41(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Groenfontein 266 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 391

Figuur 9.42(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Groenfontein 266 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 396

Figuur 9.43(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Groenfontein 266 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 397

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 9.44. Magnetiese profiel langs boorgat 1 te Groenfontein 266 JS.
Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data en bestaande boorgatinligting.---------- 398

Figuur 9.45. Magnetiese liggaam model van boorgat 1 te Groenfontein 266 JS. 399

Figuur 9.46. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Groenfontein 266 JS.---------- 400

Figuur 9.47(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankplaats 239 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 403

Figuur 9.48(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te De Voetpadkloof 113 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 407

Figuur 9.49(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te De Voetpadkloof 113 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 408

Figuur 9.50(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te De Voetpadkloof 113 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 409

Figuur 9.51(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Goedehoop 244 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 413

Figuur 9.52(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Goedehoop 244 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 414

Figuur 9.53. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Goedehoop 244 JS.---------- 415

Figuur 9.54(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Buffelskloof 342 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 420

Figuur 9.55(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 421

Figuur 9.56(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 422

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 9.57. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld.--- 423

Figuur 9.58. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld.-------- 423

Figuur 9.59. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld. 424

Figuur 9.60. Magnetiese profiel langs boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld. Die invloed van die yster boorgatvoering op die magnetiese data kan duidelik waargeneem word by stasie 90 meter.---------- 424

Figuur 9.61. Dompeltoets analitiese model van boorgat 4 te Buffelskloof 342 JS. 425

Figuur 9.62(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Tweefontein 370 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 429

Figuur 9.63(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Tweefontein 370 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.---------- 430

Figuur 9.64. Dompeltoets analitiese model van boorgat 1 te Tweefontein 370 JS. 431

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

LYS VAN TABELLE

Tabel 1.1. Poreusheidswaardes vir sedimente as persentasie van die totale volume van die gesteente (Fetter, 1994).---------- 12

Tabel 1.2. Indeling van akwifere.---------- 18

Tabel 1.3. Definisies van akwifeer-sisteem beheerklasse.---------- 21

Tabel 1.4. Fontein klassifikasie volgens lewering.---------- 23

Tabel 2.1. Algemene dreineringspatrone en hul geologiese betekenis (Lillesand et al., 1979, Rabenhorst et al., 1989 en Gupta,1991).---------- 66

Tabel 2.2. Belangrike aanwysers van grondwater op afstandwaarnemingsdata produkte (Meyer, 1984 en Gupta, 1991).---------- 73

Tabel 3.1. Waardes van hidrouliese geleidingsvermoë vir ongekonsolideerde sedimente (Bowen, 1980 en 1986 en Fetter, 1994).---------- 79

Tabel 3.2. Bergingskoëffisiënte vir Suid-Afrikaanse toestande (Vegter, 1993).---------- 81

Tabel 3.3. Gemiddelde spesifieke lewering in persent (Fetter, 1994).---------- 83

Tabel 4.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.---------- 166

Tabel 4.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 167

Tabel 5.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.---------- 198

Tabel 5.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 198

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 6.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.---------- 249

Tabel 6.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 250

Tabel 7.1. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 269

Tabel 8.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.---------- 299

Tabel 8.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 300

Tabel 9.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.---------- 434

Tabel 9.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).---------- 435

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 INLEIDING

Geofisiese eksplorasie na grondwater is al 'n redelike tyd in gebruik in Suid-Afrika (De Villiers, 1961, Enslin, 1963, Vegter, 1964 en Vegter *et al.*, 1968). Die kompetisie tussen die wetenskap en leke metodes is gedurigdeur aanwesig, met wisselende resultate en opvattinge tussen die metodes.
Werklik doelgerigte navorsingsprogramme om akwifere d.m.v. geofisika op te spoor tesame met die verwantskap tussen beskikbare water en geofisiese tegnieke is skaars en berus dikwels op verouderde geofisiese tegnieke.

Die evaluering van geofisiese grondwater eksplorasie tegnieke en verwante akwifeer karakteristieke in die Witbank gebied is die sleutel tot die effektiewe opsporing van grondwatervoorkomste in die studiegebied. Die redelike beskikbaarheid van die tegnieke wat aangewend is in die studie, asook die relatiewe lae koste daaraan verbonde, sal die studie vir enige geohidroloog tot groot voordeel wees. Die voordeel is verder daarin gesetel dat bykomende inligting maklik by die studie geïnkorporeer kan word.

Om die grondwater potensiaal in 'n omgewing te bestudeer is dit nodig om soveel moontlik data en inligting van daardie gebied in te win. Oppervlakinligting is vanaf afstandwaarnemingsbeelde en geologiese kaarte verkry. Geologiese inligting i.v.m. boorgate wat deur 'n staatsboor geboor is in die studiegebied is van die Nasionale Grondwater Data Basis (NGDB, 1996), Departement Waterwese -en Bosbou, verkry.

Geohidrologiese 1:250 000 kaarte voorberei deur die Departement Waterwese -en Bosbou van die studiegebied (Barnard, 1995) was nog nie gereed tydens die studie nie (mnr. H. Barnard: persoonlike kommunikasie).

By elke bestaande individuele boorgat, wat ondersoek is, is minstens een gelykstroom sondering uitgevoer. Bykomende sonderings is gedoen slegs om omliggende geologiese toestande te bepaal. Waar dit fisies moontlik was is daar ook van magnetiese traverse en elektromagnetiese profileringstegnieke gebruik gemaak. Elke boorgat se sonderingsdata is afsonderlik geïnterpreteer, waarvan die resultate in die gevallestudies

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

voorgestel word, tesame met 'n bespreking daarvan. Hierdie data word dan vergelyk met bestaande data van die NGDB. Aan die einde van elke geologiese eenheid wat ondersoek is, word die bevindinge opgesom wat aldus daar verkry is.

Geskikte gevallestudies het aan die volgende vereistes in 'n aantal opsigte voldoen: toeganklikheid van die plaas, beskikbaarheid van boorgate, toestemming van die grondeienaar, kunsmatige geraas, geologie en toeganklikheid van die boorgate. Sekere gevalle is uitgesonder weens die besondere aard van die lokale geologie. Die boorgatkoördinate is gemeet m.b.v. 'n GPS (Global Positioning System) met 'n resolusie van 15 x 15 meter. Boorgateienskappe wat verkry is waar moontlik is lewering, watervlak, diepte waarop water raak geboor is, boorgatstate, geomorfologie, geologie en hoe die boorgat aangewys is.

Al die gevallestudie resultate voorsien in die behoefte vir die ontwikkeling van 'n geofisiese databasis. Die koers van sukses om 'n geslaagde boorgat aan te wys d.m.v. geofisiese tegnieke, sal verhoog word deur die bestudering van geofisiese data en toestande wat by bestaande boorgate verkry is. Die teenwoordigheid van 'n uiters heterogene gesteente samestelling in die studiegebied lei tot 'n groter dekking van gesteente en akwifeer karakteristieke.

Die implementering van die HOP (Herontwikkelings -en Opbou Program) deur die regering van die dag, om sosio-ekonomiese toestande te verbeter, sal ook baat by die studie. Effektiewe grondwatereksplorasie teen lae koste, met 'n groter persentasie sukseskoers, kan verkry word deur die studie.

Die inligting wat verkry is kan moontlik ook interessante teoretiese konsepte ontwikkel en praktiese assosiasies en verwantskappe daarstel tussen sonderingkrommes, die omgewing en boorgatlewering.

Aan die einde van die verhandeling verskyn ‘n appendiks van al die gevallestudies wat ondersoek is.

1.2 STUDIEGEBIED

Die studiegebied strek van Bronkhorstspruit in die weste tot Arnot in die ooste. Loskopdam is die noordelike grens en die suidelike grens is Bethal (Figuur 1).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Witbank en omstreke bestaan grootliks uit landbou -en mynbou ontwikkeling. Die toestroming van mense na stedelike- en mynbou ontwikkeling lei tot informele ontwikkeling op onbewerkte grond wat berus op die beskikbaarheid van water. Gevallestudies is gekies, waar die geofisiese geraas/sein verhouding 'n minimum is.
Die Witbank gebied, in die studie, beslaan ses verskillende geologiese formasies, waaronder sedimentêre, stollings- en metamorfe gesteentes tel.

Die samevoeging van heterogene geologiese toestande tesame met HOP ontwikkeling maak hierdie gebied 'n besondere en geskikte teiken gebied vir die studie.

1.3 GEOLOGIE

Daar kan basies ses verskillende gesteente groepe onderskei word in die studiegebied, waarin intrusiewe stollingsgesteentes ook voorkom (Figuur 1). Die sentrale deel van die gebied bestaan uit rooi sandsteen van die Wilgerivier Formasie van die Waterberg Groep. In die suide, asook oor die Wilgerivier Formasie, word sandsteen en skalie van die Karoo Opeenvolging (Dwyka Formasie, Vryheid Formasie van die Ecca Groep en Karoo doleriet) aangetref. Rioliet van die Selonsrivier Formasie (Rooiberg Groep) kom tesame met die sandsteen en moddersteen van die Loskop Formasie van die Transvaal Opeenvolging in die noordelike en oostelike gebied voor. Die rioliet word lokaal in die suidelike gebiede in die Karoo gesteentes aangetref.
Die Nebo Graniet word in die noordelike deel van die studiegebied aangetref met die Rashoop Granofier Suite aan die ooste van Middelburg (Figuur 1). Beide die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite is lede van die Bosveld Kompleks.

Die suidelike omgewing rondom Bronkhorstspruit bestaan hoofsaaklik uit gesteentes van die Pretoria Groep van die Transvaal Opeenvolging. Die gesteentes is kwartsiet, sandsteen, skalie en diabaas wat slegs 'n klein persentasie vorm van die hele studiegebied.

In die studiegebied, in feitlik elke formasie word ferrikrete aangetref. Ferrikrete, veral die yster -en aluminium variëteite, oftewel lateriete is die produk van diep verwering (Gerrard, 1988). 'n Tipiese lateriet profiel is (Gerrard, 1988 en GKWG, 1991):
(1) 'n Harde kors wat baie ryk aan yster is,
(2) 'n Sone ryk aan vry seskwioksiedes, soms met kaoliniet nodules,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(3) 'n Sone van kaoliniet klei materiaal, soms met klein hoeveelhede van montmorilloniet en glimmers,
(4) 'n Verweerde sone van bodemrots waarin aanduidings van die moedermateriaal tesame met verweerde veldspate voorkom,
(5) Bodemrots.

'n Kors kan 'n hele aantal meter dik wees, waar die totale profiel vanaf die harde kors na die bodemrots oor die tien meter mag strek (Gerrard, 1988 en GKWG, 1991).

1.4 FISIOGRAFIE

Die fisiografie van 'n gebied is 'n refleksie van sy geologiese geskiedenis. Die studiegebied beslaan drie fisiografiese streke volgens Visser (1989). Die gesteentes van die Pretoria Groep, Wilgerivier Formasie, Loskop Formasie en die Vryheid Formasie, tesame met die diabaas -en dolerietintrusies is geleë in die Hoëveld gebied. Die Hoëveld gebied bestaan hoofsaaklik uit grasvlaktes met uitgebreide landbou -en mynbou aktiwiteite. Veeteelt vind hoofsaaklik plaas in die gebied van die Wilgerivier Formasie. Die Vryheid Formasie dien as 'n waterskeiding in die suide, waar die Olifants-, Selons -en Wilgeriviere ontspring. Die hoogte bo seespieël wissel tussen 1450 en 1700 meter, met 'n afname in hoogte na die noorde. Die gemiddelde reënval per jaar vir die gebied volgens die Weerburo (1997) is 689 mm. Die gebied is ‘n somerreënvalstreek. Die gemiddelde somertemperatuur is 19.7 ºC, terwyl die gemiddelde wintertemperatuur 9.0 ºC is. Die gebied is ‘n somerreënvalstreek.

Gesteentes in die noordelike gebied van die studiegebied, nl. die Wilgerivier Formasie en die Loskop Formasie, behoort aan die Ranteveld streek Visser (1989). Hierdie gebied word gekenmerk deur terasse en heuwellandskap, waar hoofsaaklik veeteelt en akkerbou in valleie beoefen word. Klein spruite ontspring in die rante en berge. Die Loskop Formasie en diabaasintrusies tipeer valleie, terwyl die gesteentes van die Wilgerivier Formasie kranse en uitstaande topografiese verskynsels vorm. Die hoogte bo seespieël wissel tussen 1450 en 1350 meter. Hierdie somerreënvalgebied het ‘n gemiddelde reënval van 643 mm per jaar. Die gemiddelde somertemperatuur is 24.8 ºC, terwyl die gemiddelde wintertemperatuur 14.5 ºC is (Weerburo, 1997).

Die Nebo-Graniet behoort tot die Bosveld Kompleks, Visser (1989). Akkerbou aktiwiteite word langs die Wilgerivier aangetref. Veeteelt is kenmerkend van die redelike gelyke grasbedekte landskap. Die hoogte bo seespieël wissel tussen 1450 en 1350 meter.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Alhoewel geen data bestaan oor die klimaat van hierdie gebied nie, is die klimaat waarskynlik soortgelyk aan laasgenoemde.

Die betrokke verskillende fisiografiese streke besit ook elkeen sy eie geobotanie. Van die boomspesies wat hier aangetref word, word in die volgende afdeling oor geobotanie behandel, of kom weer ter sprake by die gevallestudies.

1.5 GEOBOTANIE

Die natuur as 'n dinamiese interaktiewe sisteem bestaan uit vele komponente. Sekere grondsoorte kom voor op sekere gesteentes, sekere topografiese kenmerke is tiperend van 'n gesteente in 'n spesifieke klimaat, ens. 'n Ander komponent is botaniese diversiteit in 'n sekere gesteente -en klimaatstreek. Plantegroei wat geassosieer word met water word in Fetter (1994) gelys, byvoorbeeld huilwilgerbome (*Salix babylonica*), asook sekere voorbeelde wat toepasbaar in die V.S.A. is. Die kompleksiteit van Suid-Afrikaanse akwifere, veral in die studiegebied, wat in 'n oorgrote meerderheid sekondêr van aard is, bemoeilik die saak egter. Die graad van ingewikkeldheid wat hiermee gepaardgaan is die redelike dieper piësometriese drukhoogtes in lokale akwifere, asook die klein en beperkte omvang van die akwifere.
Enige persoon wat gemoeid is met wateraanwysing ken reeds die beginsel van opgelynde bome in 'n grasvlakte, bome wat groener as die omliggender bome is, ens. Die slaggate is egter aangeplante en/of uitheemse bome en boomkarakteristieke. Die studie van hidrologiese geobotanie is gemoeid met die assosiasie van sekere boomspesies met ondergrondse water. Plantegroei of geobotanie (die visuele opname van plantegroei om geologiese verskille in die landskap te definieer) berus op die verhouding tussen die plant se voedingsvereistes (mikrovoedingstowwe) en twee verwante faktore, die beskikbaarheid van voedingstowwe in die gronde en die fisiese eienskappe van die gronde, insluitende die beskikbaarheid van grondvog. Plantegroei is afhanklik van die chemiese -en mineraal samestelling van die gesteente of grond en die verskille in die fisiese karakteristieke van die medium, sodat daar 'n verhouding bestaan tussen die gronde en ook hul onderliggende gesteente. Die plantgemeenskap by 'n spesifieke plek is 'n funksie van die hele omgewingsisteem, waarvan die lokale geologie slegs 'n faktor is. Freatofiete is plante waarvan die wortels in die watertafel of die kapillêre sone geanker moet wees, wat dus 'n goeie aanduiding van grondvog en watervlak is. Voorbeelde van freatofiete is die *Combretum erythrophyllum* en *Syzygium* spesies. Indien sulke bome in 'n omgewing voorkom wat 'n redelike afstand (+30m.)

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verwyder is van water, mag so 'n voorkoms 'n aanwyser vir ondergrondse water wees (Dr. de Winter, persoonlike kommunikasie).

Om 'n sinvolle assosiasie te maak i.t.v. bome en grondwater is dit noodsaaklik om die ruimtelike assosiasie en verspreiding van sulke bome waar te neem. Lugfoto's kan hier met sukses gebruik word. Die bome se wetenskaplike name, uiterlike voorkoms en verspreiding, Figuur 1.1(a-i), is aan die hand van Van Gogh *et al*. (1988), Palgrave (1990) en Steyn (1994) gedoen.
Tipiese boomspesies in die studiegebied wat op water mag dui, volgens Palgrave (1990) en de Winter (persoonlike kommunikasie), is *Acacia caffra* (gewone haakdoring), Figuur 1.1(a); *A. galpinii* (apiesdoring); *A. karroo* (soetdoring), Figuur 1.1(b); *A. nilotica* (lekkerruikpeul); *A. robusta var. robusta* (enkeldoring); *Berchemia zeyheri* (rooi-ivoor); *Celtis africana* (witstinkhout); *Combretum erythrophyllum* (riviervaderlandswilg); *Cussonia paniculata* (bergkiepersol); *Diospyros lycioides* (bloubos); *Euclea crispa var. crispa* (bloughwarrie), Figuur 1.1(c); *Ilex mitis* (without), Figuur 1.1(d); *Maytenus heterophylla* (gewone pendoring); *Rhus leptodictya* (bergkaree), Figuur 1.1(e); *Rhus pyroides* (gewone taaibos); *Ximenia caffra var. caffra* (grootsuurpruim), Figuur 1.1(f); en *Ziziphus mucronata* (blinkblaar-wag-'n-bietjie). Die boomspesies kan oor die hele studiegebied voorkom. In ander warmer dele mag die teenwoordigheid van *Acacia albida* (anaboom), *A. xanthophloea* (koorsboom), *Ficus* (vy) spesies, *Olea europaea var. africana* (swartolienhout), *Rhamnus prinoides* (blinkblaar) en *Syzygium* (waterbessie) spesies ook op water dui (Palgrave, 1990 en Dr. de Winter, persoonlike kommunikasie).

'n Belangrike faktor om in gedagte te hou, is dat sekere bome, veral *Rhus pyroides*, dikwels deur voëls indirek geplant word, deur hul mis, langs drade. So 'n moontlike geobotaniese aanwyser moet vermy word.
Op gelyktes mag ook bosgroepe voorkom, bestaande uit *Acacia caffra, A. karroo, A. robusta var. robusta, Berchemia zeyheri, Celtis africana, Cussonia paniculata, Euclea crispa var. crispa, Maytenus heterophylla, Rhus leptodictya, Rhus pyroides, Ximenia caffra var. caffra en Ziziphus mucronata*. Die assosiasie van *Euclea crispa var. crispa* met *Ximenia caffra var. caffra* is duidelik op rooitermiethope op die plaas Rhenosterkop 452 JR. Palgrave (1990) stel dat *Ximenia caffra var. caffra* kenmerkend op termiethope voorkom. Op lugfoto 2047/9/951/1991 vorm hierdie boom assosiasie duidelike kontrasterende boomkolle t.o.v. die omliggende landskap en gesteentes. Die enigste boorgat wat met so 'n bosgroep geassosieer word op dié plaas, lewer die meeste grondwater (sien gevallestudie 5.6.5 onder die Loskop Formasie).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Die meerderheid van bogenoemde boomspesies, veral die *Acacia* groep, groei in die studiegebied op suurgrond (diabaasplate). 'n Magnetiese opname mag 'n behulpsame tegniek wees in die assosiasie van boomspesies met ondergrondse geologiese strukture en die voorkoms van grondwater, omdat bome graag in 'n vogtige, klam verweerde grond groei en dit dikwels aangetref word by verweerde intrusiewe gesteentes.

'n Ander assosiasie wat dikwels in dele van die studiegebied gevind word, veral in die noordelike gebied van die Wilgerivier Formasie is die assosiasie van *Burkea africana* (rooisering), Figuur 1.1(g); met die kruid *Dichapetalum cymosum* (gifblaar), Figuur 1.1(h) (wetenskaplike naam en verspreiding gegee deur Vahrmeijer, 1987). Die stelling word deur boere gemaak dat sulke verwantskappe altyd op sterk water dui, soos op die plaas Onspoed 500 JR, waar gate in gifblaarkampe sterker water lewer as buite so 'n kamp (gevallestudie 9.6.6).

Die grasspesie *Fingerhuthia sesleriiformis* (vingerhoedgras), Figuur 1.1(i), kom in vleilande voor (van Oudtshoorn, 1994), veral in kalkagtige grond. Die positiewe verbintenis van hierdie grasspesie met geslaagde boorgate word gestel in Kent *et al.* (1965) en Vegter *et al.* (1968). Op die plaas Schoongezicht 225 IR is 'n boorgat ook geassosieer met hierdie tipe gras in 'n vleiland. Hierdie grasspesie is veral kenmerkend van die Karoo Opeenvolging.

Bogenoemde uiteensetting is nie onderhewig aan verpligte verwantskappe met grondwater nie, net geofisiese opnames by sulke teiken boomspesies in 'n sekere gebied sal die suksesvolheid daarvan kan aandui. Die vraag wat elke geofisikus/geohidroloog homself moet afvra is die oorsaak en rede hoekom 'n boom of bome in 'n sekere area voorkom. Tesame met antwoorde van die topografie, hidrogeologie, geochemie, lugfoto's, geologie en geofisika kan 'n sinvolle gevolgtrekking bereik word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1.6 AKWIFERE

1.6.1 Inleiding

Die grondwater reserwes van die wêreld word op 0.61% (tot 'n diepte van 4000 meter) van die totale water reserwes in die wêreld geskat, waar 97.2% van al die water op aarde soutwater is (Ward *et al.*, 1990). Slegs 'n klein persentasie van die wêreld se totale water voorsiening is varswater. Meer as 98% van die beskikbare varswater is grondwater, wat by verre die volume van oppervlakwater oortref, waarvan die helfte binne 800m. van die grondoppervlak voorkom (Ward *et al.*, 1990). Sekere grondwater reservoirs besit enorme kapasiteite, sodat hulle meer doeltreffend gedurende droogte periodes as oppervlak reservoirs dien (Driscoll, 1989). Oppervlak reservoirs, volgens Johnstone *et al.* (1993) en Muller (1993), is onderhewig aan erosie, toeslikking, hoë evaporasie koerse en water moet gesuiwer word vir menslike gebruik. Om die rede is grondwater reservoirs van die uiterste ekonomiese belang vir watervoorsiening in droë Suid-Afrika. Grondwater kan 'n sleutelrol speel om plattelandse gemeenskappe van water te voorsien (Wilson, 1995).
Suid-Afrika se beskikbare grondwaterbronne is $5400x10^6$ m^3/jaar en 33% hiervan word tans gebruik volgens Johnstone *et al.*(1993).

Water is 'n belangrike omgewingselement wat as 'n totale sisteem gesien moet word en nie in oppervlak- en grondwater komponente opgedeel moet word nie. Ontwikkeling van 'n gebied berus op watervoorsiening, wat die waterbron benut en nie tot niet gemaak mag word a.g.v. oor-eksploitasie of besoedeling nie (Scott *et al.*, 1993).

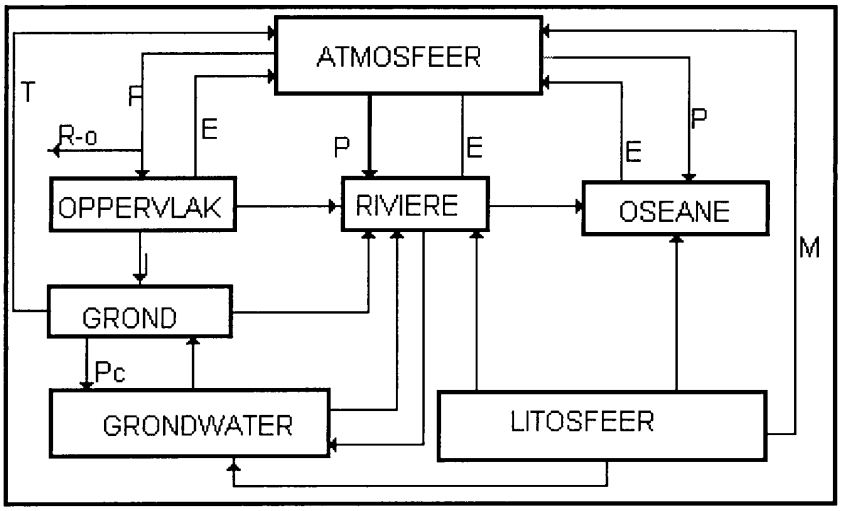
1.6.2 Hidrologiese Kringloop

Die hidrologiese kringloop, Figuur 1.2, is die bekendste en opvallendste kringloop in die natuur, wat as 'n reusagtige distillasieproses gesien kan word waardeur vars water aan terrestriële ekosisteme beskikbaar gestel word. Hierdie kringloop is een van die belangrikste voedingsiklusse, en in sommige opsigte een van die mees komplekse, in die ekosisteem (Hugo *et al.*, 1988). Die kringloop wissel na gelang van klimaatstreek wat onderworpe is aan seisoenale skommelinge (Fetter, 1994).
Grondwater speel 'n aktiewe rol in die hidrologiese kringloop, sodat dit in 'n meerdere of mindere mate 'n kontinue beweging is van gebiede van aanvulling na gebiede van onttrekking in responsie tot die ooreenstemmende hidrouliese gradiënt (Ward *et al.*,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1990). Die rigting van grondwatervloei is wisselvallig, soos oppervlakwater, want grondwater neig om die roete van die minste weerstand te volg. Vloei geskied veral waar die verbindings tussen porieë groter en beter verbind is. Die teenwoordigheid van semi-ondeurlaatbare lae maak die vloei van grondwater meer ingewikkeld en wyer versprei (Todd, 1980, Bowen,1986 en Fetter, 1994).



Figuur 1.2. Die hidrologiese kringloop. R-o, afvloei; T, transpirasie; P, neerslag; E, evaporasie; I, infiltrasie; Pc, perkolasie (deursyfering); M, vulkaniese -of magmatiese water (Bowen,1986).

1.6.3 Poreusheid van gesteentes

Die hoeveelheid grondwater geberg in die versadigde materiaal hang af van die poreusheid. Poreusheid of porositeit verwys na die volume van openinge wat beskikbaar is vir die berging van vloeistof (Todd, 1980). Poreusheid word gewoonlik uitgedruk as 'n persentasie van die totale gesteente volume, sien Tabel 1.1. Oorspronklike openinge ontstaan saam met die gesteente in sedimentêre en stollingsgesteentes. Sekondêre openinge is die gevolg van diagenese en hang verder af van die oorspronklike gesteente (Todd, 1980 en Ward *et al.*, 1990).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die poreusheid van 'n sediment hang grootliks af van (Bennetts et al, 1963):

1. Die manier hoe die partikels afgeset en gepak word tydens afsetting,
2. Die litifikasie a.g.v. vertikale en laterale belasting deur bo en omliggende gesteentes,
3. Partikel grootte en verspreiding van die deeluitmakende minerale,
4. Die graad van meganiese -en chemiese verwering waaraan rotse blootgestel was,
5. Sementasie van porieë.

Die effek van bogenoemde faktore word in Tabel 1.1 weerspieël. Tektoniese prosesse laat verder nate en verskuiwings in gesteentes ontstaan. Hierdie strukture is net so belangrik vir die berging en beweging van grondwater.

Tabel 1.1. Poreusheidswaardes vir sedimente as persentasie van die totale volume van die gesteente (Fetter, 1994)

Sediment	Poreusheidswaarde as % van totale gesteente volume
Goed gesorteerde sand of gruis	**25 - 50%**
Sand en gruis, gemeng	**20 - 35%**
Glasiale afval	**10 - 20%**
Slik	**35 - 50%**
Klei	**33 - 60%**

Vir perfekte uniforme sfere geld die volgende poreusheid, n, waardes: vir die losste pakking (kubiese pakking), n=47.65% en vir die digste pakking (rhomboëdriese pakking) is n=25.95% (Bowen, 1986). Die diameter van die sfere beïnvloed nie die poreusheid nie; sfere met 'n diameter van 20mm. besit dieselfde poreusheid as sfere met 'n diameter van 1mm, indien hulle kubies gepak is (Bowen, 1986). Wanneer die sediment 'n mengsel van korrelgroottes bevat, sal die poreusheid afneem, omdat die kleiner partikels die porieruimtes van die groter partikels sal beslaan. Ander faktore wat poreusheid beïnvloed is die vorm van die korrels en die soort en oriëntasie van die korrels.

Die poreusheid neem drasties af by sedimentêre gesteentes indien daar sementasie tussen die partikels voorkom. Verwering kan die poreusheid verhoog deur die verbrokkeling en oplossing van die gesteente matriks en gesteente vormende minerale (Bowen,1986 en Fetter, 1994). Verwering word meestal aangetref waar die watervlak

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

redelik wissel (Mponda *et al.*,1993).

1.6.3.1 Poreusheid van sedimentêre gesteentes

Sedimentêre gesteentes word gevorm uit sedimente deur 'n proses genaamd litifikasie. In die algemeen is die poreusheid van 'n sedimentêre gesteente minder as die van die oorspronklike sediment, veral in die geval van slik en klei. Grondwater kan hier gevind word in die porieë tussen korrels (primêre poreusheid) en in die verbrokkelingsone (sekondêre poreusheid). Grondwater beweging deur sulke verbrokkelingsones kan hierdie sones vergroot d.m.v. die oplossing van materiaal. Laagvlakke in sedimentêre gesteentes mag primêre poreusheid besit, wat gevorm is gedurende afsetting van die sedimente en sekondêre poreusheid indien translasie plaasgevind het langs so 'n laagvlak. Die persentasie poreusheid van sedimentêre gesteentes is hoogs varieerbaar, in klastiese gesteentes varieer dit tussen 3 en 30% (Todd, 1980 en Fetter, 1994). Vir kalkstene en dolomiete is dit in die orde van 1% tot 30% (Todd, 1980 en Fetter, 1994).

1.6.3.2 Poreusheid van vulkaniese- , plutoniese- en metamorfe gesteentes

Vulkaniese gesteentes het ongeveer dieselfde chemiese samestelling as plutoniese gesteentes, omdat beide vorm deur die afkoeling van gesmelte rotsmateriaal. Ekstrusiewe gesteentes stol en koel vinnig af, wat aanleiding gee tot radikaal verskillende poreusheid eienskappe in hierdie gesteentes. Gesteentes wat aangetref kan word is andesiet, rioliet, tuf, basalt en piroklastiese gesteentes. Poreusheid van basalt varieer tussen 1 - 12% en van tuf tussen 14 - 40%. Verwering van vulkaniese afsettings kan die poreusheid waardes tot met 60% verhoog (Fetter, 1994).
Plutoniese gesteentes en metamorfe gesteentes het gewoonlik 'n uiters lae poreusheid a.g.v. intergeskakelde kristalle. Twee geologiese prosesse, verwering en belasting, verhoog die algehele gesteente poreusheid. Tektoniese spanning in die aardkors kan verbrokkeling, nate, plooie en verskuiwings veroorsaak. Nate en openinge is uiters belangrik vir die berging en beweging van grondwater. Naatstelsels wat met tektoniese prosesse geassosieer mag wees, word gewoonlik in drie gemeenskaplike loodregte rigtings gevind. Verwering a.g.v. chemiese afbreking en fisiese disintegrasie neem in felheid toe namate die verweringsproses vorder, sodat die gesteente poreusheid ook toeneem. Verwering is meer intens langs die naat -of verweringsvlakke (Fetter, 1994). Verweerde plutoniese -en metamorfe gesteentes kan poreusheidswaardes van 30 - 60% besit. Poreusheid a.g.v. verbrokkeling is gekonsentreer in die gesteentes langs stelle

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

nate en is 'n funksie van die wydte van die openinge in die nate. Al hierdie faktore kan die poreusheid van so 'n kristallyne gesteente laat toeneem met 2% tot 5% (Fetter, 1994).

1.6.3.3 Permeabiliteit van gesteentes

Die permeabiliteit van 'n gesteente is 'n aanduiding van die tempo waarmee grondwater deur 'n sekere gesteente volume vloei a.g.v. 'n gegewe hidrouliese potensiaalverskil (Sharp et al., 1980). Permeabiliteit is 'n funksie van die aard en graad van gesteente ontwikkeling; die tekstuur en struktuur; asook die voginhoud; oppervlaktoestande; plantegroei; die aantal krake en nate in die bodemrots; die viskositeit van die vloeistof; die hidrostatiese druk en die eienskappe van die gesteente. Die porieë moet groot genoeg en gekoppel wees om vloei te laat plaasvind. Klei met 'n hoë poreusheid kan 'n lae permeabiliteit besit, maar 'n slikkerige sand met 'n lae poreusheid mag hoë permeabiliteit waardes besit. Sandsteen toon dikwels 'n hoër intergranulêre permeabiliteit in 'n horisontale as in 'n vertikale rigting, a.g.v. laagvlakke.
Alhoewel poreusheid, n (vergelyking 1.1), en intrinsieke permeabiliteit, k (vergelyking 1.2), verwant is, is die verhouding ingewikkeld.
Poreusheid en (intrinsieke) permeabiliteit neem beide af met toenemende diepte en is beide sterk anisotroop (Gerrard, 1988).

$$n = \frac{V_v}{V_o}] \qquad (1.1)$$

$$\mathrm{k} = Cd^2 \frac{\gamma}{\mu} \qquad (1.2)$$

, waar in vergelyking (1.2) geld dat
C 'n vormfaktor is,
d is gemiddelde lengte van die gesteente openinge,
γ is die spesifieke gewig van die vloeistof in die gesteente, en
μ is die dinamiese viskositeit van daardie vloeistof.
Uit vergelyking (1.1) (Davis *et al.*, 1966) volg dat poreusheid van 'n gesteente bepaal word deur die verhouding van die volume openinge (V_v) tot die volume van die poreuse medium (V_o). So sal 'n klei met 'n groot volume openinge in vergelyking met 'n sandsteen 'n groter poreusheid hê.
Uit vergelyking (1.2) (Davis *et al.*, 1966) volg dat die permeabiliteit van 'n gesteente bepaal word deur die gemiddelde lengte en deursnee van openinge. 'n Sandsteen se openinge is groter in deursnee as 'n klei s'n, dus is 'n sandsteen se permeabiliteit groter

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

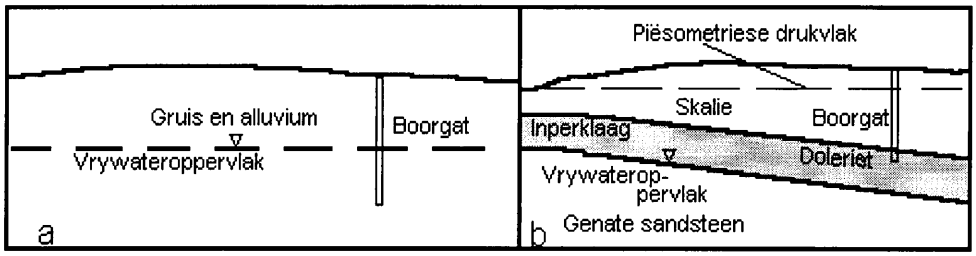
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

as ‘n klei se permeabiliteit.
Dit is duidelik dat poreusheid en permeabiliteit van dieselfde gesteente bykans omgekeerd eweredig aan mekaar verwant is (Ward *et al.*, 1990).

1.6.4 Akwifeer definisies

Akwifere kan ingedeel word op grond van die poreusheid en permeabiliteit van 'n gesteente eenheid.
Die definisie van 'n akwifeer volgens (Todd, 1980, Bowen, 1980, 1986, Wanielista, 1990, Vegter, 1993 en Fetter, 1994) is dat 'n akwifeer, lae of 'n groep van intergekoppelde lae is, bestaande uit versadigde aardmateriaal wat bekwaam is om grondwater te berg en te gelei en om bruikbare kwantiteite van grondwater te lewer aan boorgat(e) en/of fontein(e). Die belangrikste eienskap van 'n akwifeer is sy permeabiliteit of deurlaatvermoë. Die ideale akwifeer is homogeen, d.w.s. dit besit identiese hidrologiese eienskappe in alle dele en is isotroop, nl. sy eienskappe is onafhanklik van rigting.
'n Akwifeer sisteem is 'n heterogene liggaam van interverbonde deurlatende en minder deurlatende materiaal wat dien as 'n water lewerende hidrouliese eenheid van regionale omvang (Parsons,1995).

‘n Akwifeer kan ook ingedeel word volgens die hidrouliese toestand in die akwifeer as 'n ingeperkte -of oningeperkte waterdraer, Figuur 1.3. Die onderskeid berus daarop of die akwifeer aan die bokant begrens word deur 'n vrywatervlak al dan nie. 'n Vrywatervlak is 'n grondwatervlak waarop die hidrostatiese druk gelyk is aan die atmosferiese druk. Die onderskeid tussen ingeperkte en oningeperkte grondwater is verder geleë in die feit dat daar hidrouliese verskille tussen die watervloei onder druk en die vryvloei van oningeperkte grondwater bestaan (Ward *et al.*, 1990).



Figuur 1.3a,b. 'n Eenvoudige voorstelling van akwifere in die Karoo Opeenvolging. **a** 'n Oningeperkte akwifeer wat bestaan uit gruis en alluvium, **b** 'n ingeperkte akwifeer met die wateroppervlak op die kontak tussen die ondeurlaatbare doleriet en die sandsteen.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Parsons (1995) definieer 'n oningeperkte akwifeer deur te stel dat so 'n akwifeer se watervlak vrylik kan verander a.g.v. 'n direkte verandering in die akwifeer se aanvulling. 'n Oningeperkte akwifeer (RGSA, 1996) of vry akwifeer (Hattingh, 1996) word aan die bokant begrens deur 'n grondwatervlak. Die oningeperkte akwifeer bestaan uit kontinue lae van materiale van hoë spesifieke permeabiliteit wat strek vanaf die aardoppervlak tot by die basis van die akwifeer. Aanvulling van so 'n akwifeer kan deur afwaartse syfering deur die onversadigde sone wees of d.m.v. laterale grondwatervloei of opwaartse syfering van onderliggende strata (Fetter, 1994).

Ingeperkte akwifere (RGSA, 1996) word aan die bokant ingeperk deur 'n ondeurlatende laag, sodat die hidrostatiese druk aan die bokant van die akwifeer groter is as die atmosferiese druk (Hattingh, 1996). Die vlak waartoe die water sal styg in 'n regop pyp, wat deur die inperkingslaag geplaas is, word die piësometriese drukhoogte genoem. Aanvulling in die ingeperkte akwifeer kom in gebiede voor waar die deurlatende sone dagsoom of in die geval van ‘n half-ingeperkte akwifeer waar 'n lekkende inperkingslaag die akwifeer oorlê. Die stygings en dalings van watervlakke in boorgate wat in ingeperkte akwifere penetreer, is 'n funksie van drukveranderinge in die akwifeer en nie soos in die geval van oningeperkte akwifere van veranderinge in gebergde water nie. In sekere gevalle kan ingeperkte akwifere deurlatingsagente wees, omdat sulke akwifere water van aanvullingsgebiede vervoer na gebiede van onttrekking (Todd, 1980, Fetter, 1994 en Parsons, 1995).

Boorgate wat geboor word in ingeperkte of half-ingeperkte akwifere word sub-artesiese - en artesiese bronne genoem. Indien die piësometriese vlak van 'n boorgat wat in 'n ingeperkte akwifeer geboor is bo die grondoppervlak is, sal 'n vloeiende artesiese boorgat ontstaan. Water vloei spontaan uit so 'n boorgat, maar die montering van 'n pomp aan so 'n boorgat mag die lewering van die gat verhoog (Fetter, 1994 en Hattingh, 1996). So 'n vloeiende boorgat is in die gevallestudies op die plaas Zwartkopje 444 JR (Figuur 1) aangetref, heel waarskynlik die gevolg van die goeie reën gedurende die 95/96-seisoen. 'n Verskuiwing of naat in die ondeurlatende bolaag van 'n artesiese akwifeer sal 'n fontein oplewer, Figuur 1.4. Uit die figuur volg dat die watervlak in boorgate sekere inligting weergee aangaande aanvullingsgebiede, die piësometriese oppervlak en die tipe akwifeer (Wisler *et al.*, 1959).

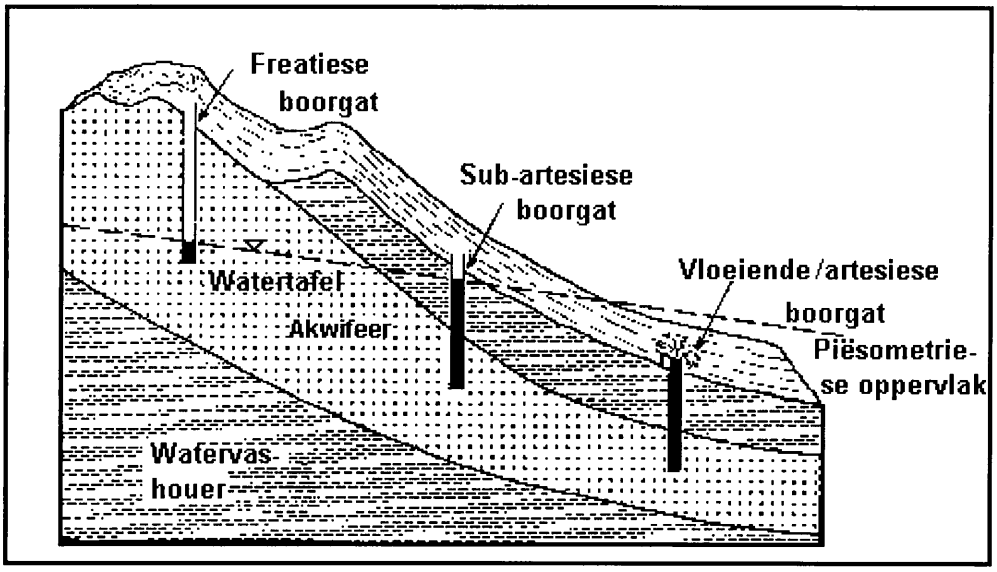
Die grondwater in 'n ingeperkte akwifeer word ingeperkte grondwater genoem, net soos in 'n oningeperkte akwifeer oningeperkte grondwater gevind word. Volgens Ward *et al.*

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(1990) is die inperkende ondeurlaatbare laag selde 'n absolute grens vir grondwaterbeweging, sodat daar meesal een of ander uitruiling, dus ook 'n hidrouliese kontinuïteit, bestaan tussen die ingeperkte akwifeer en oor- of onderliggende akwifeer. 'n Sogenaamde lekkende akwifeer kom voor in alluviale valleie, vlaktes of ou meerkomme, waar 'n deurlaatbare stratum oorlê of onderlê word deur 'n semi-deurlaatbare waterteenhouer. 'n Gepompte boorgat in so 'n akwifeer verwyder water deur twee meganismes, deur laminerêre vloei binne in die akwifeer en deur vertikale vloei deur die waterteenhouer in die akwifeer (Todd, 1980).

In die geval van 'n verhewe akwifeer is die grondwaterliggaam geskei van die hoof akwifeer deur 'n relatiewe ondeurlaatbare laag van klein oppervlakkige omvang in die onversadigde sone, byvoorbeeld klei, wat net genoeg water lewer vir huishoudelike gebruik (Bowen, 1986, Wanielista, 1990 en Fetter, 1994).



Figuur 1.4. Sub-artesiese -en vloeiende boorgate in 'n ingeperkte akwifeer (Fetter, 1994).

Gesteente eenhede met 'n lae permeabiliteit wat as intergelaagde strata voorkom, word 'n watervashouer (*aquiclude*) genoem. Todd (1980), Parsons (1995) en Hattingh (1996) defineer 'n watervashouer as volg: 'n Laag, formasie of groep van formasies waardeur selfs op regionale skaal onbeduidende hoeveelhede water beweeg, maar wat 'n redelike hoë poreusheid kan besit en wel versadig kan wees met water. Dit kan egter nie genoegsame hoeveelhede water aan boorgate lewer nie a.g.v. die lae deurlatendheid, soos bv. 'n kleilaag. 'n Keerbank (*aquifuge*) is 'n absolute ondeurlaatbare formasie wat nie water kan stoor of deurlaat nie, bv. vaste, onverweerde graniet. 'n Waterterughouer

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(*aquitard*) is 'n relatiewe ondeurlaatbare formasie (lae permeabiliteit) wat in vergelyking met 'n akwifeer onbeduidende hoeveelhede water aan boorgate, fonteine of uitsyferings lewer ten spyte daarvan dat hulle aan water versadig is. Tog kan aanmerklike hoeveelhede water deur hulle beweeg wanneer hulle groot volumes beslaan, soos bv. slik, wat tog nog 'n belangrike grondwater bergingsone mag wees, indien dit redelik dik is (Todd, 1980, Bowen, 1980, 1986 en Hattingh, 1996). Die beweging van grondwater is beperk in 'n waterterughouer (Parsons,1995). So 'n formasie (waterterughouer) word 'n lekkende inperkingslaag genoem (Fetter, 1994).

In die studiegebied word bogenoemde akwifeertipes aangetref. Die Vryheid Formasie van die Karoo Opeenvolging wat hoofsaaklik uit klei, slik en fyn sand bestaan, gee aanleiding tot watervashouers en waterterughouers. Die gemiddelde boorgatlewering is volgens Frommurze (1937) en die gevallestudies daar beperk tot ±2000 l/uur.
Die indeling van akwifere kan aan die hand van Vegter (1993), Parsons (1995) en Hattingh (1996), Tabel 1.2, gedoen word:

Tabel 1.2. Indeling van akwifere.

Tipe akwifeer	Geologiese oorsprong	Tipe openinge	Gesteente tipe
Waterdraers met primêre openinge (primêre akwifere)	Sedimentêre afsetting -Ongekonsolideerd	Intergranulêr, interfragmentêr	**Alluvium in rivier-valleie, Kolluvium aan die voet van berge & rante, Eoliese sand.**
	-Swak gesementeerd	Intergranulêr, interfragmentêr	**Tersiêre ouderdom gesteentes, Kryt-sandsteen.**
	-Oplossing	Intergranulêre tussenruimtes in onoplosbare mediums	**Karbonaatgesteente**
	Ekstrusie van magma	Gasholtes, pype, inkrimpingskrake	**Lawas met gasblasies**

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Waterdraers met sekondêre openinge (sekondêre akwifere)	Oppervlakkige verwering	Verbrokkel langs laag -en naatvlakke	**Sedimentêre gesteentes**
	Twee-dimensionele verwering	Naatsones, Verskuiwingsones & gange	
	Verwering op kontakte van hellende lae	Verbrokkel en naatsones	
	Kontaksones van intrusies	Gebak en verbrokkel	
	Verskuiwings en nate	Gebroke en genate gesteentes	
	Paleoverwering	Onder diskordansies	
	Oplossing	Krake en oplossingsholtes	**Karbonaatgesteente**
	Oppervlakkige verwering	Verbrokkel langs laag -en naatvlakke	**Stollings -en metamorfe gesteentes**
	Twee-dimensionele verwering wingsones & gange	Naatsones, Verskuiwingsones & gange	
	Verwering op kontakte van hellende lae of langs foliasievlakke	Verbrokkel, naatsones en foliasievlakke	
	Verweringskomme by die kruisings van naatstelsels	Verbrokkel en naatsones	
	Verskuiwings en nate	Gebroke en genate gesteentes	
	Paleoverwering	Onder diskordansies	
Saamgestelde waterdraers	Alluvium bedekking	Tussenruimtes in die kontaksone, verweerde en gebroke gesteentes	**Sedimentêre, stollings –en metamorfe gesteentes**

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

In Suid-Afrika is boorgatlewerings in die algemeen uit sekondêre akwifere laag. Relatiewe hoë lewerings kom voor by verskuiwings, oplossingskanale (dolomiet), uitgebreide -en verweerde gesteente naatsisteme. Volgens Kent *et al.*(1965), Meyer (1984), Botha (1993) en Johnstone *et al.*(1993) beslaan sekondêre akwifere 80% van Suid-Afrika se totale akwifeerpopulasie, maar hierdie akwifere besit 'n beperkte bergingsvermoë van kleiner as 1%, en 'n hervullingskoers van 1-10% van die gemiddelde jaarlikse reënval, wat die bepaling van grondwater potensiaal van die akwifeer bemoeilik, asook die opsporing van sulke akwifere.

Om akwifere te beheer en te beskerm is daar 'n voorgestelde akwifeerklassifikasie en proteksie afbakening gedoen vir Suid-Afrikaanse toestande deur Parsons (1995). In die studie is van hierdie klassifikasie sisteem gebruik gemaak wat vier akwifere onderskei nl. Nie-Akwifeer Sisteem, Ondergeskikte Akwifeer Sisteem, Belangrike Akwifeer Sisteem en Enigste Bron Akwifeer Sisteem.
Definisies van akwifeer-sisteem beheerklasse, word weergegee in Tabel 1.3.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Tabel 1.3. Definisies van akwifeer-sisteem beheerklasse

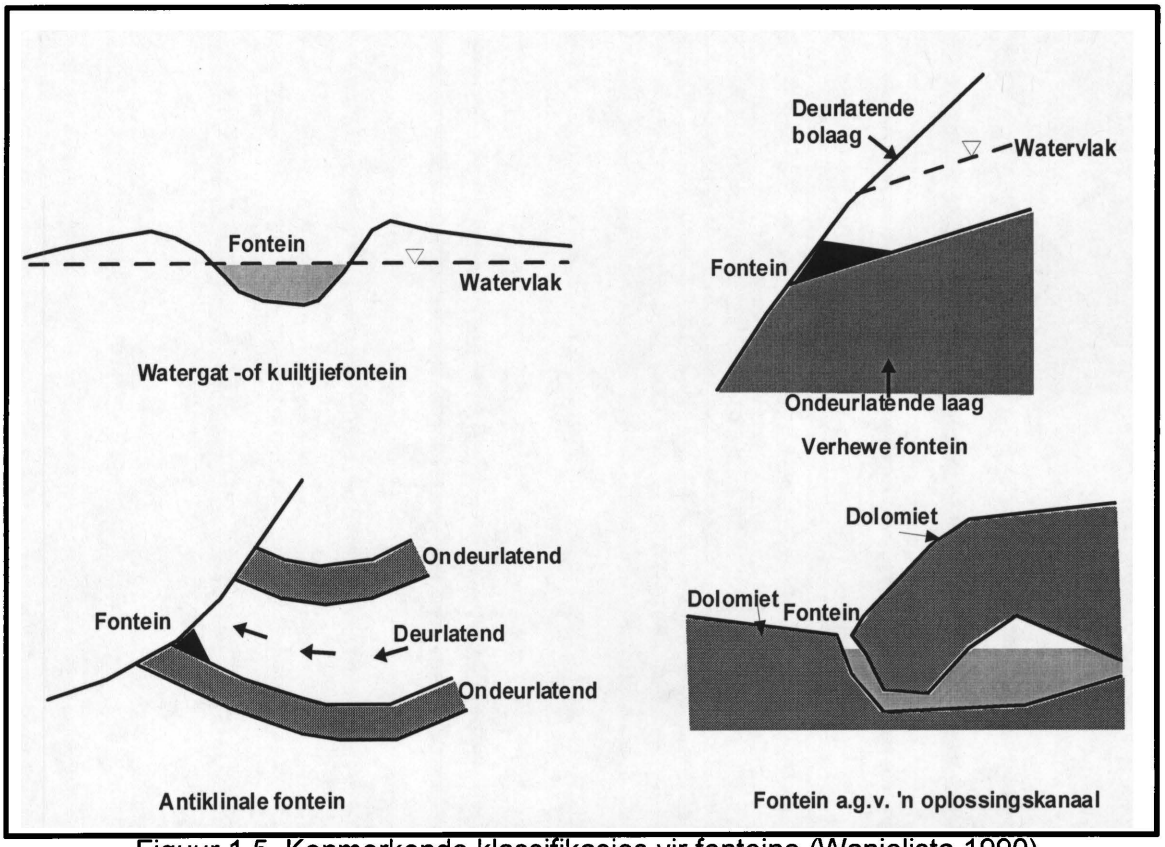
Akwifeersoort	Beskrywing
Enigste Bron Akwifeer Sisteem	'n Akwifeer wat gebruik word om 50% of meer water vir huishoudelike gebruik vir 'n gegewe area te voorsien, en vir wie geen redelike toeganklike alternatiewe bronne bestaan nie, indien die akwifeer geleeg word. Akwifeer lewerings en natuurlike water kwaliteit is onbelangrik.
Belangrike Akwifeer Sisteem	Hoogs deurlatende formasies, gewoonlik met 'n waarskynlike aanwesigheid van beduidende verbrokkeling. Hierdie akwifere mag hoogs produktief wees en ook hoë waterlewering vir publieke verbruik en ander doeleindes kan on- derhou. Waterkwaliteit is in die algemeen baie goed (minder as 150 mS/m).
Ondergeskikte Akwifeer Sisteem	Sulke akwifere is verbrokkel met 'n lae primêre deurlatendheid, of varierende deurlatendheid. Akwifeer omvang mag beperk wees en met 'n varierende waterkwaliteit. Alhoewel hierdie akwifere selde groot hoeveelhede water produseer, is hulle belangrik beide vir lokale lewerings en om 'n fundamentele vloei in riviere daar te stel.
Nie-Akwifeer Sisteem	Dit is formasies met weglaatbare deurlaatvermoë wat in die algemeen beskou word as geen bevattende grondwater in eksploiterende hoeveelhede nie. Waterkwaliteit mag ook so wees dat dit die akwifeer ongeskik maak. Grondwatervloei deur sulke gesteentes, alhoewel onwaarneembaar, neem egter wel plaas en moet in ag geneem word wanneer na die risiko van hardnekkige besoedelingsagente gekyk word.
Spesiale Akwifeer Sisteem	'n Akwifeer deur die Minister van Waterwese (RSA) benoem, na 'n gepaste proses.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1.6.5 Fonteine

Todd (1980) definieer 'n fontein as 'n plek waar daar 'n gekonsentreerde uitvloei van grondwater by die grondoppervlak plaasvind. By syferingsgebiede vind 'n stadige beweging van grondwater na die grondoppervlak plaas. Daar bestaan twee hoof tipes fonteine; niegravitasie -en gravitasiefonteine. Die onderskeid tussen beide soorte fonteine lê daarin dat 'n gravitasiefontein ontstaan a.g.v. die versnelling van grondwater deur gravitasie, bv. 'n verhewe fontein. By 'n niegravitasiefontein vloei water spontaan uit die grond sonder die invloed van gravitasie, bv. 'n watergatfontein.
Fonteine wat kenmerkend aangetref kan word is watergat-, verhewe-, antiklinale- en oplossingskanaalfonteine, sien Figuur 1.5. Sulke fonteine kan verder verdeel word in 'n standhoudende –en 'n periodieke klas.



Figuur 1.5. Kenmerkende klassifikasies vir fonteine (Wanielista,1990).

Fonteine kan ook geklassifiseer word aan die hand van Meinzer se fontein klassifikasie, Tabel 1.4 (Todd, 1980, Bowen,1986 en Fetter, 1994), wat oor die lewering van fonteine handel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 1.4. Fontein klassifikasie volgens lewering

Belangrikheid	Gemiddelde lewering
Eerste	> 10 m^3/s
Tweede	1-10 m^3/s
Derde	0.1-1m^3/s
Vierde	10-100 l/s
Vyfde	1-10 l/s
Sesde	0.1-1 l/s
Sewende	10-100 ml/s
Agtste	< 10ml/s

1.6.6 Grondwatereksplorasie

Weens die onreëlmatige aard van 'n sekondêre akwifeer benodig dit 'n omvattende eksplorasieprogram om dit op te spoor. Kent *et al.*(1965) en Morton (1993) stel die volgende program voor: 1. Lugfoto's, satellietbeelde (indirekte grondkartering), luggeofisiese opnames, strukturele interpretasie, boorgatstate, plantegroei en geologiese verkenning, 2. doelgerigte grondgeofisika en interpretasie, 3. boor -en pomptoetsanalise tesame met chemiese wateranalises, 4. waterbalans vasstelling en akwifeerspanninganalise, 5. akwifeermodellering en bestuur. Stappe 3 en 4 moet twee tipes van akwifeer reaksie evalueer, die eerste een is die reaksie van die grondwater wat vloei in die akwifeer en die tweede reaksie is die grondwateraanvulling. Geofisiese tegnieke gee alleen indirekte aanduidings van die voorkoms van grondwater, sodat geologiese en hidrologiese data hierby moet inskakel (Todd, 1980, Telford *et al.*, 1990 en Fetter, 1994).

Die waterlewering vanuit struktuur beheerde akwifere is direk afhanklik van die hoeveelheid nate en krake aanwesig. Grondwatervoorkomste in hierdie akwifere word deur die volgende gekenmerk:

(a) Die verlangde diepte van ondersoek varieer in wye limiete (1-200m.)
(b) Die laterale omvang van die akwifeer varieer in baie wye limiete (1-1000m.)
(c) Die aanwesigheid van selfs klein hoeveelhede vog in enige soort gesteente laat die skynbare soortlike elektriese weerstand van sulke gesteentes aansienlik daal.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Geofisiese ondersoeke vir die eksplorasie van grondwater behoort die volgende in te sluit, met inagneming van punte (a-c):

(1) Geologiese verkenning en interpretasie van die geologie en klimatologiese faktore
(2) Interpretasie van die hidrogeologiese toestande aan die hand van punt (1)
(3) Uitsoek van moontlike akwifeer teikens
(4) Keuse van korrekte en koste effektiewe geofisiese tegniek(e) om te gebruik
(5) Geofisiese opname
(6) Interpretasie
(7) Besluit op boorposisie en boormetode (Formanek *et al*., 1988).

Slegs die aanwending van ‘n verskeidenheid eksplorasie-tegnieke, die bestudering van gebiedsgebonde data en die inkorporasie van multidissiplinêre vakgebiede, waaronder geofisika, geohidrologie, geologie en afstandwaarneming tesame met ondervinding, maak die aanwys, ontwikkeling en bestuur van 'n boorgat ekonomies doeltreffend en geslaagd. Die enigste beperkinge op so 'n omvattende grondwaterprogram is finansiële oorwegings en tyd.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

HOOFSTUK 2

EKSPLORASIE-TEGNIEKE

2.1 INLEIDING

Eksplorasie na grondwater bestaan uit twee prosedures wat interafhanklik van mekaar is, nl. oppervlak -en sub-oppervlak tegnieke. 'n Oppervlak tegniek volg konvensionele geologiese benaderings. Veld verkenning van die aardoppervlak met spesiale verwysing na hidrologiese data wat verkrygbaar is van stroomvloei, fonteine, boorgate (Nasionale Grondwater Data Basis, NGDB), grondwater aanvulling en -onttrekking en wisselende waterdrukvlakke, waterkwaliteit en -besoedeling, ens. word gereken onder die oppervlak tegnieke (Bowen, 1986). Oppervlak tegnieke is in die orde ook goedkoper as sub-oppervlak tegnieke.
Die sub-oppervlak tegniek is geofisiese tegnieke wat deur veldopnames informasie aangaande vertikale strukture (profilering) en stratigrafie (sondering) in die aardkors weergee.

Geofisiese tegnieke wat hoofsaaklik aangewend word om grondwater voorkomste op te spoor is die gelykstroom elektriese weerstands-, magnetiese- en elektromagnetiese tegnieke. By elektriese weerstandstegnieke word die Schlumberger sonderingstegniek aanbeveel vir grondwater eksplorasie (Bhattacharya *et al.*, 1968 en Keller *et al.*, 1982). Die rede vir die gebruik van 'n lae (kleiner as 60Hz.) frekwensie stroombron, by die gelykstroom tegniek, is dat induksie effekte verwaarloos mag word. Die gelykstroombron maak meting van ware gelykstroom soortlike weerstand moontlik en die meting van spontane potensiale (Van Zijl, 1987). Hierin is 'n voordeel geleë bo die elektromagnetiese tegniek.

Waar magnetiese strukture en strukturele komme in stollings -of metamorfe gesteentes voorkom, is die magnetiese tegniek geskik. Digtheidsverskille kan m.b.v. die gravitasie tegniek opgespoor word. Die gravitasie tegniek word egter selde aangewend a.g.v. sy koste en omslagtigheid. Elektromagnetiese tegnieke maak gebruik van 'n wisselstroom, wat sekere implikasies inhou. Wisselstroom toerusting is onderhewig aan EM-induksie effekte en geraas wat energie in die betrokke frekwensieband van die versterker inbring volgens Van Zijl (1987). Die voorkeur van gelykstroom tegnieke bo wisselstroom tegnieke berus dikwels in die geologie van die ondersoekterrein en koste oorwegings.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

In die studie is daar van die frekwensie bestek elektromagnetiese profilering (FDEM) tegniek gebruik gemaak. Elektromagnetiese profilering is besonder vinnig, sodat 'n groot hoeveelheid inligting aangaande die ondergrond vinnig verkry kan word.
Grondwatereksplorasie m.b.v. vlak seismiese refleksietegnieke is deur Vorster (1993) bestudeer. Die toepaslikheid van hierdie tegniek berus op oppervlaktoestande vir geofoon-grond-koppeling en die geologie.
Die keuse om geen tydsbestek elektromagnetiese (TDEM) en seismiese tegnieke in te span tydens die studie nie berus op werk van vorige outeurs in hierdie verband (Bhimasankaram, 1975, Patra *et al.*, 1975, Coetsee, 1987, Botha *et al.*, 1992 en Vorster, 1993). Sulke tegnieke omvat duur instrumente en tegnieke vir lokale wateraanwysing waar tyd, geld en die oppervlakgrootte van die ondersoek gebied deurslaggewende rolspelers is.

Daar bestaan twee fasette van elektriese prospektering (Koefoed, 1979, Keller *et al*, 1982, Van Zijl, 1987 en Telford *et al.*, 1990):
1. Elektriese sonderings waar die verspreiding van elektriese weerstand met diepte bestudeer word, deur progressief die diepte van ondersoek toe te laat neem. Hierdie metode werk optimaal wanneer die geoëlektriese horisonne relatief gelykliggend is (helling <15°) en lateraal homogeen en omvangryk is.
In hierdie geval word die stroomelektrodes progressief uitgebrei. Die metode is handig om die dikte van die bolaag, diepte, struktuur en soortlike elektriese weerstand van die gelykliggende sedimentêre lae en 'n vlak vloergesteente te bepaal.
2. Horisontale profilering waar die laterale verspreiding van elektriese weerstand bestudeer word deur 'n elektrode opstelling waarvan die diepte van ondersoek relatief konstant bly. Hierdie metode is die meeste effektief wanneer laterale veranderinge in soortlike elektriese weerstand groot is. Resultate verkry hieruit is in die algemeen net kwalitatief totdat hulle gekalibreer word deur addisionele sonderings.
Tydens horisontale profilering word die hele opstelling beweeg, met 'n konstante spasiëring of die stroomelektrodes bly stasionêr en die potensiaalelektrodes word beweeg.

Die soortlike elektriese weerstand van 'n medium is een van drie fisiese faktore wat die gedrag van elektromagnetiese velde in die medium bepaal, die ander twee eienskappe is die diëlektriese konstante en die magnetiese permeabiliteit (Keller *et al.*, 1982). Soortlike elektriese weerstand is gewoonlik die mees belangrike van die drie eienskappe in die bepaling van elektriese stroomvloei. Die elektromagnetiese -en magnetiese

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

tegniek is aanvullend tot die elektriese weerstandstegniek. Die hele spektrum van elektromagnetiese velde in 'n medium word so deur al drie tegnieke gedek, om 'n meer insiggewende beeld van die medium onder beskouing te verkry.

Afstandwaarnemingsbeelde is gebruik om 'n groter insiggewender oorsig van 'n bepaalde gebied te verkry. Strukturele, stratigrafiese, hidrologiese en geobotaniese inligting kan doeltreffend van so 'n beeld verhaal word.

2.2 GELYKSTROOM WEERSTANDSTEGNIEK

2.2.1 Beginsels

Jakosky (1940), Koefoed (1979), Van Zijl (1987) asook Telford *et al.* (1990) stel die gelykstroom weerstandstegniek deur te noem dat hierdie tegniek gebaseer is op die gedrag van die vloei van elektriese stroom in die ondergrond. Die diepte van penetrasie is beheerbaar deur 'n operateur, omdat die energiebron kunsmatig is. Die enigste beperkings is sekere logistieke en tegniese probleme, asook die tegniek se hoë sensitiwiteit tot klein verskille in die elektriese geleidingsvermoë van die naby oppervlak. In elektroniese uitdrukkingswyse is die geraasvlak hoog.

Wanneer 'n elektriese potensiaal toegepas word op 'n materiaal, bepaal die eienskappe van die materiaal die kwantiteit van stroom wat waarlik deurgelaat word (Bowen,1980). Water in porieë bevat gewoonlik soute in oplossing, sodat die waterinhoud van 'n gesteente 'n veel groter kapasiteit besit om stroom te gelei as die soliede matriks van die gesteente self, tensy daar hoogs geleidende minerale in voorkom. Sulke geleiding word veral aangetref by 'n hoogs poreuse medium. Die soortlike elektriese weerstand van 'n waterdraende gesteente neem af met toenemende waterinhoud.
Die relatiewe vermoë van materiale om elektrisiteit te gelei wanneer 'n potensiaal aangelê word, word uitgedruk as elektriese geleidingsvermoë. Omgekeerd is dit die weerstand wat 'n materiaal bied teen 'n stroomvloei wat in terme van soortlike elektriese weerstand uitgedruk word (Keller *et al.*, 1982 en Karous *et al.*, 1988).

'n Gesteente met drie ortogonale naatstelsels toon 'n maksimum soortlike elektriese weerstand elke keer wanneer die rigting van stroomvloei normaal is tot een van die naat rigtings, sodat die poreusheid wat in daardie stelsel bestaan nie bydra tot geleiding nie (Keller *et al.*, 1982).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die tegniek wat toegepas word, is om 'n bekende stroom, I, deur die ondergrond te laat vloei, tussen twee stroomelektrodes A en B. Die oppervlak potensiaalverspreiding word waargeneem deur die potensiaalverskil, ΔV, te meet tussen twee potensiaalelektrodes M en N. Hierdie potensiaal word vergelyk met daardie potensiaal wat dieselfde stroom sou veroorsaak het in 'n homogene, isotrope aarde.

Om 'n geskikte wiskundige definisie vir die skynbare soortlike elektriese weerstand en ook die geometriese faktor, K, vir 'n opstelling te kry, kan die gepaste teorie volgens Keller *et al* (1982) en Wait (1982) beskou word. Die formule van die skynbare soortlike elektriese weerstand wat tydens die veldmetings gebruik is, word gegee deur Keller *et al*. (1982) en Van Zijl (1987):

$$\rho_S = \frac{K\Delta V}{I}$$

In bostaande vergelyking is ρ_S die skynbare soortlike elektriese weerstand. Hierdie verhouding is die fundamentele parameter van soortlike elektriese weerstand prospektering, maar dit is beslis nie 'n gemiddelde waarde van die soortlike elektriese weerstand van 'n heterogene aarde nie. Die grootte van elke meting se ooreenstemmende skynbare soortlike elektriese weerstand is intiem verwant aan die opstelling van die elektrodes.
Die skynbare soortlike elektriese weerstand word die ware soortlike elektriese weerstand indien die aarde wat ondersoek word homogeen is, bv. $h_2 \rightarrow \infty$ (Telford *et al*., 1990).

By 'n baie groot spasiëring is die skynbare soortlike elektriese weerstand prakties gelyk aan die soortlike elektriese weerstand van die diepste formasie. In die meeste eksplorasie probleme is die diepste laag 'n isolator, sodat hierdie data 'n lyn nader wat hel teen 45°, wanneer skynbare soortlike elektriese weerstand gestip word as 'n funksie van elektrode spasiëring op logaritmiese koördinate (Jakosky, 1940, Parasnis, 1979, Keller *et al*., 1982, en Wait, 1982).
Indien die vloergesteente weerstandbiedend is word daar 'n minimum van vier punte (√2-uitbreiding) op die finale stygende flank (45°-helling) van die kromme benodig om die 45°-asimptoot te definieer. Waar die vloergesteente elektries geleidend is, moet die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

AB-afstand vergroot word totdat die sonderingskromme afplat en gelyk word aan die asimptoot wat die soortlike elektriese weerstand van die vloergesteente voorstel (Keller *et al.*, 1982 en Van Zijl, 1987).

Die diepte van ondersoek is nie 'n sekere fraksie van die stroomelektrode spasiëring nie, bv. AB/3, nie. Dit is 'n funksie van die geoëlektriese eienskappe van die ondergrond en mag van formasie tot formasie verskil (Van Zijl, 1987).

Koefoed (1979), Wait (1982) en Kim *et al.* (1996) noteer die elektriese potensiaal by die grondoppervlak as:

$$\Phi_1(r) = \frac{\rho_1 I}{2\pi}\int_0^\infty [1 + 2\Theta_1(m)] J_0(mr)\, dm$$

by z = 0 (2.1)

$$\Theta_1(m) = -\left[\frac{e^{2mh_1}(\rho_1 - m\rho_2 S_2(m))}{\rho_1 + m\rho_2 S_2(m)} + 1\right]^{-1}$$

$$en\rho_2 S_2(m) = \rho_1\left[\frac{e^{-mh_1} + \Theta_1(m)(e^{-mh_1} + e^{mh_1})}{-me^{-mh_1} + \Theta_1(m)(me^{mh_1} - me^{-mh_1})}\right]$$

Die definisie van ρ_1 is die boonste laag se soortlike elektriese weerstand, I is die stroom, $J_0(mr)$ is die Bessel funksie van die orde nul en eerste soort, m is 'n integrasie konstante en h_1 is die eerste laag se dikte.
Hierdie vergelykings is kenmerkend vir homogene sisteme waarvan die soortlike elektriese weerstand met diepte eksponensieel wissel. Die term $[1 + 2\theta_1(m)]$ word die nuwe kernel funksie genoem. Skynbare soortlike elektriese weerstand van strukture met 'n konstante of eksponensiële wisselende soortlike elektriese weerstand van lae kan hierdeur vinniger bereken word. Vergelyking (2.1) is die fundamentele vergelyking in die interpretasie proses van sonderingskrommes.

2.2.2 Veldopstelling

By die aanvang van 'n veldopname moet die volgende faktore in ag geneem word met die oog op foute in die data insamelingsproses wat mag ontaard in 'n oninterpreteerbare kromme of foutiewe diepteprofiel:

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die beginsel van anisotropie impliseer dat die soortlike elektriese weerstand afhanklik is van die rigting van stroomvloei. 'n Formasie het 'n hoër soortlike elektriese weerstand, transversale soortlike elektriese weerstand (ρ_t) genoem, in 'n rigting loodreg tot die stratifikasie en 'n laer soortlike elektriese weerstand wat normaal tot die eerste geval is. Laasgenoemde soortlike elektriese weerstand word longitudinale soortlike elektriese weerstand (ρ_l) genoem (Jakosky, 1940 en Van Zijl,1987).

In die algemeen sal 'n sonderingskromme minder versteur word deur AB-effekte, indien die rigting van die AB-uitbreiding parallel is t.o.v. die strekking van die geologiese formasies, veral met die een waarop die MN-elektrodes geplaas is (Van Zijl, 1987).

In die praktyk kan daar nie onderskei word tussen 'n isotrope laag van dikte h en soortlike elektriese weerstand ρ en 'n anisotrope laag van dikte h/λ, $\lambda = \sqrt{(\rho_t / \rho_l)}$, en gemiddelde soortlike elektriese weerstand ρ_m, $\rho_m = \sqrt{(\rho_t \rho_l)}$, nie. Omdat λ altyd groter as een is beteken dit dat die interpretasie te diep is vir ware anisotroop lae. Sekere waardes vir die koëffisiënt van anisotropie word deur Coetsee (1994) weergegee. Die enigste karakteristieke van 'n laag wat eenduidig bepaal kan word van die metings is die Dar Zarrouk parameters, T en S (Keller *et al.*, 1982 en Van Zijl, 1987).

Bogenoemde lei tot die beginsels van ekwivalensie en onderdrukking (suppressie), in die elektriese sonderingstegniek. Die gevolg hiervan is die moeilikheidsgraad wat insluip by die interpretasie proses om sekere lae se soortlike elektriese weerstande en diktes akkuraat vas te stel (Van Zijl, 1987).

Ekwivalensie het betrekking op 'n laag waarvan die soortlike elektriese weerstand hoër of laer is as die lae daarbo en onder dit. 'n Weerstandbiedende laag wat geplaas is tussen twee geleidende lae manifesteer sigself deur sy transversale weerstand, T, nl. die dikte-soortlike elektriese weerstand produk. Dit geld vir K-tipe krommes. 'n Geleidende laag wat intermediêr is tussen twee weerstandbiedende lae verraai sy teenwoordigheid deur sy longitudinale geleidingsvermoë, S, nl. die dikte-soortlike elektriese weerstand verhouding. Dit geld vir H-tipe krommes (Keller *et al.*, 1982 en Van Zijl, 1987).

In die praktyk kan dit moeilik of selfs onmoontlik wees om op 'n sonderingskromme te onderskei tussen twee weerstandbiedende lae van verskillende diktes en soortlike elektriese weerstande, indien hulle 'n gemeenskaplike T besit. Net so geld dit by twee geleidende lae wat dieselfde S besit. Johansen (1977) stel vir $S = \lim(h/\rho)$, $h \Rightarrow 0$,

$$\therefore \quad \rho \Rightarrow 0$$

$$T = \lim(\rho h),\ h \Rightarrow 0, \qquad \therefore \quad \rho \Rightarrow \infty$$

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Ekwivalensie bring mee dat meer as een stel van laag parameters dieselfde, of byna dieselfde, sonderingskromme kan voorstel. Daar bestaan twee soorte ekwivalensie: nie-uniekheid en swak resolusie. (Bhattacharya *et al.*, 1968, Koefoed, 1979, Patra *et al.*, 1980 en Simms *et al.*, 1992).

Die beginsel van ekwivalensie in sonderingskrommes word dikwels aangetref in Suid-Afrikaanse toestande, veral daar waar die geleidende laag tussen twee weerstandbiedende lae ingedruk is, bv. 'n kleilens omring deur sandsteen in die Karoo Opeenvolging. Gewoonlik is die akkuraatheid waarmee soortlike elektriese weerstand metings gemaak word $\pm$5%. Indien 'n sonderingskromme met tenminste 5% tussen twee stelle laag parameters varieer, is dit onmoontlik om te onderskei tussen hierdie twee stelle van toestande om die kromme te interpreteer. Wanneer verskillende stelle van laag parameters dieselfde sonderingskromme binne 5% weergee, is hierdie stel van toestande *ekwivalent* (Bhattacharya *et al.*, 1968 en Telford *et al.*, 1990).

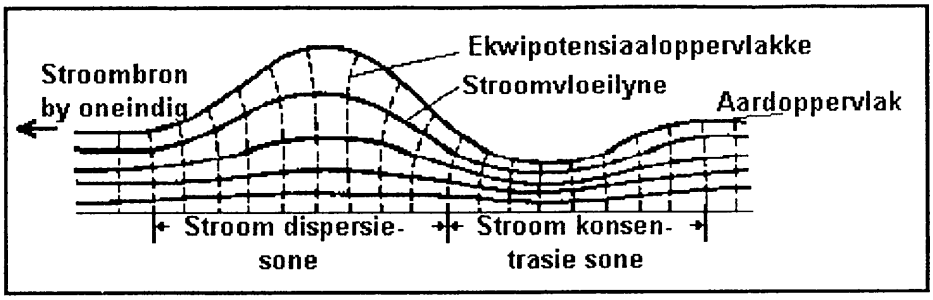
Volgens Van Zijl (1987) verwys onderdrukking na 'n laag wat 'n soortlike elektriese weerstand besit wat intermediêr tussen die laag daarbo en daaronder is. Die beginsel het betrekking op A –en Q-tipe krommes. Indien so laag redelik dik is, sal sy invloed op 'n sonderingskromme manifesteer, anders sal sy effek afgeskerm word deur die omliggende lae.
Die beginsel van onderdrukking in sonderingskrommes word ook in Suid-Afrikaanse toestande aangetref waar 'n droë oppervlaklaag onderlê word deur 'n nat of vogtige tweede laag wat weer deur 'n kleihoudende vloergesteente onderlê word (Van Zijl, 1987).

Die vorm en algehele kwaliteit van 'n sonderingskromme is dikwels afhanklik van die aard van die sonderingsmiddelpunt, veral vir diep elektriese sonderings. MN-effekte kan beperk word indien sigbare oppervlakkige heterogeniteite vermy word. Waar die MN-elektrodes in 'n laagte geplaas word (Figuur 2.1), sal die gemete ΔV te hoog wees wanneer die stroom elektrodes berg-op beweeg. Die teenoorgestelde is waar indien die middelpunt op 'n koppie geleë sal wees. Die rede is dat stroomvloei gefokus en gekonsentreer word in valleie en gedivergeer word onder 'n koppie. Die gevolg is dat die ekwipotensiaalvlakke versteur word en 'n vals anomalie word gegee a.g.v. die topografie wat ware anomalië mag versteur of verberg. Topografiese koppe het 'n foutiewe lae soortlike elektriese weerstand en valleie 'n foutiewe hoë soortlike elektriese weerstand (Koefoed, 1979, Van Zijl, 1987 en Telford *et al.*, 1990).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(Koefoed, 1979, Van Zijl, 1987 en Telford *et al.*, 1990).



Figuur 2.1. Invloed van 'n twee dimensionele rug op 'n uniforme veld (Telford *et al.*, 1990).

Ander invloede is elektrode weerstand, potensiaalverspreiding langs emissie lyn AB, elektrode polarisasie, telluriese -en industriële strome, elektrode effekte, koppeling tussen die AB -en MN-bane, elektromagnetiese (EM) induksie (wisselstroom) en huideffek, en lekkasie (gelykstroom) (Van Zijl, 1987).
Laterale inhomogeniteite veroorsaak pieke by 'n enkele stasie (Van Zijl, 1987).
'n Ander laterale effek is waar 'n weerstandbiedende laag met 'n beperkte laterale omvang tussen die omgrensende gesteentes geplaas is wat lei tot 'n te skerp maksimum.
Kennis van die ondersoek terrein en eksplorasie-tegniek lei tot 'n vermeerdering van die geraas/sein verhouding, sodat 'n akkurate sonderingskromme en interpretasie gemaak kan word.

Helling (tot $\pm$ 45°) het 'n baie klein invloed op die akkuraatheid van diepte bepalings wat met horisontale laagkrommes bereken is met data van 'n Schlumberger opstelling, alhoewel die soortlike elektriese weerstand kontras onderbepaal sal wees (Maeda, 1955, Keller *et al.*,1982 en Telford *et al.*, 1990).

Die Schlumberger veldopstelling is gedoen volgens Van Zijl (1987) se handleiding.
Toerusting vir soortlike elektriese weerstand metings bestaan uit 'n stroom, I, of AB-baan waar 'n beheerbare gelykstroom in die grond gelei word en 'n potensiaal of MN-baan wat die potensiaalverskil, ΔV, meet a.g.v. die primêre stroom. Hierdie twee stroombane is apart en nie met mekaar gekoppel nie, behalwe vir ondergrondse

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Probleme wat algemeen aangetref mag word is 'n beperkte eksplorasie diepte a.g.v. 'n swak sein. Die aangewese metode is om die kontak weerstand te verlaag word deur 'n aantal elektrodes in die grond te plaas. Die gesamentlike elektriese weerstand is benaderd gelyk aan die gemiddelde elektriese weerstand vir 'n enkele elektrode gedeel deur die aantal elektrodes wat in parallel verbind is. In die studie is bevind dat die koppeling van twee elektrodes aan 'n kabel vermeerder ΔV en I met omtrent twee maal in teenstelling met slegs een elektrode. Die voordeel is dat 'n groter geraas/sein verhouding verkry word met toenemende diepte.

'n Sonderingskromme is 'n geofisiese voorstelling van die skynbare soortlike elektriese weerstand as 'n funksie van die elektrode spasiëring, AB/2. Dit word geplot op bilogaritmiese (log - log) skaal, om twee fundamentele redes (Van Zijl,1987). Die een is dat dieselfde relatiewe akkuraatheid oor die hele spektrum van soortlike elektriese weerstand -en diepte waardes verkry word. Tweedens kan dan vergelyk word tussen onderskeibare krommes (van dieselfde area), asook kan veldkrommes met teoretiese krommes (Joubert,1986) vergelyk word, veral tydens die interpretasie proses. Addisioneel kan bygevoeg word, volgens Keller *et al.* (1982), dat by 'n gewone lineêre skaal is dit moeilik om gou genoeg in opeenvolgende orde groottes van skynbare soortlike elektriese weerstand oor te gaan, veral waar die vloergesteente se diepte en soortlike elektriese weerstand van belang word. 'n Ander bykomstige rede is dat so 'n skaal 'n wye bestek van verandelike waardes toelaat, sodat een enkele grafiek voldoende is.

Eienskappe van soortlike elektriese weerstand-diepte krommes, soos gebruik in die beskouing van ekwivalensie in die veld data, word deur Zohdy (1989) gelys.

Enkele redes hoekom die Schlumberger opstelling geskik is vir hierdie tipe werk is soos volg: die betroubaarheid van die tegniek, asook die beskikbaarheid van programmatuur vir die interpretasieproses en die basiese begrip wat oor hierdie tegniek bestaan wat dit dan met gemak aangewend kan word.
Ander voordele van Schlumberger elektriese sonderings sluit volgens Van Zijl (1987) in:

1. Metings minste geaffekteer deur elektrode effekte,
2. Sonderingskromme minimaal versteur a.g.v. elektrode effekte,
3. Valse lesings a.g.v. AB-effekte kan makliker geïsoleer word, en
4. Spaar werk en tyd omdat al vier die elektrodes nie telkens saam verskuif moet word nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Omrede bostaande voordele word hierdie tegniek uitsluitlik vir gelykstroom elektriese sonderings gebruik.

Soos die afstand tussen die stroom elektrodes toeneem, neem die totale volume van aarde ingesluit in die meting ook toe, beide vertikaal en horisontaal. Vir 'n gegewe middel posisie van die opstelling oorkruis hierdie toenemende volumes en sal opeenvolgende resultate net verteenwoordigend wees van diepte verskille. Die uitsondering is waar horisontale verskille in soortlike elektriese weerstand ooglopend is (Van Zijl, 1987).

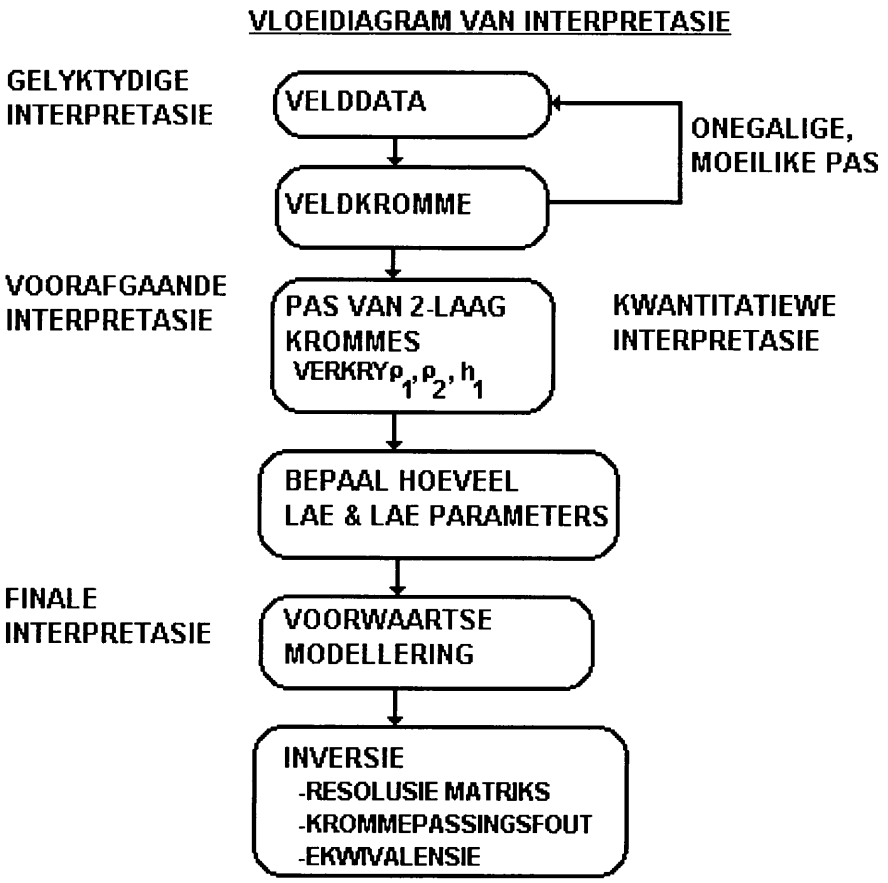
2.2.3 Interpretasie

Die oogmerk van die interpretasie van elektriese sondering ondersoeke is om die resultate wat verkry is van die veldmetings in geologiese terme uit te druk, soos deur Van Zijl (1987) gestel. Betroubare interpretasie vereis 'n grondige kennis en breë ondervinding met die soortlike elektriese weerstandstegniek en aan die ander kant 'n goeie begrip van die strukturele geologie van die gebied wat ondersoek word. Interpretasie is gebaseer op die vergelyking van vele sonderingskrommes en die notering van gemeenskaplike karakteristieke wat daarop verskyn, asook progressiewe veranderinge wat mag manifesteer, eerder as 'n geïsoleerde studie van individuele sonderingskrommes. Die interpretasie van 'n individuele kromme is selde uniek, maar indien die vergelyk en saam gelees word met die inligting voorsien deur ‘n aantal krommes wat in ondersoek area verkry is, tesame met boorgat en geologiese inligting, is dit dikwels moontlik om 'n kwantitatiewe en betroubare interpretasie vir die studiegebied te verkry.

Interpretasie kan in twee fases ingedeel word, Figuur 2.2. Die eerste fase behels die fisiese interpretasie waarmee die geoëlektriese parameters van die ondergrond bepaal word. Dit moet natuurlik aansluit by die inligting voorsien deur die ander elektriese sonderings in die studiegebied. Om die geoëlektriese parameters aan die geologie te koppel is die tweede fase. Die tweede fase is uniek van elke terrein en word dan as sulks by die gevallestudies bespreek.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.2. Verloop van die interpretasie proses.

Soortlike elektriese weerstand sonderingsdata wat in die veld verkry is kan twee, drie of selfs meer lae bo 'n weerstandbiedende vloergesteente verteenwoordig. Daar is vier benaderings wat gevolg kan word om multilaag soortlike elektriese weerstandskrommes te interpreteer volgens Bhattacharya *et al.* (1968), Koefoed (1979), Parasnis (1979) en Keller *et al.*(1982) :

1. Volledige krommepassing d.m.v. wiskundig berekende modelle wat twee, drie of vier lae bo 'n oneindige uniforme vloergesteente verteenwoordig, Joubert (1986).
2. Gedeeltelike krommepassing waar dele van die velddata vergelyk en gepas word met berekende enkel bolaag krommes, Joubert (1986).
3. Ekwivalente krommepassing waar al die teoretiese krommes met dieselfde vorme gegroepeer word om 'n enkel "ekwivalente" kromme te vorm vir vergelyking met velddata, Bhattacharya *et al.* (1968).
4. Waarneming van die posisies van die maksima en minima op die velddata, Van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Zijl (1987).

Die invloed van diepte op 'n sonderingskromme is 'n sekere wiskundige modelleerbare funksie. Die wiskundige funksie toon sekere informasie aangaande die diepteprofiel van die aardkors.

Wanneer elektrode en laterale effekte afwesig is toon sonderingskrommes wat op 'n bilogaritmiese skaal aangebring is sekere eienskappe volgens Van Zijl (1987):
-die helling van 'n stygende kromme kan nie 45° oorskry nie;
-die radius van kromming van 'n maksimum in die kromme is nie minder as die lengte wat ooreenstem met 'n faktor van twee op 'n log skaal nie;
-'n dalende kromme kan te steil raak;
-'n minimum kan te skerp gedefinieer wees;
-'n kromme wat lang is en 'n konstante helling besit, dui op 'n laag van onderdrukking aan.

'n Enkele, homogene en isotrope medium sal 'n sonderingskromme voorsien wat net uit 'n reguit horisontale lyn bestaan, waar die ρ_S-waarde gelyk is aan die ware soortlike elektriese weerstand van die medium.
Twee laag krommes is stygend ($\rho_1 < \rho_2$) of dalend ($\rho_1 > \rho_2$), afhangende van die soortlike elektriese weerstand van die vloergesteente (ρ_2).

Drie laag krommes bestaan uit vier tipes:
-trogvormige krommes ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$), wat bekend staan as H-tipe krommes;
-koepelvormige krommes ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$), wat bekend staan as K-tipe krommes;
-dalende krommes ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$), wat bekend staan as Q-tipe krommes;
-stygende krommes ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$), wat bekend staan as A-tipe krommes.

Sonderingskrommes wat bestaan uit vier of meer lae kan uitgedruk word i.t.v. drie lae tipes, bv. HK-, QHA-tipes, ens.
Sonder geologiese inligting is die interpretasie van geoëlektriese metings byna onmoontlik, indien die betrokke lae meer as drie is (Flathe, 1975).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Om die elektriese eienskappe van 'n opeenvolging van gelaagde gesteentes te bespreek, moet 'n onderskeid gemaak word tussen die *geoëlektriese seksie* en die *geologiese seksie*. Die geoëlektriese seksie verskil van die geologiese seksie daarin dat die grense tussen lae bepaal word deur soortlike elektriese weerstand kontraste, eerder as die kombinasie van faktore wat deur geoloë gebruik word om die grense tussen lae vas te stel. Grense in die geoëlektriese seksie val saam met grense in die geologiese seksie alleen wanneer daar 'n duidelike, uitstaande verandering in tekstuur by so 'n grens voorkom.
Die gemiddelde elektriese eienskappe van elke eenheid in 'n gelaagde geoëlektriese seksie kan beskryf word met vyf parameters: die gemiddelde soortlike elektriese weerstand langs die laagvlakke, ρ_l; die totale elektriese geleidingsvermoë in die rigting van die laagvlakke deur 'n kolom van $1m^2$, S; die gemiddelde soortlike elektriese weerstand dwars oor die laagvlakke, ρ_t; die totale weerstandbiedendheid deur 'n $1m^2$ kolom wat loodreg deur die laagvlakke gesny is, T; en 'n koëffisiënt van anisotropie, λ.

Die voorwaartse modellering algoritme wat in die studie gebruik is, berus op Johansen (1977), wat 'n iteratiewe kleinste kwadrate prosedure is met enkele waarde ontleding. Die filter koëffisiënte wat gebruik word, is eenhonderd nege-en-dertig met 'n gevolglike beter relatiewe akkuraatheid, wat 'n kleiner monsterinterval benodig (Johansen, 1975). Die soortlike elektriese weerstandskromme is saamgestel uit 'n eindige aantal sinc funksies, met die monsterwaarde as ekwivalente piekhoogte en periode bepaal deur die gekose monsterinterval.
Die belangrike verbetering in hierdie algoritme is dat alleenlik die ruimtelike eienskappe van die transformasie funksies en van die skynbare soortlike elektriese weerstand funksies, en nie van die Bessel funksies nie, relevant is in die kies van 'n monsterinterval (Ghosh, 1971a,b, Johansen, 1975, Parasnis, 1979 en Koefoed, 1979).

Die program RESIXP (Interpex, 1988) is gebruik vir inversie modellering. 'n Krommepassingsfout van onder die 3% is deurlopend gehandhaaf. Deur van hierdie program gebruik te maak, is ekwivalensie bereken vir elke laag in die studie. Die program verskaf vir elke model 'n resolusie matriks. Die resolusie matriks van die oplossing verskaf 'n metode waarmee die betroubaarheid van die parameters bepaal kan word.
In die gevallestudies word enkel die resultate in tabelvorm onder elke individuele sonderingskromme gelys.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.2.4 Akkuraatheid

Die volgende doeltreffendhede en tekortkominge vir die gelykstroom weerstandstegniek kan soos volg gelys word, volgens Parasnis (1979), McNeill (1980a), Coetsee (1987), Van Zijl (1987), Botha *et al*. (1992) en Hattingh (1996):

Voordele

(1) Geskik om ρ-verskille in gesteentes met hoë skynbare soortlike elektriese weerstande te bepaal;
(2) Bevredigende interpretasie in 'n aaneenlopende gelaagde aarde;
(3) Uitmuntende toepasbaarheid in die studiegebied weens yl plante verspreiding en redelike plat oppervlakke;
(4) Doeltreffende toepasbaarheid in ontwikkelde gebiede, omdat die tegniek min vatbaar is vir yster voorwerpe in die grond;
(5) Induksie invloede mag verwaarloos word;
(6) Die gelykstroombron maak meting van ware gelykstroom soortlike elektriese weerstand moontlik.

Nadele

(1) Laterale veranderinge in die materiaal bemoeilik die toepassing van interpretasie tegnieke. Gelaagde aarde teorie is slegs toepasbaar indien die interelektrode afstand kleiner is as die laterale omvang van die gelaagdheid;
(2) Moeilik beheerbaar by 'n groot AB/2-afstand in dig beboste gebied;
(3) Profilering is omslagtig, omdat fisiese grond kontak nodig is.

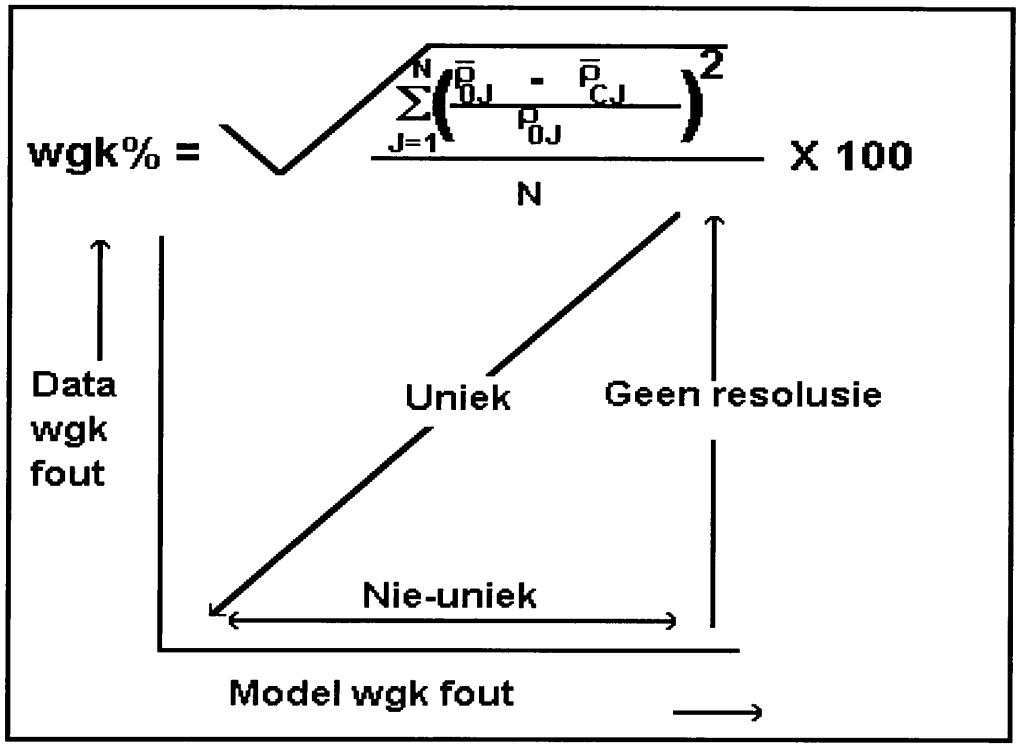
Die velddata is die belangrikste faktor in die verkryging van 'n akkurate interpretasie. Eerstens moet gesorg word dat die potensiaal en stroom komponente noukeurig in die veld gemeet word. Vir die potensiaal, ΔV, geld dat die standaardfout van die gemiddelde ΔV kleiner as 2% moet wees. Indien die standaardfout van die gemiddeld van ΔV so 'n 3% is, sal die fout in ρ_s ook 3% beloop (Van Zijl, 1987). Die kanse is 2 in 3 (67% vertrouevlak) dat die berekende waarde van ρ_s nie buite die grense van $\rho_s \pm 3\%$ lê nie. Dit is prakties seker (95% vertrouevlak) dat ρ_s binne die grense $\rho_s \pm 6\%$ bevind (Van Zijl, 1987).

Die interpretasie word beïnvloed deur 'n kombinasie van ekwivalensie, die kragtigheid van die inversie algoritme en die aantal lae wat gebruik is om die data te modelleer. Die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

aantal lae is gewoonlik gebaseer op die vorm van die sonderingskromme en indien die aantal lae oorbepaal is, sal die inversie 'n addisionele laag invoeg met 'n soortlike elektriese weerstand wat gelykstaande is aan die van 'n aangrensende laag of met 'n baie klein dikte, wat aandui dat die laag onnodig is. Wanneer minder lae gebruik word as wat benodig word, is die aanduiding dat die model 'n groter wortel-gemiddeld-vierkant (wgv of *rms*) fout besit as wat verwag is. Om die data m.b.v. eksperimentele metodes te interpreteer, is die aangewese manier (Simms *et al.*, 1992). Die wortel-gemiddeld-vierkant vergelyking word deur Zohdy (1989) gegee in Figuur 2.3.



Figuur 2.3. Die vergelyking van die wgk en 'n teoretiese plot wat die gebiede van uniekheid, nie-uniekheid en geen resolusie toon, met ρ_{0j} die j^{de} waargenome skynbare soortlike elektriese weerstand, ρ_{cj} die j^{de} berekende skynbare soortlike elektriese weerstand en N die aantal van gedigitiseerde skynbare soortlike elektriese weerstand punte (met j = 1 tot N).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.3 MAGNETIESE TEGNIEK

2.3.1 Beginsels

Die magnetiese tegniek is geskik vir gebruik waar daar distorsies (anomalië) in die lokale geomagnetiese veld voorkom wat die gevolg is van verskille in die intensiteit van magnetisasie van gesteente formasies. Die magnetisasie van gesteentes is gedeeltelik te wyte aan induksie a.g.v. die aarde se veld en gedeeltelik a.g.v. hul permanente of remanente magnetisasie. Die intensiteit van magnetiese induksie berus primêr op die magnetiese susseptibiliteit en die magnetiese veldkrag (Parasnis, 1979 en Hattingh, 1996).

Die wyduiteenlopende verskillende gesteente formasies wat in die studiegebied aangetref word, asook die bedekking van sekere formasies deur andere gesteente soorte, maak die magnetiese tegniek 'n handige en noodsaaklike instrument in die opsporing van magnetiese anomalië. Magnetiese metings is maklik en goedkoper om aan te wend as ander geofisiese tegnieke.

Teoretiese beginsels en toepassings word in Jakosky (1940), Garland (1971), Keller *et al*. (1982), Telford *et al*. (1990) en Blakely (1995) duidelik uiteengesit.

Enkele basiese beginsels wat geld by magnetiese tegnieke is Gauss se wet en Poisson se verhouding.
Gauss se wet vir magnetiese velde beteken dat indien regionale skaal anomalië afgetrek word van groot lugmagnetiese opnames, dan moet die opname eweveel positiewe as negatiewe anomalië bevat. Indien die resultaat nie bogenoemde voorwaarde bevredig nie, dan is daar nog steeds anomalië van regionale omvang in die data teenwoordig (Blakely, 1995).
Poisson se verhouding beteken: (a) indien die grense van 'n gravitasie -en magnetiese bron dieselfde is en (b) die magnetisasie en digtheid uniform is, dan is die magnetiese potensiaal eweredig aan die komponent van gravitasionele aantrekking in die rigting van magnetisasie (Blakely, 1995).

Die komplekse interaksie tussen die aarde se interne magnetiese veld en die sonwind, gekoppel met die aarde se rotasie, gety kragte en termale effekte produseer die eksterne magnetiese veld. Garland (1971), Carrigan *et al*. (1979) en Telford *et al*.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(1990) bespreek die oorsprong van die aarde se magnetiese veld.

Volgens Parasnis (1979), Telford *et al.* (1990) en Blakely (1995) kan materiale 'n komponent van magnetisasie bekom in die teenwoordigheid van 'n eksterne magnetiese veld. Vir lae amplitude magnetiese velde (die aarde se magnetiese veld) is die geïnduseerde magnetisasie proporsioneel in grootte en (anti)parallel in rigting tot die eksterne veld (vergelyking (2.2)) (Blakely, 1995):

$$\mathbf{M} = \chi\mathbf{H} \qquad (2.2)$$

Die proporsionele konstante χ word die *magnetiese susseptibiliteit* genoem. Die verhouding tussen **M** en **H** is nie noodwendig lineêr nie; χ mag wissel met veldintensiteit, mag negatief wees en mag in sommige materiale meer akkuraat as 'n tensor uitgedruk word.

Ferromagnetiese minerale het die vermoë om 'n natuurlike magnetisasie te besit, ook in die afwesigheid van eksterne magnetiese velde. Hierdie permanente magnetisasie word *remanente magnetisasie* (NRM), $\mathbf{M}_r$, genoem. In die kors materiale is remanente magnetisasie 'n funksie van atomiese-, kristallografiese-, chemiese bestandele en ook die gesteente se geologiese, tektoniese en termale geskiedenis.
Daar kan tussen verskillende soorte remanente magnetisasie onderskei word. Hieronder tel termoremanente magnetisasie (TRM), natuurlike- (NRM), isotermiese- (IRM), viskose- (VRM), afsettings- (DRM) en chemiese remanente magnetisasie (CRM) (Blakely, 1995).
Die totale interne magnetisasie word uitgedruk as (Blakely, 1995):

$$\begin{aligned}\mathbf{M} &= \mathbf{M}_i + \mathbf{M}_r \\ &= \chi\mathbf{H} + \mathbf{M}_r\end{aligned}$$

Die relatiewe belangrikheid van remanente magnetisasie tot geïnduseerde magnetisasie deur die aarde se veld, word uitgedruk deur die *Koenigsberger verhouding*, Q (Hattingh, 1991 en Blakely, 1995):

$$\begin{aligned}Q &= |\mathbf{M}_r|/|\mathbf{M}_i| \\ &= \mathbf{M}_r/\chi\mathbf{H} \qquad (2.3)\end{aligned}$$

Kort termyn veranderinge word primêr deur eksterne bronne veroorsaak, byvoorbeeld elektriese strome in die ionosfeer. Hierdie tydelike veranderinge word gevind in verskeie

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

gestaltes, wat wissel van 'n kort tydsduur, soos die *diurnale* verandering tot kortstondige magnetiese storme.
Lang termyn veranderinge ontstaan primêr van die vloeistof van die buite kern van die aarde en word *geomagnetiese sekulêre veranderinge* genoem, wat in *isoporiese kaarte* vertoon word. Veranderinge in die dipoolveld word ook waargeneem (Garland, 1971, Patra *et al.*, 1980, Telford *et al.*, 1990 en Blakely, 1995).

2.3.2 Veldopstelling

In die studie is daar gebruik gemaak van 'n GEOTRON G3 proton vry-presessie magnetometer. So 'n instrument meet die totale komponent van die geomagnetiese veld, ΔT, met 'n akkuraatheid van 1nT. Die werking van so 'n instrument word beskryf deur Parasnis (1979) en Telford *et al.* (1990). Garland (1971) en Telford *et al.* (1990) stel dat 'n proton magnetometer se werk verhouding gegee word deur:

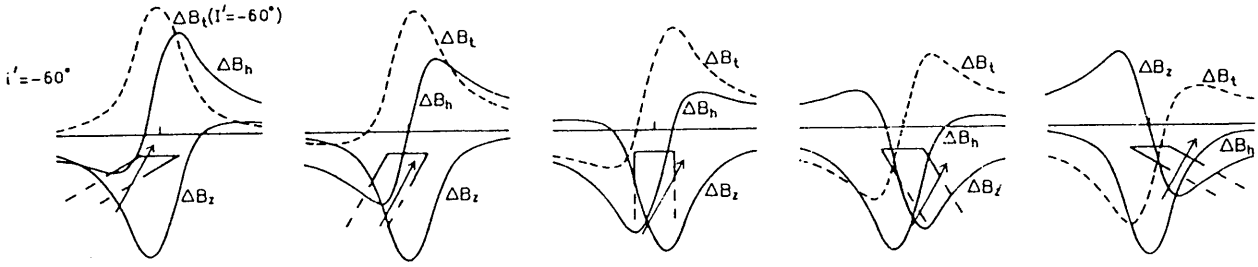
$$F(nT) = 23{,}4874f \qquad (2.4)$$

, waar f die lae oudiobestek frekwensie op aarde is (3 - 3000 Hz).
Die veldprosedure in die studie bestaan daaruit dat die operateur vooraf bestaande geologiese -en lugmagnetiese kaarte bestudeer om 'n patroon te kry van magnetiese anomalië en die strekking van die gesteentes. Die verwagte strekking van die gesteentes word in die veld loodreg gekruis d.m.v. metings op 'n traverslyn met 5 meter intervalle vir ‘n maksimum amplitude. Gewoonlik is die stasie spasiëring 'n funksie van die verwagte liggaam se wydte. 'n Duidelike anomalie kan dadelik in die veld herken word, sodat die insameling van genoegsame agtergrondwaardes direk kan geskied. Die instrument kan deur een persoon beman word. Soms word die uitvoering van 'n magnetiese opname gelyktydig uitgevoer met 'n elektromagnetiese opname oor dieselfde lyn. Tydens die veldopname moet egter gewaak word teen interferensie met geraas.

Verskillende magnetiese anomalië vir 'n inklinasie van -60º (Suid-Afrika) word in Figuur 2.4 getoon.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.4. Magnetiese anomalië oor 'n dik plaat, met b=2a. Die dikte van die plaat word gegee deur b en a is die diepte daarvan. Al die ΔB_t-krommes geld vir 'n Oos-Wes strekkende plaat, met geen remanensie nie (Parasnis, 1979).

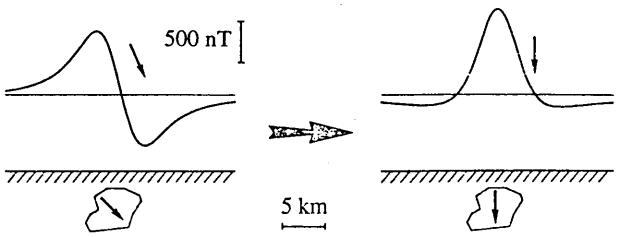
2.3.3 Interpretasie

Indien die teiken liggaam en die lokale geomagnetiese veldvektor nie vertikaal is nie, sal eerder 'n asimmetriese verspreiding as 'n simmetriese magnetiese anomalie ontstaan. Die anomalie verkry d.m.v. reduksie na die pool beeld die anomalie uit wat verkry sal word indien hierdie anomalie by die magnetiese noordpool gemeet sal word, waar geïnduseerde magnetisasie en omgewingsveld beide vertikaal afwaarts gerig sal wees, Figuur 2.5. Reduksie na die pool verwyder een vlak van kompleksiteit van die interpretasie proses. Dit skuif anomalië lateraal sodat dit gelokaliseer word oor hul spesifieke bronne en verander hul vorme sodat simmetriese bronne simmetriese anomalië teweegbring. Die toepassing van hierdie operasie geskied d.m.v. 'n filter (Telford *et al.*, 1990, Blakely, 1995 en Keating *et al.*, 1996).

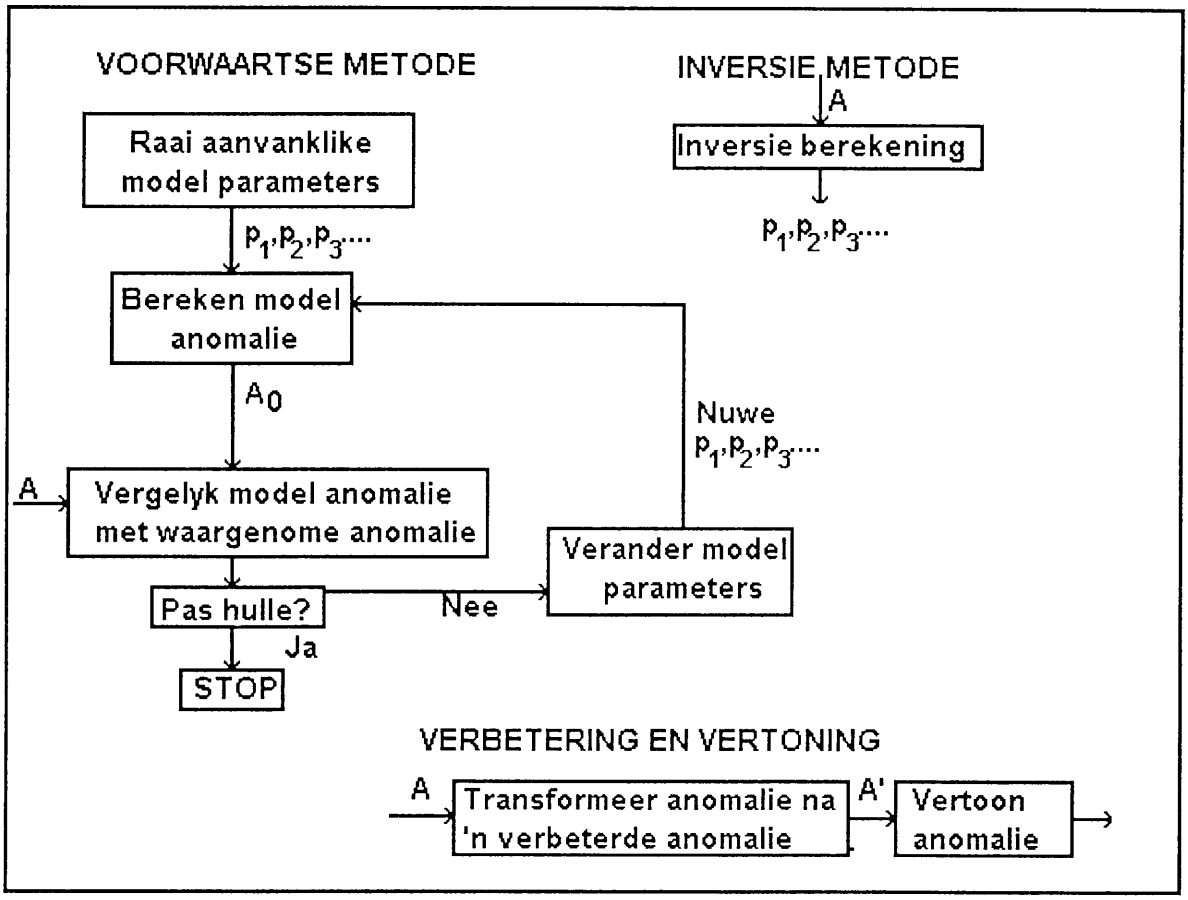
Die probleem in interpretasie is eenvoudig; bepaal een of meer parameters van die bron van waargenome magnetiese velde, terwyl al die beskikbare geologiese, geofisiese en ander onafhanklike inligting saamgevoeg word. Die tegnieke van interpretasie kan in drie groepe ingedeel word, Figuur 2.6. Elke groep streef dieselfde doel na, om die ruimtelike verspreiding van magnetiese bronne te modelleer, maar elke doel word met 'n ander proses bereik:

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.5. 'n Magnetiese anomalie voor en na dit gereduseer na die pool is (Blakely, 1995).



Figuur 2.6. Drie groepe van tegnieke om potensiaal velddata te interpreteer. Die gemete anomalie word deur A voorgestel, die berekende anomalie deur A_0 en die getransformeerde gemete anomalie met A'. Parameters p_1 , p_2 , ... beskryf die bron i.t.v. diepte, dikte, digtheid of magnetisasie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(1) Voorwaartse metode: 'n Aanvangsmodel vir die liggaam word opgebou, gebaseer op geologiese -en geofisiese inligting. Die model se anomalie word bereken en vergelyk met die waargenome anomalie en model parameters word aangepas om die pas tussen die twee anomalië te verbeter. Parameters wat 'n belangrike rol speel in die aanvangsproses is die liggaam se dimensies, diepte, posisie en strekking. Hierdie drie stap proses van liggaam aanpassing, anomalie berekening en anomalie vergelyking word herhaal totdat beide anomalië in soverre met mekaar ooreenstem.
(2) Inversie metode: Een of meer liggaam parameters word outomaties bereken. Aannames word noodwendig eenvoudiger gemaak.
(3) Data verbetering en vertoning: Geen model parameters word bereken nie, maar die anomalie word verander om so sekere eienskappe van die liggaam te versterk en sodoende die algehele interpretasie te verbeter. Dit kom neer op data manipulasie.

Die interpretasie in enige geval is inherent nie-uniek, maar inkorporasie van onafhanklike inligting mag die oneindige stel van wiskundige oplossings verminder na 'n hanteerbare stel van modelle, steeds oneindig in getal, maar meer geologies aanvaarbaar.
Die inversie metode mag heelwat eenvoudiger lyk, asook meer op die doel af as die voorwaartse metode, maar mag lei na 'n onaanvaarbare geologiese model. Die iteratiewe proses wat inherent in die voorwaartse metode is, verbeter die inkorporasie van onafhanklike inligting in hierdie proses (Darracott *et al.*, 1975, Blakely, 1995 en Hattingh, 1996).

Tydens die interpretasie proses van magnetiese data is daar gebruik gemaak van Talwani (1985) se voorwaartse metode. Die totale intensiteit anomalie, ΔT, word deur die rekenaar bereken.

2.3.4 Akkuraatheid

Die volgende doeltreffendhede en tekortkominge vir die magnetiese tegniek kan soos volg gelys word, volgens Parasnis (1979) en Hattingh (1996):

Voordele
(1) Eenvouding om uit te voer (een persoon), vinnig en goedkoop;
(2) Doeltreffendheid is hoog;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(3) Interpretasie van velddata is eenvoudig in die afwesigheid van remanensie.

Nadele

(1) Metings in 'n magnetiese veld met 'n baie steil gradiënt is onakkuraat;
(2) Sensitief t.o.v. metaalvoorwerpe en voorwerpe wat geassosieer is met elektromagnetiese energie.
(3) Inherente nie-uniekheid van oplossings.

Dit is belangrik om daarop te let dat die magnetiese tegniek hoegenaamd niks met water geleidingsvermoë van akwifere te make het nie, dit dui slegs posisies aan van magnetiese susseptibiliteit kontraste. Die tegniek se toepassing in grondwater eksplorasie word geregverdig deur die tegniek se betroubaarheid om magnetiese anomalië op te spoor wat die gevolg is van moontlike keerbanke.

Die data wat verkry is tydens 'n veldopname, kan onderhewig wees aan sonvlek aktiwiteite wat die data verdag mag maak (Greef, 1993). Die amplitude van agtergrond geraas kan in die orde van 20nT beloop.

Die akkuraatheid van 'n interpretasie is 'n funksie van hoeveel data punte daar ingesamel is, die stasie interval en die aantal geologiese randvoorwaardes wat in die interpretasie gebruik is (Darracott *et al.*, 1975, Blakely, 1995 en Hattingh, 1996).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.4 FDEM TEGNIEK

2.4.1 Beginsels

Elektromagnetiese (EM) tegnieke behels die voortplanting van kontinue elektromagnetiese golwe en elektromagnetiese pulse in en oor die aarde (Telford *et al.*, 1990). Die veldtegnieke van die gelykstroom elektriese tegniek en die magnetotelluriese tegniek word in elektromagnetiese sonderings gekombineer (Bhimasankaram, 1975, Patra *et al.*, 1975 en Van Zijl *et al.*, 1986). Die studie het egter slegs van frekwensie bestek elektromagnetiese (FDEM) profilering gebruik gemaak. Frekwensie tegnieke speel 'n oorheersende rol in elektromagnetiese eksplorasie (Patra *et al.*, 1980). Profilering verwys na die studie van die elektriese geleidingsvermoë verspreiding in 'n laterale wyse by 'n benaderde konstante ondersoek diepte.
Daar moet in gedagte gehou word dat 'n profiel nie ekwivalent aan 'n sondering is nie. 'n Profiel is geskik om hellende kontakte en gebroke akwifere wat as dun plaatagtige geleidende sones reageer mee op te spoor. Hierdie tegniek is veral handig om saam met die magnetiese tegniek aan te wend (Van Zijl *et al.*, 1986 en Botha *et al.*, 1992).

In die induktiewe metode van prospektering word onder andere die primêre veld daargestel deur 'n wisselstroom wat 'n dipoolveld op wek (Van Zijl *et al.*, 1986). Patra *et al.* (1980), Botha *et al* . (1992) en Hattingh (1996) stel dat in die FDEM tegnieke word 'n sinusoïdale stroom deur die bronlus deurgelaat. Hierdie wisselstroom induseer 'n sekondêre stroomvloei in die ondergrond. Die sekondêre veld is kenmerkend van die geoëlektriese parameters van die ondergrond. Verskillende karakteristieke van die veld kan gemeet word, soos die amplitude en/of fase, die kwadratuur komponent, die infase/kwadratuur verhouding van die sekondêre veld, ens. Parasnis (1979) voeg hieraan toe dat die sekondêre EM-veld die primêre veld by enige waargenome punt op die oppervlak sal versteur. Die resulterende veld sal verskil van die primêre veld in intensiteit, fase en rigting en inligting aangaande geleiers verskaf. Die verval van die sekondêre strome is vinniger in 'n hoë weerstandbiedende gesteente, bv. rioliet.

In die teenwoordigheid van 'n geleidende materiaal binne die primêre veld, sal die geïnduseerde werwelstrome in geslote lusse loodreg tot die rigting van die magnetiese veld beweeg. Hierdie werwelstrome genereer hul eie elektromagnetiese veld, sodat die totale magnetiese veld gemeet by die ontvangerlus uit 'n primêre veld a.g.v. die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

stroombron, by 'n sekere frekwensie, en 'n sekondêre veld a.g.v. werwelstrome wat in geleiers geïnduseer word, bestaan. Die totale magnetiese veld word gemeet i.t.v. die potensiaal geïnduseer in die ontvangerlus. Die EM-dipool tegniek gebruik die senderlus om die primêre veld te produseer en die ontvangerlus om die totale of sekondêre veld te meet. Indien die afstand tussen beide lusse meer as vyf keer die diameter van enige lus is, kan die lusse wiskundig as dipole behandel word. Sekere opstellings wat gebruik word is die horisontale saamvlakkige metode asook die vertikale saamvlakkige metode (Bhimasankaram, 1975, Patra *et al.*, 1975, Patra *et al.*, 1980, Botha *et al.*, 1992 en Leggatt, 1993).

In die studie wat onderneem is, is daar van die EM 34-3 (Geonics) sisteem gebruik gemaak. Die keuse op die EM 34-3 sisteem berus daarin dat profilering doeltreffend en vinnig uitgevoer word met slegs 'n verbindingskabel tussen die senderlus en die ontvangerlus. Geen galvaniese kontak met die grondoppervlak is nodig nie en lekkasie probleme word drasties verminder. Die data is maklik verstaanbaar en interpreteerbaar, sodat strukture reeds in die veld herken kan word. Genoeg agtergrondwaardes kan so ingesamel word. Die sisteem is maklik bekombaar en veel literatuurstudies oor die sisteem is gepubliseer, wat die sisteem en resultate meer verstaanbaar maak.

Wiskundige beginsels word deur die volgende outeurs weergegee: Garland (1971), Reitz *et al.* (1979), Verma (1982), Wait (1982), Kaufman *et al.* (1983), Coetsee (1987), Telford *et al.* (1990) en Botha *et al.* (1992).

Die gelykstroom tegniek is afhanklik van die verspreiding van een enkele intrinsieke eienskap van die ondergrond, nl. die soortlike elektriese weerstand. In EM-tegnieke is die voortplanting van 'n EM-golf in die ondergrond ook afhanklik van die verspreiding van die soortlike elektriese weerstand, maar ook van die magnetiese permeabiliteit μ en die permittiwiteit ε (Reitz *et al.*, 1979, Kaufman *et al.*, 1983 en Leggatt, 1993).

In 'n gelykstroom geaarde draad is die stroomdigtheid oral dieselfde. Dit is nie die geval by 'n wisselstroom nie. Indien die frekwensie van die wisselstroom verhoog word, neig die stroom om nader aan die oppervlak van die geleier te konsentreer, wat bekend staan as die huideffek, bepaal deur die frekwensie en die elektriese geleidingsvermoë van die liggaam (Botha *et al.*, 1992). Die huiddiepte (δ) gee 'n idee van die penetrasie van die EM-golf, waarvoor geskikte frekwensies gekies moet word, sodat geïnduseerde strome in droë grond nie die effekte van dieper nie-homogeniteite verberg nie (Parasnis,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1979, Patra *et al.*, 1980, Van Zijl *et al.*, 1986, Telford *et al.*, 1990 en Botha *et al.,* 1992).

Die snelheid van 'n EM-golf in 'n geleidende medium hang af van sy frekwensie, f (Van Zijl *et al.*, 1986):

$$v = (10^7 \rho f)^{1/2} \text{ in m/s}$$

Die implikasie hiervan is dat 'n elektromagnetiese golf in 'n graniet met 'n soortlike elektriese weerstand (ρ) van 5000 ohm.m. en in seewater met 'n soortlike elektriese weerstand van 0.2 ohm.m. by dieselfde frekwensie (50Hz) 'n groter snelheid (1500 km/s) as in die seewater (10 km/s) besit. Die resultaat is dat die EM-tegniek verkies om deur 'n isolator na 'n geleier te kyk as andersom. 'n Dieper eksplorasie diepte word verkry. 'n Geleier bo-oor 'n isolator is geneig om die isolator af te skerm.

Waar die senderlus-ontvangerlus spasiëring veel kleiner as die huiddiepte is, word metings in die naby sone uitgevoer. Die EM-34 sisteem is 'n bewegende sender - bewegende ontvanger EM-sisteem, wat by klein induksie getalle ($r/\delta << 1$) werk (naby sone) en die verhouding van die kwadratuur komponent van die sekondêre magneetveld tot die vryruimte primêre magneetveld meet (McNeill, 1980a en Botha *et al.*, 1992).
Die gelykstroom tegniek is 'n spesiale geval van die naby sone metode met $\delta \rightarrow \infty$ (Parasnis, 1979 en Van Zijl *et al.*, 1986).

Die skynbare elektriese geleidingsvermoë wat die apparaat meet (EM 34-3) word gedefinieer deur (McNeill, 1980a):

$$\sigma_a = \frac{4}{\omega \mu_0 r^2} \left(\frac{H_s}{H_p} \right)_{Kwadratuur-komponent} \qquad \text{K K } (2.5)$$

, waar ω die hoekfrekwensie is, μ_0 die magnetiese permeabiliteit van vryruimte is, r die afstand tussen die sender -en ontvanger lusse voorstel en H_s/H_p is die verhouding tussen die sekondêre -en primêre magneetveld. Uitdrukkings vir H_s/H_p word deur Verma (1982), Wait (1982), en Kaufman *et al.* (1983) weergegee.
Die instrument is so gekallibreer dat dit direk die skynbare elektriese geleidingsvermoë aflees (McNeill, 1980a en Botha *et al.*, 1992). Die lesing wat verkry word is in millimhos per meter (millisiemens per meter). Waar die grond se elektriese geleidingsvermoë nie aansienlik wissel met laterale afstand binne 'n radius van een interlus spasiëring van die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

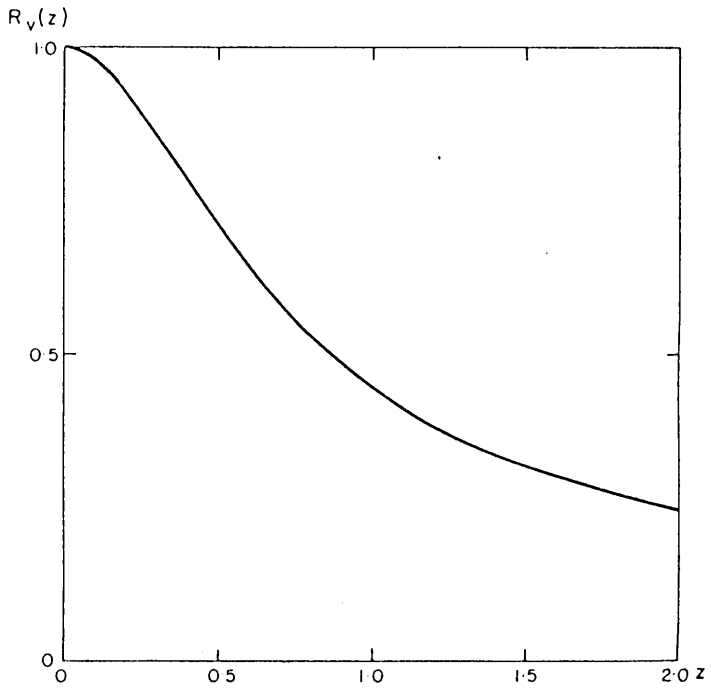
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

instrument nie, kan die grond as lateraal uniform beskou word

Die kumulatiewe responsie van die instrument op 'n multi gelaagde aarde is die relatiewe bydrae van die sekondêre magneetveld of skynbare elektriese geleidingsvermoë van al die materiaal onder 'n sekere diepte z (McNeill, 1980a):

$$R_{vh}(z) = \int_z^{\infty} \phi_{vh}(z)\,dz \ldots \ldots (2.6)$$

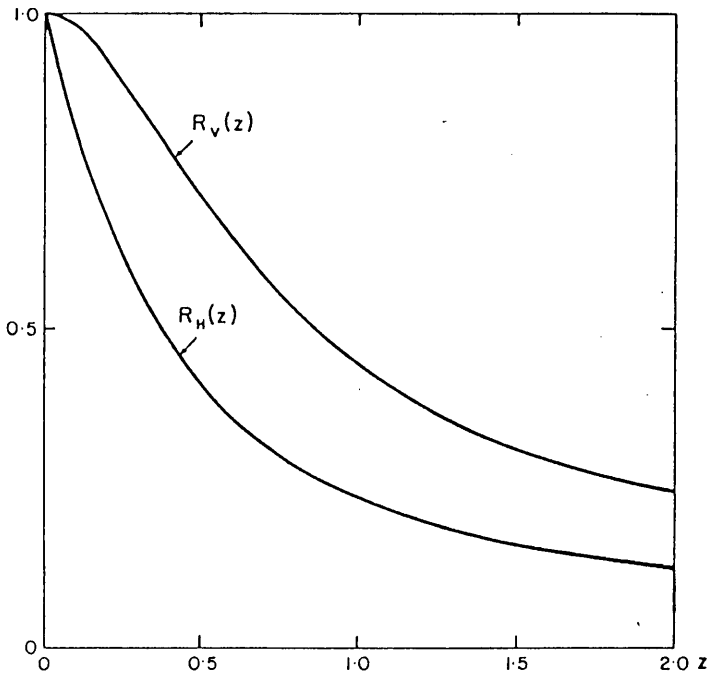
Die funksie word in Figuur 2.7 uitgebeeld vir vertikale saamvlakkige sender/ontvanger dipole. Uit die figuur volg dat die bydrae van al die materiaal onder 'n diepte van twee interlus spasiërings 'n relatiewe bydrae lewer van ongeveer 0.25 (25%) tot die sekondêre magneetveld by die ontvangerlus. Figuur 2.8 beeld die kumulatiewe responsie teenoor diepte vir vertikale -en horisontale dipole uit.



Figuur 2.7. Kumulatiewe responsie teenoor diepte vir vertikale dipole. $R_v(z)$ is die relatiewe bydrae aan H_s van al die materiaal onder 'n (genormaliseerde) diepte z (McNeill, 1980a).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.8. Kumulatiewe responsie teenoor diepte vir vertikale -en horisontale dipole (McNeill, 1980a).

2.4.2 Veldopstelling

Die EM 34-3 word deur twee persone beman, elkeen by 'n bepaalde lus. Die lusse word met 'n kabel verbind, waar die interlusafstand outomaties deur die apparaat gemeet word. Die maksimum eksplorasiediepte vir elke spesifieke interlusafstand is onder optimale omstandighede; 10m. spasiëring: 7.5m. vir die horisontale dipool (HD) en 15m. vir die vertikale dipool (VD); 20m. spasiëring: 15m. vir HD en 30m. vir VD; 40m. spasiëring: 30m. vir HD en 60m. vir VD. Die werkbare frekwensies by elke lusspasiëring is vir 10m. 6.4kHz, 20m. 1.6kHz en vir 40m. is dit 0.4kHz (McNeill, 1980a en Arcone, 1981). In geleidende terrein is die juiste spasiëring die afstand waar die in-fase komponent gemeet by die ontvangerlus gelykstaande is aan die vryruimte primêre magneetveld by die ontvanger posisie (Van Zijl *et al.*, 1986 en Botha *et al.*, 1992). Die opname word loodreg m.b.t. die strekking van die geologiese formasie uitgevoer. Indien

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

die lusse in 'n toereikende mate saamvlakkig gehou word, is die invloed van topografiese invloede min (Parasnis, 1979). Die stasie interval is 'n funksie van die breedte van die verwagte geleier. Tydens die studie is daar van 'n stasie spasiëring van 5 meter gebruik gemaak, sodat die data vergelyk kan word met magnetiese data met dieselfde spasiëring.

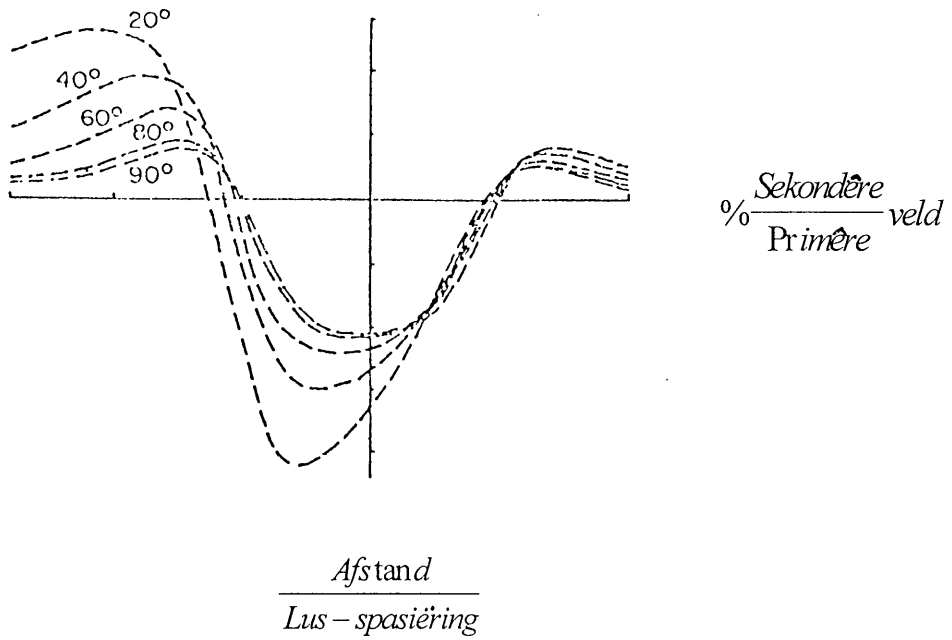
.

Die horisontale dipool is minder sensitief t.o.v. verkeerde oplyning van die lusse, waar die sekondêre of kwadratuur magneetveld loodreg tot die vlak van die ontvangerlus is. 'n Klein fout θ in lusopstelling veroorsaak 'n $\cos\theta$ fout in die skynbare elektriese geleidingsvermoë. Maar wanneer 'n groter penetrasie diepte verlang word, moet die vertikale dipool nougeset opgestel word, omdat hier die sekondêre veld benaderd 45º tot die horisontaal is. 'n Klein fout θ veroorsaak 'n fout in die orde van $\cos(\theta + 45º)$ in die skynbare elektriese geleidingsvermoë metings. Dit lei tot 'n groter sensitiwiteit ten opsigte van foutiewe opstelling van die lusse. Die aangewese manier is om die twee lusse so na as moontlik in dieselfde vlak te hou. Die posisie waar inligting aangaande die ondergrond verkry word is in die middel tussen die twee lusse, omdat hier die grootste horisontale sensitiwiteit verkry word, veral in die HD metode. Die rede hiervoor is dat die magnetiese veldenergie in hierdie opstelling meer beperk is tot die vertikale vlak wat die interlusafstand bevat (Arcone, 1981). In Figuur 2.8 word die kumulatiewe responsie kromme vir beide lus oriënterings beskou, waaruit blyk dat die vertikale dipool metode benaderd twee keer die effektiewe eksplorasie diepte van die horisontale dipool metode besit (McNeill, 1980a, 1980b).
Tydens die studie is daar van 'n lusspasiëring van 40 meter gebruik gemaak. Uit Botha *et al* . (1992) blyk dat in hierdie konfigurasie die laagste elektriese geleidingsvermoë van die drie soorte lus spasiërings verkry word, maar die kontras tussen die VD en die HD is die grootste, waar die VD 'n duidelike negatiewe kontrasterende anomalie vorm oor 'n moontlike geleier.

Die responsie van die EM 34-3 sisteem oor 'n hellende gang word in Figuur 2.9 aangedui. Hoe kleiner die helling van die liggaam is, hoe meer vorm die kromme asimmetries.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.9. Invloed van varierende helling op die profielvorm (McNeill, 1980b).

2.4.3 Interpretasie

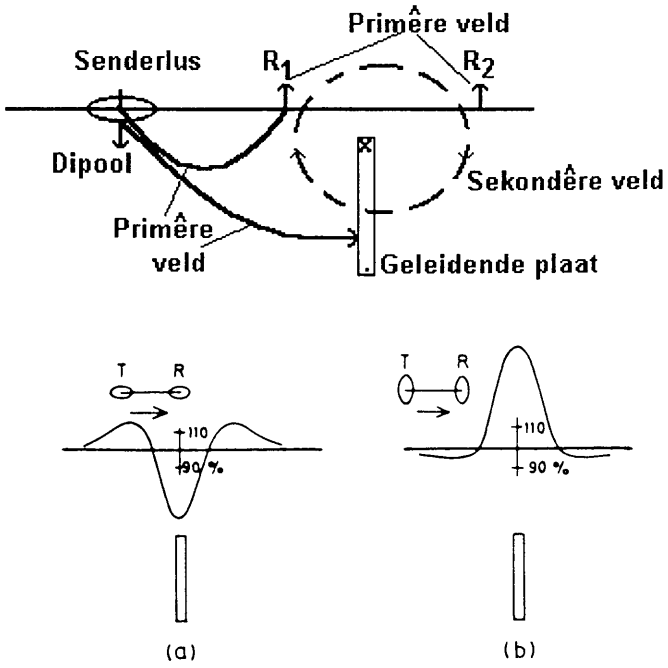
Die responsie van die EM-34 sisteem oor 'n plaatagtige geleier word soos volg verklaar:
-Wanneer beide die sender -en ontvangerlusse aan die een kant van die geleier is, is die responsie positief. Die rede hiervoor is dat die primêre -en sekondêre magnetiese velde by die ontvanger posisie beide van 'n kumulatiewe aard is.
-Wanneer die ontvanger -of senderlus direk bo die geleier geplaas is, is die responsie nul a.g.v. nul koppeling konfigurasie van die lusse met die sekondêre magneetveld of geleier respektiewelik.
-Wanneer beide lusse oor die geleier beweeg, sal die sekondêre magneetveld by die ontvangerlus die primêre veld oponeer met 'n gevolgde negatiewe responsie (Botha *et al.*, 1992).

Vir die geval van 'n EM 34-3 opname oor 'n vertikale geleier sal twee verskillende pieke ontstaan, Figuur 2.10. In die geval van 'n vertikale dipool word 'n negatiewe anomalie verkry, a.g.v. minimum koppeling, maar vir die horisontale dipool word 'n positiewe anomalie (maksimum koppeling) verkry bo die middelpunt van die geleier. Die responsie

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

van laasgenoemde geval varieer in 'n ingewikkelde manier met die diepte na die bopunt van die geleier en om die presiese diepte te voorspel is redelik ingewikkeld (Parasnis, 1979).



Figuur 2.10. Oorsprong van elektromagnetiese anomalië in die bewegende bron - ontvanger sisteem (Parasnis, 1979). Die responsie van die sekondêre magneetveld vir die (a) VD en die (b) HD oor 'n vertikale geleier word uitgebeeld.

Geleier koppeling verwys na die oriëntasie tussen die teiken en primêre EM-veld. 'n Geleier word optimum geïnduseer deur die magneetveld indien die magneetveld loodreg tot die grootste oppervlak van die geleier inval.
Arcone (1981) stel dat die sekondêre koppeling 'n funksie is van die lusafstand, r en die liggaam se elektriese geleidingsvermoë, σ. Soos wat r toeneem sal geïnduseerde strome van 'n dieper afstand in die grond en van groter laterale afstande relatief meer bydrae tot koppeling.

Met toenemende geleierdiepte vanaf die oppervlak, sal die amplitude van die in-fase en uit-fase komponente afneem. 'n Groot lusspasiëring, soos in die studie gebruik, is toepaslik in die geval van lae amplitude anomalië. Die amplitude van die sekondêre magneetveld sal kleiner wees in die teenwoordigheid van 'n geïsoleerde geleidende bo-laag, wat die interpretasie proses mag bemoeilik, as daar 'n ander geleier in diepte voorkom.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.4.4 Akkuraatheid

Die volgende doeltreffendhede en tekortkominge vir die EM-34 sisteem kan soos volg gelys word, volgens Parasnis (1979), McNeill (1980a), Patra *et al.* (1980), Arcone (1981), Coetsee (1987), Van Zijl (1987), Botha *et al.* (1992) en Hattingh (1996):

Voordele

(1) Geen stroomtoevoeging probleme nie, omdat die stroom magneties geïnduseer word en geen fisiese galvaniese kontak met die aarde nodig is nie;
(2) Eenvoudige multigelaagde aarde berekeninge, m.b.v. die rekenaarprogram EMIX34;
(3) Vinnige, maklike metings. Geen kabelprobleme en verskuiwing van elektrodes nie, wat die opname snelheid verhoog;
(4) Geskik om gebroke akwifere mee op te spoor;
(5) Toepasbaar op geleidende en isolerende bo-lae, asook vir vrywateroppervlakke met 'n substansiële diepte;
(6) Slegs twee persone nodig om die instrument te beman;
(7) Bevredigende interpretasie in 'n konstante gelaagde aarde;
(8) Profilering opnames vinnig en doeltreffend.

Nadele

(1) Die sekondêre strome in oorliggende lae met ‘n goeie elektriese geleidingsvermoë, bv. klei, grafitiese skalie, ens. kan dieper geleiers gedeeltelik of totaal van die primêre veld afskerm, sodat so 'n geleier onopspoorbaar is;
(3) Dit is moeilik om geleiers se hellings te bepaal a.g.v. die beperkte maksimum lusafstand (40m.);
(3) Sensitief ten opsigte van kunsmatige geleiers, waaronder kragdrade en ystervoorwerpe (veral die vertikale dipool opstelling);
(4) Laterale veranderinge in die materiaal bemoeilik die toepassing van interpretasie tegnieke. Gelaagde aarde teorie is slegs toepasbaar indien die interlusafstand kleiner is as die laterale omvang van die gelaagdheid.

Geruis is een van die belangrikste faktore wat tydens 'n opname in die data geïnkorporeer kan word. Indien daar geruis in die data teenwoordig is, sal dit die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

kwaliteit van die data verlaag. Die volgende geruis kan opgetel word gedurende 'n EM prospekterings-opname (Van Zijl *et al.*, 1986):

(1) Natuurlike geruis, a.g.v. donderstorms;

(2) Geologiese en kulturele geruis, wat veroorsaak word deur die lokale elektriese geleidingsvermoë struktuur van die opname gebied. Ysterstrukture wat in die nabyheid van 'n meting voorkom, o.a. pyplyne en geaarde drade, gee aanleiding tot laterale inhomogeniteite in elektriese geleidingsvermoë;

(3) Kunsmatige geruis, a.g.v. kraglyne en industrieë.

Nog 'n ander faktor wat die akkuraatheid van data mag beïnvloed is instrument (on)sensitiwiteit.

Gunstige toestande en probleme wat in die veld raakgeloop kan word, kan soos volg gestel word: Uitstekende resolusie in elektries geleidende materiaal. Klein veranderinge in die geleiding van die materiaal, in die orde van 5% tot 10%, word maklik en akkuraat gemeet. Die beperkte dinamiese bestek (1 - 300mS/m) van die sisteem kan egter meetfoute in die velddata veroorsaak. By terreine met lae elektriese geleidingsvermoë word dit moeilik om genoegsame stroom in die grond te induseer om 'n meetbare magnetiese veld by die ontvangerlus daar te stel. By hoë waardes van elektriese geleidingsvermoë (> 100mS/m) is die kwadratuur komponent van die ontvangde magnetiese veld nie langer lineêr eweredig aan die terrein elektriese geleidingsvermoë nie. Hierdie effek is meer aanwesig by die vertikale dipool opstelling. Die akkuraatheid van die meting neem af met stygende soortlike elektriese weerstand, a.g.v. die swak gegenereerde sekondêre magneetveld en die daarstelling en behouding van die instrument se nul. Die nul kan 'n fout van tot $\pm$0.2 mmhos/m besit wat tot foutiewe resultate in 'n elektries weerstandbiedende omgewing mag lei. Die opstelling van die lusse moet besondere aandag geniet, soos in paragraaf 2.4.2 gestel.

Die sterkte van die EM 34-3 metode lê in die snelheid waarmee verkennings elektriese geleidingsvermoë opnames gedoen kan word. Vir 'n meer ingewikkelder probleem en komplekse vertikale variasies van elektriese geleidingsvermoë, moet konvensionele elektriese weerstandstegnieke gebruik word (McNeill, 1980b).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.5 AFSTANDWAARNEMING

2.5.1 Inleiding en definisies

'n Voorwerp wat blootgestel is aan invallende lig sal energie reflekteer of uitstraal. Om hierdie energie vir interpretasie doeleindes te ontvang word waarneming genoem (Rabenhorst *et al.*, 1989).
Die eenvoudigste omskrywing van afstandwaarneming ("remote sensing") (Hunt, 1980 en Gupta, 1991) is om indirek informasie in te win oor 'n voorwerp, d.m.v. instrumente. Lillesand *et al.* (1979) definieer afstandwaarneming die duidelikste; en sê afstandwaarneming is die wetenskap en kuns om inligting te versamel oor 'n voorwerp deur die analise van data wat verkry is m.b.v. 'n toestel wat nie in kontak is met die voorwerp onder beskouing nie.
Afstandwaarneming het dan ook twee fasette, nl.
(1) Data verkry deur tegnologie d.m.v. 'n apparaat (bv. 'n kamara) wat 'n afstand verwyder is van die voorwerp;
(2) Analise van die data om die fisiese verskynsels te interpreteer.
Hierdie twee fasette is met mekaar verbonde en interafhanklik.

Die fundamentele beginsel in afstandwaarneming is dat elke soort voorwerp 'n sekere golflengte lig reflekteer wat afhanklik is van die fisiese faktore van die voorwerp. Die golflengte (10^{-10} µm tot 10^{10} µm) is al die elektromagnetiese energie wat met die snelheid van lig in 'n harmoniese golfpatroon beweeg. Die optiese golflengtes (0.3 - 15 µm) van hierdie spektrum word aangewend in afstandwaarneming, omdat elektromagnetiese energie wat op 'n voorwerp inval gereflekteer, gerefrakteer, geabsorbeer en/of versend word. Dit is inherent 'n eienskap van die tipe vaste materiaal waarop dit inval, sodat elektromagnetiese radiasie geklassifiseer word op die basis van golflengte in streke of bande. Die hoeveelheid informasie wat verkry kan word van 'n afstandwaarnemingsproduk is primêr afhanklik van sy kwaliteit.

Tipiese stappe in 'n afstandwaarnemingsprogram, wat ook tydens die studie gebruik is, behels die volgende:
(1) Definieer gebruiker doelwitte en vereistes;
(2) Bepaal lewensvatbaarheid;
(3) Ontwerp van projek;
(4) Implementeer die projek;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(5) Beskouing van resultate.

Die groot voordele van afstandwaarneming oor grondondersoek metodes is soos volg:
(1) Sinoptiese oorsig;
(2) Uitvoerbaarheids aspek;
(3) Tyd en manekrag besparing;
(4) Multidissiplinêre toepassings;
(5) Karteer gebruike (Sabins, 1978, Swain, 1978, Lillesand *et al.*, 1979 en Gupta, 1991).

Afstandwaarnemingstegnieke wat bestudeer is gedurende die studie omvat die volgende tegnieke: ⊕ Stereopaar lugfoto's (analoogbeelde)
⊕Ortofoto's (analoogbeelde)
⊕Satellietbeelde (digitaalbeelde)

Analoogbeelde bestaan uit 'n samestelling van die intensiteit verskille in 'n sekere beeld in die vorm van gemoduleerde kontinue radioseine. Digitale beelde bestaan daaruit dat data versamel word van klein gedeeltes (*pixels*) van 'n beeld in 'n reëlmatige opeenvolging. Die opeenvolging van data word later herkonstruktueer om 'n bepaalde prent te vorm. Die intensiteite vir elke individuele *pixel* word eerstens uitgedruk in analoogvorm as elektriese potensiale geproduseer in 'n uitstralingsdetektor deur fotone. Om getalle te versend is effektief d.m.v. digitale getalle in binêre vorm (Drury, 1987).

2.5.2 Lugfoto's

Die fotografiese kamera produseer swart en wit of kleur beelde d.m.v. 'n eenvoudige en relatiewe goedkoop proses, wat soos die oog beperk is in golflengte responsie (Lowe, 1980). Lugfoto's neem die lig wat gereflekteer word deur 'n oppervlak waar, wat beheer word deur die *albedo* eienskap. Die eienskap impliseer dat dit die totale uitstralende refleksie van 'n oppervlak uitwys en die verhouding met die gereflekteerde energie tot die invallende energie. Donker oppervlakke het 'n lae albedo en ligter oppervlakkke 'n hoër albedo (Sabins, 1978).

Gewone vertikale mat lugfoto's met verskillende skaduwees van grys is gebruik in die studiegebied. Glans lugfoto's bevat gewoonlik meer fyn detail, maar dit is moeilik om met 'n potlood daarop te merk (Lowe, 1980). Daar is in die studie ook van glansfoto's gebruik gemaak om die verskil tussen matlugfoto's en glanslugfoto's van dieselfde gebied met 'n hoë lineament konsentrasie te vergelyk (Lugfoto's 1219-1221/10/951,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1991). Dit is bevind dat die betrokke glanslugfoto's 'n beter donker-lig kontras besit, maar die detail is in wese dieselfde.

Die ruimtelike resolusie van lugfoto's word grootliks bepaal deur die oplosbaarheidsvermoë van die kamaralens en die oplosbaarheidsvermoë van die film, asook atmosferiese toestande en beeldversteurings gedurende beeldontwikkeling. Hierdie resolusie is 'n uitdrukking van die optiese kwaliteit van 'n beeld wat deur 'n sekere kamara sisteem geproduseer word, wat 'n aanduiding is van die gemak waarmee grond verskynsels op lugfoto's en beelde uitgeken kan word (Sabins, 1978 en Lillesand *et al.*, 1979). Lugfoto's se gebruike is veral voordelig indien die volgende in ag geneem word: analogie aan die oog sisteem, hoë resolusie en informasie digtheid, lae koste en eenvoudig om te gebruik. Die fyn ruimtelike detail word beter voorgestel as enige bestaande of beplande digitale sisteem, a.g.v. die panchromatiese film wat in lugfoto opnames gebruik word (Drury, 1987, Rabenhorst *et al.*, 1989 en Gupta, 1991). Die belangrikheid van lugfoto's om sekere geomorfologiese en geologiese verskynsels uit te lig wat in verband staan met grondwatervoorkomste word ook deur Bowen (1980) beklemtoon. 'n Nadeel is egter die beperkte spektrale sensitiwiteit (Lowe, 1980 en Gupta, 1991).

2.5.3 Stereoskopie

Die doel om 'n lugfoto stereoskopies te besigtig is om 'n drie dimensionele beeld van die terrein te verkry. So verskyn daar 'n duidelike diepte-hoogte kontras. Drury (1987) stel dat die ekstra dimensie van reliëf bygevoeg word in stereoskopie, maar die reliëf word gewoonlik oordryf. Die topografie word afgebeeld en metings van verskille in hoogte en berekening van hellingshoeke is moontlik (Rabenhorst *et al.*, 1989).

Earl *et al.* (1984) maak die stelling dat stereoskopie noodsaaklik is in die beskouing van lineamente.

2.5.4 Ortofoto's

Volgens Lillesand *et al.* (1979) is ortofoto's ortografiese foto's of "foto-kaarte" met 'n konstante skaal en gee die topografiese terrein in ware detail weer. Ortofoto's met 'n skaal van 1 : 10 000 is aanvullend gebruik tot lugfoto's in 'n gebied wat duidelike fragmente of lineamente toon, om bestaande boorgatposisies en dié se verband met bogenoemde verskynsels beter uit te lig. Die ortofoto's het 'n blouerige kleur en is nie altyd so helder as lugfoto's nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.5.5 Satellietbeelde

Satellietbeelde van 'n sekere gebied is bestudeer by Hartebeeshoek Satelliet Toepassings Sentrum (WNNR). Daar is gekyk na onlangse Landsat TM ("Thematic Mapper") beelde, waar hierdie soort satellietbeelde die meeste gebruik word vir grondwater en geologiese doeleindes (Ike Marais: persoonlike kommunikasie).
Landsat TM-beelde besit 'n beter resolusie, dus 'n beter oppervlak dekking as Landsat MSS-beelde (30 m. teenoor 80 m.). Landsat TM-beelde dek 'n gebied van 185 x 185 kilometer en die aarde word geskandeer in sewe spektrale bande, naamlik blou (0.45-0.52 µm), groen (0.52-0.60 µm), rooi (0.63-0.69 µm), twee bande in die nabye infrarooi (0.76-0.9 µm en 1.55-1.75 µm), 'n band in die middel infrarooi (2.08-2.35 µm) en termies (10.4-12.0 µm), wat opsigself 'n ruimtelike resolusie van 120 x 120 meter het. Hierdie beelde laat toe dat ware of natuurlike beelde geproduseer word, teenoor valse kleur, gewoonlik in skaduwees van rooi of kunsmatige natuurlike kleur.
Die prosesseringsvlakke en verskillende kleurbande kan verander word na gelang van die gebruiker om sekere verskynsels beter uit te lig. Die prosesseringsvlak geskik vir grondwater doeleindes is 5 of 8. Die bande 4 en 5 tesame met 1 of 2 of 3 bevat die meeste detail en word vir die meeste ondersoeke gebruik (Silva, 1978 en France *et al.*, 1986).
Dit beteken in die geval van vlak 5 ("Georeferenced") dat die beeld geometries gekorrigeer is. Geometriese korreksies word toegepas op beide die langs ("along") skandering en die dwars ("across") skandering rigtings deur ruimtetuig orbitale en stand informasie te gebruik. Die beeld word gekorrigeer na kaart projeksie, maar die oriëntasie bly dieselfde.
Vlak 8 ("Geocoded") is dieselfde as vlak 5, maar verskil in die opsig dat die beeld gekorrigeer en opgelyn word na kaart projeksie.

My persoonlike bevindinge van die Landsat TM-beelde (van 09/94) teen gewone mat lugfoto's (van 06/91) van 'n sekere gebied is dat lugfoto's genoeg informasie gee oor geologiese -en grondwater toestande in daardie gebied, waar hierdie inligting ook verskyn op Landsat TM-beelde. Dit moet in gedagte gehou word dat hierdie metodes berus op refleksie van ligstrale, sodat net die boonste lagie van die aarde sigbaar is en daaroor inligting verskaf en nie diepteprofiele daarvan verkry kan word nie.
'n Groot nadeel van hierdie metode teenoor lugfoto's is dat dit heelwat duurder is. Dit mag eers koste effektief word wanneer die hele gebied op die satellietbeeld van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

toepassing is en 'n groot hoeveelheid lugfoto's verlang word, wat lugfoto's se kostes aansienlik sal laat styg. 'n Verdere probleem is dat 'n Landsat TM-beeld geproduseer word met 'n skaal van 1 : 100 000 en 'n lugfoto se skaal is 1 : 50 000 (Ortofoto is 1 : 10 000). Dit is dus duidelik dat 'n lugfoto se skaal 2x groter is as 'n Landsat TM-beeld se skaal en gevolglik verskyn lineamente en fragmente beter op 'n lugfoto, veral waar hierdie verskynsels klein of smal in lengte of breedte is. Dit is bevind dat areas wat met lugfoto's gedek word, beter detail opspoor en wateroppervlaktes tot so klein as <0.2 ha., asook kleiner spruite en strome kan opspoor, in teenstelling met Landsat TM waar die wateroppervlaktes eers sigbaar word by 'n minimum grootte van 0.6 ha. (France *et al.*, 1986 en Rabenhorst *et al.*, 1989). Lugfoto's is dus beter om te gebruik om lokale grondwatergebruike en -eksplorasie te bestudeer.

Wainwright (1986) en Mony (1990) beweer dat satellietfoto's aangewend kan word om grotere verbrokkelingsones, skuifskeursones en intrusiegange op te spoor en boorgate kan geplaas word waar twee of meer van sulke sones mekaar kruis. Hoof lineêre kenmerke is dus maklik om te sien en te merk, vir verdere investigasie en eksplorasie.

Satellietfoto's moet saam met lugfoto's, geologiese kaarte, lugmagnetiese kontoerkaarte, hidrogeologiese verslae en gevallestudies, opnames van bestaande boorgate en geofisiese opnames vertolk word. Hieruit kan 'n grondwater-potensiaalkaart uit opgestel word, wat die waarskynlikste beste boorposisies mag aandui wat deur geofisiese tegnieke verken kan word.

Rabenhorst *et al.* (1989) voer aan dat die groot voordeel van satellietbeelde geleë is in die feit dat die beelde in digitale vorm gehou word, sodat die moontlikheid bestaan dat dit weer d.m.v. 'n rekenaar geproduseer kan word in 'n numeriese basis soos vereis deur 'n spesifieke gebruiker en 'n beeld telke male weer uit die ou data geskep word. So kan die operateur self die satellietbeelde se bande wissel. Hierdie tegnologie is ook by die WNNR beskikbaar. Die nadeel wat hieraan verbonde is, is die groot koste aspek vir 'n klein gebruiker.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

2.5.6 Interpretasie beginsels

'n Beeld word bestudeer i.t.v. die volgende parameters wat die basis vorm vir foto analise vir 'n spesifieke objek van die oppervlak. Die parameters is gedeeltelik afhanklik van beligtingstoestande en plantegroei bedekking en mag van tyd tot tyd wissel.

i) Tonasie of kleur
ii) Tekstuur
iii) Vorm
iv) Grootte
v) Skaduwee
vi) Plek of assosiasie
vii) Patroon
viii) Konteks
ix) Skaal.

Afstandwaarneming moet ondersteun word deur velddata, sodat die inligting wat op 'n beeld verskyn, gekorelleer kan word met bestaande punte in die veld volgens Drury (1987) en Gupta (1991).

'n Afstandwaarneming ondersoek het 'n tweeledige doel:

(1) Grond verskynsels kan in verskillende perspektiewe besigtig word, op 'n verskillende skaal of selfs op 'n verskillende spektrale visie en

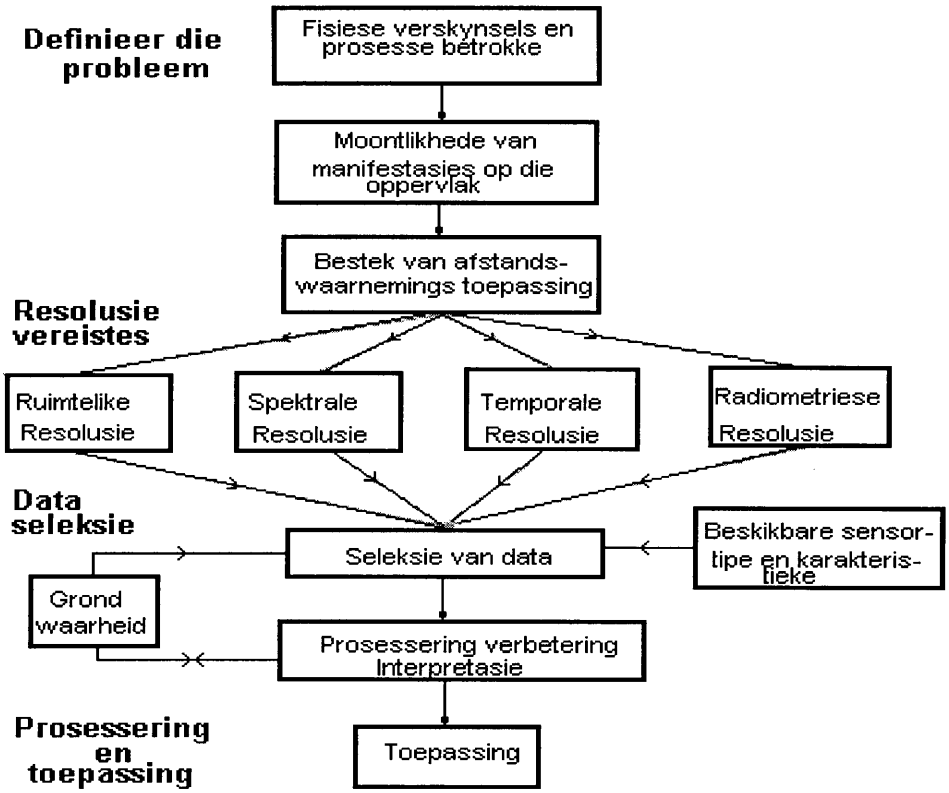
(2) Die hoeveelheid veldwerk, om die hele studie area te dek, word verminder, wat weer koste effektief is.

'n Tipiese afstandwaarnemingsprogram sal die volgende vorm aanneem, met 'n skematiese vloeidiagram in Figuur 2.11:

-Definieer die probleem;
-Stel die resolusie vereistes vas;
-Selekteer datastelle;
-Data prosessering, interpretasie en toepassing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.11. Verskillende stappe in 'n tipiese afstandwaarneming toepassingsprogram bestaande uit: definiëring van die probleem, verstaan die resolusie vereistes, selekteer datastelle en laastens prosessering, interpretasie en toepassing (Gupta,1991).

Die beginsel van konvergensie van bewyse ("convergence of evidence") is die integrasie van al die waarnemingselemente en interpretasie daarvan. Dit is belangrik vir 'n akkurate geologiese en geohidrologiese interpretasie (Swain, 1978, Lillesand *et al.*, 1979, Weeden *et al.*, 1980, Drury, 1987, Rabenhorst *et al.*, 1989 en Gupta, 1991).
Daar moet egter gewaak word teen 'n foutiewe interpretasie in gebiede met 'n dik grondbedekking wat die ware posisie van 'n verskynsel kan verskuif. 'n Ander aspek wat hierby aansluit is die feit dat swak en onvoldoende resultate nog altyd verkry kan word. 'n Interpretasie slegs gegrond op lugfoto informasie dui hoegenaamd geen diepte van grondwater of leweringskapasiteite aan nie. Daarom moet gebruikers van hierdie metode, waaronder hidroloë en geoloë val, hierdie data aanvul met geofisiese veld inligting.

Die gebruik van Geografiese Inligtingsisteme (GIS) in hierdie verband kan ook heel nuttig wees, veral om die data meer eenvoudiger voor te stel en te groepeer i.t.v.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geologiese en/of geofisiese verskynsels. Teoretiese interpretasie is ook moontlik (Drury, 1987).

2.5.7 Geomorfologie

Geomorfologie is die studie van landvorme en landskappe, insluitend hul beskrywings, tipe en ontstaan. Volgens Cooks (1987) is die litosfeer die onderwerp van studie in geomorfologie. Die definisie van landvorme word kragtig deur Gerrard (1988) gestel, naamlik dat landvorme ontstaan deur die interaksie tussen interne -en eksterne kragte wat op die aardkors inwerk. Die interaksie tussen hierdie twee kragte omvorm die aardoppervlak in sy karakteristieke verskynsels. Beide die aard van die kragte en intensiteit van hul werking verskil met tyd en ruimte en daarom is die graad van interaksie van hierdie twee groepe van kragte hoogs veranderlik. Die weerstand van gesteentes, wat o.a. 'n faktor is van hul poreusheid, permeabiliteit, chemiese samestelling en sementasie speel 'n belangrike rol in die ontstaan van landvorme.
Verwering is 'n belangrike komponent in 'n gesteente se ontwikkeling en kan 'n poreuse en deurlatende eenheid laat ontstaan. 'n Verweringsprofiel kan gedefinieer word as die vertikale omvang van 'n verweerde gesteente opeenvolging vanaf die oppervlak afwaarts na die onverweerde moedergesteente. Die profiel sal aansienlik wissel van plek tot plek, omdat lokale verskille in gesteente tipe en struktuur, topografie, tempo van verwering, grondwatertoestande, reliëf en klimaatveranderinge heers (Lillesand *et al.*, 1979, Drury, 1987 en Gupta, 1991).
Profiele bestaan rofweg uit twee dele: 'n boonste mobiele sone wat deur erosie en getransporteerde verweerde materiaal beïnvloed word en 'n onderste sone waar *in situ* verwering plaasvind, wat *saproliet* genoem word, wat weer gekenmerk word deur onversteurde naatstelsels, krake, openinge of dieselfde gesteente strukture. Die hele mantel van verweerde materiaal, mobiele sone en saproliet, word regoliet genoem.
Faktore wat 'n landskap laat verweer in die studiegebied is afloop water, chemiese verwering en massa bewegings, wat aanleiding gee tot dik grondbedekte hellings, rûe en valleie (Gerrard, 1988).

'n Aspek van geomorfologie wat ook hier tersaaklik is, is die eienskap van ruimtelike resolusie (Figuur 2.11) op beelde. Hierin word daar 'n studie onderneem van 'n aantal parameters, o.a. omvang en steilheid van hellings en hul variasie tesame met kenmerke soos hul vorm, grootte, patroon, plantegroei (geobotanie, hoofstuk 1), tipe van oppervlakmateriaal, stabielheid, ontstaan, asook die onderlinge verband met mekaar.

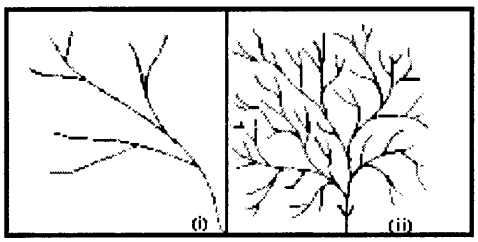
Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Spektrale resolusie (Figuur 2.11) kontrasteer tussen verskille in topografie en temporale resolusie (Figuur 2.11) tipeer landvorme wat karakteristiek van hul omgewing is, byvoorbeeld sinkgate in kalksteen terrein en terrasse, natuurlike levees, waaiers, hoefystermere is kenmerkend van 'n fluviale omgewing.

Uit bostaande uiteensetting kan daar dan op 'n afstandwaarnemingsbeeld duidelik onderskei word tussen verskillende landvorme.
1. Tektoniese landvorme is strukturele landvorme van regionale omvang. Die struktuur van die gesteente beïnvloed die landvorme in so 'n area, a.g.v. selektiewe differensiële erosie en denudasie langs strukturele swakker sones.
2. Fluviale landvorme bevat valleie, kanale en dreineringsnetwerke. Dreineringspatrone, veral in bergagtig gebied, dui die ruimtelike ordening van strome aan en is in die algemeen baie kenmerkend van die onderliggende terrein, 'n skematiese opsomming volg in Tabel 2.1.

Die dreineringsdigtheid van 'n gebied dui sy onderliggende gesteentesoort aan. So sal 'n lae dreineringsdigtheid (growwe tekstuur dreinering) op poreuse en deurlatende gesteentes dui, met 'n goeie interne dreinering met min afloopwater, soos gruis, sand, graniet (onverweerde massiewe gesteente) en kalksteen. 'n Hoë dreineringsdigtheid (fyn tekstuur dreinering) sal weer op 'n ondeurlatende litologie dui, swak interne dreinering met veel oppervlak afloopwater, soos klei en skalie, dus sagte maklik erodeerbare gesteentes. Die geomorfologie van 'n gebied is in hierdie opsig belangrik. Die manifestering van hierdie dreineringstekstuure op die landoppervlak en kaarte word uitgebeeld in Figuur 2.12.



Figuur 2.12. Dreineringstekstuure, (i) grof en (ii) fyn (Gupta,1991).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 2.1. Algemene dreineringspatrone en hul geologiese betekenis (Lillesand *et al.*, 1979, Rabenhorst *et al.*, 1989 en Gupta,1991).

Tipe	Beskrywing	Geologiese betekenis
Dendrities	**Onreëlmatige vertakking van strome, lukraak, lyk soos 'n boom**	**Homogene materiale en kristallyne gesteente; horisontale lae: geleidelike regionale helling. Byna horisontale sedimentêre gesteentes, massiewe intrusiewe stollings -en sterk metamorfe gesteentes.**
Subdendrities	**Effens verlengde patroon**	**Minder strukturele beheer**
Geveer	**Hoë dreineringsdigtheid patroon; lyk soos 'n veer**	**Fyn korrelrige materiale soos loes**
Reghoekig	**Strome het reghoekige kurwes**	**Genate/verskuifde gesteentes, bv. sandsteen, kwartsiet, strukturele beheer van intru-siewe stollingsgesteentes**
Hoekig	**Strome vloei in mekaar teen skerphoeke**	**Nate/breksies teen skerphoeke mbt elkaar**
Parallel	**Kanale wat min of meer parallel mbt. elkaar loop**	**Steil hellings; ook in gebiede van parallel verlengde landvorme. Stollings -en metamorfe gesteentes.**
Tralie	**Hoof strome loop parallel en kleiner voedingsare sluit aan by die hoof strome bykans teen reghoeke**	**Hellende of geplooide sedimentêre of laegraadse meta-sedimentêre gesteentes; gebiede van parallelle breksies**
Radiaal	**Strome wat ontspring van 'n sentrale punt of streek**	**Vulkane, keëls, stollingsintrusies; residuele erosie verskynsels**
Sentripetaal	**Strome wat konvergeer na 'n sentrale punt toe**	**Laagte, krater of kom, sinkgate**
Ontwrig	**Versteurde patroon van doellose gerigte kort strome, mere en vleilande**	**Geërodeerde glasiale gebiede**
Ringvormig	**Ringvormige patroon**	**Strukturele keëls**

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

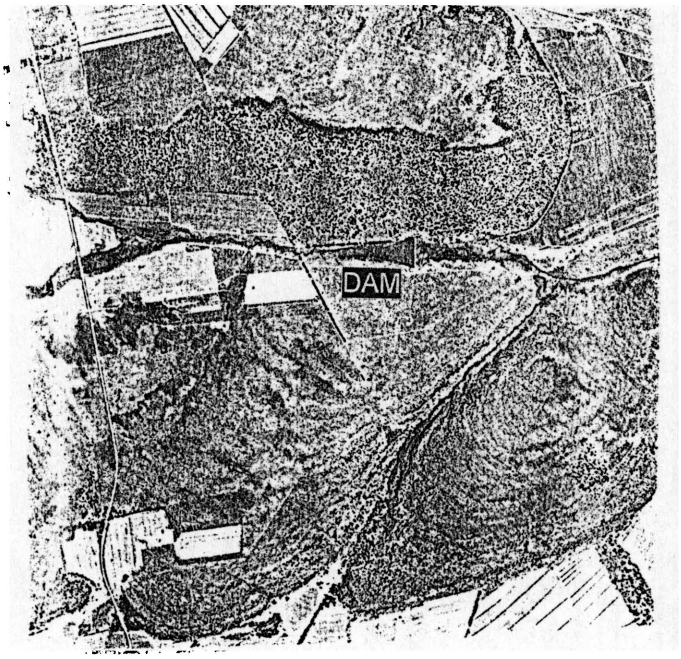
Dreineringspatrone wat sigbaar verskil van bogenoemde word afwykend genoem, en kan gelokaliseerde geologiese verskynsels uitlig (Drury, 1987).
Die tipe dreineringspatroon is dikwels die mees belangrikste indikator op 'n beeld om tussen verskillende gesteentes te onderskei (Drury, 1987 en Gupta, 1991).

2.5.8 Struktuur

Geologiese struktuur is die oorheersende beherende faktor in landskapontwikkeling (Gerrard, 1988). Hierdie begrip sluit in verskuiwings, plooie en al die fisiese en chemiese bydraes waarin aardmateriale verskil, insluitende fisiese hardheid van gesteente vormende minerale, die weerstandbiedendheid van gesteentes tot chemiese veranderinge en die poreusheid en permeabiliteit van gesteentes, t.o.v. ander gesteentes. Die term struktuur omvat stratigrafiese implikasies en sluit in kennis van gesteenteopeenvolgings en regionale verhoudings en beïnvloed reliëf deur litologie, gesteenteopvolging en hul strukturele opstelling (Gerrard, 1988). Volgens Gold (1980) is struktuur die oplyning van strukturele elemente in 'n vaste vorm of konfigurasies wat 'n geologiese identiteit besit, onafhanklik van grootte en gedefinieer deur 'n unieke vorm of karakteristiek soos 'n naatsone of 'n sone van intense seismiese aktiwiteit. Strukturele elemente besit 'n laterale (vlak of oppervlak) of lineêre kontinuïteit en 'n vaste posisie wat gekarteer kan word respektiewelik langs strekking of helling. Sulke elemente kan ook as 'n merker horison dien of in die funksie van 'n geologiese grens optree.
Om 'n aanvangspunt en dikwels ook om 'n geskikte boorplek te vind, is dit noodsaaklik dat daar na die stuktuur van 'n gebied gekyk moet word. 'n Sekere struktuur is nie altyd, en veral in nat of humiede gebiede, moontlik om direk op te spoor nie, sodat daar van andere metodes, soos geofisika, gebruik gemaak moet word.
Die manifestasie van diskontinuïteite, wat 'n stukturele basis het, kan dan ook dikwels opgespoor word deur verskille in topografie, helling, reliëf, grofheid en kleur van die grond, oppervlakvog, plantegroei en kombinasies hiervan te bestudeer.
Net so sal onkonformiteite aangedui word deur indirekte bewyse, soos o.a. verskille in die graad van deformasie (Gupta, 1991).
Om 'n paar voorbeelde te noem is daar in die studie bevind dat diabaasplate in die Wilgerivier Formasie meesal valleie vorm, die grond 'n rooi kleibasis vorm, veel fonteine het en ook met *Acacia*-spesies begroei is (sien afdeling 1.5). Sien hierop Figuur 2.13 wat 'n diabaasplaat tussen sandsteen van die Wilgerivier Formasie aandui.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.13. 'n Diabaasplaat, op die plaas Goedehoop 244 JS, wat duidelik bebos is (sentrale deel van die foto) en meer onderworpe is aan verwering, dus laagliggend is (spruit met dam) in teenstelling met die aanliggende sandsteen van die Wilgerivier Formasie wat hoërliggend en met gras bedek is. Dit is duidelik dat 'n onbewerkte terrein meer detail uitbring as 'n terrein waarop menslike aktiwiteite beoefen word soos akkerbou en nedersettings (Lugfoto: 5074/8/951, 1991).

Op sulke afstandwaarnemingsbeelde is dit maklik om vertikale diskontinuïteite waar te neem, maar horisontale diskontinuïteite word meesal onderdruk en het 'n onreëlmatige patroon (Gupta, 1991).

Verskuiwings, wat 'n belangrike grondwater ondersoekingsteiken is, is vlakke waarlangs blokke van die kors t.o.v. mekaar relatief beweeg het (Drury, 1987).
Die opspoor van vertikale tot vlakhoek verskuiwings of waarskynlike verskuiwings in afstandwaarneming word aangedui deur die volgende eienskappe wat sigself manifesteer in 'n omgewing:
-Verplasing van lae of sleutelhorisonne,
-Afgestompte lae,
-Teenwoordigheid van steiltes,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

-Driehoekige fasette,
-Oplyning van topografie soos nekke, pieke, ens.,
-Verplasing van die oorspronklike stroomkanaal,
-Oplyning van meertjies of 'n geslote depressie,
-Fontein oplyning,
-Oplyning van plantegroei,
-'n Reguit segment van 'n stroom,
-Watervalle in strome,
-Knikpunte of lokale versteilings (stroomversnellings) van die stroomgradiënt,
-Versteurings van kanale en valleie en
-Lineêre valleie.
'n Vlakhoek verskuiwing is soms moeilik om te interpreteer op vertikale beelde. Sulke verskuiwings het sterk kurwes of onreëlmatige dagsome, wat uitgeken kan word op die basis van diskordansie (Drury, 1987 en Gupta, 1991).

2.5.9 Lineamente

In die geologiese konteks behels lineamente verskuiwingsones, afstomping van dagsome, nate en breksie bewyse, oplyning van klowe, pype, gange en plutone, lineêre neigings a.g.v. litologiese gelaagdheid, lyne van beduidende sedimentêre fasies veranderinge, fonteine in 'n lyn, watervalle, reguitstroom segmente, plantegroei oplyning, gapings in rûe, valleie, opgelynde oppervlak uitsakkings, grondtekstuur en grondkleur veranderinge (Earl *et al.*, 1984, Hanson, 1984, Gupta, 1991 en Fetter, 1994). Bewyse hiervan in die studiegebied is op die plaas Waschbank 497 JR te sien. Lineamente word ook soms gemerk deur die aanwesigheid van termietheuwels (Bankfontein 375 JS).
Lineêre verskynsels is ook sigbaar op gravitasie-, magnetiese kaarte en ander geofisiese data en word gewoonlik gravitasie -of magnetiese lineamente genoem.
Lineamente is soms sones van deformasie en breksiëring, omdat hierdie sones minder weerstandbiedend teen erosie is as die omliggende gesteentes, wat sones van hoër sekondêre poreusheid en permeabiliteit binne die bodemgesteente behels, wat dan weer grondwater en/of mineraalvoorkomste bevat. Hoe langer so 'n lineament, hoe hoër mag sy waterlewering wees (Gold, 1980 en Hanson, 1984).
Die manifestasie van 'n lineament is afhanklik van die skaal van die beeld. Groot lineamente is belangrike skuifskeursones, verskuiwings, rifvalleie en groot tektoniese strukture of grense, of volgens Hanson (1984) neig lineamente om regionale

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

skuifskeursones uit te beeld en reflekteer diep verskuiwings. Klein lineamente bestaan uit klein verskuiwings, klein naatsones, breksies, gelaagheid, ens. (Figuur 2.14).

Gold (1980) noem die volgende oor die moontlike oorsake van lineamente:

-Skarniersones tussen komme;

-Oppervlak manifestasie van gange;

-Spanningsgrense geassosieer met trapskeurverskuiwings;

-Konsentrasie van spanningsones wat geassosieer is met skuifskeursones;

-Verlenging van vloergesteente krake aan die oppervlak.

Lineamente is meesal prominent in skild -en platvorm gebiede.

Hoe groter die skaal van 'n beeld, hoe beter en duideliker manifesteer 'n lineament sigself op daardie beeld.

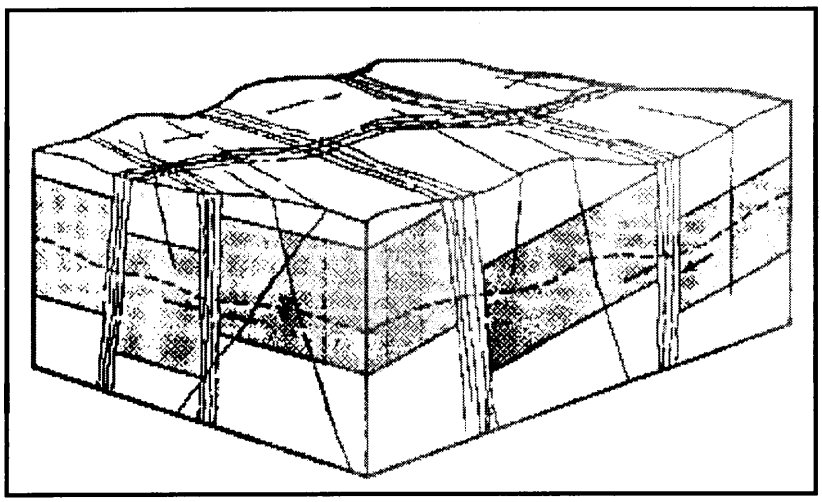
In die praktyk kan daar onderskei word tussen twee tipes lineêre verskynsels, naamlik:

(1) Fotografiese verbrokkelingspoor en

(2) Fotografiese lineament.

Altwee is natuurlike lineêre verskynsels, wat sigbaar is op lugfoto's en kontinu is tot 1.6 km. vir geval (1) en langer as 1.6 km. in geval van (2) (Figuur 2.15). Geen skynbare verplasing van strata oor 'n lineament is sigbaar nie.

Die visuele interpretasie van lineamente kan d.m.v. enkele kenmerke geskied, waaronder tonasie, tekstuur, kleur, patroon en assosiasie tel.



Figuur 2.14. Nate of verbrokkelingslyne is gewoonlik die oppervlak manifestasie van die verbrokkelingsones soos hierbo in die blokdiagram aangedui. Boorgate geboor by interseksies van hierdie sones kan buitegewone hoë lewerings bevat. Die stippellyn dui die watertafel aan (Earl *et al.*,1984).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

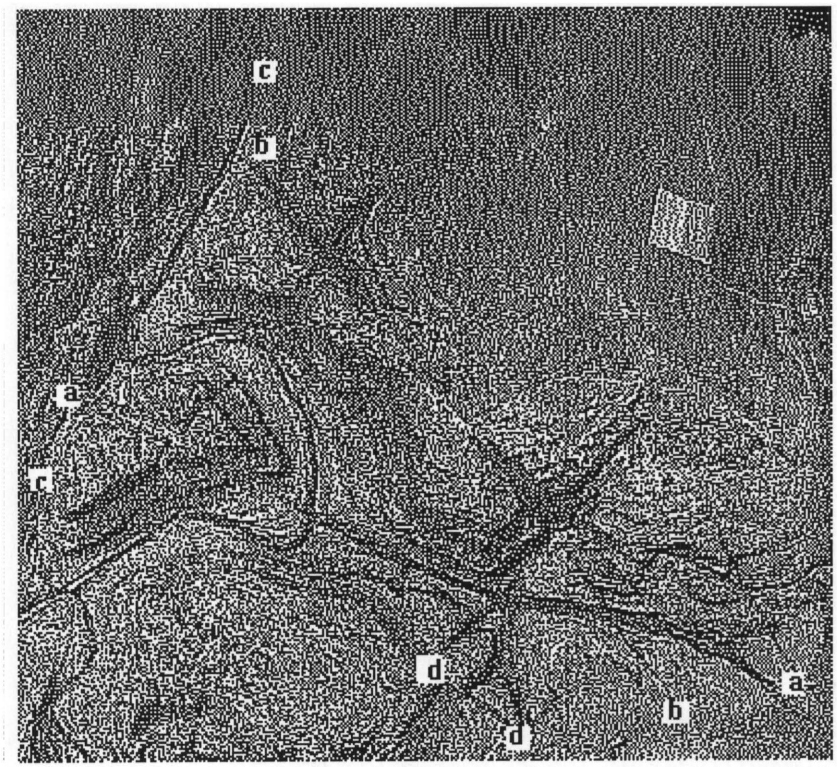
Earl *et al.* (1984) noem ook dat die interpretasie van lae-vlak vertikale lugfoto's kartering toe laat van verbrokkelingsones of lineamente. Hierdie landmerke gee 'n aanduiding van grondwatervloei en boorteikens vir beter lewerings as in die omliggende gesteentes en word meesal onderlê deur vertikale sones van meer dig gespasieërde verbrokkeling in die vloergesteente.

Lineamente kan oor gesteentes van verskillende ouderdomme en oor geologiese strukture strek. Hulle is meesal parallel tot die hoof naatsones in gelykliggende of geleidelik hellende strata, maar nie waar lae steil hellend is nie. Indien oppervlakgebiede geskei word deur hoof verskuiwings kan die individuele verskuifde blokke verbrokkelingstrukture van verskilllende oriëntasie besit. Die meerderheid van lineamente in 'n gebied kan in twee groepe gedeel word wat bykans loodreg m.b.t. mekaar georienteer is (Fetter, 1994).

In die studiegebied word veral in bergatige dele, nl. die noordelike deel van die Wilgerivier Formasie (sandsteen en konglomeraat), lineamente (diabaasgange) aangetref soos in Figuur 2.15 wat versyfer is in 'n swart-wit beeld wat die lineamente na vore bring. Gelyk gedeeltes, soos o.a. van die Wilgerivier Formasie en die Vryheid Formasie is redelik gedek met landbou aktiwiteite, wat die oppervlak geologie verdoesel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 2.15. Duidelike fotografiese lineamente (a tot c) en 'n fotografiese verbrokkelingspoor (d-d) in die Wilgerivier Formasie op die plaas Suikerboschplaat 263 JS. Die lineamente is waarskynlik diabaasintrusies. Let daarop dat lineament a-a selfs met 'n drastiese verandering in reliëf nog steeds waargeneem kan word. Lineament c-c vorm duidelik 'n sone van verwering en lae weerstand teen erosie, sodat die Klein-Olifantsrivier in die noordoostelike deel van die foto in lineament c-c vloei. Noord op die foto is na links (Lugfoto 1219/45/951, 1991).

2.5.10 Indikatore vir grondwater op afstandwaarnemingsbeelde

Die opsporing van grondwatervoorkomste op afstandwaarnemingsbeelde kan in twee groepe opgedeel word, met 'n uiteensetting in Tabel 2.2.

(i) Direkte aanwysers soos fonteine, kanale, voggehalte en

(ii) Indirekte aanwysers soos dreineringskarakteristieke, verbrokkelingsones, gesteente -en grondtipe.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 2.2. Belangrike aanwysers van grondwater op afstandwaarnemingsdata produkte (Meyer, 1984 en Gupta, 1991).

a) Eerste-orde of direkte aanwysers:
1. Verskynsels geassosieer met aanvullingsones: riviere, kanale, mere, dammetjies, ens.
2. Verskynsels geassosieer met onttrekkingsones: fonteine en ander gebiede met syferwater.
3. Grondvog.
4. Afwykende plantegroei.
b) Tweede-orde of indirekte aanwysers:
1. Topografiese verskynsels en algemene oppervlakgradiënt wat in 'n sekere mate die waterdrukvlak weerspieël.
2. Gesteente soorte-harde gesteente (onverweerde stollings, sedimentêre en metamorf) en sagte gesteente (verweerd) gebiede.
3. Regionale strukturele verskynsels.
4. Verweringsprofiel, tipe van grond en humus inhoud.
5. Plantegroei.
6. Grondvog.
7. Dreineringsdigtheid.
8. Poreusheid en permeabiliteit van formasie (van grondvog en dreineringsdigtheid waarnemings).
9. Verbrokkelingsisteme in onverweerde gesteente gebiede.
10. Spesiale geologiese verskynsels waaronder sinkgate, alluviale waaiers, gange, verskuiwings, skuifskeursones, begrawe kanale, ens., wat unieke grondwater voorkomste en beweging mag bevat.
11. Hidrologiese verband tussen aanvulling -en onttrekkingsones.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

2.6 LEKE METODES

Geofisiese -en geologiese wetenskaplike tegnieke om grondwater op te spoor vir die aanwysing van 'n boorgat, staan dikwels in kompetisie met ongewone, onwetenskaplike metodes wat deur 'n leek aangewend word. Sulke metodes behels 'n mikstok (wilgertak), ysterdraad, bottels gevul met water, ens., wat deur sogenaamde wiggelaars gebruik word.
Weens die gebrek in vroeër dae aan professionele geohidroloë (m.b.v. instrumente) en die gebrek aan kommunikasie middele, het elke plaaslike gemeenskap wat 'n behoefte na water en voedsel ondervind het, een of meer wiggelaars opgelewer. Water produseer voedsel, maar voedsel produseer nie water nie (Floyd, 1984). Die konsentrasie van wiggelaars is groter in plattelandse streke tot die res van die bevolking en veral waar grondwater moeilik is om op te spoor, as in ander gebiede. Die ontwikkeling van leke metodes is bloot die behoefte van 'n mens op ondergrondse waterbronne. Die wiggelaar is dan 'n "objektiewe" betroubare agent in die proses. In die studiegebied was ook 'n redelike hoeveelheid boorgate gevind wat aangewys is d.m.v. lekemetodes, veral ouer boorgate. Die rede vir hierdie tendens mag geleë wees in bogenoemde uiteensetting.

Vele mense wat vandag 'n leke metode aanwend het 'n sekere vlak van opleiding behaal. Sulke persone is dus onderrig en besit 'n aanvaarbare vlak van gesonde menslike verstand. Tydens die aanstelling van 'n leek om water te wys, veral wanneer die behoefte na water groot is, word daar op 'n metode vertrou wat geheel en al indruis in hul opvoedingsbeginsels en logika. Hierdie situasie skep 'n *opvoedingsparadoks*. Mense wat in hul lewe gelei word deur die nuutste wetenskaplike en tegnologiese ontwikkelings, en ook daarop vertrou, maar in die uur van nood hul wetenskaplike vertroue verloën in die guns van 'n pseudo-wetenskap (Vogt *et al.*, 1968).

Die tegniek waarvolgens die mikstok werk, is dat die stok onder spanning geplaas word, sodat onder die kleinste beweging van die pols of voorarme sal die stokkie geforseer word om te roteer na die grond toe (Vogt *et al.*, 1968). Opvattings onder wiggelaars hoekom die stokkie beweeg kan opgesom word in die onderstaande punte (Vogt *et al.*, 1968):

(1) Bonatuurlike kragte;
(2) Kwasi-wetenskaplike interpretasies (Elektromagnetiese teorië);
(3) Aantrekking tussen die stok en die water;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(4) Hidrotropiese teorie, "die stok is dors vir water";
(5) Elektrisiteit, magnetisasie en chemie.

Die gawe om met 'n mikstok water te wys is 'n verkrege gawe. 'n Wiggelaar word 'n wiggelaar eers nadat hy/sy 'n persoon gesien het wat met die metode rondgeloop het. Die opvatting bestaan ook dat net sekere mense die metode kan bemeester, of die gawe word van een persoon na 'n ander oorgedra, byvoorbeeld wanneer die wiggelaar 'n persoon begelei.

Wiggelaars deel hulself ook op in twee klasse, die wat droë gate wys (en die professie 'n slegte naam gee) en die wat suksesvolle gate wys (Vogt *et al.*, 1968, en Floyd, 1984).

Die pseudofisika verbonde aan wiggelaars word deur Vogt *et al.* (1968) en Miller (1982) bespreek. Die vernaamste eienskappe is dat die wiggelproses intense konsentrasie vereis wat gepaard gaan met 'n intense emosionele ondervinding. Die wiggelary verbeter dan ook met oefening.

Tydens die studie is persone en grondeienaars ook ondervra oor hul eie persoonlike siening i.v.m. die mikstok. Die gevoelens het van negatief tot positief gewissel. Die geloof in wiggelary word versterk deur 'n wiggelaar se aanwysing van geslaagde en veral sterk lewerende boorgate. Die aanwys van 'n droë gat lei dikwels tot die verwerping van die metodes. Sekere grondeienaars sal eers 'n wiggelaar aanwend voordat daar wetenskaplike tegnieke ingespan word. 'n Oud boorman en stokkiewyser beweer dat wiggelary onder die invloed staan van watergeeste; bose Sataniese magte. Een wiggelaar is egter in die besit van 'n doktorsgraad.

Die waardasie van resultate behaal met wetenskaplike boorplekaanwysing is dat meer geslaagde boorgate met 'n gemiddelde hoër lewering aangewys word (Vegter *et al.*, 1968). Die wiggelaar vertoon 'n onreëlmatige sukses koers teenoor die wetenskaplike, waarvan die aanwysing van grondwater berus op afstandwaarneming, hidrogeologie en geofisika (Mony, 1990). Die aanbeveling van wetenskaplike tegnieke bo leke metodes word deur Earl *et al.* (1984) gedoen.

Vogt *et al.* (1968) maak die stelling dat in hul studie bevind is dat wiggelary nie werk as 'n betroubare empiriese tegniek om ondergrondse water mee aan te wys nie. Hieruit spruit dat stelling dat wiggelary 'n bygelowige praktyk is, irrasioneel, 'n magiese voorspellery a.g.v. fisiologiese en sosiale redes.

Die keuse op 'n wiggelaar in vandag se tye is daarop gefundeer dat die besluit op 'n

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

boorposisie deur 'n wiggelaar direk op die oomblik gemaak word, met soms 'n diepte beskrywing en verwagte lewering daarby. 'n Grondeienaar wat van 'n persoon se suksesse te hore gekom het, kan ook 'n leek aanstel om water aan te wys. Die koste aspek en persoonlike voorkeure, voortspruitend uit 'n persoon se opvoeding (veral sonder formele natuurwetenskappe en wiskunde), kan ook tot 'n besluit lei. Die wetenskaplike gee 'n aanduiding waar geboor moet word, sonder waarborg vir water, sodat die grondeienaar nog steeds self moet besluit. Die wiggelaar neem die besluit uit die grondeienaar se hande deur self te besluit waar geboor moet word en verseker grondwater, sodat die grondeienaar 'n passiewe rol speel.

'n Wiggelaar sal nie die fisieke en misterieuse kant van hul aktiwiteite toon nie, omdat die ontdekking daarvan tot werkloosheid mag lei (Floyd, 1984).
'n Wetenskaplike se instrumente mag 'n meer akkurate beskrywing van die ondergrondse strukture weergee, maar die mikstok se beweging ontlok 'n emosionele bevryding van verwagting, omdat dit fisies sigbaar is. Die stokkie se aktiewe beweging teenoor die instument se passief voorkomende lesings lei tot 'n sigbaar aanvaarbare metode (Vogt *et al.*, 1968).

Die tekort aan wetenskaplike grondwaterinligting kan 'n persoon wat van voorneme is om te boor laat huiwer om met die wetenskaplike tegnieke voort te gaan. Hierdie studie in die betrokke gebied, wat redelik verteenwoordigend is van suid tot sentraal-wes Mpumalanga en oos-Gauteng, mag moontlik hierdie tekort aan inligting laat verminder en 'n positiewe gesindheid by die man in die straat teenoor die wetenskap laat ontwikkel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 3

GRONDWATERMEGANIKA

3.1 INLEIDING

Grondwater besit meganiese, termiese en chemiese energie. Ruimtelike energie verskille word geëlimineer deurdat grondwater geforseer word om van een gebied na 'n ander te beweeg. Die resultaat is dat die vloei van grondwater beheer word deur die wette van fisika en termodinamika (Fetter, 1994).

Die geofisikus en geohidroloog wat gemoeid is met die doeltreffende eksplorasie en ontwikkeling van grondwaterbronne moet dus deeglik kennis dra van grondwater-meganika. In hierdie studie is daar veral gekyk na faktore soos boorgatplasing, akwifeer-toestande en boorgatontwikkeling. In sekere boorgate is dompeltoetse (slugtoetse) uitgevoer en een pomptoetsdatastel is tydens die studie geïnterpreteer. Suksesvolle boorgat -en akwifeerontwikkeling kan alleenlik geskied deur die gebruik van grondwater-ontginningsbeginsels, grondwatervloeivergelykings en die aannames van dompel -en pomptoetsalgoritmes te volg.

3.2 VERGELYKINGS VAN GRONDWATERVLOEI

3.2.1 Darcy se wet

In die bestudering van dompel -en pomptoetsdata moet daar sekere kennis aangaande grondwatervloei vergelykings en -toestande by die interpreteerder aanwesig wees.
Die mees elementêre beginsel van grondwatervloei is die beginsel van vloeilyne.
Vloei in 'n oningeperkte grondwater omgewing word beheer deur ondeurlatende geologiese grense en die waterdrukvlak, wat dien as die boonste limiet van vloei (Sharp *et al.*, 1980). Geen vloei kan oor sulke grense geskied nie, sodat die water parallel tot hierdie grense moet vloei, genoem vloeilyne. Vloei geskied omdat die potensiële energievlak die water van 'n hoër watervlak na 'n laer watervlak laat beweeg, die hidrouliese gradiënt genoem (Driscoll, 1989).

Grondwater vloei onder die invloed van 'n hidrouliese gradiënt en die vloei sal een van twee vorme aanneem, laminêr of turbulent. Die meeste grondwatervloei is laminêr,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

behalwe naby gepompte boorgate, in basalte en in kalkstene (dolomiete) (Todd, 1980). Die vloei per eenheidstyd, Q, deur 'n eenheidsoppervlak, A, met 'n hidrouliese gradiënt, dh/dl, word beheer deur die hidrouliese geleidingsvermoë, K. Wanneer die vloei tussen twee punte laminêr van aard is, geld Darcy se wet (Todd, 1980 en Fetter, 1994).
Darcy se wet word beskryf deur (Todd, 1980 en Fetter, 1994):

$$K = -Q/[A(dh/dl)] \qquad (3.1)$$

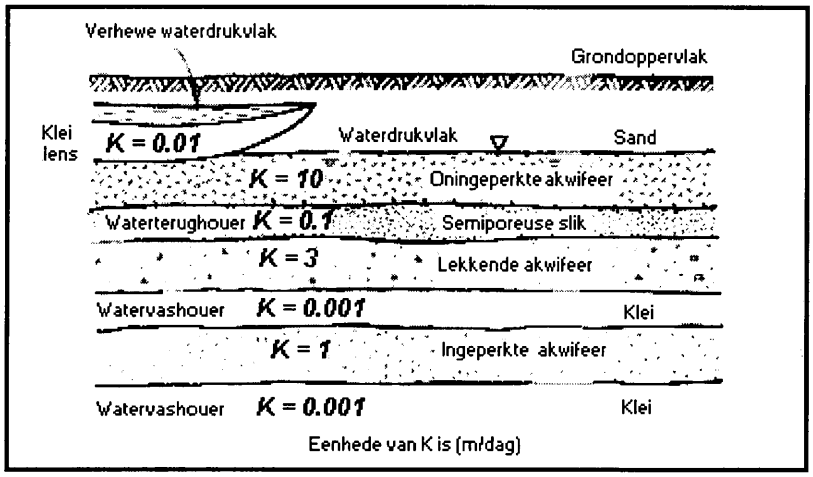
Die meting van K geskied in L/T eenhede, waar Q in L^3/T, A in L^2 en dh en dl in L gemeet word en met dh die verandering in die potensiaalvlakke tussen twee punte wat naby mekaar is. Die hoeveelheid dl is die klein afstand tussen hierdie twee punte. Die negatiewe teken is 'n aanduiding dat die vloei in die rigting van afnemende hidrouliese potensiaal is. Die eweredigheidskonstante van Darcy, K, is 'n funksie van die eienskappe van beide die poreuse medium en die vloeistof wat daardeur beweeg (Driscoll, 1989). Hidrouliese geleidingsvermoë, K, word beheer deur die grootte en vorm van die porieë, die effektiwiteit van die interkonneksie tussen porieë en die fisiese eienskappe van die vloeistof. 'n Redelik growwe sediment sal 'n hoë hidrouliese geleidingsvermoë besit, waar die verbindings tussen die porieruimtes relatief groot is t.o.v. die porieë self. Waardes van K vir primêre akwifere is van 0.4 tot 204 m/dag (Bowen, 1980 en 1986 en Fetter, 1994). Akwifeerkarakteristieke is meer belangrik as vloeistofkarakteristieke, b.v. digtheid en viskositeit in die bepaling van die K-waarde (Ward *et al.*, 1990). Waardes van K word in Tabel 3.1 weergegee (Bowen, 1980, 1986) en (Fetter, 1994).
Die toepassing van Darcy se vergelyking is dikwels moeilik, omdat die hidrouliese geleidingsvermoë dikwels anisotroop is, veral in genate en gebroke gesteentes. Darcy se wet is op oningeperkte en ingeperkte akwifere van toepassing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Tabel 3.1. Waardes van hidrouliese geleidingsvermoë vir ongekonsolideerde sedimente (Bowen, 1980 en 1986 en Fetter, 1994)

Materiaal	*Hidrouliese geleidingsvermoë (m/dag) (K)*
Klei	**10^{-6} - 10^{-3}**
Slik, sanderige slikke, kleierige sande en tilliet	**10^{-3} - 10^{-1}**
Slikkerige sande, fyn sande	**10^{-2} - 1**
Goed gesorteerde sande, glasiale puin	**1 - 10^{2}**
Goed gesorteerde gruis	**10^{1} - 10^{3}**

Figuur 3.1 illustreer die verband tussen verskillende akwifere en K, die hidrouliese geleidingsvermoë.



Figuur 3.1. Akwifeer definisies (met voorbeelde van *K* waardes) (Wanielista,1990).

Wanneer 'n boorgat geleë in 'n ingeperkte akwifeer gepomp word, word water uit berging onttrek. Dit gee aanleiding tot ‘n keël van drukontlasting. Die keël van drukontlasting in 'n ingeperkte akwifeer reageer volgens Darcy se wet (Fetter, 1994).

3.2.2 Grondwaterontginning

Die eksplotasie potensiaal van 'n akwifeer hang af van die langtermyn water lewering van so 'n akwifeer, wat weer op sy beurt 'n funksie is van aanvulling a.g.v. reënval en

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

grondwater berging.

Om 'n akwifeer te ondersoek behels die volgende twee stappe:

1. Geohidrologiese ondersoek van die gebied.

'n Hidrosensus van bestaande boorgate tesame met geofisiese opnames is 'n kardinale deel van hierdie ondersoekfase. Hierdie fase het 'n deurslaggewende rol in die studie gespeel. Die geologie van die gebied moet bekend wees. Byvoorbeeld in die geval van Karoo gesteentes is die bo-grond meesal kleierig en die hervulling van 'n akwifeer sal waarskynlik plaasvind daar waar die bo-grond dun of afwesig is. Akwifeerevaluering kan ook 'n rol hierin speel.

2. Die onversadigde sone.

Grond opnames wat uit die grondstruktuur en tekstuur bestaan (Kirchner *et al.*,1991).

Onder onversteurde toestande sal 'n akwifeer gewoonlik in die toestand van dinamiese ekwilibrium verkeer. 'n Volume van water vul die akwifeer aan en 'n gelykstaande volume vloei by fonteine en syferings uit. Die piësometriese oppervlak is stabiel en die hoeveelheid water wat deur die akwifeer geberg word is konstant. Die akwifeer laat die water van die aanvullingsgebiede na die ontrekkingsones deur. Die hoeveelheid water wat 'n oningeperkte akwifeer hervul, word bepaal deur drie faktore: (i) die hoeveelheid neerslag wat nie verlore gaan deur evapotranspirasie en afloop nie; (ii) die vertikale hidrouliese geleidingsvermoë van oppervlak afsettings en ander strata in die aanvullingsgebied van die akwifeer en (iii) die transmissiwiteit van die akwifeer en piësometriese gradiënt, wat bepaal hoeveel water van die aanvullingsgebied kan beweeg.

Die deurlaatvermoë van 'n akwifeer word gegee deur die transmissiwiteit, versimboliseer deur die letter T, gemeet in L^2/T (Todd, 1980 en Fetter, 1994):

$$T = Kb \qquad (3.2)$$

, waar K die hidrouliese geleidingsvermoë is in L/T gemeet, en

b die versadigde dikte van die akwifeer aandui, gemeet in L.

Die gemiddelde aanvulling van 'n akwifeer in die Karoo Opeenvolging is 2-4% van die jaarlikse reënval (Kirchner *et al.*, 1991). Hierdie waardes verander drasties by bv. 'n rivier in 'n alluviale afsetting. 'n Dun grond bedekking het 'n groter aanvullingspotensiaal as die geval by dikker grondbedekking. Dit is verder belangrik om te weet waar die grense van die akwifeer is (Kirchner *et al.*, 1991).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Reënval oefen 'n definitiewe invloed op grondwatervlakke in vlak verweerde sone akwifere in Suid-Afrika uit (Temperley,1975).

Die hoeveelheid water wat geberg word in 'n akwifeer, S (bergings koëffisiënt), reageer volgens twee faktore, nl. aanvulling en onttrekking.
Die S-faktor in oningeperkte akwifere is die funksie van die verandering in akwifeer-volume. In ingeperkte akwifere, indien hulle versadig bly, produseer drukveranderinge alleen baie klein veranderinge in volume.
Aan die hand van Vegter (1993) kan sekere bergingskoëffisiënte vir plaaslike toestande in Tabel 3.2 gelys word.

Tabel 3.2. Bergingskoëffisiënte vir Suid-Afrikaanse toestande (Vegter, 1993)

Aard van versadigde gesteente	***Bergingskoëffisiënt***	***Dikte van versadigde sone***	***Berging i.t.v. water-diepte***
Gebroke direk onder verweringsone	< 0.001	Varieerbaar, meesal minder as 10m	< 0.01m
Gebroke en gedeeltelik verweer	0.001 - 0.01	Varieerbaar, meesal minder as 20m	0.01 - 0.2m*
Gebroke en tenvolle verweer of gedisinte-greer	0.01 - 0.1	Varieerbaar, meesal minder as 30m	0.05 - 2.5m*
Karst	0.01 - 0.1	Varieerbaar, meesal dieper as 60m in plekke	1 - 10m*
Ongekonsolideerde tot semi-gekonsoli-deerde sedimente	0.05 - 0.2	Varieerbaar, van 'n paar tot oor 30m	0.1 - 10m

* Gelokaliseerde verwering mag lei tot laer gemiddelde bergingswaardes.

Omdat 'n akwifeer dikwels 'n nie-hernieubare hulpbron is, en kunsmatige onttrekking die onversteurde toestand van 'n akwifeer versteur, moet die balans tussen aanvulling en onttrekking bereken word d.m.v. 'n pomptoets. Die balans is nodig om 'n veilige lewering te verseker sonder dat die akwifeer uitgeput word.

Die onttrekking is hoofsaaklik 'n funksie van grondwaterverliese deur fonteine,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

plantegroei, evapotranspirasie en boorgate.

Bowen (1980), Todd (1980), Ward *et al.* (1990), Fetter (1994) en Bredenkamp *et al.* (1995) stel die hidrologiese vergelyking as:

$$I = O \pm \Delta S \qquad (3.3)$$

, waar I die aanvulling,

O die onttrekking, en

ΔS die verandering in berging voorstel.

Om 'n boorgat korrek te plaas op 'n sekere gesteente, moet die geofisikus 'n deeglike kennis besit van die verwagte onderliggende gesteentemateriaal. Alhoewel sekere inligting in die veld data gunstig mag lyk in 'n sekere geologiese omgewing, bv. ρ = 8.1 Ω.m. vir 'n verweerde diabaas, moet daar ook besef word wat die verwagte grondwater lewering van so 'n verwagte akwifeer gaan wees. So 'n lae waarde vir die soortlike elektriese weerstand dui op 'n groot klei-inhoud van die akwifeer wat die water eerder gaan vashou a.g.v. kapillêre kragte tussen die fynkorrelrige matriks. Die spesifieke lewering (S_y) en spesifieke terughouvermoë (S_r) van 'n akwifeer is belangrike parameters. Hierdie parameters bepaal hoeveel van die water in die akwifeer vir onttrekking beskikbaar is (Fetter, 1994).

Spesifieke lewering is die verhouding van die volume van water wat dreineer vanaf 'n versadigde gesteente a.g.v. die gravitasiekrag (w_y) tot die totale volume van die gesteente (V), m.a.w. $S_y = w_y/V$ (Fetter, 1994). Die gemiddelde spesifieke lewering van 'n aantal materiale word in Tabel 3.3 gelys. Die spesifieke terughouvermoë van 'n gesteente is die verhouding van die volume van water van 'n gesteente wat water kan terughou teen gravitasiekrag (w_r) tot die totale volume van die gesteente (V); $S_r = w_r/V$ (Fetter, 1994). Omdat die spesifieke lewering die volume van water voorstel wat 'n gesteente sal lewer by gravitasiedreinering, is die spesifieke terughouding die restant. Die som van beide is gelykstaande aan poreusheid, waar al die porieë interverbonde is (Ward *et al.*, 1990):

$$n = S_y + S_r \qquad (3.4)$$

Die spesifieke terughouvermoë neem toe met afnemende korrelgrootte, sodat 'n klei 'n poreusheid van 50% mag besit met 'n spesifieke terughouding van 48% (Ward *et al.*, 1990).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 3.3. Gemiddelde spesifieke lewering in persent (Fetter, 1994).

Materiaal	*Gemiddelde spesifieke lewering (%)*
Klei	**2**
Sanderige klei	**7**
Slik	**18**
Fyn sand	**21**
Medium sand	**26**
Growwe sand	**27**
Gruiserige sand	**25**
Fyn gruis	**25**
Medium gruis	**23**
Growwe gruis	**22**

Dit is duidelik dat die spesifieke lewering vinnig toeneem soos wat die persentasie sand toeneem, en indien die persentasie van slik, en veral klei toeneem, sal S_y afneem (Todd, 1980). Hieruit volg dat 'n akwifeer wat uit verweerde diabaas bestaan met 'n groot persentasie klei, 'n watervashouer sal definieer. Daar bestaan dus 'n verband tussen die soortlike elektriese weerstand en S_v (Tabel 3.3).

3.2.3 Vloeivergelykings

Om die vloei van grondwater onder sekere akwifeer -en onttrekkingstoestande te evalueer, word vloeivergelykings beskou. Die oplossing van so 'n vergelyking gee 'n aanduiding van die varieerbaarheid van die waterdrukvlak onder sekere spesifieke akwifeer -en vloeiomstandighede. Statiese -en nie-bestendige toestand vloei word beskou.

Ingeperkte akwifere

Die vloei van vloeistowwe is 'n funksie van verskeie veranderlikes en word gewoonlik beskryf deur parsiële differensiaal vergelykings waarin die ruimtelike koördinate, x, y en z, en tyd, t, die onafhanklike veranderlikes is.
Die hoof vergelyking vir vloei in 'n ingeperkte akwifeer is (Fetter, 1994):

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

$$K[\partial^2h/\partial x^2 + \partial^2h/\partial y^2 + \partial^2h/\partial z^2] = [\alpha\rho_w g + n\beta\rho_w g](\partial h/\partial t) \qquad (3.5)$$

, wat 'n algemene vergelyking vir vloei in drie dimensies vir 'n isotrope, homogene poreuse medium is, met β die saamdrukbaarheid van water, en die akwifeer saamdrukbaarheid, α.

Die digtheid van die water word voorgestel deur ρ_w en g is die gravitasie versnelling.

Die simbool h is die hoogte van 'n kolom water bo die verwysingspunt. Freeze *et al.* (1979) stel dat bostaande vergelyking die *diffusie* vergelyking genoem word. In statiese toestand vloei is daar geen verandering in watervlak met tyd, en by enige punt in die vloeiveld is die grootte en rigting van die vloeisnelheid konstant met tyd (Freeze *et al.*, 1979). Onder sulke toestande is tyd nie een van die onafhanklike veranderlikes nie, en statiese toestand vloei word beskryf deur die drie dimensionele parsiële differensiaal vergelyking, die *Laplace* vergelyking (Davis *et al.*, 1966):

$$\nabla^2 h = 0 \qquad (3.6)$$

McWhorter *et al.* (1977) bring 'n lekkasie faktor, $\mathfrak{R}$, in. Die definisie van die lekkasie faktor is:

$$\mathfrak{R} = [(Kbb_a)/K_a)]^{½} \qquad (3.7)$$

, met K die hidrouliese geleidingsvermoë van die akwifeer, K_a die hidrouliese geleidingsvermoë van die waterterughouer, b is die dikte van die akwifeer en b_a is dikte van die waterterughouer. Die *lekkende* akwifeer vergelyking word gegee deur McWhorter *et al.* (1977):

$$[\partial^2h/\partial x^2 + \partial^2h/\partial y^2 + (h_0 - h)/\mathfrak{R}^2] = (S/bK)(\partial h/\partial t) \qquad (3.8)$$

Freeze *et al.* (1979) stel dat bostaande vergelykings geld vir kortstondige versadigde vloei.

Die hoeveelheid vloei per eenheidsoppervlak, q', gemeet in L^2/T, vir statiese toestand vloei, kan uit Darcy se wet bepaal word (Fetter, 1994):

$$q' = Kb(dh/dl) \qquad (3.9)$$

Die koëffisiënte aan die regterkant van die vergelyking besit dieselfde betekenis soos in Darcy se wet.

Die waterdrukvlak in 'n boorgat, h, by 'n sekere afstand, x, tussen twee waterdrukvlakke

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

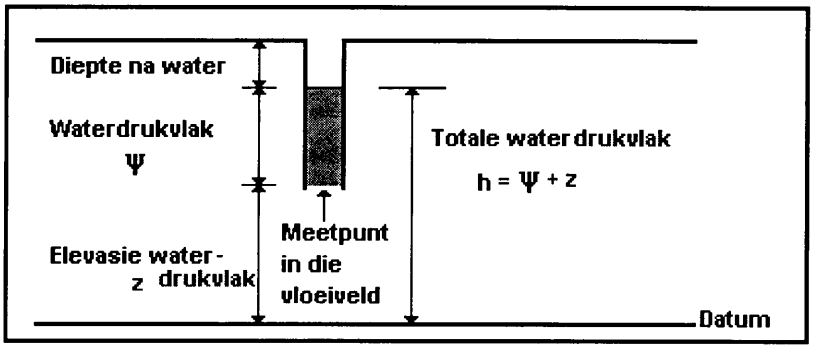
in twee piësometers, h_1 en h_2, word uitgedruk deur (Fetter, 1994):

$$h = h_1 - [(q'x)/(Kb)] \qquad (3.10)$$

Nie-bestendige toestand vloei vind plaas wanneer by enige punt in 'n vloeiveld die grootte of rigting van die vloeisnelheid met tyd verander (Freeze *et al.*, 1979).
In die geval van nie-bestendige toestand vloei neem vergelyking (3.5) die volgende gestalte aan, in drie dimensies (Freeze *et al.*, 1977):

$$\partial/\partial x[K(\psi)(\partial\psi/\partial x)] + \partial/\partial y[K(\psi)(\partial\psi/\partial y)] + \partial/\partial z[K(\psi)((\partial\psi/\partial z) + 1)] = C(\psi)((\partial\psi/\partial t) \qquad (3.11)$$

, waar $C = d\theta/d\psi$ die spesifieke vogkapasiteit is, met θ die voginhoud en ψ die verandering in watervlakdruk in 'n boorgat. Die verband $h = \psi + z$ bestaan ook in die vergelyking, waar h die hidrouliese watervlak is en z is die elevasie van die waterdrukvlak by daardie punt, Figuur 3.2. Vergelyking (3.11) word die *Richards* vergelyking genoem, vir 'n nie-bestendige toestand vloei deur 'n onversadigde poreuse medium, sien ook Kruseman *et al.* (1992).



Figuur 3.2. Vloeiveld definisies.

Die volgende aannames is van toepassing tydens nie-bestendige toestand vloei:

(1) Die akwifeer is ingeperk op die bodem deur 'n inperkende laag;
(2) Al die geologiese formasies is horisontaal en van oneindige horisontale omvang;
(3) Die piësometriese vlak van die akwifeer is horisontaal by die aanvang van die onttrekking;
(4) Die piësometriese vlak van die akwifeer verander eers nadat die wateronttrekking begin het;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(5) Al die veranderinge in die posisie van die piësometriese vlak is slegs die gevolg van die onttrekking;
(6) Die akwifeer is homogeen en isotroop;
(7) Al die vloei is radiaal na die boorgat toe;
(8) Grondwatervloei is horisontaal;
(9) Darcy se wet is geldig;
(10) Grondwater het 'n konstante digtheid en viskositeit;
(11) Die gepompte boorgat en die piësometers penetreer ten volle, d.w.s. hulle is ten volle uitgevoer oor die hele dikte van die akwifeer;
(12) Die gepompte boorgat besit 'n infinitesimale diameter en is 100% doeltreffend.

Tydens nie-bestendige toestand radiale vloei geld dat die akwifeer 'n radiale simmetrie besit en dat vloei na die boorgat radiaal is.
Indien die akwifeer isotroop in 'n horisontale vlak is, dan sal die vloei radiaal simmetries wees. Onder hierdie toestande word die vergelyking vir ingeperkte vloei (Fetter, 1994):

$$[\partial^2 h/\partial r^2 + r^{-1}(\partial h/\partial r)] = (S/T)(\partial h/\partial t) \qquad (3.12)$$

Die gewone betekenisse word aan die vergelyking gekoppel, met r die radiale afstand weg vanaf die gepompte boorgat, gemeet in L. Indien daar 'n lekkasie deur 'n inperkende laag voorkom, of hervulling aan die akwifeer geskied, sal die vloei-uitdrukking uitgedruk word as (Fetter, 1994):

$$[\partial^2 h/\partial r^2 + r^{-1}(\partial h/\partial r) + e/T] = (S/T)(\partial h/\partial t) \qquad (3.13)$$

, met e die koers van vertikale lekkasie, gemeet in L/T.

Oningeperkte akwifere

Water in oningeperkte akwifere word verkry vanuit berging deur vertikale dreinering van water in die porieë. Hierdie dreinering veroorsaak 'n daling in die posisie van die watertafel naby 'n gepompte boorgat soos wat tyd vorder. Slegs in die geval van 'n oningeperkte akwifeer kan die versadigde dikte met tyd verander. Onder sulke toestande sal die transmissiwiteit van die akwifeer verander. Die algemene vloeivergelyking vir twee dimensionele oningeperkte vloei is bekend as die *Boussinesq* (nie-lineêr) vergelyking, gegee deur McWhorter *et al.* (1977):

$$[\partial/\partial x(h\partial h/\partial x) + \partial/\partial y(h\partial h/\partial y)] = (S_y/K)(\partial h/\partial t) \qquad (3.14)$$

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

, waar S_y die spesifieke lewering voorstel. Indien die onttrekking in die akwifeer uiters klein is in vergelyking met die versadigde dikte kan die veranderbare dikte, h, vervang word met 'n gemiddelde dikte, b, wat aangeneem word dat dit konstant oor die akwifeer is. Die Boussinesq vergelyking word dan 'n lineêre vergelyking van die vorm (Fetter, 1994):

$$[\partial^2 h/\partial x^2 + \partial^2 h/\partial y^2] = (S_y/Kb)(\partial h/\partial t) \qquad (3.15)$$

wat van dieselfde vorm is as vergelyking (3.5) (Fetter, 1994). Davis *et al.* (1966) beskryf bostaande vergelyking as:

$$\nabla^2 h = (S_y/Kb)(\partial h/\partial t) \qquad (3.16)$$

Die waterdrukvlak in 'n boorgat, h, by 'n sekere afstand, x, tussen twee waterdrukvlakke in twee piësometers, h_1 en h_2, word uitgedruk deur (Fetter, 1994):

$$h = [h_1^2 - (((h_1^2 - h_2^2)x)/H) + ((wx(H - x))/K)]^{½} \qquad (3.17)$$

, waar h die waterdrukvlak by x is, gemeet in L

x is die afstand van die oorsprong, gemeet in L

h_1 is die waterdrukvlak by die oorsprong, gemeet in L

h_2 is die waterdrukvlak by H, gemeet in L

H is die afstand van die oorsprong by die punt h_2, gemeet in L

K is die hidrouliese geleidingsvermoë, in L/T gemeet

w is die hervullingskoers, in L/T gemeet

Hierdie vergelyking kan gebruik word om die elevasie van die waterdrukvlak op enige plek tussen twee punte wat 'n afstand H verwyder is te vind, mits die versadigde dikte van die akwifeer bekend is by die twee eindpunte.

As die afstand van die oorsprong na 'n grens bekend is, kan die elevasie van die waterdrukvlak by die skeiding gevind word deur x = d te vervang in vergelyking (3.17), Fetter (1994):

$$h_{max} = [h_1^2 - (((h_1^2 - h_2^2)d)/H) + ((wd(H - d))/K)]^{½} \qquad (3.18)$$

Die vloei van water in 'n oningeperkte akwifeer na 'n gepompte boorgat toe word beskryf deur die volgende vergelyking, Fetter (1994):

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

$$[K_r(\partial^2 h/\partial r^2) + K_r/r(\partial h/\partial r) + K_v(\partial^2 h/\partial z^2)] = S_s(\partial h/\partial t) \qquad (3.19)$$

, waar h die versadigde dikte van die akwifeer is, gemeet in L

r is die radiale afstand weg van die gepompte boorgat, gemeet in L

z is die elevasie bo die basis van die akwifeer, in L gemeet

S_s is spesifieke berging, gemeet in 1/L

K_r is radiale hidrouliese geleidingsvermoë, gemeet in L/T

K_v is vertikale hidrouliese geleidingsvermoë, in L/T gemeet

t is tyd in dae, gemeet in T

Onttrekking in akwifere

In die geval waar verskeie boorgate uit een akwifeer water onttrek, kan oorvleulende ontwateringskeëls voorkom. By enige gegewe punt in 'n ingeperkte akwifeer is die totale onttrekking die som van die individuele onttrekkings vir elke boorgat. Omdat die Laplace vergelyking lineêr is, word die superposisie van onttrekkingseffekte gevind deur eenvoudige optelling. Lineêre superposisie is slegs geldig vir ingeperkte akwifere, waarin die waarde van die transmissiwiteit nie verander met onttrekking nie. In oningeperkte akwifere sal hierdie metode lei tot 'n verlaagde gesamentlike onttrekking as wat waarlik die geval is (Fetter, 1994). Die klassieke hidrouliese benadering lewer nie goeie resultate in onverweerde gesteente omgewings nie en is dit moeilik om die grondwater potensiaal van sulke akwifere te bepaal. Die probleem wat hiermee saamhang is die feit dat in Suid-Afrika die meeste akwifere sekondêre akwifere is; akwifere in onverweerde gesteente terrein (Botha, 1993). Plaaslike programmatuur soos AQUAINV en AQUAMOD (Seimons, 1993) mag help in Suid-Afrikaanse toestande.

3.2.4 Hidrogeofisiese verwantskappe

Verbande tussen elementêre vergelykings in die geofisika, veral die gelykstroom weerstandstegniek en hidrogeologiese vergelykings wat dieselfde vorm aanneem en slegs verskil in 'n veranderlike laat die vraag ontstaan of daar 'n verwantskap is tussen die parameters wat verskil, b.v. tussen die soortlike elektriese weerstand, ρ, en die transmissiwiteit, T.

In die studie van Coetsee (1994) asook Meyer *et al.* (1991) is bevind dat betekenisvolle verbande tussen die hidrouliese geleidingsvermoë en soortlike elektriese weerstand nie universeel toepasbaar is nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Hidrogeofisiese verwantskappe is nie in hierdie studie bestudeer nie, weens die feit dat die beste hidrogeofisiese verwantskappe verkry word in oningeperkte akwifere. Verwantskappe word aansienlik verbeter indien die akwifeer deur 'n enkele geoëlektriese laag in 'n geoëlektriese model voorgestel kan word. In genate en meerlaag akwifere, waar anisotropie wel teenwoordig is, kan die soortlike elektriese weerstand in komponente opgedeel word (korrelasie tussen transversale soortlike elektriese weerstand met longitudinale hidrouliese geleidingsvermoë en omgekeerd) (Coetsee, 1994). Die oppervlakte van die totale studiegebied tesame met die groot verskeidenheid sekondêre akwifere wat aangetref is, maak die opstel van sulke verwantskappe moeilik.
Tydens die studie is daar van die gelykstroom weerstandstegniek gebruik gemaak om sekondêre akwifere mee te karakteriseer. Die gebruike van hierdie metode is veral handig om:
-lokalisasie van sones van intense gebroke gesteentes te bepaal,
-bepaling van die hoofrigting van die nate en die bepaling van die naat parameters op grond van hul anisotropie,
-bepaling van die dikte van die verweerde sone en van die dikte van die bolaag.
Al hierdie probleme kan dikwels opgelos word d.m.v. 'n samevoeging van sonderings - en profileringstegnieke. Lokalisasie van naatsones is gebaseer op die feit dat hul 'n laer soortlike elektriese weerstand (behalwe wanneer die nate met lug gevul is) besit in teenstelling met die omliggende gesteentes. Indien die veldmetings parallel is aan die hoofstrekkingsrigting van die naatsones, sal 'n kleiner skynbare soortlike elektriese weerstand waarde gemeet word (Legrand, 1979 en Karous *et al.*, 1988).

3.3 DOMPELTOETSE

3.3.1 Inleiding

Die bepaling van akwifeerparameters met 'n pomptoets is gewoonlik duur. 'n Alternatief vir 'n pomptoets is 'n dompeltoets om akwifeerparameters mee te bepaal (Fetter, 1994). Die hidrouliese geleidingsvermoë van die formasie in die onmiddelike omgewing van die piësometer kan so bepaal word. 'n Bekende watervolume word vinnig onttrek of toegevoeg tot die boorgat. Die tempo waarteen die statiese watervlak daal of styg word dan gemeet. Daarna word die data op 'n gepaste metode geanaliseer (McWhorter *et al.*, 1977 en Fetter, 1994). Uit hierdie metings kan die akwifeer se transmissiwiteit, T, en die bergingskoëffisiënt, S, mee bepaal word. In die studie is 'n geslote silinder in 'n boorgat afgesak. Die silinder verplaas sy eie volume van water binne die boorgat, sodat die druk

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

in die boorgat verhoog word. Die volume van die dompelaar sal sy eie volume water verplaas, wat in die akwifeer of formasie sal moet invloei.

Die metode is eenvoudig en vinnig om in die veld toe te pas en is goedkoop in terme van toerusting en arbeid. Eerstens word die statiese watervlak gemeet. Tweedens word 'n meetband bo by die bopunt van die gat aan die watervlakmeter-kabel vasverbind. Derdens word 'n lang (±1.5m., met volume 6.54 liter) silinder aan 'n tou vasgemaak en laat sak in die gat tot net bo die watervlak. Vierdens word die silinder laat val in die gat en die tyd word vanaf nou gemeet vir elke eenheid styging (bv. 5mm.) van die watervlak, totdat die watervlak weer herstel het na sy oorspronklike posisie toe. 'n Outomatiese opname eenheid word benodig indien die akwifeer se transmissiwiteit hoër is as 250m^2/d (Vivier *et al.*, 1995b). Hoe hoër die transmissiwiteit van die boorgat is, hoe vinniger sal dit herstel. Die aanwending van dompeltoetse vind byval om regionale grondwaterbronne te evalueer, op pas ontwikkelde boorgate, en vir landelike watervoorsiening. 'n Dompeltoets is nie 'n totale vervanging van pomptoetse nie, maar daar kan redelik akkurate akwifeerparameters uit verkry word. Vir boorgate met 'n uitermate sterk lewering (+15 000 l/uur) sal die toets nie akkuraat genoeg wees nie (Vivier *et al.*, 1995b).

Die lewering van 'n boorgat kan bepaal word vanaf 'n dompeltoets volgens die empiriese formule van Vivier *et al.*, 1995b:

$$Q = 117155.08t^{-0.824} \qquad (3.20)$$

, waar Q = lewering van die boorgat in l/uur, en

t = hersteltyd van die boorgattoets in sekondes.

Dit moet egter in gedagte gehou word dat 'n dompeltoets nie 'n pomptoets is nie. 'n Dompeltoets is veral geskik om die lewering van lae produksie boorgate te bepaal. In boorgate dieper as 90 meter word die akwifeer met die laagste piësometriese druk getoets (Kruseman *et al.*, 1992 en Vivier *et al.*, 1995b).

Die empiriese formule, vergelyking (3.20), is nie gebruik nie, omdat die formule slegs 'n onderskeid kon getref het tussen hoë en swak lewerende boorgate. 'n Tekortkoming van die formule is sy beperkte hersteltyd. Die berekende lewering volgens dompeltoets hersteltyd op boorgate met 'n lewering van 2000 l/uur en 'n hersteltyd van 3600 sekondes word onderskat.

'n Bykomende probleem is dat die empiriese vergelyking afgelei is van akwifere in die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Karoo Opeenvolging. 'n Aantal boorgate waarin dompeltoetse in die studie uitgevoer is, is nie in die Karoo Opeenvolging geleë nie.

3.3.2 Interpretasie en beginsels

Die interpretasie van dompeltoetsdata is m.b.v. die rekenaarprogram AQTESOLV (Geraghty & Miller, Inc., 1989) gedoen, wat die analitiese interpretasie metodes van Cooper *et al*. (1967) en Bouwer & Rice (1976) gebruik. Die korrelasie matriks van die oplossing verskaf 'n metode waarmee die betroubaarheid van die parameters bepaal kan word. Teorie aangaande dompeltoetse word omvattend in Dawson *et al*. (1991) en Kruseman *et al*. (1992) bespreek.

3.3.3 Bouwer & Rice

Bouwer & Rice (1976) se metode is gebaseer op Thiem se vergelyking (sien vergelyking (3.21), Dawson *et al*., 1991 en Kruseman *et al*., 1992). Hierdie metode is van toepassing op 'n onsaampersbare oningeperkte akwifeer waar die boorgat die akwifeer slegs gedeeltelik penetreer. Die invloei van water in 'n boorgat na die skielike verwydering van 'n sekere hoeveelheid water word gegee deur Dawson *et al*. (1991) en Kruseman *et al*. (1992):

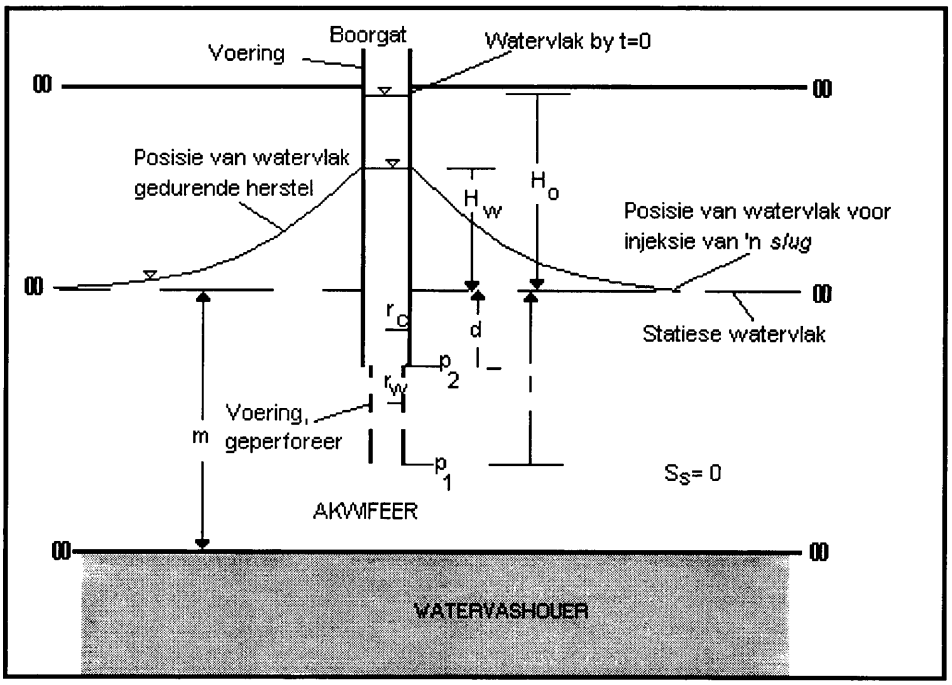
$$Q = [(2pK(l - d)H_w)/ln(R/r_w)] \qquad (3.21)$$

, waar Q die tempo van grondwatervloei, gemeet in L^3T^{-1}, is deur 'n boorgat se voering tussen posisies p_1 en p_2 vir 'n gespesifiseerde watervlak in die boorgat H_w. K is die hidrouliese geleidingsvermoë en R is die radius van die ontwateringskeël van die boorgat.

In Figuur 3.3 word enkele parameters voorgestel wat van belang is in 'n dompeltoets.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



00 = Neig na oneindig

Figuur 3.3. Voorstelling van Bouwer & Rice se interpretasie parameters.

d = afstand van die statiese waterdrukvlak na die bokant van die boorgatvoering met perforasie ($d \geq 0$);

H_o = Oombliklike hoogte verandering van die waterdrukvlak in die boorgat a.g.v. die inplasing van 'n silinder, V, tyd t = 0;

H_w = Hoogte van water in die boorgat bo die versteurde statiese waterdrukvlak, tyd t > 0;

l = Vertikale afstand van die statiese watervlak na die bodem van die boorgatvoering met perforasie;

m = Versadigde akwifeer dikte;

r_c = Effektiewe radius van die boorgatvoering;

r_w = Effektiewe radius van die boorgatvoering met perforasie;

S_s = Spesifieke akwifeer (elastiese) berging, gemeet in L^{-1};

t = Tyd verloop na inplasing van 'n silinder met volume V;

Die volgende randvoorwaardes moet geld volgens Dawson *et al.* (1991) en Kruseman *et al.* (1992):

(1) Die akwifeer word slegs onder ingeperk deur 'n watervashouer;

(2) Al die lae is horisontaal en benader 'n oneindige plaat;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(3) Die statiese waterdrukvlak is horisontaal en benader 'n oneindige plaat;
(4) Die akwifeer is homogeen en isotroop met dieselfde dikte in die gebied wat deur die dompeltoets beïnvloed word;
(5) Grondwaterdigtheid en viskositeit is konstant;
(6) Grondwatervloei kan d.m.v. Darcy se wet beskryf word;
(7) 'n Silinder, V, word oombliklik in die boorgat laat val by tyd t = 0;
(8) Waterdrukvlakverlies deur die boorgat voering met perforasie, filtermateriaal en ontwikkelde sone is weglaatbaar klein;
(9) Die akwifeer is nie saamdrukbaar nie;
(10) Verhoging van die waterdrukvlak is klein in vergelyking met die akwifeer versadigde dikte. Daar is geen vloei bo die waterdrukvlak nie as t > 0;
(11) Die boorgat penetreer die versadigde dikte van die akwifeer ten volle of gedeeltelik;
(12) Die boorgatdiameter is eindigend, sodat opberging van water in die boorgat nie geïgnoreer kan word nie;
(13) Die vloei na die boorgat is deurlopend in 'n statiese toestand.

Dit moet in gedagte gehou word dat 'n dompeltoets slegs die bepaling van K in 'n beperkte gedeelte van 'n akwifeer toelaat. Indien die Bouwer & Rice metode toegepas wil word op 'n lekkende akwifeer moet geld dat die akwifeer se onderste grens 'n watervashouer is en sy boonste grens uitgemaak word deur 'n waterterughouer.
Hierdie metode is ook van toepassing op ingeperkte akwifere indien die bokant van die boorgatvoering met perforasie 'n bepaalde afstand onder die inperkende laag geplaas is (Kruseman *et al.*, 1992).

Die tempo van die afname in die waterdrukvlak in die boorgat is gelykstaande aan die vloeitempo deur die boorgatvoering met perforasie gedeel deur die oppervlak van die boorgatvoering (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$dH_w/dt = -Q/\pi r_c^2 \qquad (3.22)$$

Uit vergelykings (3.21) en (3.22) volg (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$dH_w/H_w = -[2K(l - d)/r_c^2 \ln(R/r_w)]dt \qquad (3.23)$$

'n Volume water word oombliklik in die boorgat vrygestel by tyd t = 0, sodat 'n styging in die waterdrukvlak in die boorgat ontstaan, H_o.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

$$H_w(t = 0) = H_o \qquad (3.24)$$

By 'n afstand R $\Rightarrow \infty$ van die boorgat af, is die styging in waterdrukvlak nul, maar.

$$H_w(r = R) = H_o \qquad (3.25)$$

Die analitiese oplossing word gegee deur (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$K = [(r_c^2 \ln(R/r_w)\ln(H_o/H_w))/(2(l - d)t)] \qquad (3.26)$$

Die program AQTESOLV gebruik bostaande formule in die berekening van 'n K-waarde vir 'n sekere akwifeer (Geraghty & Miller, Inc., 1989).
Die interpretasie van dompeltoetsdata word gedoen op die sogenaamde "laat-tyd" van die hersteltyd. 'n Duidelike verandering in die helling van die kromme word hier waargeneem. Die rede is dat hierdie tyd die werklike akwifeer toestande rondom die boorgat voorstel (Dawson *et al.*, 1991, Kruseman *et al.*, 1992 en Fetter, 1994).

.

3.3.4 Cooper, Bredehoeft en Papadopulus

Die metode van Cooper *et al.* (1967) is van toepassing op 'n saampersbare ingeperkte akwifeer, en waar 'n sekere volume water in die boorgat self ook aanwesig is (Dawson *et al.*, 1991, Kruseman *et al.*, 1992 en Fetter, 1994).
Dieselfde konseptuele model as in Figuur 3.3 is hier van toepassing met dieselfde betekenis van die simbole, behalwe dat S die akwifeerberging (dimensieloos) en s die daling of styging in die waterdrukvlak voorstel by 'n afstand r vanaf die boorgat met tyd t > 0, gemeet in L. Die akwifeer word egter van bo en onder ingeperk deur 'n watervashouer.

Die volgende randvoorwaardes moet geld volgens Dawson *et al.* (1991) en Kruseman *et al.* (1992):

(1) Die akwifeer word bo en onder ingeperk deur watervashouers;
(2) Al die lae is horisontaal en benader 'n oneindige plaat;
(3) Die aanvanklike statiese waterdrukvlak (voor inplasing van 'n silinder) is horisontaal en benader 'n oneindige plaat;
(4) Die akwifeer is homogeen en isotroop met 'n uniforme dikte in die gebied wat deur die dompeltoets beïnvloed word;

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(5) Grondwaterdigtheid en viskositeit is konstant;
(6) Grondwatervloei kan beskryf word deur Darcy se wet;
(7) Grondwatervloei is horisontaal en radiaal wegwaarts gerig van die boorgat;
(8) Die boorgat penetreer die hele versadigde dikte van die akwifeer;
(9) 'n Silinder, V, word oombliklik gelos in die boorgat by tyd t = 0 met 'n gepaardgaande direkte verplasing in die waterdrukvlak;
(10) Waterdrukvlakverlies deur die boorgatvoering en filter is weglaatbaar klein;
(11) Die akwifeer is saampersbaar en volledig elasties;
(12) Die vloei na die boorgat is in 'n nie-bestendige toestand;
(13) Die boorgatdeursnee is eindig, sodat berging van water in daardie gat nie geïgnoreer kan word nie.

Die boorgat radius, r_c, beïnvloed die duur van 'n boorgattoets; 'n kleiner r_c sal die durasie van die toets korter maak, wat 'n voordeel is in akwifere met 'n lae permeabiliteit (Dawson *et al.*, 1991).

Die fundamentele vergelyking stam uit vergelyking (3.12) uit met h = s (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992).

$$[\partial^2 s/\partial r^2 + r^{-1}(\partial s/\partial r)] = (S/T)(\partial s/\partial t) \quad , \; r > r_w$$

Die ander simbole, S en T besit hul gewone verklaring.

Voordat 'n aanvang met die ontrekkingsproses gemaak word, is die styging (s) in die waterdrukvlak oral in die akwifeer nul en gelykstaande aan H_o binne die boorgat (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$s(r > r_w, t = 0) = 0 \qquad (3.27)$$
$$H_w(t = 0) = H_o = V/\pi r_c^2 \qquad (3.28)$$

Styging(s) in die akwifeer by die bopunt van die boorgat en in die boorgatvoering is gelyk aan mekaar

$$s(r = r_w, t) = H_w \qquad (3.29)$$

By 'n oneindige afstand van die boorgat is die styging (s) nul

$$s(r = \infty, t) = 0 \qquad (3.30)$$

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die tempo van watervloei in die akwifeer is gelykstaande aan die tempo van afname in die volume van water wat opgeberg word in die boorgat (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$(2\pi r_w T)(\partial s(r = r_w, t)/\partial r) = \pi r_c^2(\partial H_w(t)/\partial t) \qquad (3.31)$$

Die analitiese oplossing vir styging in die akwifeer is (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$s = 2H_o/\pi \int_0^\infty \exp(-\beta y^2/\alpha)\{J_o(yr/r_w)[yY_o(y) - 2\alpha Y_1(y)] - Y_o(yr/r_w)[yJ_o(y) - 2\alpha J_1(y)]\}(dy/\Delta(y)) \qquad (3.32)$$

, waar

$$\alpha = Sr_w^2/r_c^2 \qquad (3.33)$$

$$\beta = Tt/r_c^2 \qquad (3.34)$$

$$\Delta(y) = [yJ_o(y) - 2\alpha J_1(y)]^2 + [yY_o(y) - 2\alpha Y_1(y)]^2 \qquad (3.35)$$

en J_o = orde nul Bessel funksie van die eerste soort
J_1 = orde een Bessel funksie van die eerste soort
Y_o = orde nul Bessel funksie van die tweede soort
Y_1 = orde een Bessel funksie van die tweede soort

Die oplossing vir die styging in die *boorgat* word gegee deur:

$$H_w/H_o = F(\alpha, \beta) \qquad (3.36)$$

, waar $F(\alpha, \beta)$ 'n boorgatfunksie is (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$F(\alpha, \beta) = (8\alpha/\pi^2) \int_0^\infty (\exp(-\beta y^2/\alpha)/y\Delta(y))dy \qquad (3.37)$$

Vergelyking (3.37) is van toepassing in die AQTESOLV program (Geraghty & Miller, Inc., 1989). By al die wiskundige modellering van dompeltoetsdata m.b.v. die Cooper *et al.* (1967) metode is 'n bergingskoëffisiënt van 0.005 aangeneem, wat verteenwoordigend is van gebroke en gedeeltelik verweerde (sekondêre) waterdraers, met 'n maksimum akwifeer- dikte van 10 meter, in Suid-Afrikaanse toestande volgens Vegter (1993).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

3.3.5 Pomptoetse

Pomptoetse word uitgevoer om die hidrouliese parameters van die akwifeer te bepaal. Hieruit kan die veilige lewering van die boorgat bepaal word (Driscoll, 1989).
'n Pomptoets berus op die feit dat 'n boorgat teen 'n sekere konstante tempo gepomp word en die veranderende watervlak in waarnemingsboorgat(e) by voorafbepaalde tyd intervalle gemeet word.
Daar bestaan twee basiese soorte akwifeertoetse: konstante tempo-toets en stapsgewyse onttrekkingstoets (Driscoll, 1989 en Kruseman *et al.*, 1992). Daar is slegs van een pomptoetsdatastel gebruik gemaak tydens die studie.

Die interpretasie van pomptoetsdata is m.b.v. die rekenaarprogram AQTESOLV (Geraghty & Miller, Inc., 1989), waarin die algoritmes van Theis (1935), Cooper-Jacob (1946) en Hantush (1964) gebruik word, gedoen. Teorie aangaande pomptoetse word omvattend in Dawson *et al.* (1991) en Kruseman *et al.* (1992) bespreek.

Die aannames wat by Theis (1935) se konseptuele model van toepassing is, stem hoofsaaklik ooreen met Cooper, Bredehoeft en Papadopulus (1967) se aannames, par. 3.3.4. Al punt wat bykom is dat die pomptempo konstant gehou word.

Die oplossing vir watervlak daling in die akwifeer, s, en die Theis boorgatfunksie, W(u), word gegee deur (Dawson *et al.*, 1991 en Kruseman *et al.*, 1992):

$$s = (Q/4\pi T)W(u) \qquad (3.38)$$

, waar

$$W(u) = \int_u^{\infty} [\exp(-u)/u]du \qquad (3.39)$$

, en

$$u = r^2S/4Tt$$

Vergelyking (3.38) is van toepassing in die AQTESOLV program (Geraghty & Miller, Inc., 1989). Die Theis (1935) metode word dikwels toegepas op pomptoetsdata van ingeperkte akwifere weens sy diverse toepassings (Bredenkamp *et al.*, 1995).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die Cooper-Jacob metode (1946) is in wese 'n spesiale geval van die Theis (1935) metode.
Indien die afstand (r) tussen die gepompte gat en die piësometer klein is en tyd (t) groot is, geld vir vergelyking (3.38):

$$u = r^2S/4\pi T < 0.01$$

$$S = (Q/4\pi T)[-0.5772 - \ln r^2S/4Tt] \qquad (3.40)$$

Vergelyking (3.40) staan bekend as die Cooper-Jacob (1946) metode (Dawson *et al.*, 1991, Kruseman *et al.*, 1992 en Bredenkamp *et al.*, 1995). Vergelyking (3.40) is van toepassing in die AQTESOLV program (Geraghty & Miller, Inc., 1989).

3.3.6 Veilige Lewering

Uit al die beskikbare pomptoets gegewens word die akwifeer se transmissiwiteit (T), bergingskoëffisiënt (S) en lewering (Q) bepaal. Die belangrikste deel van 'n pomptoets is die hersteltydkromme van die watervlak van die gepompte boorgat. Driscoll (1989) gee 'n aantal formules om uit hierdie kromme T en S te bepaal. Die parameter Q word deur die persoon wat die pomptempo beheer bepaal.
Veilige lewering van 'n akwifeer is die hoeveelheid grondwater wat jaarliks uit die akwifeer onttrek kan word sonder om 'n ongunstige gevolg te ontwikkel (Freeze, 1979).
Waar die hersteltydkromme die tyd-as sny, kan die veilige lewering van die akwifeer bepaal word. Die volgende verband word uit Driscoll (1989) afgelei:

$$t + p = xt \qquad (3.41)$$

, met t die totale hersteltyd van die watervlak gemeet nadat die pomp afgeskakel is,
p die totale pomptyd,
x is die waarde waar die watervlak herstelkromme die tyd-as sny.
Uit hierdie verband word bereken hoe lang die boorgat gepomp kan word (p) en hoe lang die watervlak moet herstel (t) om veilige lewering te verseker.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

HOOFSTUK 4

DIE KAROO OPEENVOLGING

4.1 DIE KAROO OPEENVOLGING

Gesteentes van die Karoo Opeenvolging lê diskordant en min of meer horisontaal op 'n vloer van gesteentes van die Transvaal Opeenvolging, nl. kwartsiet, skalie, lawa, dolomiet; die Ventersdorp Supergroep, nl. amandelhoudende andesitiese lawa, kwartsiet, konglomeraat en skalie asook gesteentes van die Witwatersrand Supergroep, nl. kwartsiet, konglomeraat en skalie. Daar is ook gedeeltes wat rus op gesteentes van Argeïse graniet en skis (Vegter *et al.*, 1968). Die Dwyka Formasie en Ecca Groep van die Karoo Opeenvolging met intrusiewe dolerietplate en -gange word in die studiegebied aangetref.

4.1.1 Dwyka Formasie

Die Dwyka Formasie vorm die vloer van die Karoo Opeenvolging in die studiegebied, met glasiogene sedimente en gesteentes soos sandsteen, moddersteen met rolstene, steenkool, fluvioglasiale gruis, konglomeraat (van glasiale oorsprong), sliksteen, (warwe) skalie en hoofsaaklik tilliet/diamiktiet (de Villiers,1961, Vegter *et al.*, 1968, SACS, 1980 en Rust *et al.*, 1996). Die Dwyka Formasie kan tot 15m. dik in die studiegebied wees, maar is nie oral aanwesig nie. In holtes van die paleo-vloer word die formasie aangetref. Dagsome word deur die Ecca Groep bedek (Vegter *et al.*, 1968 en Visser, 1989).
Die tilliet is 'n swak waterdraer en omdat water hoofsaaklik in nate voorkom, word die kans om water in tilliet te vind waarskynlik kleiner. Dikte is egter 'n belangrike parameter. Hoe dikker die tilliet, hoe groter die moontlikheid dat water in 'n naatsone getref sal word (de Villiers,1961 en Vegter *et al.*, 1968).

Die skalie van die Dwyka Formasie is gewoonlik sag, swart en koolstofhoudend met 'n lae deurlatendheid, wat die gevolg het dat die skalie as sodanig geen of min water in boorgate lewer nie. Smal gebakte en genate sones langs dolerietintrusies is egter deurlatend.
Akwifere in die Dwyka Formasie wat destyds deur Frommurze (1937) aangedui is, is

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

steenkool en steenkool-skalie, sandsteen bo en onder die steenkool sowel as dolerietintrusies waar grondwater in die gebakte sone in die onmiddelike omgewing van so 'n intrusie voorkom. Gruis en grof korrelrige sandsteen dien ook as uitstekende akwifere ter plaatse. In die Bronkhorstspruit omgewing het hierdie formasie slegs 'n beperkte waterleweringsvermoë wat dikwels weerspieël word in droë boorgate. Frommurze (1937) stel in sy werk dat die gemiddelde diepte van boorgate 52 meter was in 1937 en die water is by 'n gemiddelde diepte van 29 meter raakgeboor. Die gemiddelde lewering was 2400 l/uur. Die persentasie onsuksesvolle boorgate was destyds 15.4% (Frommurze, 1937).

4.1.2 Die Ecca Groep

Die Ecca Groep word in die studiegebied verteenwoordig deur die Vryheid Formasie. Die betrokke formasie rus op die Dwyka Formasie of op die onewe vloer van pre-Karoo formasies (Vegter *et al.*, 1968).

Die formasie word gekenmerk deur dik lae van gelerige na wit, kruisgelaagde sandsteen en grintsteen, met afwisselende lae van sagte, donker grys, koolstofryke, sanderige skalie en enkele bande van steenkool. Die steenkoollae in die studiegebied word aan die basis van die formasie gevind. In die Witbank omgewing is die maksimum dikte van hierdie formasie rofweg 130m (de Villiers,1961, Vegter *et al.*, 1968, SACS, 1980, Visser, 1989 en Rust *et al.*, 1996). Volgens Vegter (1964) is sandsteen in 'n groter mate teenwoordig as skalie.

Vegter *et al.* (1968) en Kirchner *et al.* (1991) stel dat die Ecca Groep 'n baie lae deurlatendheid besit, waar die geval van oop nate en krake die deurlatendheid sal laat toeneem. Hoe dikker die sandsteen, hoe beter die kanse om verspreide waterdraende nate raak te boor.

4.1.3 Karoo doleriet

Dolerietintrusies kom voor as plate en/of gange, wat intensief genaat kan wees en die nate is parallel aan die kontakte. Die doleriet is 'n donker grys tot amper swart gekleurde kompakte, kristallyne stollingsgesteente ("ysterklip" of "blouklip") wat fyn tot medium korrelrig is en uit labradoriet, ougiet en fenokriste van plagioklaas bestaan (Vegter *et al.*, 1968, SACS,1980, Visser, 1989 en Rust *et al.*, 1996). Basaltiese glas word met die fenokriste geassosieer as 'n nou strook langs die kontak (Visser, 1989). Magnetiet is

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

gewoonlik in die doleriet teenwoordig (Visser, 1989). Die aanwesigheid van magnetiet in dolerietintrusies maak dit 'n wesenlike eksplorasie teiken vir die magnetiese tegniek, veral omdat die Karoo Opeenvolging sedimentêr van aard is, met geen of min magnetiet.
Doleriet verweer sferoïdaal en suilvormig. Die verweerde doleriethorison is die waterdraers in so 'n geval. Onverweerde doleriet is ondeurlatend. Volgens Vegter (1964) is daar twee soorte tensie-nate wat aangetref word in die doleriet en aangrensende sedimentêre gesteentes; kolomnate in drie rigtings van 120º t.o.v. mekaar en nate wat parallel aan die kontak ontwikkel is. Nate wat naby 'n kontak ontwikkel is, is die beste ontwikkel en ‘n boorgat moet hier geplaas word. Indien daar weg van die kontak beweeg word, verdwyn die reëlmatigheid met 'n toename in spasiëring totdat dit verdwyn buite die gebakte sone. 'n Vermindering in diepte word ook ondervind.

Die meeste van die intrusies is konkordant of semi-konkordant en daarom plaatvormig. Sommige plaatvormige intrusies sny diskordant deur die gelaagdheid. Die meeste van die plate word gevind in die sagte, kleihoudende gesteentes van die Karoo Opeenvolging. Die kontak tussen 'n kleihoudende -en sandhoudende formasie is 'n horison wat dikwels as 'n waterdraer kan dien (de Villiers, 1961).

Droë boorgate by plaatintrusies is volgens de Villiers (1961) die gevolg van:
-Die onderste kontaksone van dolerietplate is bokant die piësometriese drukhoogte, of
-Die plate is te diep onder die aardoppervlak.

4.2 KAROO AKWIFERE

Die geologiese struktuur van die Karoo Opeenvolging beheer die voorkoms van grondwater (diepte na die statiese watervlak), veral waar plooie, verskuiwings, opskuiwings, goed ontwikkelde nate, laagvlakke, erosiekomme, verbrokkeling en verwering voorkom (Frommurze, 1937).
Met sulke kenmerke is die Karoo akwifere hoogs heterogeen van aard en besit 'n ingewikkelde geometrie. Karoo formasies as akwifere word daarom ook die beste beskryf as 'n heterogene, anisotropiese en effens gebroke poreuse medium (Vivier *et al.*, 1995a). Die water word geberg in die poreuse matriks en die krake dien as vervoermediums van die water. Hoë ontrekkingskoerse kan die matriks en krake vervorm. Die beperkte hoeveelheid krake is hoofsaaklik van 'n hellende horisontale aard

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

en nie vertikaal nie (Frommurze, 1937 en Vivier *et al.*, 1995a).

Gesteentes van die Karoo Opeenvolging het in die algemeen 'n lae poreusheid, asook gewoonlik 'n baie lae permeabiliteit en spesifieke lewering (Kent *et al.*,1965). Die poreusheid van Karooskalie is minder as 3%, en die gemiddelde poreusheid van Ecca sandsteen is 12%, terwyl die van middel Ecca grintsteen 'n persentasie koers van 8-18% kan behaal. Hierdie syfers is egter nie van toepassing op dieper lae nie, omdat daar 'n groter mate van litifikasie is. Verder is daar 'n 'n opmerklike toename in poreusheid en in permeabiliteit as gevolg van verwering (de Villiers,1961 en Vegter *et al.*, 1968).

Karoo akwifere beslaan die grootste deel van Suid-Afrika en ook die suidelike deel van die studiegebied. Die akwifere kan beskou word as een van die primêre bronne vir drinkwater in Suid-Afrika, maar word meesal as onbetroubare bronne bestempel a.g.v. hul beperkte lewerings -en aanwendingsvermoë (Vivier *et al.*, 1995a). Die waterkwaliteit volgens Vegter (1964) bevat 'n konsentrasie SiO_2, asook Na_2CO_3 wat 'n groot gedeelte van die totale opgeloste stowwe (TDS) uitmaak. Grondwater geassosieer met steenkool se kwaliteit is dikwels swak, a.g.v. hoë nitraat en sulfied konsentrasies in die water. Dit gee aanleiding tot die brakkerige karakter van die water. Probleme met boorgate waarvan die lewering drasties verswak en diep boordieptes om 'n waterdraer raak te boor a.g.v. die verlaging van die piësometriese drukhoogte in die gebied deur die onttrekking van grondwater uit steenkoolmyne, is geopper deur boormanne en boere.

Die waterdraende strukture, wat hieronder verder bespreek word, is soos volg (de Villiers,1961 en Vegter *et al.*, 1968):
(1) Ecca-gesteentes sonder dolerietintrusies;
(2) Gange en hulle kontaksones;
(3) Verweringskomme en lense van sedimente in dolerietplate;
(4) Verweerde -en gebroke boonste kontaksones van dolerietplate;
(5) Verweerde -en gebroke onderste kontaksones van dolerietplate.

Ecca-gesteentes sonder dolerietintrusies

Die resultate wat hier deur Vegter *et al.* (1968) verkry is, is erg teleurstellend, weens die feit dat die water lewering swak is a.g.v. die gesteentes se ondeurlatendheid. Sedimentêre gesteentes sonder dolerietintrusies het swakker lewerings as waterdraers

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geassosieer met dolerietintrusies (sien die gevallestudies) (Vegter, 1964).
Daar bestaan 'n swak korrelasie tussen die skynbare soortlike elektriese weerstand en persentasie geslaagde boorgate. Daar is 'n komplekse onderskeid tussen sandsteen en skalie en ander verskillende stratigrafiese horisonne, omdat die lae mekaar vinnig afwissel en die sonderingskromme slegs die gemiddelde soortlike elektriese weerstand reflekteer (Vegter *et al.*, 1968).

Gange en hulle kontaksones

Gange word feitlik oral aangetref. Die strekking is in enige rigting, maar 'n algemene rigting is noordwes-suidoos of wes-noordwes--oos-suidoos (Visser, 1989).
Gange wat uit porfiritiese doleriet bestaan met 'n breedte tussen 1-18m, vorm nie dikwels kenmerkende rûe of bosstrepe nie. Dagsome van hierdie dolerietgange is skaars, en kan gewoonlik net met 'n magnetometer opgespoor word. Doleriet naby kante van gange is sterk genaat en in die geval van smaller gange is die doleriet heeltemal verbrokkel, waar in hierdie smal verbrokkelde sone dan water aangetref kan word, asook in gebakte en verbrokkelde sedimentêre gesteentes langs gange (de Villiers,1961, Kent *et al.*, 1965 en Vegter *et al.*, 1968). Die sandsteenkontak met doleriet word gebrandmerk deur 'n mate van herkristallisasie en die metamorfisme van skalie na horingfels (Vegter *et al.*, 1968 en Hattingh, 1996).

By die aanwysing van 'n geskikte boorposisie moet die presiese kontak en die kontak se helling verkry word deur die interpretasie van 'n magnetiese anomalie. 'n Verdere probleem is die NRM (natuurlike remanente magnetisasie) wat bepaal moet word om 'n akkurate model te interpreteer vir 'n suksesvolle boorgat (sien gevallestudies).

Verweringskomme en lense van sedimente in dolerietplate

Die verweringsproses in die kontak omgewing van 'n dolerietplaat is soos volg:
Eerstens word op die bo-grond en daaronder intens verweerde gesteentes aangetref wat oorgaan na 'n waterdraende oorgangsone. Hierdie deurlatende sone bestaan uit effens verweerde intens genate doleriet. Laastens gaan hierdie sone in diepte oor na harde, onverweerde doleriet. Die diepte van verwering wissel baie, sodat kom -en trogvormige sones van dieper verwering ontstaan, maar die doleriet is selde dieper as 20m. verweer. In sulke komme en troê van verwering is groot watervoorrade meesal

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

vasgevang in die onreëlmatige, gedeeltelike verweerde en gebroke sone net onder die verweerde gesteente (Kent *et al.*,1965). In die topografiese landskap waar laagtes, soos vleilande, volop is, is die verwering vlak en die diepste verwering word aangetref in kontaksones van verskillende gesteentes aan die voet van bulte, net buite hierdie laagtes (de Villiers,1961 en Vegter *et al* .,1968). Jonger gang -en plaatvormige intrusies van porfiritiese doleriet is intens genaat en waterdraend, sodat die lewering van boorgate in verweerde -en verbrokkelde doleriet hoër is as in die geval van ander gevalle buite sulke gebiede. Naatsones in dun lense van xenolitiete (skalie) in dolerietplate mag ook goeie waterdraers wees (de Villiers,1961 en Vegter *et al* .,1968).

Verweerde -en gebroke boonste kontaksones van dolerietplate

Die plate is horisontaal en konkordant met die geïntrudeerde Ecca-sedimente, met volop plaaslike onreëlmatige afwykings op 'n kleiner skaal. Wanneer die plate kleiner word en meesal onreëlmatig in vorm is, dan varieer die hellings oor kort afstande.
Om water hier raak te boor is dit beter om op of naby die genate kontak te boor (de Villiers,1961 en Vegter *et al* .,1968).

Verweerde -en gebroke onderste kontaksones van dolerietplate

Die onderste kontaksone tree dikwels as 'n ingeperkte akwifeer op, veral langs die dagsoom van die onderste kontak. 'n Plaat se hele dikte rondom so 'n dagsoom of rand kan vir etlike tientalle meters verweer wees asook die sedimente daarom. Die werk van Vegter *et al.* (1968) toon sekere skynbare soortlike elektriese weerstand sonderingskrommes met hul geassosieerde geologie en grondwatervoorkomste. Die tipe kromme wat geskik is vir boorgataanwysing is 'n K-tipe en 'n AA-tipe, waar die derde laag redelik dik is. Die mees geslaagde resultate word verkry waar grondwater naby of op die kontak voorkom.
Volgens de Villiers (1961) en Kent *et al.* (1965) is hierdie onderste kontak gewoonlik die beter akwifeer, in die geval van plate dunner as 15-20m., naby die hellende ontblote verweerde rante van die intrusies. In die geval van dikker plate, is die waarskynlikheid kleiner om hier water raak te boor, selfs waar die hele dikte doleriet verweer is, a.g.v. 'n te diep onderste kontaksone met 'n swak aanvulling en 'n lae permeabiliteit van die verweerde gesteente.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Dit is dikwels belangrik om m.b.v. die gelykstroom weerstandstegniek die dikte van plate te bepaal, om so die moontlikheid te ondersoek of grondwater onder die plaat voorkom. Lukraak metodes lei dikwels tot droë gate en hoë kostes. So 'n geval is in die omgewing van Doornrug 302 JS waar oor die hele plaas geboor is op 'n plaat, sonder sukses.

4.3 GEOMORFOLOGIE

Daar bestaan 'n wesenlike verskil tussen die geomorfologie van die noordelike deel en die suidelike deel van die studiegebied. Die noordelike deel se geomorfologie word hoofsaaklik in Hoofstuk 9 behandel.
Die Karoo Opeenvolging bestaan in die studiegebied hoofsaaklik uit kleihoudende sandsteen en skalie met plaaslike dolerietintrusies. Al hierdie gesteentes is in 'n groot mate blootgestel aan verwering wat redelike gelyk gebiede daarstel. In die heel suidelike deel van die studiegebied, wat in 'n groot mate bedek word deur doleriet, word 'n groter topografiese verskeidenheid aangetref. Die redelik gelyk gedeeltes bestaan uit stroompies sonder 'n definitiewe vloei patroon en rigting wat ontaard in vleie. Rante wat hier aangetref word bestaan uit sandsteen (Witbank 80 IS) of doleriet (Rooipoort 144 IS). Alluviale afsettings (oningeperkte akwifere) word aangetref in vloedvlaktes (Witrand 103 IS).

Fonteinwater en vleie speel ook 'n oorwegend belangrike rol vir die voorsiening van drinkwater van mens en dier. Fonteine wat die outeur gesien het, kan aan die hand van Meinzer (Bowen, 1986) tussen vierde en sesde soort geklassifiseer word. Die frekwensie van boorgate in hierdie gesteentes is betreklik klein t.o.v. plaasgroottes, wat verder versteur word deur mynboubedrywighede (Figuur 1), asook die benutting van vele plase as akkerbougrond, waar die benodigde besproeingswater uit fonteine, vleie en damme verkry word, wat die behoefte na 'n boorgat (met 'n swak lewering) laat verswak.

4.4 GEOBOTANIE

Plantegroei in hierdie gebied is redelik yl en skaars, behalwe vir aangeplante bome. Die manifestering van dolerietintrusies d.m.v. plantegroei is feitlik afwesig. Turfgrond kenmerk verweerde intrusies (Yzervarkfontein 106 IS), met 'n grondkleurverandering van grys na swart. Rivierlope dui ook dikwels op verweerde dolerietintrusies. Een

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

boomspesie wat yl verspreid voorkom en 'n geobotaniese indikator vir doleriet mag wees is die Soetdoring (*Acacia karroo*) (dr. B de Winter: persoonlike kommunikasie). Die grasspesie *Fingerhuthia sesleriiformis* is 'n waardevolle hulp by aanwysing van boorplekke op kalkhoudende sedimente en in vleilande, sien Hoofstuk 1 (Kent *et al.*, 1965, Vegter *et al.*, 1968 van Oudtshoorn, 1994 en dr. B de Winter: persoonlike kommunikasie).

4.5 GEOFISIKA

By al die boorgate op die plase wat ondersoek is, is gelykstroom elektriese sonderings uitgevoer. Sekere gevalle is ondersteun deur die magnetiese tegniek, indien moontlik. Elektromagnetiese profilering was slegs op een plaas uitgevoer, a.g.v. kunsmatige geleiers wat by die ander boorgate aangetref is en die interpretasie van die data sal beïnvloed.

Gelykstroom elektriese sonderings is dikwels in enige rigting uitgevoer, omdat die Karoo Opeenvolging ter plaatse geen voorkeur helling en strekking besit nie. Invloede van anisotropie is dus beperk.

Geruis is in soverre verminder deur weg van mynboubedrywighede, kraglyne en kragstasies te bly.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6 GEVALLESTUDIES

4.6.1 Schoongezicht

Inleiding

Die plaas Schoongezicht (225 IR), geval 33 (Figuur 1), is ongeveer 4km. suid van Argent stasie geleë. Die ligging van die boorgat is 26º05'38" S. en 28º48'21" O. Die lewering van die boorgat beloop by die 1700 l/uur (onwetenskaplike toets). Die boorgat en -pompdieptes is onbekend.

Geologie

Die oppervlak gesteentes is deel van die Vryheid Formasie van die Ecca Groep, met onderliggende gesteentes van die Pretoria Groep, nl. die Daspoort Formasie (kwartsiet en skalie), die Silverton Formasie en diabaas. Die onderliggende gesteentes hel teen ongeveer 20º na die noordooste (2628 East Rand, 1986).
Plaaslik is lateriet, rooi skalie en steenkool aangetref. Boorgatstate van omliggende plase se boorgate soos in die NGDB (1996) gelys getuig van skalie, sandsteen, doleriet en graniet.

Geomorfologie

Die gebied het 'n golwende topografie met vleilande. Geen heuwels of uitstaande rante is waarneembaar nie. 'n Kilometer na die suide toe is 'n spruit.

Geobotanie

Op 'n buurplaas is die grasspesie *Fingerhuthia sesleriiformis* aangetref. Die gras groei daar in 'n vleigebied, waar daar ook 'n boorgat is. Ongelukkig kon hierdie geval nie ingesluit word nie, omdat die area na die bo-gemiddelde reën van 95/96 ontoeganklik was.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Op die plaas is slegs twee gelykstroom elektriese sonderings gedoen by dieselfde boorgat. Die teenwoordigheid van pre-Karoo gesteentes onder die redelike isotrope Vryheid Formasie het tot die paradoks van anisotropie gelei, wat die sonderingskromme van die eerste sondering (Figuur 4.1) vervorm het. Die sonderingskromme het 'n HKHK-tipe vorm (Figuur 4.1). Elektriese sondering 2 is loodreg m.b.t. sondering 1 uitgevoer. Beide sonderings het 'n gemeenskaplike middelpunt. Sondering 2 is in 'n noord-noordwes--suid-suidoos rigting uitgevoer, parallel met die onderliggende gesteentes van die Pretoria Groep volgens die 2628 East Rand (1986) kaart. Die Pretoria Groep gesteentes hel teen 22-grade na die noordooste volgens die 2628 East Rand (1986) kaart.
Die model in Figuur 4.1 kan laagkontakte aandui, waarvan die posisies ooreenstem met die korrekte model in Figuur 4.2.
Die tweede elektriese sondering definieer 'n duidelike vier-laag geoëlektriese aarde (Figuur 4.2).

Die velddata en die gemodelleerde sonderingskromme (kromme) word in Figuur 4.2(a) getoon. Die geïnterpreteerde geoëlektriese model word daarvolgens voorgestel in Figuur 4.2(b). Maksimum en minimum soortlike elektriese weerstand en dikte waardes vir die lae word gelewer, omdat die beginsel van ekwivalensie (Van Zijl, 1987) hier geld. Die uiterste grense van ekwivalensie is volgens inversie bepaal d.m.v. die program RESIXP (Interpex, 1988). Uit die tabel volg dat vir 'n beste pas model volgens ekwivalensie, is die eerste laag se soortlike elektriese weerstand 305 Ωm. met 'n laagdikte van 1.8 meter. 'n Totale diepte van 116.8 meter bo die weerstandbiedende vloergesteente word verkry.
Die klein krommepassingsfout dui op akkurate velddata en min vervorming van die sonderingskromme. Die krommepassingsfout is laag gehou deur eers die velddata voorwaarts te modelleer totdat 'n goeie krommepassing verkry word. Die laag parameters wat tydens die voorwaartse modellering gebruik is berus op die boorgatstaat, NGDB (1996) en die geologie. Daarna word die verkryde voorwaartse model gemodelleer deur inversie om ekwivalensie te ondersoek. Deur die metode word swak resolusie en nie-uniekheid van die kromme verminder, indien die beginsels van ekwivalensie, onderdrukking, geologiese inligting en ander sonderingskrommes van die omgewing in ag geneem word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die volgende interpretasie kan gemaak word aan die hand van die NGDB (1996) en die geologiese interpretasie van die geoëlektriese interpretasie.
Die boonste laag in Figuur 4.2 is verweerde gesteente materiaal, wat hoofsaaklik uit 'n kleierige sand bestaan. Daaronder volg sandsteen tot op 'n diepte van 5.0 meter. 'n Redelike dik moddersteenlaag met intergelaagde steenkool volg hierop tot 116.8 meter diep. Die vloergesteente wat aldus in die sondering opgespoor word is kwartsiet van die Daspoort Formasie met $\rho_{(bp)}$ = 2055 Ωm.

Gevolgtrekking

Die soortlike elektriese weerstand van die dik derde laag is laag t.o.v. die ander soortlike elektriese weerstande, sodat die kanse goed is dat dit met water versadig is. Indien die derde laag uit 'n samestelling van hoofsaaklik sandsteen, ondergeskikte moddersteen en steenkool bestaan, kan enkele waterdraende sones soos kontakte, laagvlakke en naatsones aanwesig wees. So 'n samestelling van lae is moontlik volgens die NGDB (1996). Indien die diskordansie tussen die Vryheid Formasie en die kwartsiet 'n ingeperkte akwifeer is, is die invloed van die geleidende sone nie sigbaar op die sonderingskromme nie a.g.v. onderdrukking. Die soortlike elektriese weerstand van die dik Vryheid Formasie is in die orde van 175 Ωm. wat deur die sondering opgespoor is wat grondwater lewer. Alhoewel die boorgat -en pompdiepte onbekend is, word die diepte van die boorgat op 130 meter geraam, om al die moontlike waterdraers te penetreer. Die lae lewering van die boorgat word hoofsaaklik toegeskryf aan die lae permeabiliteit van die gesteentes van die Vryheid Formasie en die diepte (116.8 meter) van die kwartsiet/moddersteen kontak wat regstreekse aanvulling beperk.

Gelykstroom elektriese sonderings tesame met die magnetiese tegniek word aanbeveel vir grondwater ondersoeke op die plaas. Die elektriese sonderings verskaf 'n goedkoop manier om waardevolle inligting aangaande geleiers en moontlike waterdraers in diepte op te spoor. In hierdie geval is maklik in diepte gepenetreer met die elektriese sonderings op die plaas, wat die tegniek besonder toepaslik maak. Op hierdie plaas kan die effek van anisotropie egter 'n elektriese sondering waardeloos maak. Die probleem van anisotropie in elektriese sonderings in die Karoo Opeenvolging is hoofsaaklik teenwoordig aan die rant van die opeenvolging, by steil hellende intrusies en waar paleokanale voorkom.
Die magnetiese tegniek word aanbeveel in die afwesigheid van kunsmatige geruis om

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

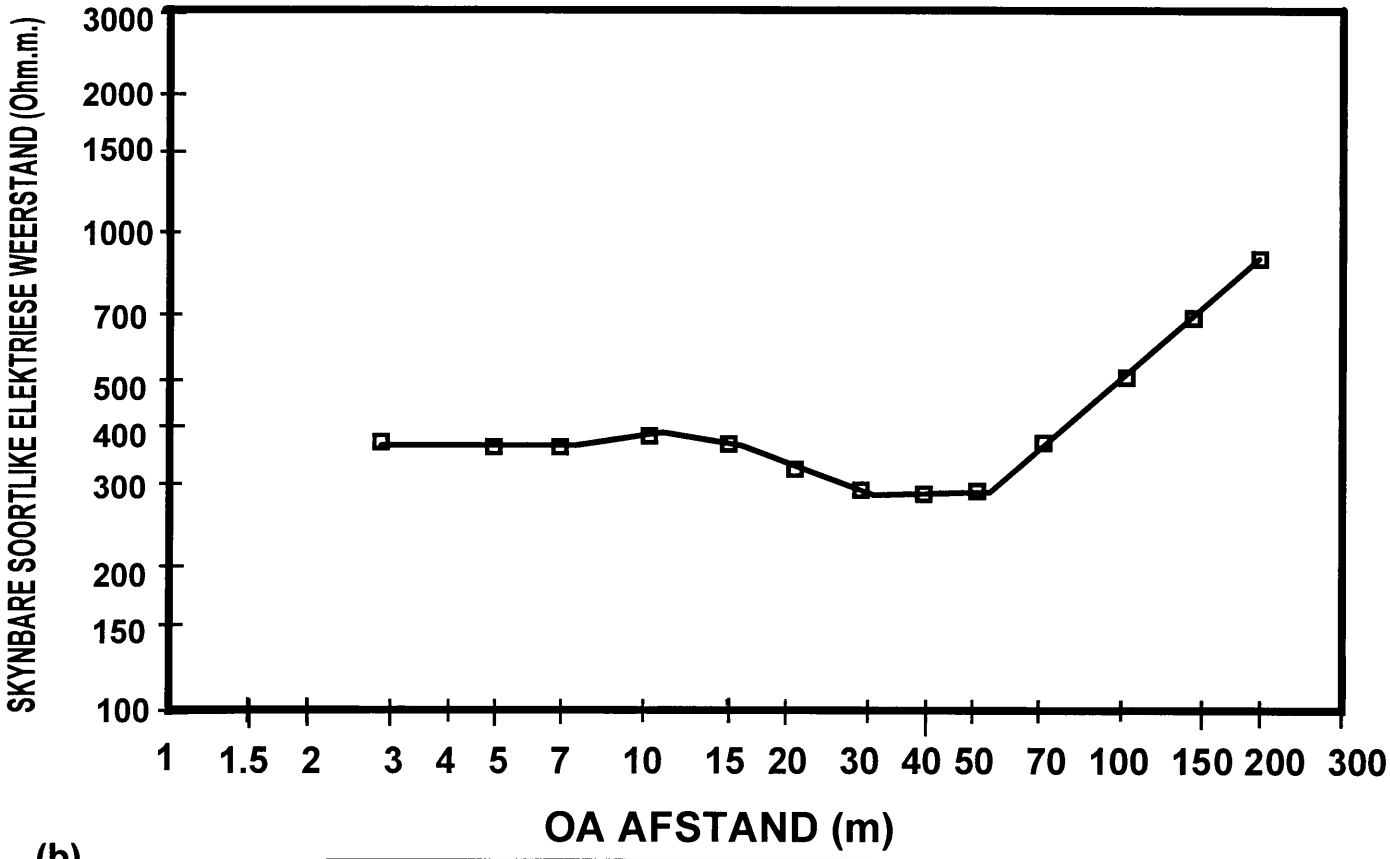
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

dolerietintrusies mee op te spoor. Die tegniek is vinnig en goedkoop.

Die teenwoordigheid van kontakte, laagvlakke en nate in die suksessie maak dit hoogs waarskynlik dat op enige plek grondwater raakgeboor kan word. Die aanwending van geofisika kan moontlike akwifere met 'n sterker waterlewering uitwys, of moontlike ongunstige posisies.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.6233%

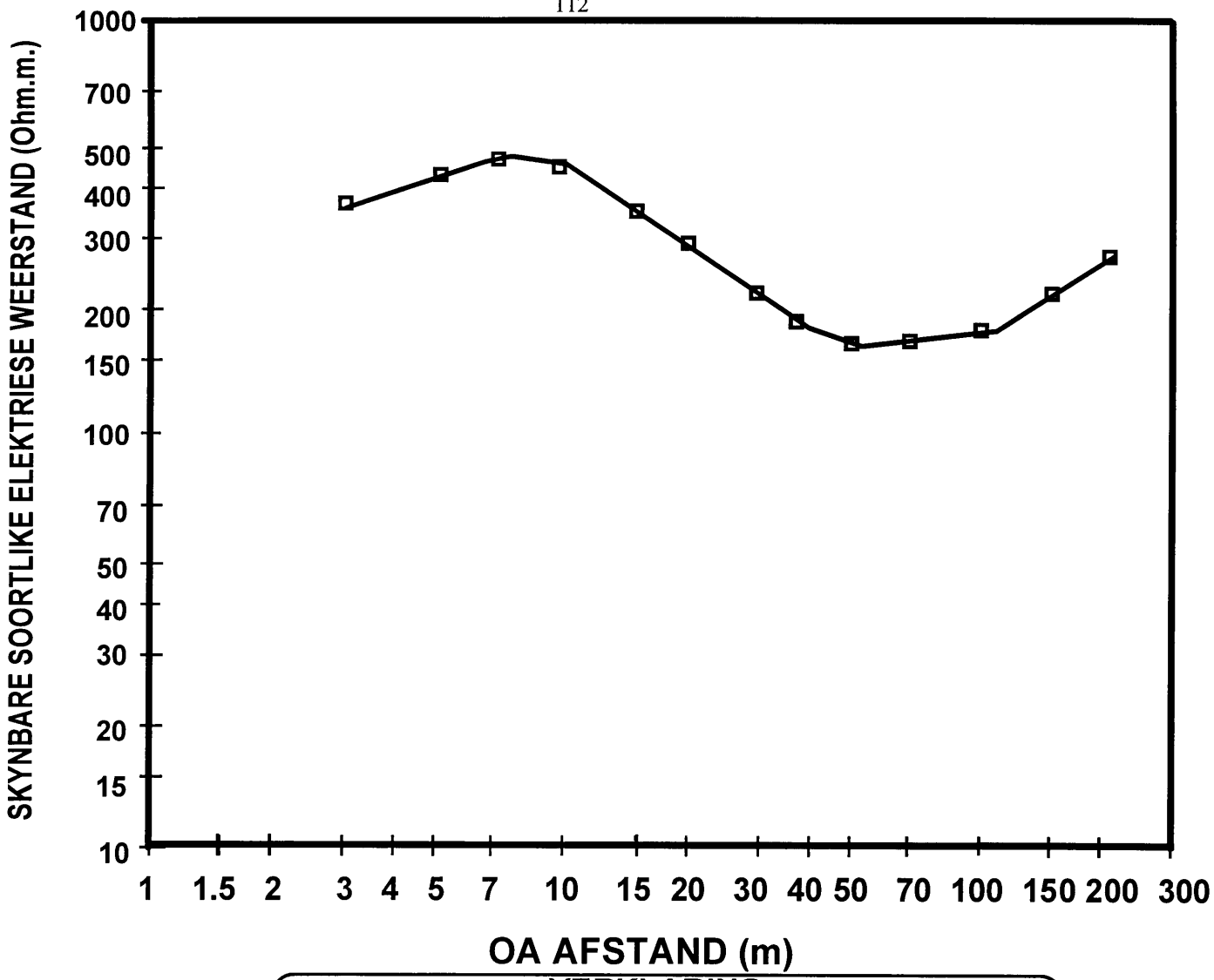
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	363	428	325	896
$\rho_{(beste\ pas)}$	367	440	331	934
$\rho_{(maksimum)}$	377	453	341	1057
$h_{(minimum)}$	*3.3*	*2.3*	*51.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*3.4*	*2.4*	*58.7*	
$h_{(maksimum))}$	*3.6*	*2.5*	*68.1*	

Figuur 4.1(a,b). Sonderingsdata (loodreg aan die strekking van die Pretoria Groep gesteentes) van die boorgat te Schoongezicht 225 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 0.962%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	247	784	171	812
$\rho_{(beste\ pas)}$	305	986	176	2055
$\rho_{(maksimum)}$	331	1302	182	7463
$h_{(minimum)}$	*1.6*	*2.8*	*101.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.8*	*3.2*	*111.8*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*4.8*	*126.6*	

Figuur 4.2(a,b). Sonderingsdata (parallel aan die strekking van die Pretoria Groep gesteentes) van die boorgat te Schoongezicht 225 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.2 Straffontein

Inleiding

Die plaas Straffontein (252 IR), geval 34 (Figuur 1), lê ongeveer 10km. suid van Kendal kragstasie. Die boorgat is geleë by 26º09'44" S. en 28º57'37" O. Die boorgat is ongeveer 45 meter diep (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die lewering van die boorgat is beperk tot 1500 l/uur (onwetenskaplike toets).

Geologie

Die hele area word bedek deur gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep) met intrusiewe doleriet. By die boorgat self word op die oppervlak sandsteen en steenkool aangetref. Dagsome naby die boorgat het getoon dat die steenkool 15mm. dik is en geleë is op die sandsteen. Onder die sandsteen kom grys skalie voor, wat in diepte oorgaan na 'n wit kleur. Sandsteen, skalie en doleriet kan ter plase verwag word volgens die NGDB (1996).

Geomorfologie

Die ligging van die boorgat is op 'n heuwel wat op 'n meer weerstandbiedende gesteente as die omgewing se gesteentes dui. 'n Spruit is in die suide geleë. Die gebied het 'n kenmerkende hoëveld landskap.

Geofisika

By die boorgat is een gelykstroom elektriese sondering uitgevoer. Omdat die formasie geen kenmerkende helling besit nie, is die AB-elektrodes in enige rigting uitgeplaas. Geoëlektries word die substratum gekarakteriseer deur drie lae tot op 'n diepte van omtrent 35 meter (Figuur 4.3). Die boonste laag met 'n dikte van 1.9 meter bestaan volgens dagsome uit steenkool, sandsteen en skalie. Direk onder dit word 'n verweerde dolerietplaat aangetref wat waarskynlik ook verantwoordelik is vir die vorming van die heuwel. Die hoë soortlike elektriese weerstand van die vloergesteente (dieper as 35 meter) is onverweerde doleriet.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

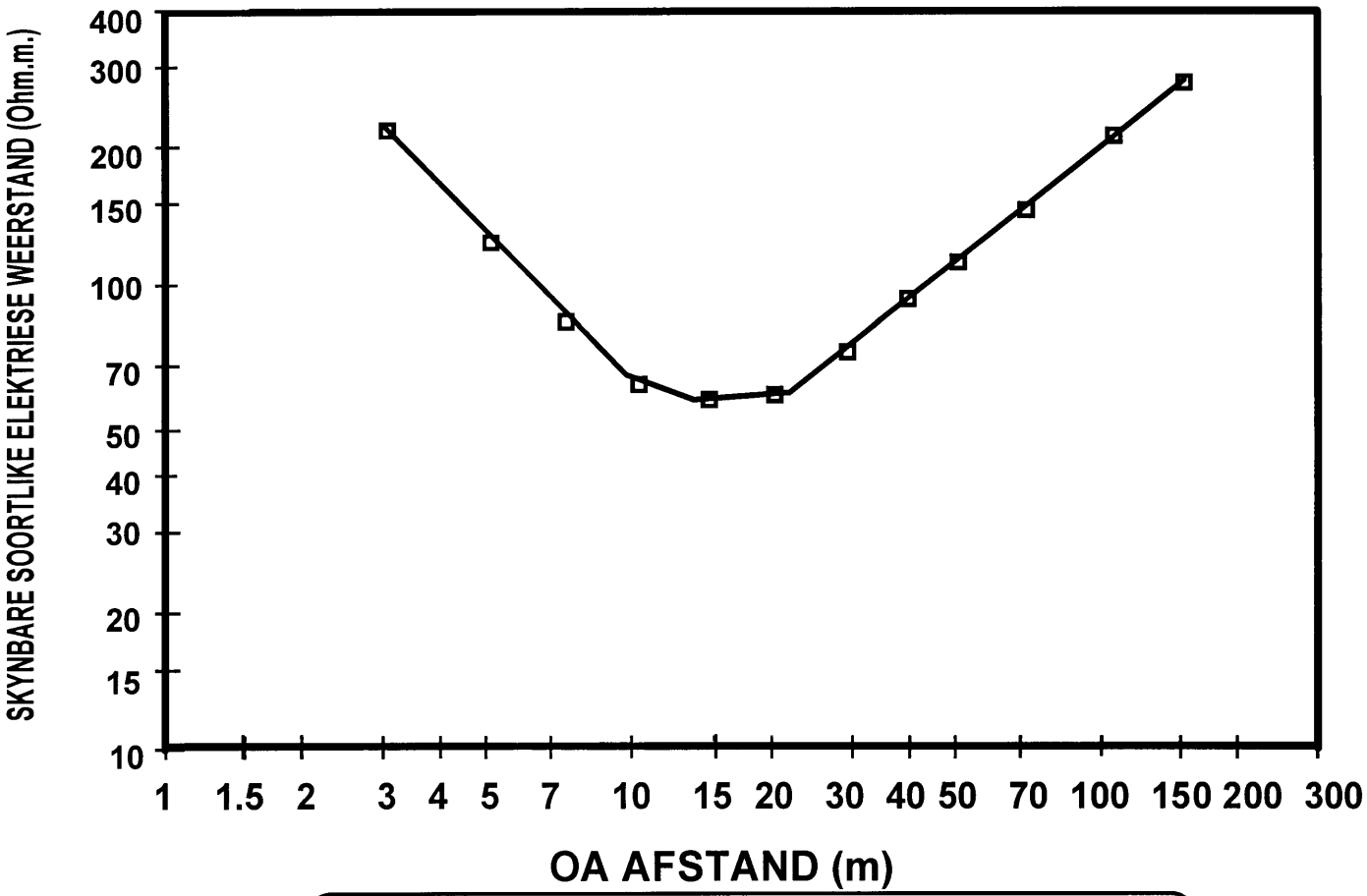
Volgens die model en interpretasie in Figuur 4.3, word 'n dun ingeperkte akwifeer van verweerde dolerietmateriaal op die kontak van die onverweerde doleriet aangetref. Die akwifeer word gevoed deur die oorliggende verweerde doleriet en sedimentêre gesteentes. Die sonderingskromme in Figuur 4.3 wys nie die dun elektries geleidende sone nie a.g.v. onderdrukking. Die sonderingsein spoor akwifere op indien die akwifeer invloed wel op die kromme sigbaar is. In so 'n geval sou die lewering waarskynlik >1500 l/uur gewees het, vir akwifere in die Vryheid Formasie (Ecca Groep).

Die teenwoordigheid van onverweerde doleriet, wat naby die aardoppervlak dagsoom, maak dit onwaarskynlik dat op enige posisie water raakgeboor sal word. Die diepte na die onverweerde doleriet, akwifeeraanvulling asook moontlike verwering is elemente wat akwifeerontwikkeling beheer en word gedefinieer deur elektriese sonderings wat 'n geoëlektriese diepte profiel gee, sodat by die gunstigste posisie geboor kan word. Die magnetiese tegniek kan agterweë gelaat word, omdat die vloergesteente uit doleriet bestaan. Die kontaksone tussen die verweerde/verbrokkelde en onverweerde doleriet definieer reeds 'n (half)-ingeperkte akwifeer, wat deur die sonderings opgespoor word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.517%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	277	53.8	2394
$\rho_{(beste\ pas)}$	296	54.6	14302
$\rho_{(maksimum)}$	321	55.2	55810
$h_{(minimum)}$	*1.8*	*30.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.9*	*32.4*	
$h_{(maksimum)}$	*2.1*	*35.6*	

Figuur 4.3(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Straffontein 252 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.3 Kromdraai

Inleiding

Die plaas Kromdraai (263 IR), geval 35 (Figuur 1), is 15km. noord van Leandra geleë. Boorgat 1 is geleë by 26º13'54" S. en 28º56'09" O., boorgat 2 by 26º13'58" S. en 28º56'02" O. en boorgat 3 by 26º13'59" S. en 28º56'37" O. Boorgat 1 is 40 meter diep en is droog. Die lewering van boorgat 2 is 2000 l/uur met 'n boorgatdiepte van 120 meter. Boorgat 3 is geleë in 'n vleiland met 'n dam, is 60m. diep en lewer 2000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Boorgat 2 is d.m.v. 'n stokkie aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie). Hoe boorgate 1 en 3 aangewys is, is onbekend.

Geologie

Die opstal (boorgate 1 en 2) is geleë op 'n rant. Die plaas word bedek deur gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep). Dagsome wys dat die boonste gedeelte van die rant uit 'n dolerietplaat bestaan en daaronder kom geel-bruin sandsteen voor. Boorgat 2 se boorgatstaat dui op die teenwoordigheid van grafitiese skalie, steenkool, doleriet, sandsteen en skalie.

Geomorfologie

Aan die weste van die rant vloei die Kromdraaispruit. Die topografie is golwend met 'n yl begroeiing. Vleilande is ook volop aanwesig na die reën van 95/96.

Geofisika

By elke boorgat is daar een gelykstroom sondering uitgevoer. Boorgate 1 & 2 is 100 meter uitmekaar geleë. Volgens die geoëlektriese sondering (Figuur 4.4) word boorgat 1 van bo begrens deur 'n dun klei-laag wat oorgaan in verweerde doleriet tot op 'n diepte van 18.8m (Figuur 4.4). Die res van die diepteprofiel bestaan uit onverweerde doleriet. Boorgat 2 is geleë naby 'n nie-standhoudende fontein. Hierdie boorgat se interpretasie kan gedoen word aan die hand van sy boorgatstaat. Die oppervlak bestaan uit skalie en sandsteen wat oorgaan in ‘n bietjie grafitiese skalie en steenkool en hoofsaaklik 'n

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verweerde dolerietplaat. Onverweerde doleriet is verantwoordelik vir die 45º styging in die sonderingskromme (Figuur 4.5).

Die sondering by boorgat 3 is 50 meter wes van die boorgat uitgevoer, direk langs die dam. Die boorgat is in 'n vleiland geleë, wat kenmerkend van boorgate in die Karoo Opeenvolging is, omdat hier verweerde doleriet aangetref word. Die KHA-sonderingskromme (Figuur 4.6) dui op die aanwesigheid van verweerde doleriet en onverweerde doleriet op dieptes van 8 en 57 meter onderskeidelik. Die boonste gedeelte van die geofisiese model word uitgemaak deur sedimentêre gesteentes en bo-grond, waaronder grafitiese moddersteen en sandsteen hoofsaaklik tel volgens die geologie.

Akwifeerkarakterisering

In boorgat 2 is 'n dompeltoets oor 'n sekere tydperiode uitgevoer. Die gemete statiese watervlak is 3.8 meter. Met die Bouwer en Rice analitiese oplossingsmodel is 'n hidrouliese geleidingsvermoë van 9.9749×10^{-4} m/dag bereken (Figuur 4.7). Aan die hand van K-tabelle uit Freeze *et al.* (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al.* (1991) volg dat die akwifeer bestaan uit deurlatende sandsteen en verweerde stollingsgesteente, indien die geoëlektriese model ook in ag geneem word. Die waarde is aanvaarbaar indien aangeneem word dat die oorliggende materiaal dien as 'n lekkende akwifeer. Weens die stadige laat-tyd hersteltyd kan die Cooper *et al.* model nie toegepas word nie. Die empiriese formule van Vivier *et al.* (1995b), vergelyking (3.20), geld nie vir hierdie geval nie, a.g.v. 'n te lang hersteltyd van hierdie boorgat. Ander waardes vir die hidrouliese geleidingsvermoë vir Karoo akwifere in die studiegebied, wat bereken is volgens Bouwer & Rice, wissel volgens Coetsee *et al.* (1996) tussen 2.409 m/dag en 1.645×10^{-2} m/dag. Waardes wat in laasgenoemde se bestek val is meer algemeen. Die resultate van Coetsee *et al.* (1996) is verkry te Kromdraai 486 JS, 31km. suidoos van Middelburg.

Die akwifeeraanvulling vir hierdie Karoo akwifeer kan bereken word volgens die formule van Kirchner *et al.* (1991). Vir 'n jaarlikse neerslag van 750mm. per jaar (Weerburo, 1997) en 'n dun grond bedekking geld dat GR = 0.06 (P - 120) [mm], met GR die jaarlikse grondwater hervulling en P is die gemiddelde jaarlikse neerslag. 'n Waarde van 37.8 mm vir GR word vir die akwifeer bereken. Die waarde verteenwoordig 5.04% van die gemiddelde jaarlikse neerslag.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Gevolgtrekking

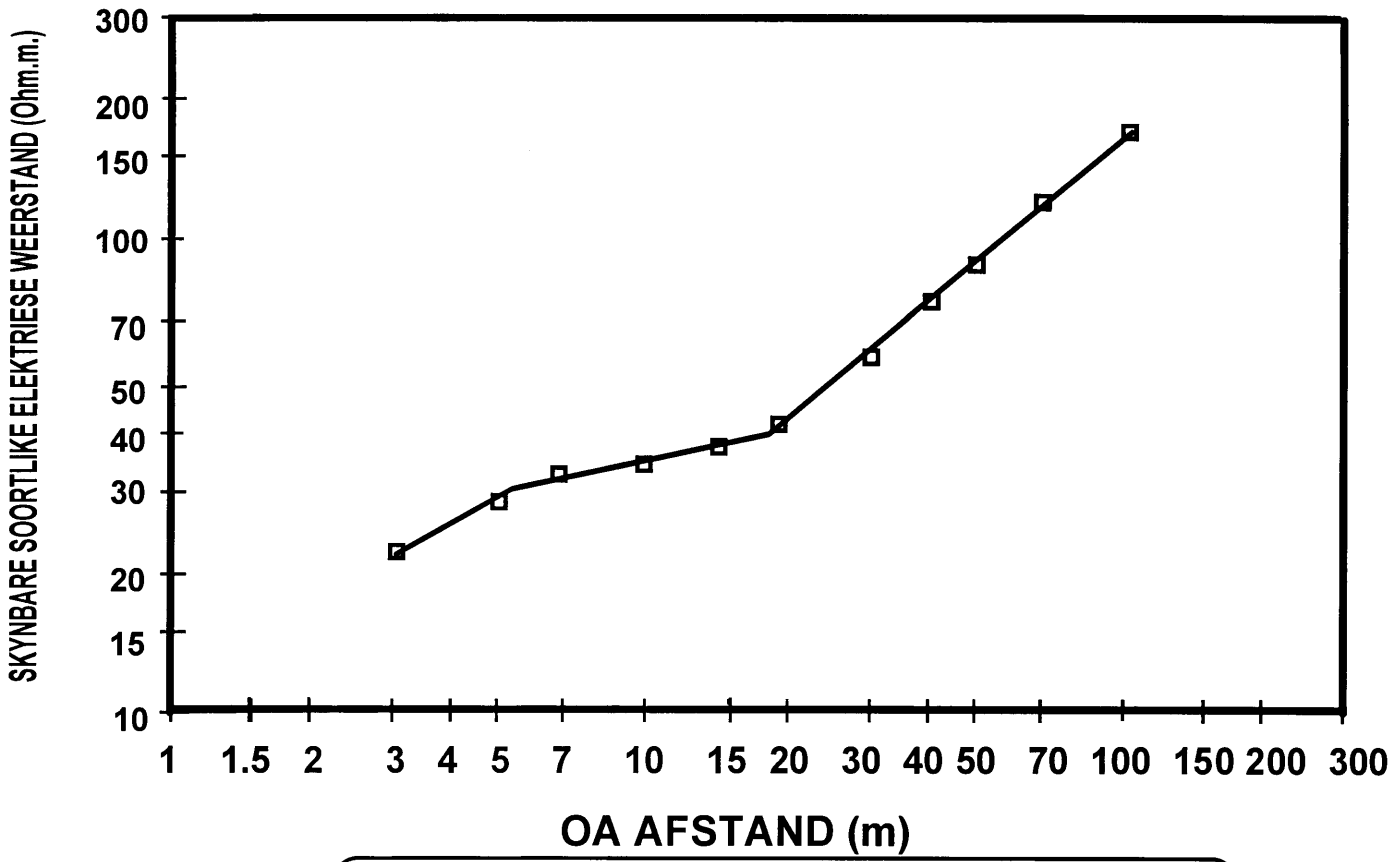
Waarskynlik is boorgat 1 droog vanweë die skerp oorgang tussen verweerde en onverweerde doleriet, met weinig deurlatende strukture en die verweerde materiaal eindig bokant die piësometriese drukhoogte. Die boorgat is te vlak geboor, omdat volgens boorgat 2 se resultate die ingeperkte akwifeer die onderste kontak van die dolerietplaat is.
Boorgat 2 verkry waarskynlik sy water van die onderste kontak van die dik dolerietplaat (sien sonderingskromme in Figuur 4.5). Dit is verder moontlik dat 'n dun waterdraer tussen lae twee (ρ_2 = 20 Ωm.) en drie (ρ_3 = 200 Ωm.) voorkom, maar a.g.v. onderdrukking nie sigbaar op die kromme is nie. So 'n A-gedeelte sal die akwifeer dan definieer.
Boorgat 3 het moontlik twee waterdraers. 'n Verhewe watertafel met 'n swak lewering op 8.3m. en 'n sterk lewerende akwifeer op 57.8m. Die A-gedeelte (Figuur 4.6) van die sonderingskromme definieer die akwifeer met 'n benaderde soortlike elektriese weerstand van 50 Ωm. en genoegsame dikte. Die akwifeer bestaan uit verbrokkelde doleriet tussen verweerde doleriet en onverweerde doleriet.
Al die akwifere op hierdie plaas kan primêr met dolerietintrusies geassosieer word.

Indien op enige posisie op hierdie plaas geboor sou word, is die kans goed dat grondwater raakgeboor sal word by die onderste kontak van die dolerietplaat. Die gelykstroom sonderings (Figure 4.4-4.6) se geoëlektriese model het aangedui dat die geologie by elke boorgat verskillend is, bo die dolerietvloergesteente. Die uitvoer van elektriese sonderings sal meer geskikte boorposisies uitwys soos byvoorbeeld boorgat 3 se posisie, waarvan die sondering 'n dik A-gedeelte gelewer het, wat 'n groter invloed op grondwater lewering kan beteken. Daarom slaag die sonderings daarin om redelik dik verbrokkelde/verweerde doleriet op te spoor.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.615%

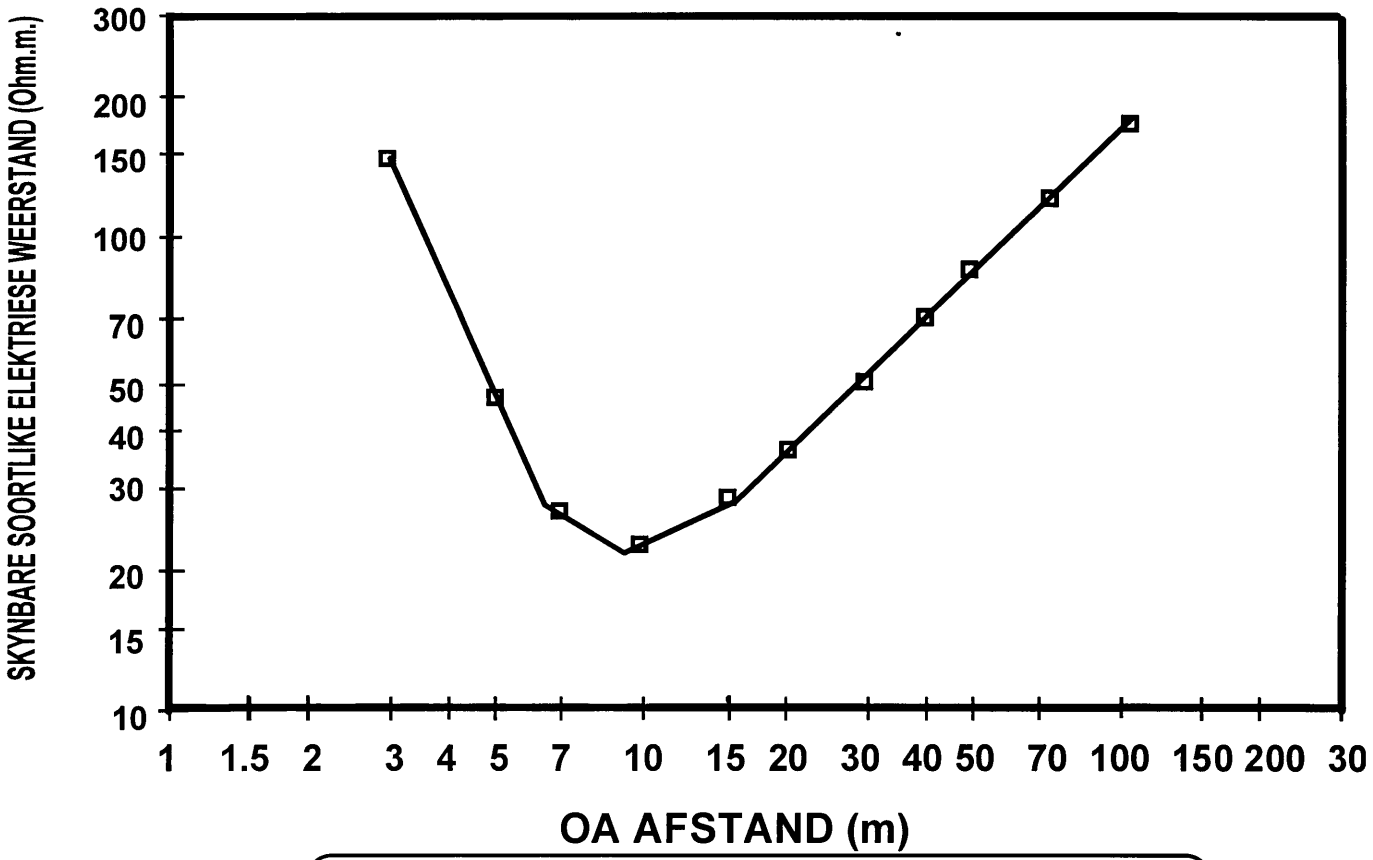
LAAG	1	2	3
ρ(minimum)	2.6	33.1	2371
ρ(beste pas)	10.5	33.9	9629
ρ(maksimum)	19.3	34.5	33407
h(minimum)	*0.3*	*17.5*	
h(beste pas)	*0.5*	*18.3*	
h(maksimum)	*1.2*	*19.2*	

Figuur 4.4(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Kromdraai 263 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

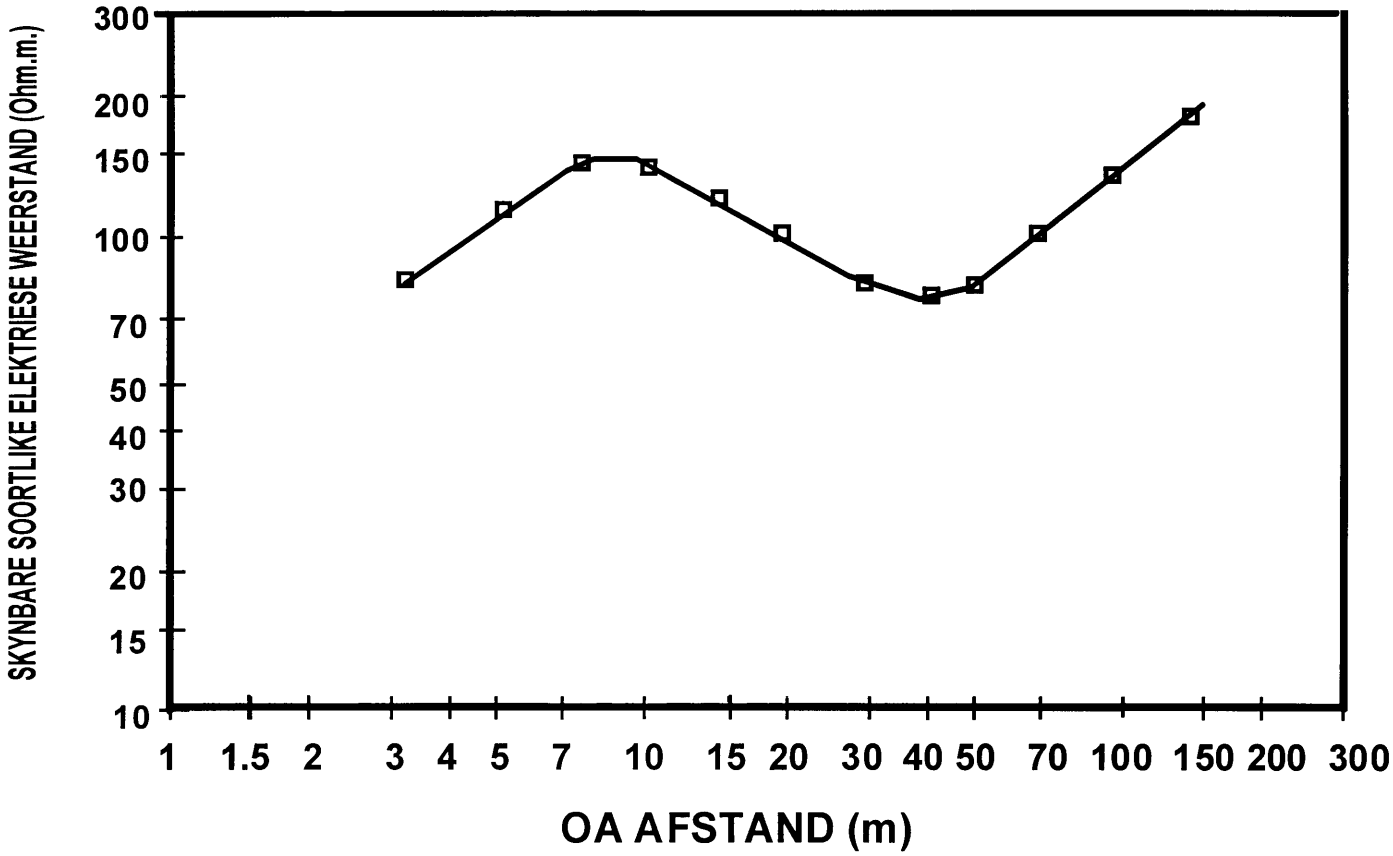
Krommepassingsfout : 1.782%

LAAG	1	2	3
ρ(minimum)	294	20.2	197
ρ(beste pas)	321	20.5	219
ρ(maksimum)	340	20.9	253
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*10.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.3*	*11.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*11.6*	

Figuur 4.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Kromdraai 263 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

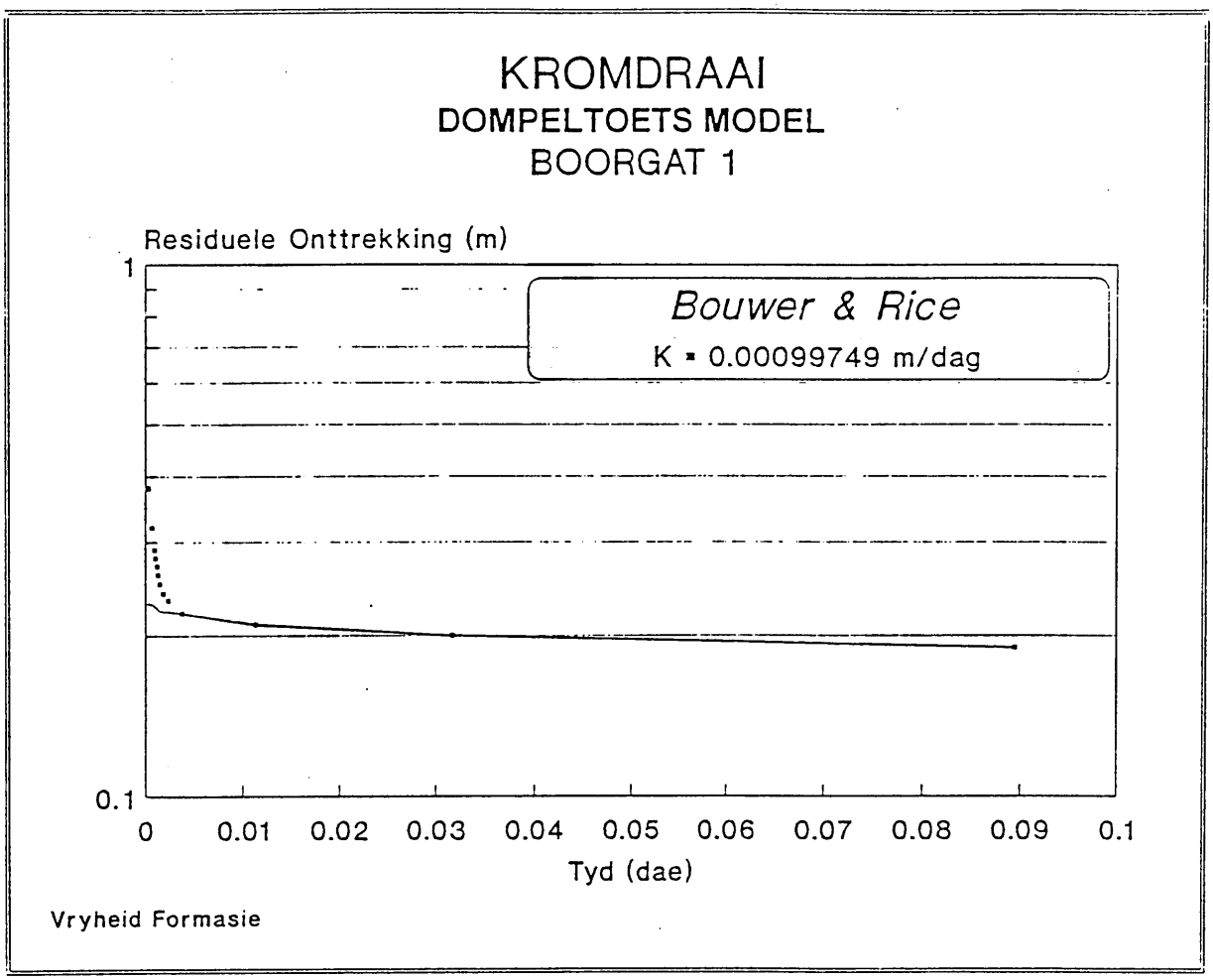
Krommepassingsfout : 2.001%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	14.7	316	16.9	82.7	362
$\rho_{(beste\ pas)}$	37.6	443	27.3	94.2	509
$\rho_{(maksimum)}$	51.0	625	42.4	118	874
$h_{(minimum)}$	*0.4*	*2.3*	*3.4*	*39.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*2.5*	*4.8*	*49.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*3.0*	*7.4*	*67.9*	

Figuur 4.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 3 te Kromdraai 263 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 4.7. Dompeltoets analitiese model van boorgat 2 te Kromdraai 263 IR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.4 Rooipoort

Inleiding

Die plaas Rooipoort (144 IS), geval 36 (Figuur 1), word 20km. suidwes aangetref van Bethal. Boorgat 1 is geleë by 26º30'00" S. en 29º17'41" O. en boorgat 2 by 26º30'09" S. en 29º16'32" O. Beide boorgate lewer 1800 l/uur (onwetenskaplike toetse). Die dieptes van die boorgate is onbekend.

Geologie

Die hele gebied word bedek deur Karoo doleriet met enkele loslappe van die Vryheid Formasie (Ecca Groep). Die boorgatstaat by boorgat 1 het slegs op die aanwesigheid van doleriet gedui. Die helling van die gesteentes is vlak.

Geomorfologie

Die gebied word tipeer deur 'n heuwel landskap. Die heuwelagtige aard van die omgewing word toegeskryf aan die onreëlmatige verwering van die doleriet. Swart turf-grond is ook algemeen volop. 'n Kenmerkende hoëveld plantegroei is aanwesig.

Geofisika

Op die plaas is slegs twee gelykstroom sonderings uitgevoer, omdat ysterdrade en 'n treinspoor teenwoordig is wat steurings op die (elektro)magnetiese tegniek veroorsaak. Die sondering by die eerste boorgat het 'n twee-laag kromme gelewer met $\rho_1 < \rho_2$ (Figuur 4.8). Die bo-grond word gekenmerk deur turf en verweerde doleriet volgens die veldinligting. Die laag is redelik dik, 16 m. Die vloergesteente is onverweerde doleriet.
Die sondering uitgevoer by boorgat 2 het 'n HKH-kromme gelewer (Figuur 4.9). Die laaste stygende flank van die sonderingskromme is nie volledig gedefinieer nie, weens 'n tekort aan kabellengte. Die geologiese interpretasie is aan die hand van die geoëlektriese interpretasie gedoen. Die sondering wys op 'n koolstofryke skalielaag op 2.6m. met 'n daaropvolgende sandsteenlaag van 25.4m. dik. Daarna word nog 'n koolstofryke skalielaag aangetref tot op 'n diepte van 40.7 meter. Die res van die opeenvolging in diepte bestaan uit doleriet.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

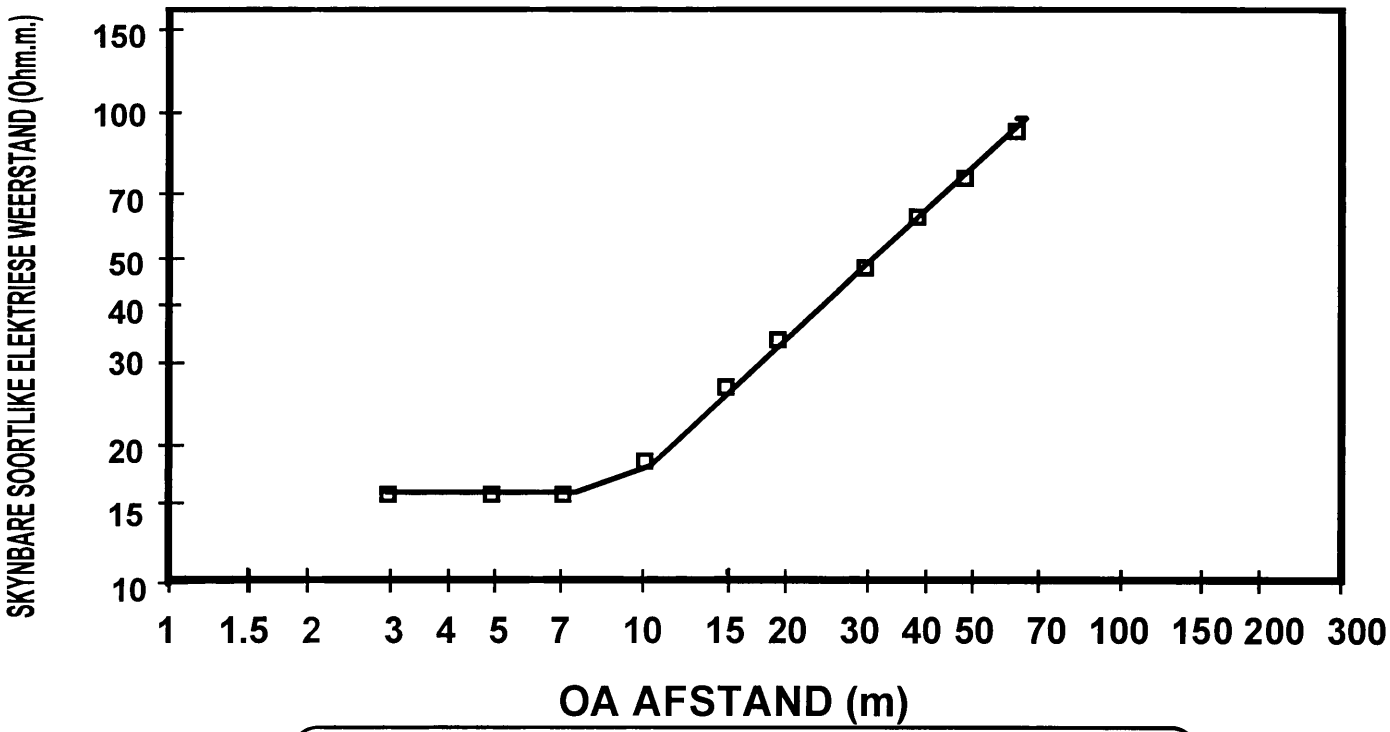
Die sonderings (Figure 4.8 & 4.9) het aangetoon dat die sedimentêre suksessie van die Vryheid Formasie (Ecca Groep) plaaslik dun is met 'n doleriet vloergesteente.
Boorgat 1 verkry sy grondwater uit die kontaksone tussen die verweerde -en onverweerde doleriet met 'n soortlike elektriese weerstand waarde van ongeveer 20 Ωm. Boorgat 2 se grondwater is afkomstig uit die skalie/dolerietkontak (tussen lae vier en vyf), asook laagvlakke en nate in die sandsteen en skalie. Die redelik dik H-gedeelte, wat uit koolstofryke skalie bestaan, definieer nie die akwifeer nie (ρ_4= 15 Ωm.). Hierdie laag manifesteer duidelik op die sonderingskromme vanweë sy dikte.

Die ingeperkte akwifere op die plaas is hoofsaaklik die kontak tussen sedimentêre -en stollingsgesteentes.

Die gelykstroom elektriese sonderingstegniek word aanbeveel vir grondwater ondersoeke op hierdie plaas, weens die groot mate van kunsmatige geleiers wat steurings op die (elektro)magnetiese tegniek veroorsaak. Die vloergesteente van die plaas bestaan uit doleriet. Indien die doleriet 'n dik verweringsprofiel het met genoegsame bedekking van sedimentêre gesteentes, wat tot onder die piësometriese drukhoogte strek, sal enige boorposisie op die plaas geskik wees.
Gelykstroom elektriese sonderings definieer die suksessie en kontaksones doeltreffend weens die redelike dikte van die verskillende lae op hierdie plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

VERKLARING

VELDDATA

GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 0.737%

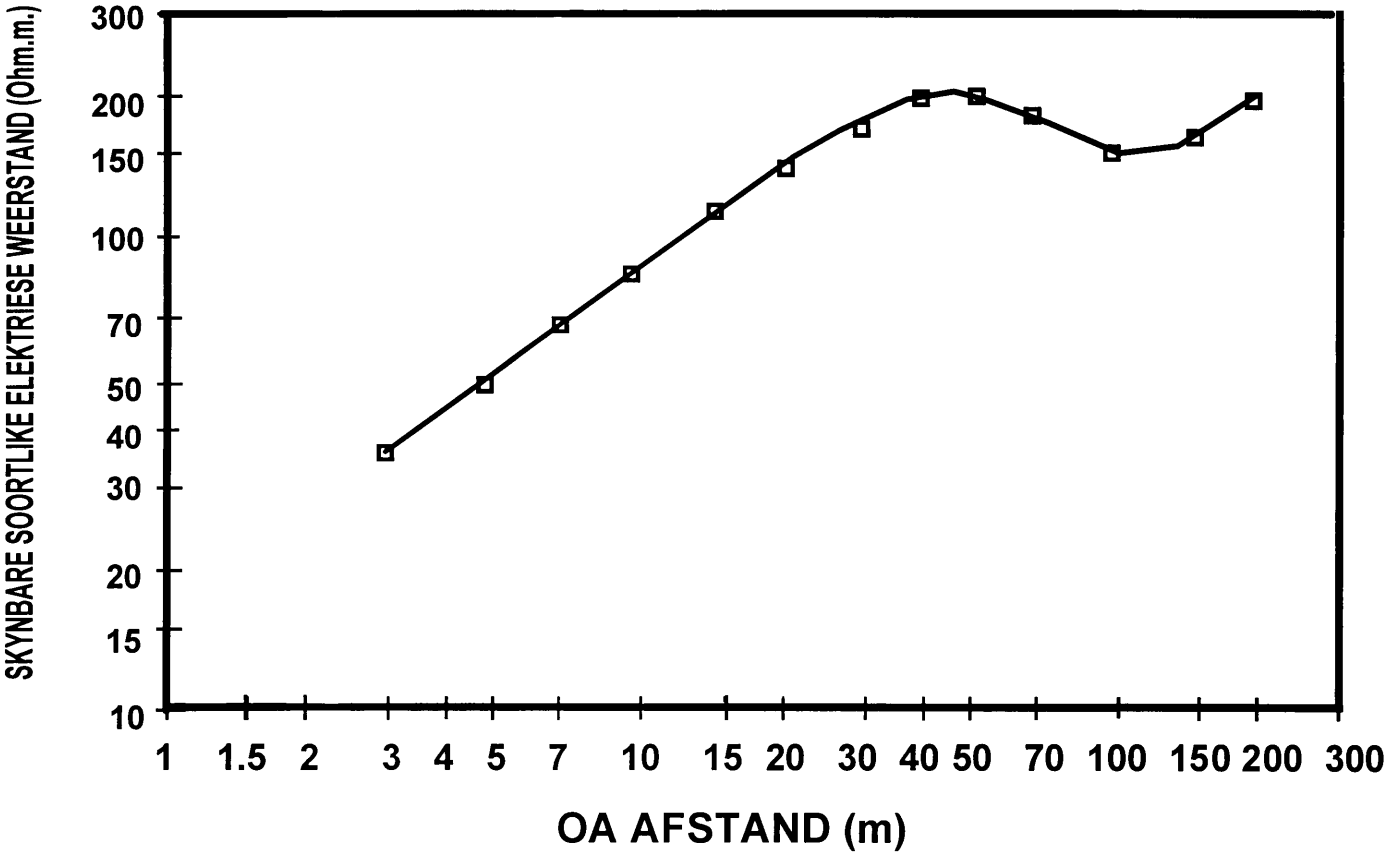
LAAG	1	2
$\rho_{(minimum)}$	15.3	3219
$\rho_{(beste\ pas)}$	15.7	9785
$\rho_{(maksimum)}$	16.1	23104
$h_{(minimum)}$	*15.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*16.6*	
$h_{(maksimum)}$	*17.8*	

Figuur 4.8(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Rooipoort 144 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.955%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	24.6	23.7	240	3.8	1895
$\rho_{(beste\ pas)}$	36.8	28.6	251	12.6	9576
$\rho_{(maksimum)}$	60.2	33.4	269	35.2	49893
$h_{(minimum)}$	*0.4*	*1.8*	*21.5*	*11.1*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.5*	*2.1*	*25.4*	*12.7*	
$h_{(maksimum)}$	*0.7*	*2.2*	*29.6*	*35.3*	

Figuur 4.9(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Rooipoort 144 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.5 Ongezien

Inleiding

Die plaas Ongezien 105 IS, geval 37 (Figuur 1), is 10km. noordwes van Bethal geleë. Daar is sonderings uitgevoer by twee boorgate met koördinate 26º23'35" S. en 29º24'43" O. (boorgat 1) en 26º23'39" S. en 29º24'11" O. (boorgat 2). Beide boorgate lewer omtrent 2500 l/uur (onwetenskaplike toetse), maar die boorgatdieptes is onbekend.

Geologie

Die Vryheid Formasie van die Ecca Groep word hier aangetref tesame met Karoo doleriet. Sandsteen -en dolerietdagsome is by boorgat 2 sigbaar. 'n Helling en strekking is afwesig by hierdie gesteentes.

Geomorfologie

Die plaas is hoogliggend met 'n afwaartse helling na die suidooste. Die plaas dien o.a. as 'n opvangsgebied vir die Steenkoolspruit.

Geofisika

By boorgat 1 is 'n sondering en magnetiese profiel gedoen (Figure 4.10 en 4.12). Die geologiese interpretasie van die geoëlektriese modelle toon 'n vyf-laag aarde. Die boonste laag word gekenmerk deur bo-grond wat uit verweerde materiaal bestaan. Direk onder dit word moddersteen aangetref wat oorgaan in 'n dun verweerde dolerietplaat. 'n Dun intrusiewe minder verweerde dolerietplaat en sandsteen volg wat oorgaan in moddersteen en sandsteen. Omdat die dolerietplaat dun is, manifesteer sy teenwoordigheid nie duidelik op die sonderingskromme nie.
Die magnetiese travers is loodreg t.o.v. die verwagte strekking van gesteentes uitgevoer soos afgelei van die 2628 East Rand lugmagnetiese kaart (1977).
Die magnetiese profiel toon 'n hellende dolerietgang wat teenwoordig is op 'n diepte van 6 meter (Figuur 4.12). Die anomalie toon 'n maksimum residuele amplitude van 126nT. Die helling van die gang is 45º na die noorde. Die travers met die magnetometer is 10

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

meter wes van die elektriese sondering uitgevoer om steurings van kunsmatige geleiers op die magnetiese tegniek te verminder. Die diepte na die gang by die sonderingsmiddelpunt kan verskil van die geïnterpreteerde diepte 10 meter wes van die sonderingsmiddelpunt op die magnetiese travers a.g.v. verwering.

Boorgat 2 se geoëlektriese model bestaan uit vier-lae (Figuur 4.11). Die boonste laag bestaan uit ongekonsolideerde droë sand. Die tweede laag bestaan uit koolstofryke skalie wat oorgaan in sandsteen en verweerde, verbrokkelde doleriet met 'n gesamentlike dikte van 11.7 meter. Die vloergesteente is onverweerde doleriet.

Gevolgtrekking

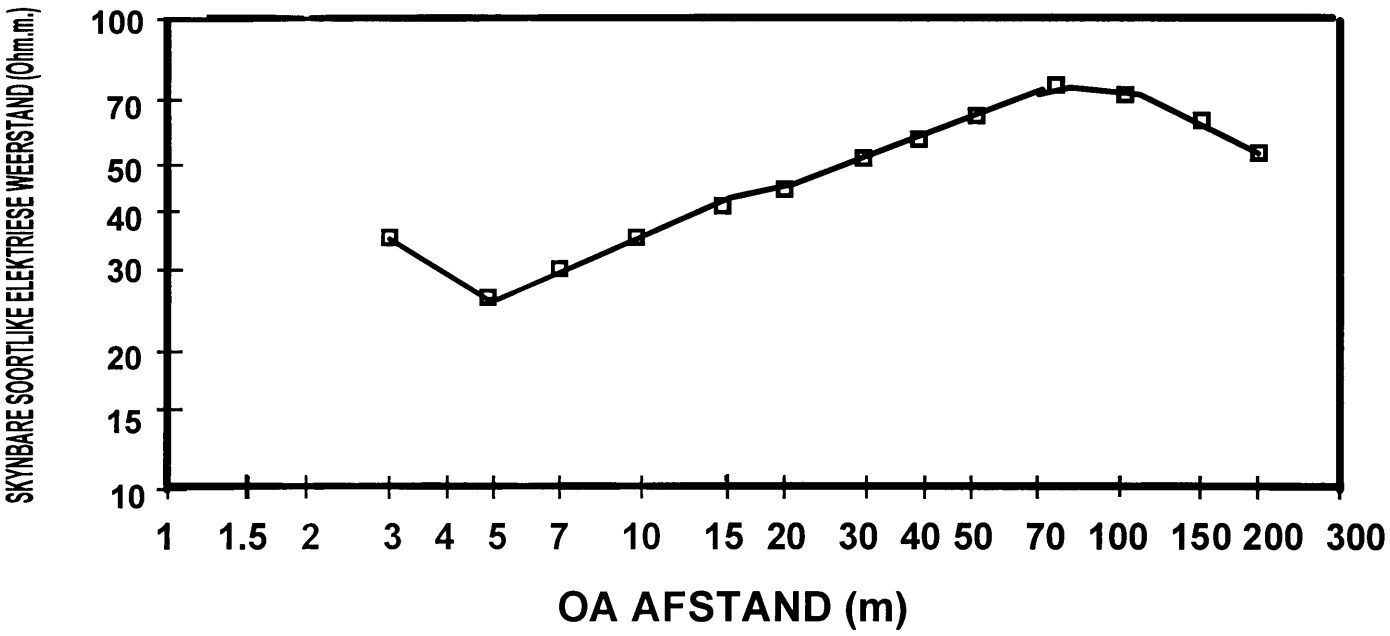
Die teenwoordigheid van die kontaksone van die dolerietgang met die aangrensende gesteentes by boorgat 1 (Figuur 4.12) dien as die hoof waterdraer, soos deur Vegter *et al.* (1968) aangedui vir intrusies in die Karoo Opeenvolging. Mindere belangrike en swak waterdraers of waterterughouers sal laagvlakke en naatsones in moddersteen en sandsteen wees, asook die verweerde doleriet. Krake dien slegs as watergeleiers volgens Vivier *et al.* (1995a) in die Karoo Opeenvolging. Hierdie feit stel dat krake nie die waterdraers in sulke gesteentes is nie, maar slegs bydrae tot akwifeeraanvulling.
Die akwifeer by boorgat 2 is waarskynlik verbrokkelde doleriet aan die bokant van die dolerietplaat. Die A-gedeelte van die sonderingskromme definieer die akwifeer met ρ = 30 Ωm. en genoegsame dikte.
'n Ingeperkte akwifeer kan geleë wees aan die onderkant van die dolerietplaat, afhangende van die plaatdikte en boorgatdiepte wat onbekend is.

Die teenwoordigheid van verbrokkelde en verweerde doleriet bo dolerietplate maak die plasing van 'n boorgat op enige gedeelte van die plaas moontlik. Tog sal geofisiese tegnieke soos elektriese sonderings en 'n magnetiese opname 'n beter boorgatplasing verseker, asook sterker boorgatlewerings, want die sonderings slaag daarin om redelik dik elektries geleidende sones, soos akwifere, op te spoor. Die dikte van die akwifeer sal 'n invloed uitoefen op die boorgat se lewering. Hoe dikker die akwifeerlaag is, hoe kleiner word die invloed van onderdrukking van daardie laag op die sonderingskromme.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

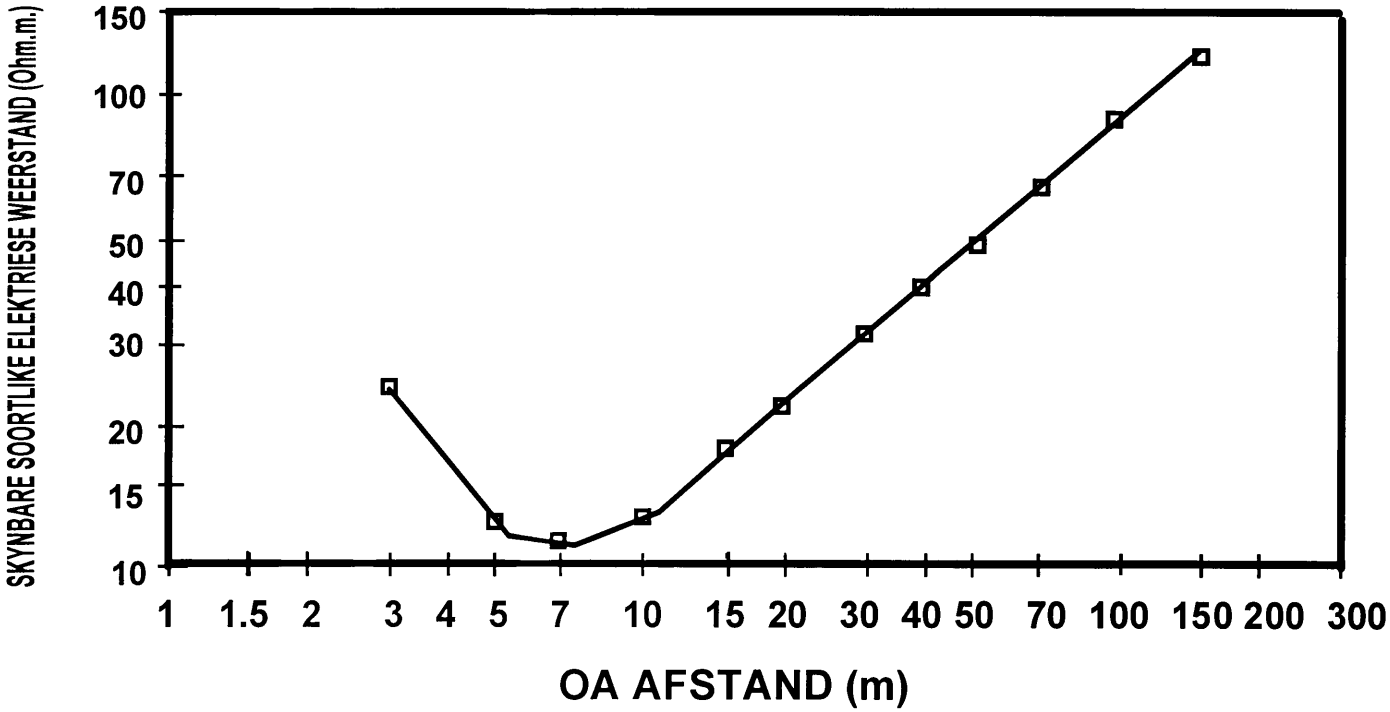
Krommepassingsfout : 1.139%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	72.9	16.7	41.8	129	20.7
$\rho_{(beste\ pas)}$	104	18.0	45.6	155	28.9
$\rho_{(maksimum)}$	163	21.3	54.1	198	40.0
$h_{(minimum)}$	*0.8*	*1.9*	*13.0*	*25.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*2.5*	*15.6*	*32.3*	
$h_{(maksimum)}$	*1.1*	*3.0*	*19.9*	*42.5*	

Figuur 4.10(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Ongezien 105 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

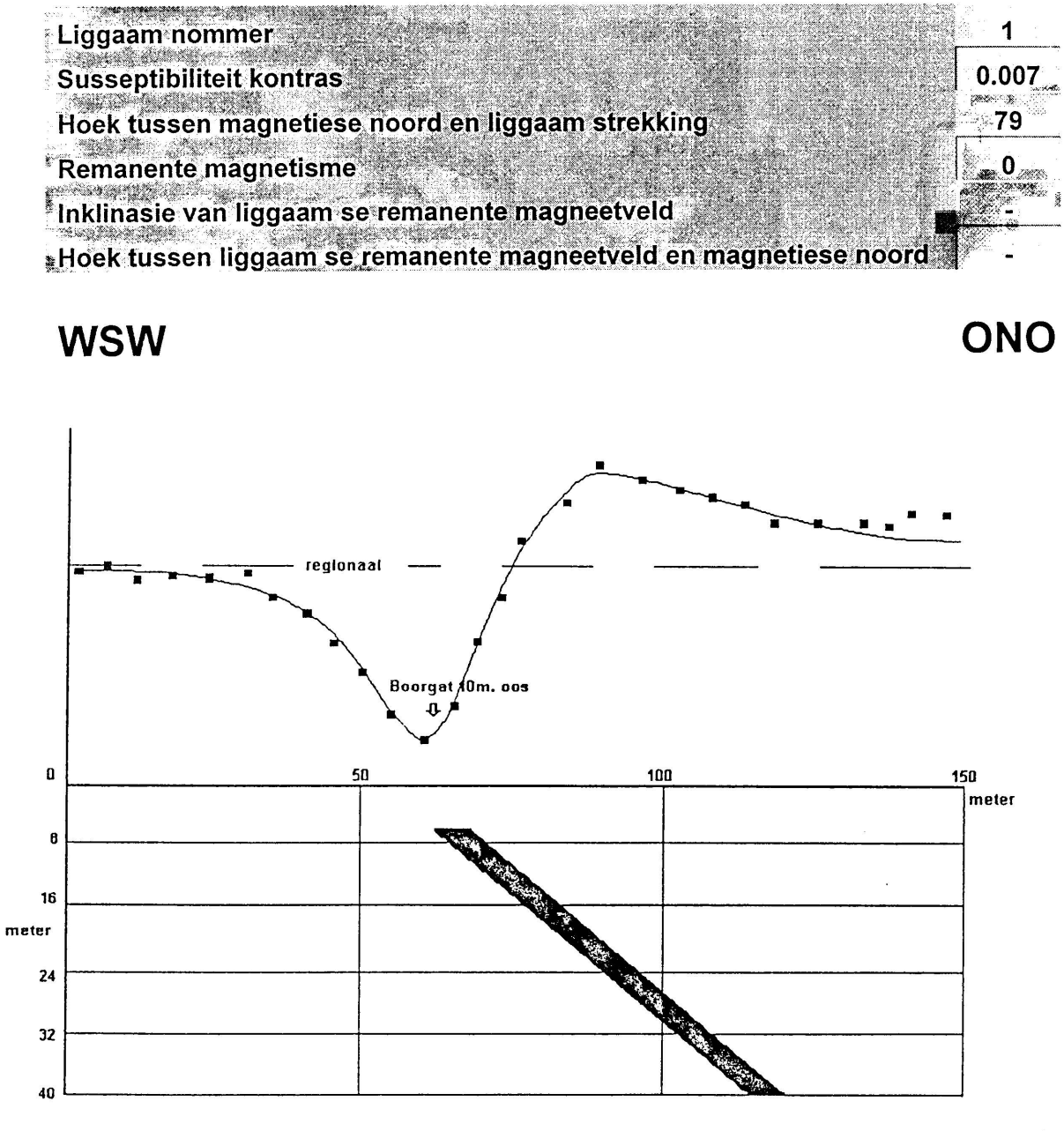
Krommepassingsfout : 1.199%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	53.6	5.4	21.3	2487
$\rho_{(beste\ pas)}$	69.3	6.7	28.8	6398
$\rho_{(maksimum)}$	100.8	8.1	40.6	15604
$h_{(minimum)}$	*0.9*	*2.9*	*10.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.1*	*3.6*	*11.7*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*4.6*	*14.1*	

Figuur 4.11(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Ongezien 105 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 4.12. Magnetiese liggaam model by boorgat 1 te Ongezien 105 IS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.6 Witbank

Inleiding

Net noord van die Steenkoolspruit tussen Bethal en Kriel is die plaas Witbank 80 IS geleë, geval 38 (Figuur 1). Daar is twee boorgate bestudeer met ligging 26º18'40" S. en 29º20'19" O. (boorgat 1) en 26º18'39" S. en 29º20'22" O. (boorgat 2). Beide boorgate is omtrent 100 meter van mekaar geleë. Die boorgate op die plaas het 'n maksimum diepte van 55 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die lewerings van beide boorgate is onbekend.

Geologie

Die Vryheid Formasie van die Ecca Groep is hier teenwoordig met lokale dagsome van Karoo doleriet. Die dagsome van Karoo doleriet neem duidelik af van suid na noord (veldinspeksie). Geen dagsome is ter plase gesien nie, net rooigrond wat op verweerde doleriet dui. Na die suide toe kan 'n duidelike sandsteenrant bo die Steenkoolspruit waargeneem word. Boorgatstate was by beide gevalle afwesig. Die NGDB (1996) dui op skalie, sandsteen en doleriet vir hierdie omgewing.

Geomorfologie

Die plaas is redelik heuwelagtig. 'n Fontein en stroompie is naby boorgat 1 geleë. Die gebied daal in die algemeen na die suidweste.

Geofisika

Die sondering wat uitgevoer is by boorgat 1 (Figuur 4.13) dui op sedimentêre gesteentes vir die eerste 38.6 meter, volgens die geologie en die NGDB (1996). Die suksessie bestaan uit moddersteen, koolstofryke skalie en sandsteen. Die sandsteen (ρ_3 = 300 Ωm.) is prominent as die derde laag. Die vierde laag bestaan uit verweerde en verbrokkelde doleriet. Die laaste styging van die sonderingskromme is die invloed van 'n onverweerde dolerietplaat op die sondering.
Boorgat 2 (QH-kromme), Figuur 4.14, dui op 'n dikker sedimentêre opeenvolging. Die geoëlektriese seksie dui op minder geoëlektriese grense, sodat die gesteentes meer

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geoëlektries homogeen is. Volgens die geologie, NGDB (1996) en die interpretasie van die eerste boorgat, is die volgende interpretasie moontlik: die geologie gaan van bogrond oor in 'n sandsteen -en 'n moddersteenlaag. Die derde laag is verweerde doleriet. 'n Onverweerde dolerietintrusie is eers prominent op 'n diepte van 78m.

Gevolgtrekking

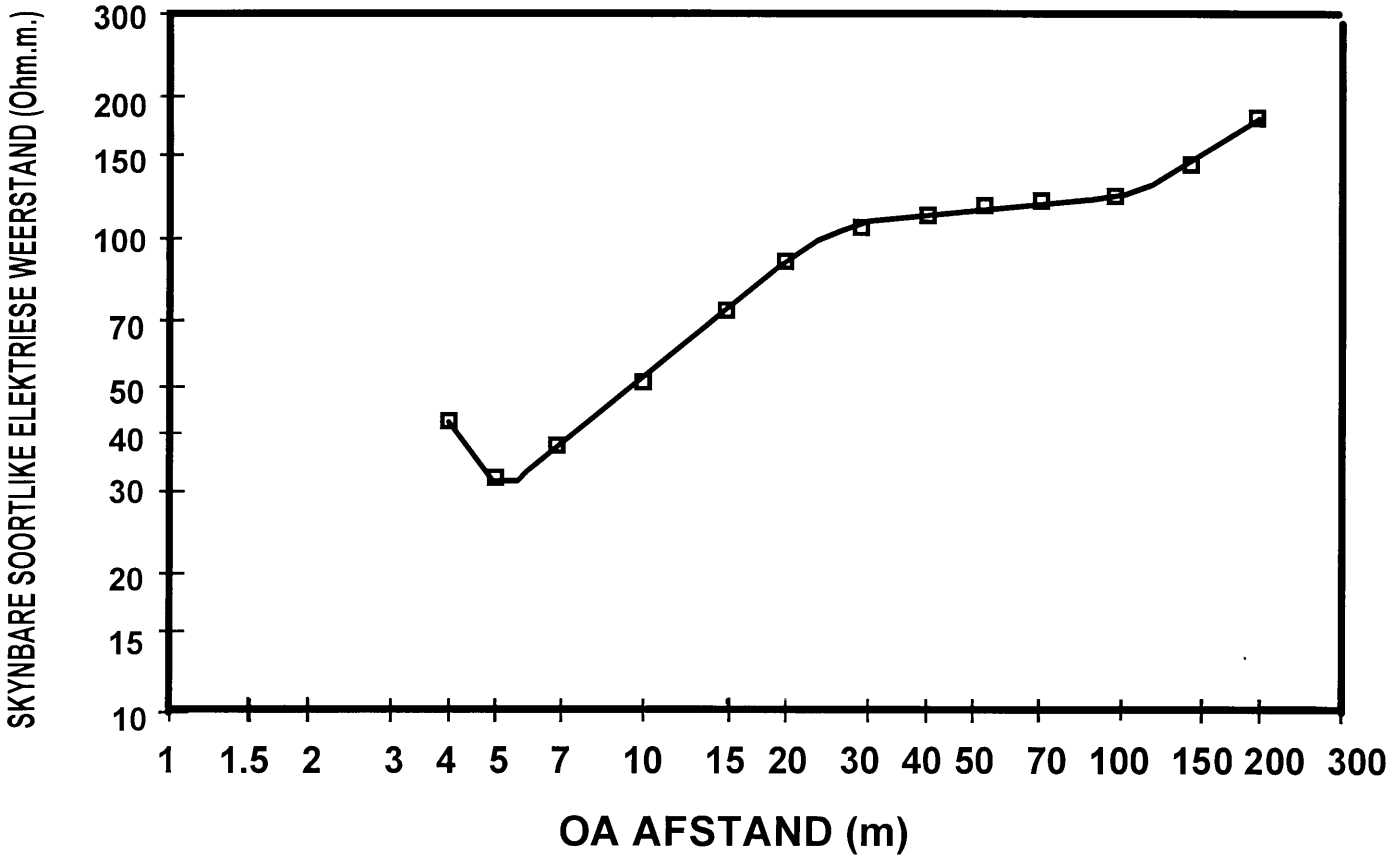
Boorgat 1 onttrek grondwater vanuit die verweerde -en verbrokkelde doleriet met ρ = 30 Ωm. en genoegsame dikte, asook uit laagvlakke en nate.
Boorgat 2 onttrek grondwater uit die sedimentêre opeenvolging, volgens die boorgatdiepte van $\leq$55m. 'n Kontak tussen moddersteen en sandsteen, laagvlakke en nate sal waarskynlik die grondwater voorsien. Die moddersteen dien as 'n lekkende akwifeer, met 'n beperkte lewering.

Die waterdraers word gunstig gevorm deurdat 'n dik suksessie (38-78 m.) sedimentêre gesteentes die dolerietplaat oorlê, wat akwifeeraanvulling verbeter. In so 'n omgewing mag dit voorkom dat daar op enige plek op die plaas geboor kan word. Om gelykstroom sonderings uit te voer by gewenste boorposisies vanweë sy lae koste en vinnige opstelling is aan te beveel. Die elektriese sondering verskaf 'n diepte profiel in 'n klein tydsperiode (¾ uur), wat 'n potensiële waterdraer en die effektiewe boordiepte effektief kan bepaal, soos boorgat 2 se sondering (Figuur 4.14) bewys. Boorgat 2 se lewering kan verhoog word dieper te boor na die verbrokkelde doleriet/onverweerde doleriet-kontak op 'n diepte van 78 meter.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.409%

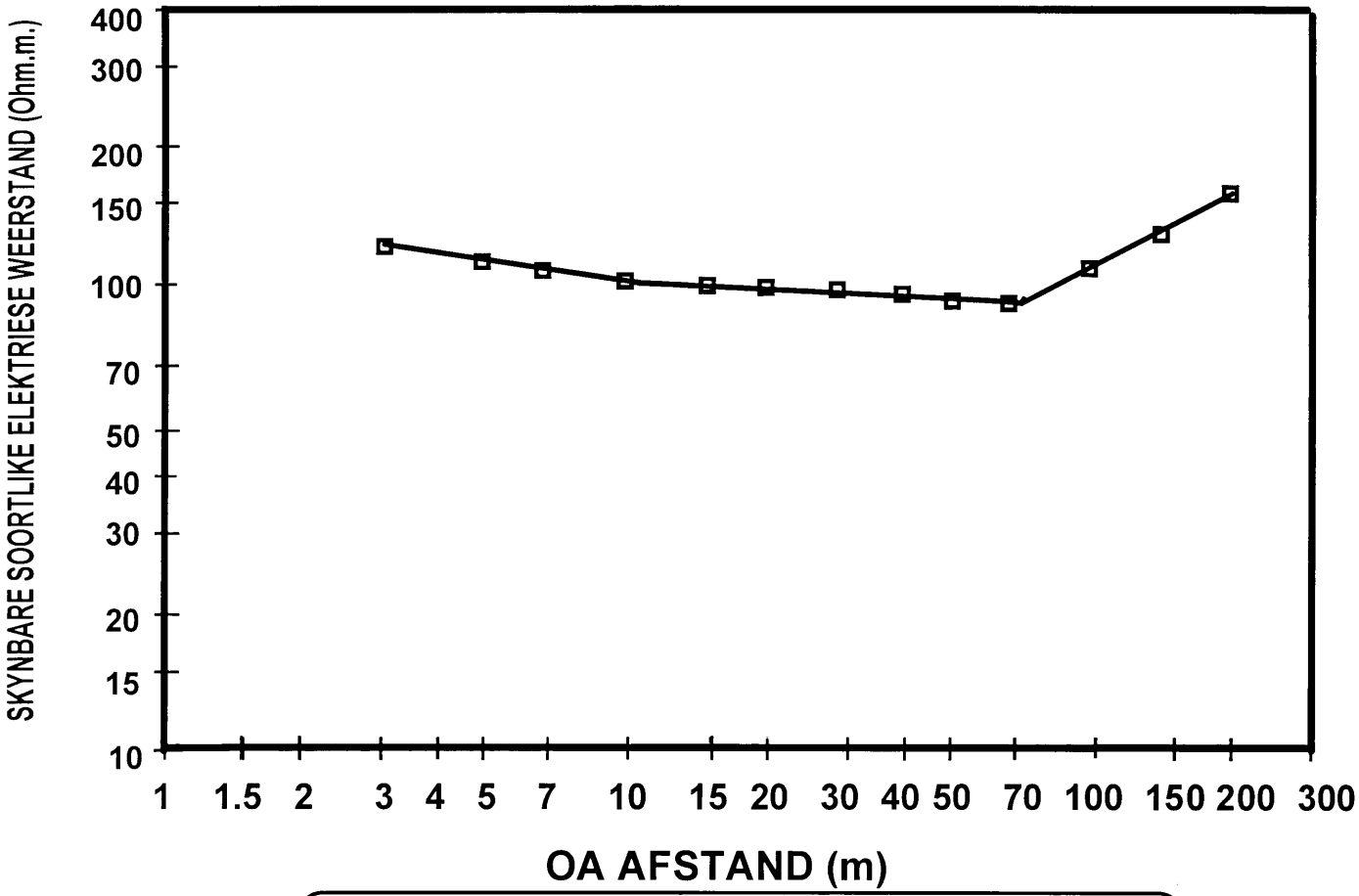
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	61.9	9.7	263	17.2	11873
$\rho_{(beste\ pas)}$	64.8	11.6	317	25.4	21509
$\rho_{(maksimum)}$	78.3	14.4	392	39.0	44088
$h_{(minimum)}$	1.3	1.5	11.1	17.8	
$h_{(beste\ pas)}$	1.4	1.6	13.6	22.0	
$h_{(maksimum)}$	1.5	1.9	16.3	32.4	

Figuur 4.13(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Witbank 80 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.371%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	153	118	55.9	2634
$\rho_{(beste\ pas)}$	179	119	63.4	9773
$\rho_{(maksimum)}$	260	121	78.8	37181
$h_{(minimum)}$	*0.6*	*22.2*	*48.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.8*	*26.5*	*50.7*	
$h_{(maksimum)}$	*0.9*	*30.3*	*61.0*	

Figuur 4.14(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Witbank 80 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.7 Dorstfontein

Inleiding

Op die plaas Dorstfontein 71 IS, geval 39 (Figuur 1), is daar langs twee boorgate gelykstroom sonderings uitgevoer. By boorgat 1 is nog addisionele magnetiese -en elektromagnetiese profilerings opnames uitgevoer. Die plaas is ongeveer 10km. oos van Kriel. Die boorgate is vlakker as 55 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat lewering is onbekend. Koördinate van boorgat 1 is 26º15'33" S. en 29º19'24" O. Boorgat 2 se ligging is 26º13'49" S. en 29º20'12" O.

Geologie

Geen Karoo gesteente dagsome is aangetref nie. Rooigrond kom wel lokaal voor tussen geel grond, wat op dolerietintrusies dui. Lateriet dagsome kom voor by boorgat 1. Boorgat 2 se boorgatstaat wys op verweerde en onverweerde doleriet, steenkool en kwartsiet. Die geologie soos weergegee op die geologiese kaart dui enkel net gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep) aan.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelyk met vleilande na die noorde, waar ook 'n paar windpompe geleë is. Daar is egter geen data ingewin nie weens die onbegaanbare aard van die lande.

Geofisika

Die sondering by die eerste boorgat dui op 'n vier-laag aarde (Figuur 4.15), met 'n HA-sonderingskromme. Die soortlike elektriese weerstande en die NGDB (1996) dui op 'n sedimentêre opeenvolging. Die eerste laag is enkel bo-grond met lateriet. Laag twee wat 22.6m. dik is dui op koolstofryke skalie wat oorgaan in 'n moddersteenlaag met moontlike steenkoollae, soos wat aangedui word deur boorgatstate van die NGDB (1996) van omliggende plase. Die onderste laag met ρ_4 = 203 Ωm. dui op 'n sandsteenlaag.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die elektromagnetiese profiel dui op 'n goeie elektriese geleidingsvermoë wat dikwels in die Karoo Opeenvolging verkry word (Figuur 4.17). Die profiel toon hoofsaaklik vertikale stukture aan wat begrens word deur 'n gelaagde aarde situasie. Vertikale strukture is duidelik aanwesig tussen stasies 50 en 80 meter en tussen stasies 115 en 150 meter op die profiellyn. Die rede waarom die profiel by hierdie stasies as 'n vertikale struktuur aangegee kan word is dat die horisontale dipool 'n beter koppeling as die vertikale dipool het met 'n vertikale struktuur. 'n Redelik diep verwering is ook aanwesig volgens die lae elektriese geleidingsvermoë (9mS/m) van die vertikale dipool. Die elektriese geleidingsvermoë van die horisontale dipool bly redelik konstant, want dit wissel geleidelik van 23 tot 35 mS/m. Die naastenby dun vertikale struktuur wat aanwesig is tussen 50 en 80 meter (Figuur 4.17) kan op die magnetiese profiel waargeneem word (Figuur 4.18). Die elektromagnetiese profiel is 35 meter suid van die magnetiese profiel uitgevoer. Die teenwoordigheid van die gang kan egter op beide profiele waargeneem word.

Voordat met die magnetiese opname begin is, is eers die lugmagnetiese kaart 2628 East Rand (1977) bestudeer. Die verwagte strekking van die gesteentes, soos afgelei van hierdie kaart, is dan loodreg gekruis in die veld vir ‘n maksimum amplitude oor die liggaam.

Die magnetiese profiel dui op die teenwoordigheid van 'n hellende dun dolerietgang op 'n diepte van 10 meter. Die gang hel 70º na die suid-suidweste, met 'n maksimum residuele amplitude van 248nT (Figuur 4.18).

'n Vier-laag aarde word volgens die sonderingskromme, Figuur 4.16, verkry by boorgat 2, alhoewel die vloergesteente op 'n dolerietplaat dui in teenstelling met boorgat 1. Die interpretasie volgens die boorgatstaat en die eerste boorgat se interpretasie dui op 'n redelik dik bo-grond met 'n dikte van 3.1 meter. Daarna volg 'n dun laag van koolstofryke skalie wat oorgaan in 'n vermenging van sedimentêre gesteentes en verweerde, verbrokkelde doleriet.

Gevolgtrekking

Volgens die magnetiese -en elektromagnetiese profiele kom net ten suide van boorgat 1 ‘n dolerietgang voor. Die geïnterpreteerde posisie van die gang is egter weg van die boorgat af. Die boorgat sal dan sy water onttrek vanuit die laagvlakke, naatsones en kontaksones tussen die verskillende sedimentêre gesteentes.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

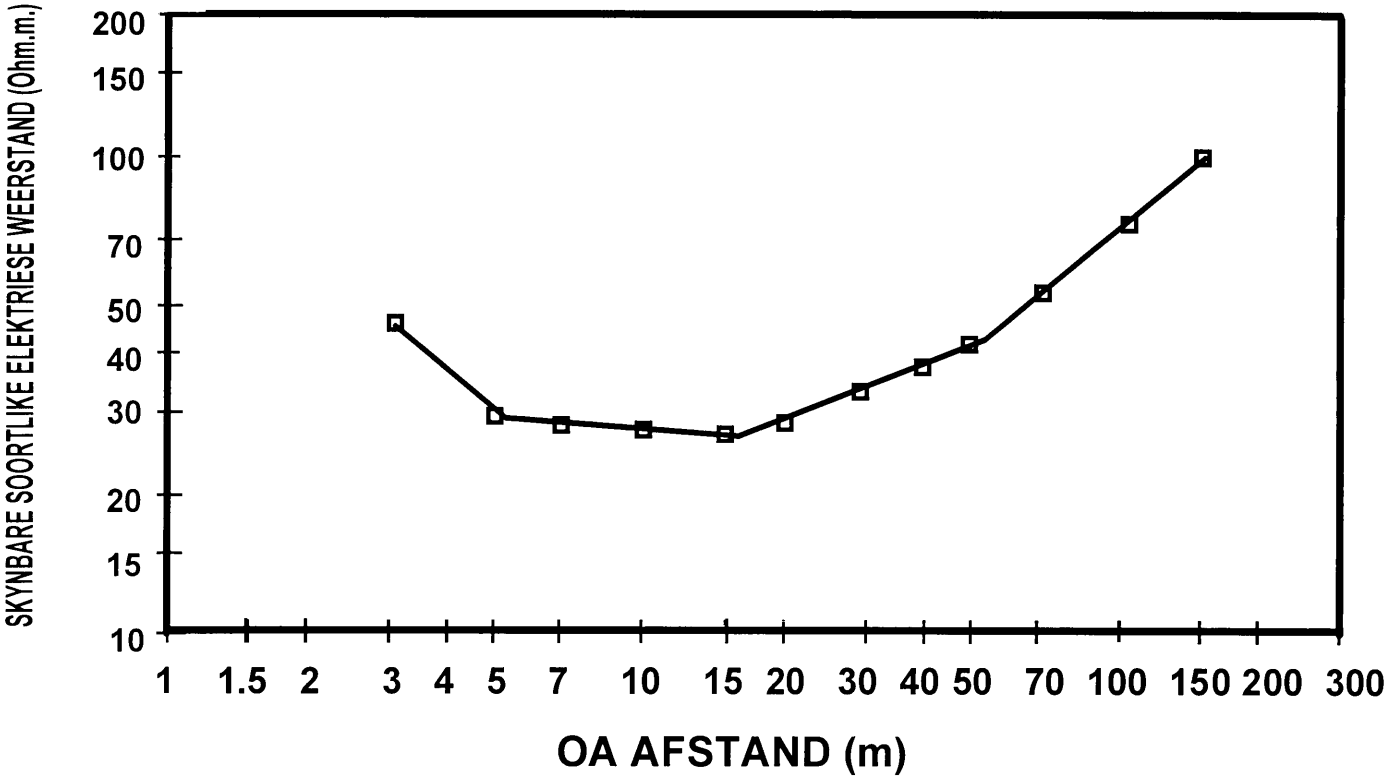
Die A-gedeelte van die sonderingskromme van boorgat 2 definieer die verweerde -en verbrokkelde dolerietplaat, met ρ = 40 Ωm. en genoegsame dikte. Hierdie laag sal die water aan hierdie boorgat voorsien. Die aanspraak word versterk deur die feit dat die water redelik vlak raakgeboor is (<22.3 meter) (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Omdat 'n dolerietplaat nie oral teenwoordig is nie volgens die interpretasie van die eerste boorgat, kan nie op enige plek geboor word nie. Om 'n koste effektiewe boorgat te plaas met 'n redelike lewering, moet geofisiese ondersoeke by strukture soos gange en verweringskomme uitgevoer word. Boorgate kan ook beter geplaas word, soos byvoorbeeld op ‘n dun gangkontak (boorgat 1), waar meesal grondwater aangetref word in die Vryheid Formasie (Ecca Groep). Dit is verder belangrik dat die onverweerde dolerietplaat in hierdie gebied ‘n redelike dikte (~20 meter) oorliggende materiaal moet hê om grondwater te kan lewer, volgens die piësometriese drukhoogte en die diepte waar grondwater raakgeboor word. ‘n Geoëlektriese diepteprofiel sal die suksessie duidelik uitwys.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.538%

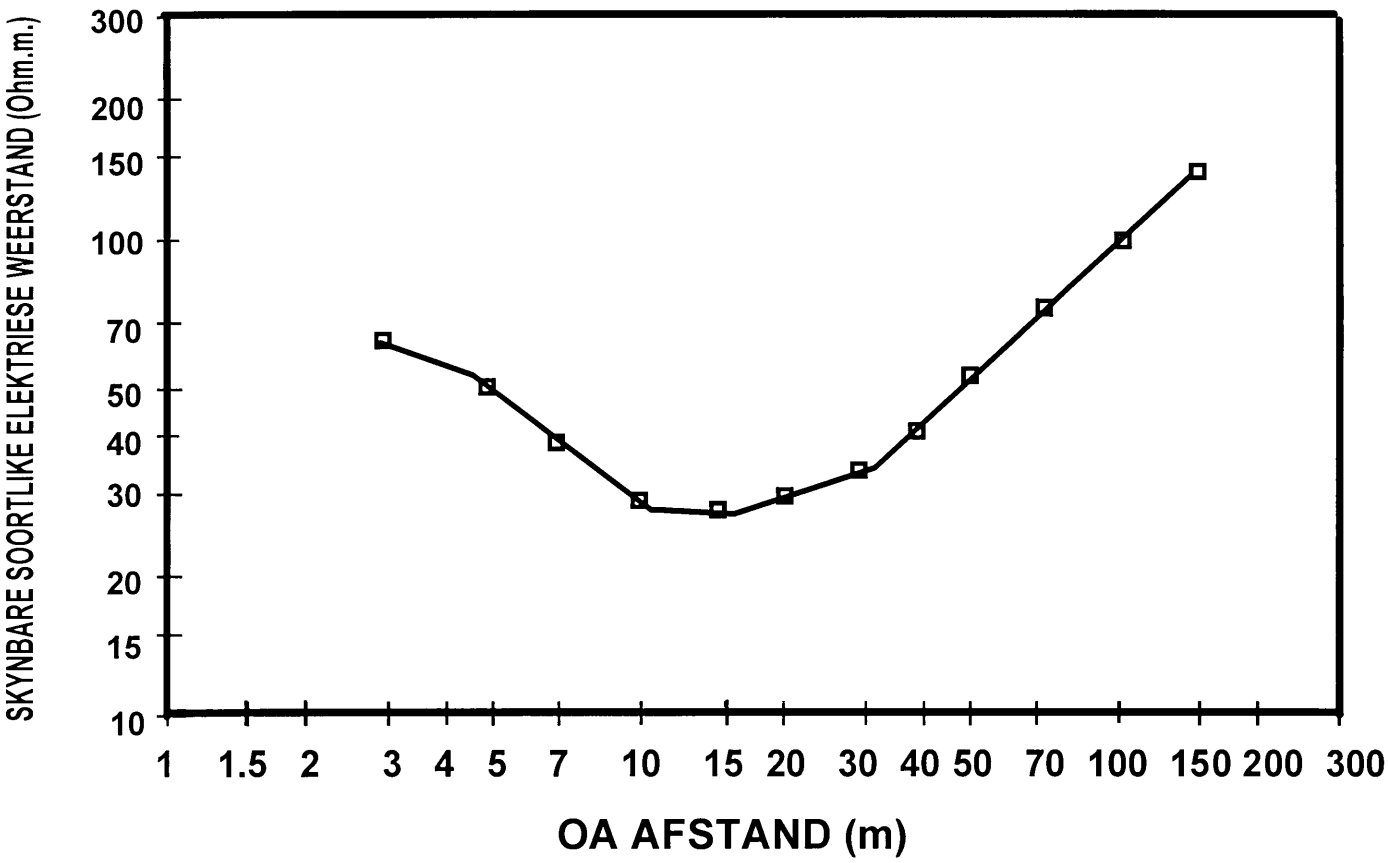
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	66.7	26.5	50.1	153
ρ(beste pas)	94.5	26.7	59.4	203
ρ(maksimum)	148	26.8	92.8	281
$h_{(minimum)}$	*0.9*	*20.2*	*18.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*22.6*	*34.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.1*	*28.2*	*56.6*	

Figuur 4.15(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 1 te Dorstfontein 71 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

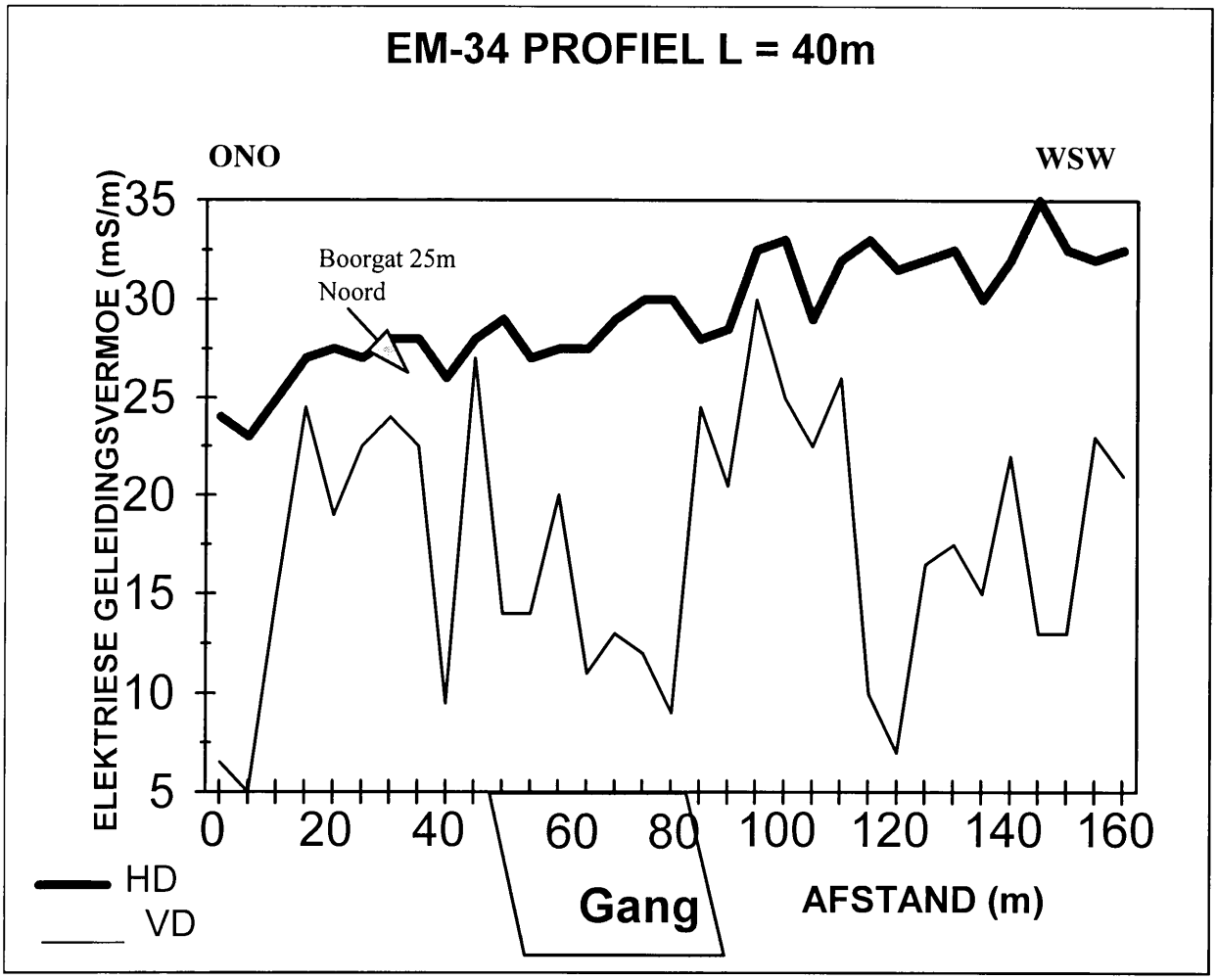
Krommepassingsfout : 0.894%

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	70.2	17.3	24.7	71398
ρ(beste pas)	70.3	20.5	37.6	112184
ρ(maksimum)	70.5	24.6	49.8	189326
$h_{(minimum)}$	2.8	3.4	12.2	
$h_{(beste\ pas)}$	3.1	4.0	15.2	
$h_{(maksimum)}$	3.3	5.8	18.5	

Figuur 4.16(a,b). Sonderingsdata van die boorgat 2 te Dorstfontein 71 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

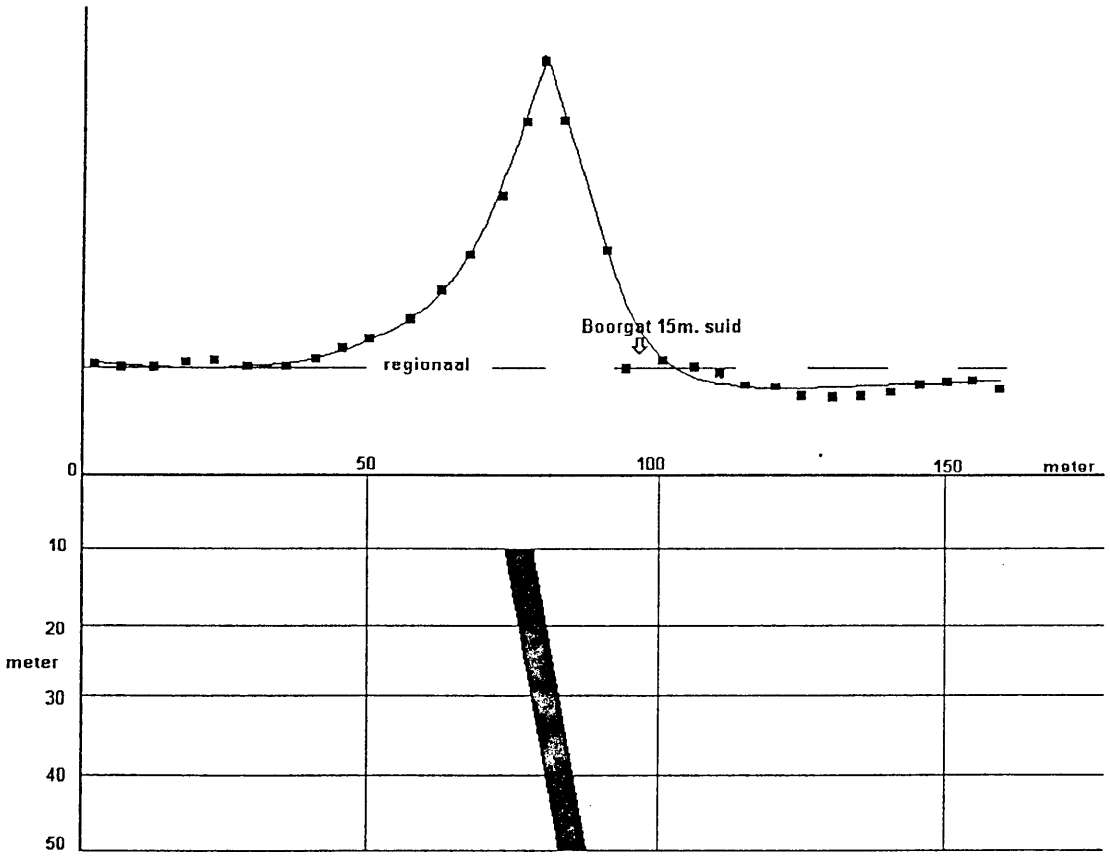


Figuur 4.17. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 1 te Dorstfontein 71 IS. Die gang se posisie is afgelei vanaf die magnetiese data.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1
Susseptibiliteit kontras	0.009
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	335
Remanente magnetisme	0
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	-
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	-



Figuur 4.18. Magnetiese liggaam model te Dorstfontein 71 IS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.8 Vlakfontein

Inleiding

Die plaas Vlakfontein 72 IS, geval 40 (Figuur 1), is bykans 3km. oos van Dorstfontein 71 IS geleë. Die boorgat voorsien hoofsaaklik drinkwater aan die stat wat daar geleë is.
Die lewering van die windpomp beloop 1750 l/uur met 'n maksimum diepte van 40 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die ligging van die windpomp is by 26º15'02" S. en 29º20'25" O.

Geologie

Die plaas bestaan uit gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep). In die omgewing van die plaas kom ook dagsome van die Selonsrivier Formasie en Lebowa Graniet Suite voor. Na die suide word prominente dagsome van Karoo doleriet aangetref (2628 East Rand, 1986). Die grondprofiel is grys wat hoofsaaklik op verweerde sedimentêre Karoo gesteentes dui. By die windpomp is dolerietfragmente opgetel. Volgens die NGDB (1996) kan skalie, steenkool, sandsteen en doleriet in hierdie omgewing aangetref word.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelyk met vleilande in swak gedefinieerde laagtes. Na die ooste kom dagsome van graniet en rioliet voor wat kliprante en koppe vorm. 'n Prominente kop is Vaalkop wat bestaan uit rioliet.

Geofisika

Een sondering is uitgevoer by die boorgat. Die interpretasie van die sonderingskromme (Figuur 4.19) kan aan die hand van NGDB (1996) data van die omgewing gedoen word. Die eerste laag verteenwoordig die grys bo-grond. 'n Laterietlaag kom daarna voor met 'n dikte van 0.8m. wat oorgaan in 'n moddersteenlaag. Op 'n diepte van 5.8 meter word 'n sandsteenlaag aangetref met ρ = 240 Ωm. wat oorgaan in 'n koolstofryke skalie/verweerde dolerietplaat. Die vloergesteente bestaan uit 'n onverweerde dolerietplaat.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

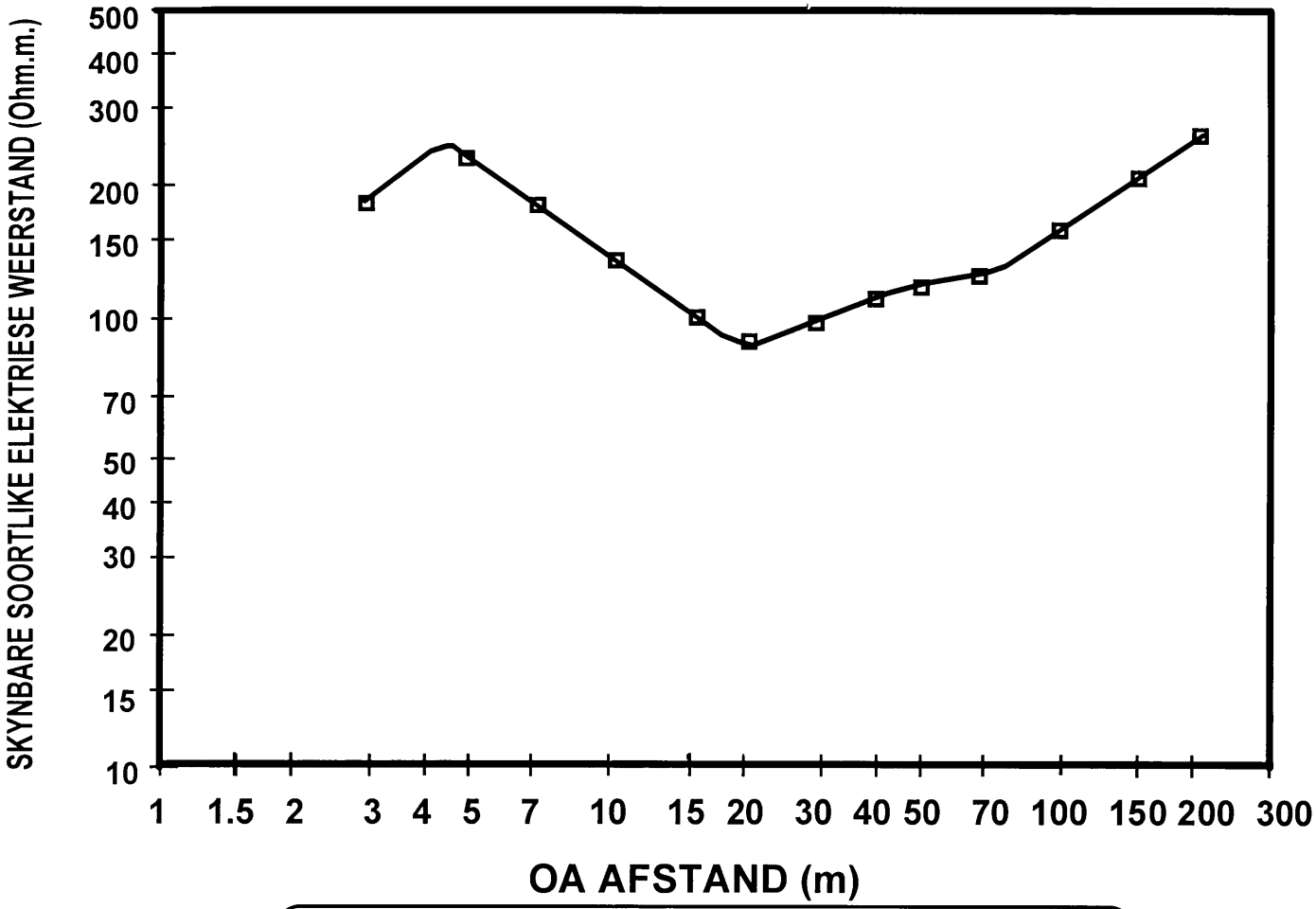
Die windpomp vertoon 'n algemene Karoo akwifeer lewering van 1750 l/uur, gemeet aan die resultate van Vivier *et al*. (1995b). Met die inagneming van die boorgatdiepte kan daar aangeneem word dat die akwifeer in hierdie geval weer die verweerde/onverweerde dolerietkontak is wat ingesluit word deur 'n waterterughouer. Die moddersteen/sandsteenkontak is te vlak, volgens die lokale statiese watervlak van 10 meter (veldmeting), om grondwater te voorsien.

Vanweë die ingewikkelde geologie op hierdie plaas, met gesteentes van verskillende ouderdomme, kan dolerietintrusies en paleo-verweringskomme bestaan. Enige plek op die plaas sal daarom nie geskik wees om te boor nie, indien gesteente dagsome, diepte van verwering en geologiese struktuur in ag geneem word. In die afwesigheid van kunsmatige geleiers moet die (elektro)magnetiese tegnieke aangewend word om die posisie van dolerietintrusies, geologiese struktuur en verweringskomme te bepaal. Gelykstroom elektriese sonderings word by waargenome anomalië uitgevoer om 'n geoëlektriese profiel te verkry. Enkele elektriese sonderings kan uitgevoer word om optimum verweringsdieptes te bepaal by verskillende posisies. Boorgate word geplaas by suksessies met diep verwering van die intrusiewe gesteentes, asook waar veel kontaksones tussen die gesteentes voorkom.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.229%

LAAG	1	2	3	4	5	6
$\rho_{(minimum)}$	23.0	614	21.7	185	11.7	2436
$\rho_{(beste\ pas)}$	78.8	1091	29.6	241	20.6	9732
$\rho_{(maksimum)}$	92.6	2989	38.8	313	37.4	35603
$h_{(minimum)}$	*0.3*	*0.7*	*3.3*	*11.1*	*11.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.7*	*0.8*	*4.3*	*13.0*	*14.8*	
$h_{(maksimum)}$	*0.9*	*1.2*	*5.1*	*15.6*	*24.0*	

Figuur 4.19(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Vlakfontein 72 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.9 Alexander

Inleiding

Ongeveer 20km. noordwes van Bethal lê die plaas Alexander (102 IS), geval 41 (Figuur 1). Die boorgat self is in 'n vlei geleë, by 26º20'05" S. en 29º17'20" O. Die boorgat is 30 meter diep, maar die lewering daarvan is onbekend (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die statiese watervlak is by die 1 meter diep (veldinspeksie).

Geologie

Op die 2628 East Rand (1986) kaart word net die Vryheid Formasie van die Ecca Groep op die plaas aangedui, alhoewel ten suide van die plaas 'n dolerietdagsoom aangedui word. Op die plaaspad is ook dolerietdagsome gesien.

Geomorfologie

Die boorgat is geplaas in 'n vleiland. Ten noorde van die plaas is 'n wit sandsteenrant en daaronder die Dwars-in-die-wegspruit. Die gebied is in die algemeen golwend.

Geofisika

Die sonderingskromme dui op 'n HA-tipe kromme met ‘n dik vloergesteente (Figuur 4.20). Bo die dolerietvloergesteente rus 'n 12.8m. dik opeenvolging van drie-lae. Die opeenvolging bestaan uit onverweerde doleriet, verweerde en verbrokkelde doleriet, versadigde moddersteen en bo-grond.

Gevolgtrekking

Die sonderingskromme (Figuur 4.20) toon 'n skerp gedefinieerde styging oor tenminste nege AB-posisies, wat aandui dat geen verweerde of lae weerstandlaag in 'n bepaalde diepte (15-60 meter) voorkom nie. Die aanwesigheid van 'n vlei is 'n teken dat die ondergrond redelik ondeurlaatbaar is, asook dat die gebied redelik gelyk is. Die half-ingeperkte akwifeer op Alexander word gekenmerk deur die A-gedeelte van die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

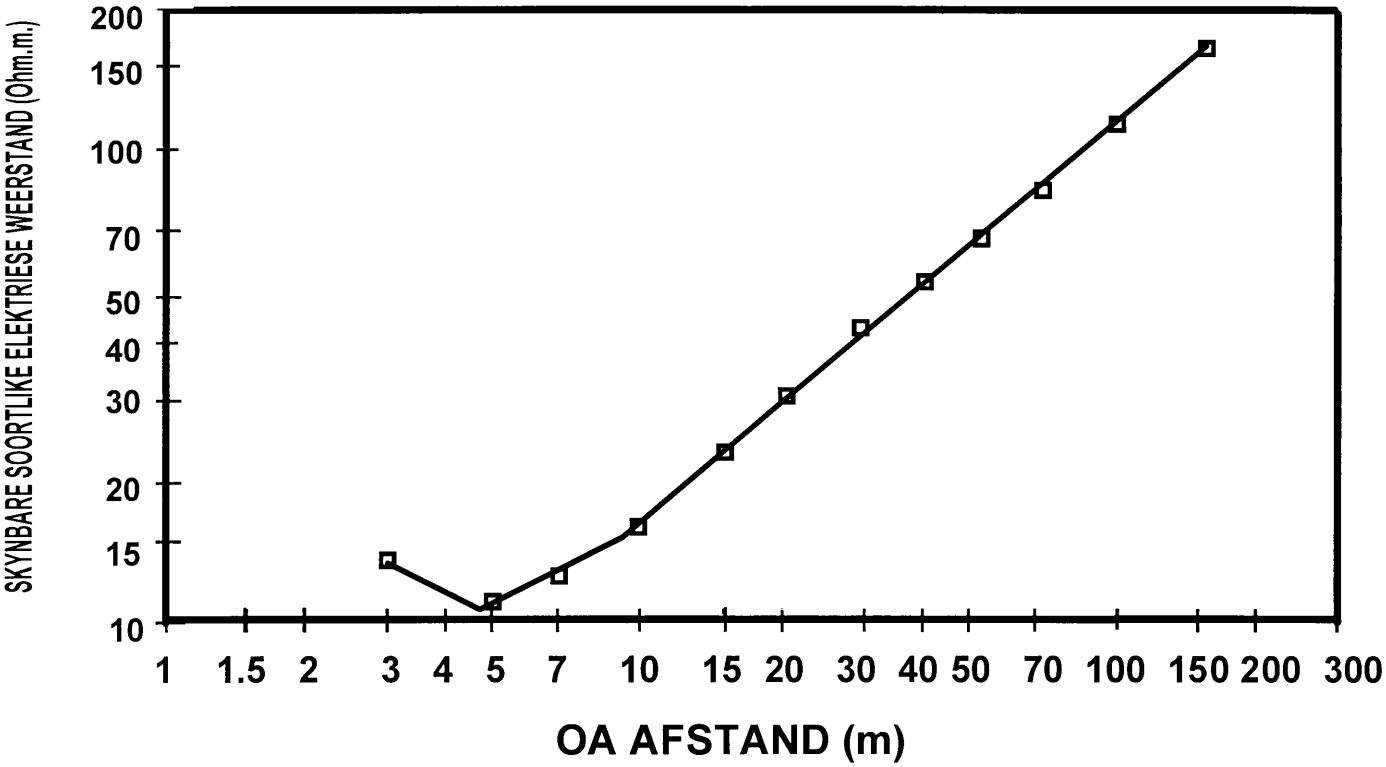
sonderingskromme. Die verweerde/verbrokkelde dolerietkontak met die onverweerde doleriet definieer die akwifeer. Die akwifeer verkry ook afloopwater van die vlei. Akwifeeraanvulling behoort daarom redelik vinnig te wees. Die lewering van die boorgat is onbekend, alhoewel dit 'n dompelpomp besit en drinkwater vir die plaas voorsien. Hieruit is dit moontlik dat die waterlewering in die orde van +2000 l/uur kan wees.

Dit mag voorkom dat op enige plek in die vlei geboor kan word en grondwater raakgeboor sal word. Die gebruik van gelykstroom elektriese sonderings is noodsaaklik om die verweringsprofiel by posisies te ondersoek. Die dikte van die A-gedeelte van die verkryde sonderingskromme sal ‘n invloed uitoefen op die akwifeerlewering. Beter boorposisies word so maklik en goedkoop ondersoek.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.096%

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	30.8	6.3	24.7	557
ρ(beste pas)	48.2	7.7	41.8	681
ρ(maksimum)	95.9	8.8	62.3	898
h(minimum)	*0.3*	*3.6*	*5.7*	
h(beste pas)	*0.5*	*3.7*	*8.6*	
h(maksimum)	*0.6*	*4.8*	*10.4*	

Figuur 4.20(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Alexander 102 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.10 Witrand

Inleiding

Die plaas Witrand (103 IS), geval 42 (Figuur 1), is geleë 12km. noordwes van Bethal langs die Piekespruit. Die boorgat (26º23'36" S. en 29º20'19" O.) is ongeveer 50m. noord van die spruit geleë. Die boorgat is maksimum 55 meter diep en lewer in die orde van 5000 l/uur, met 'n statiese watervlak van 1.5 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die rant net noordoos van die boorgat bestaan uit 'n dolerietplaat met 'n sandsteenlens van 3m. dik. Die teenwoordigheid van hierdie dolerietintrusie word bevestig deur die 2628 East Rand (1986) kaart. Die boorgat self is geleë in grys rivier-alluvium met moddersteenfragmente rondom. Die boorgatstaat wys op baie doleriet en grys moddersteen en weinig wit kwartsitiese sandsteen

Geomorfologie

Soos reeds aangetoon is die boorgat geleë tussen 'n rant en 'n spruit (suid). Die omgewing is heuwelagtig met min oppervlakwater.

Geofisika

Daar is 'n gelykstroom sondering uitgevoer by die boorgat, wat 'n AK-tipe sonderingskromme gelewer het (Figuur 4.21). Die eerste twee meter van die grond bestaan uit grys versadigde alluvium. Die grys alluvium word opgevolg deur die grys moddersteen wat oorgaan in minder poreuse kwartsitiese sandsteen met ρ = 360 Ωm. Onder hierdie kontak word 'n dik verweerde/verbrokkelde dolerietlaag aangetref. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde doleriet volgens die boorgatstaat. Die maksimum AB-spasiëring van die sondering was te klein om hierdie onverweerde dolerietvloer in diepte op te spoor.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

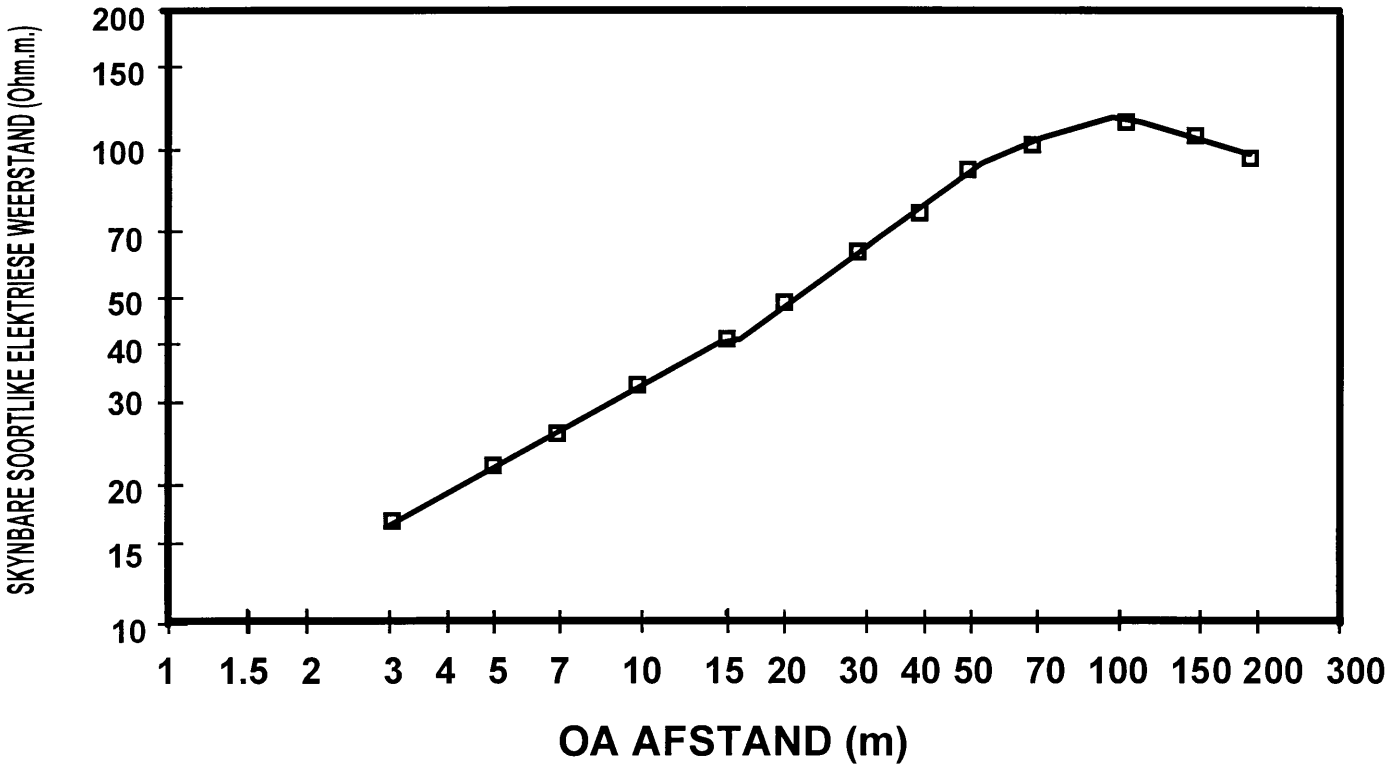
Die water wat in hierdie boorgat onttrek word kan tweeledig van aard wees. Ten eerste word die water onttrek van uit die Piekespruit via die alluvium of gebroke moddersteen, wat 'n verhewe watertafel definieer. Ten tweede word die grondwater verkry uit die dik verweerde/verbrokkelde dolerietlaag.
Die verhewe watertafel reageer as 'n oningeperkte akwifeer en onttrek volgens die keël van drukontlasting water uit die spruit uit. Die verweerde/verbrokkelde doleriet is 'n ingeperkte akwifeer.
Die buitengewone lewering van hierdie boorgat in vergelyking met die ander gevalle se boorgatlewerings, word toegeskryf aan die dik verweerde/verbrokkelde dolerietlaag, asook dat die keël van drukontlasting water uit die spruit onttrek.

Dit is onwaarskynlik dat op enige gedeelte van die plaas, weg van die spruit, grondwater raakgeboor sal word, omdat dolerietdagsome en dik dolerietplate aanwesig is. 'n Doeltreffende geofisiese ondersoek na grondwater op hierdie plaas bestaan onder andere uit (elektro)magnetiese tegnieke. Die yl plantverspreiding op die plaas vergemaklik die opname. Gelykstroom elektriese sonderings word uitgevoer by voorkeur posisies, soos verweringsones en strukture, soos afgelei van die (elektro)magnetiese inligting.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.298%

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	13.1	42.9	254	61.7
ρ(beste pas)	13.7	47.3	362	69.5
ρ(maksimum)	14.2	50.4	608	77.7
h(minimum)	*1.7*	*9.9*	*7.5*	
h(beste pas)	*2.0*	*11.1*	*9.9*	
h(maksimum)	*2.2*	*12.8*	*13.4*	

Figuur 4.21(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Witrand 103 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.11 Boschmanskraal

Inleiding

Daar is slegs een boorgat op die plaas Boschmanskraal 184 IS, geval 45 (Figuur 1), wat bykans 10km. noordwes van Hendrina geleë is. Die boorgat is by 'n kragdraad. Die boorgat is geleë by 26º07'49" S. en 29º38'12" O en is ongeveer 45m. diep met 'n geskatte lewering van 2000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die plaas word oorlê deur gesteentes van die Vryheid Formasie van die Ecca Groep (2628 East Rand, 1986). Op die oppervlak kom aslae voor wat afkomstig is van naby geleë kragstasies. Die NGDB (1996) lys dat sandsteen, skalie en diabaas hier hoofsaaklik teenwoordig is.

Geomorfologie

Dit is 'n golwende landskap met 'n matige frekwensie van oppervlakwater voorkomste. Die plaas self lê op 'n waterskeiding en word begrens in die suide deur 'n spruit. Panne en fonteine kom ook voor.

Geofisika

By die boorgat is 'n gelykstroom elektriese sondering uitgevoer wat 'n HA-tipe sonderingskromme lewer (Figuur 4.22). Die eerste laag word toegeskryf aan verweerde materiaal, ongekonsolideerde sandgrond en as. Daarna gaan dit oor in 'n koolstofryke skalie en moddersteenlaag met ρ_2 = 30 Ω.m. Op 'n diepte van 7.9 meter word intergelaagde moddersteen en sandsteen aangetref wat oorgaan in 'n sandsteen-vloergesteente. Alhoewel die magnetiese tegniek toepaslik is in hierdie omgewing, belemmer die kragdraad die inwinning van essensiële data by die boorgat.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

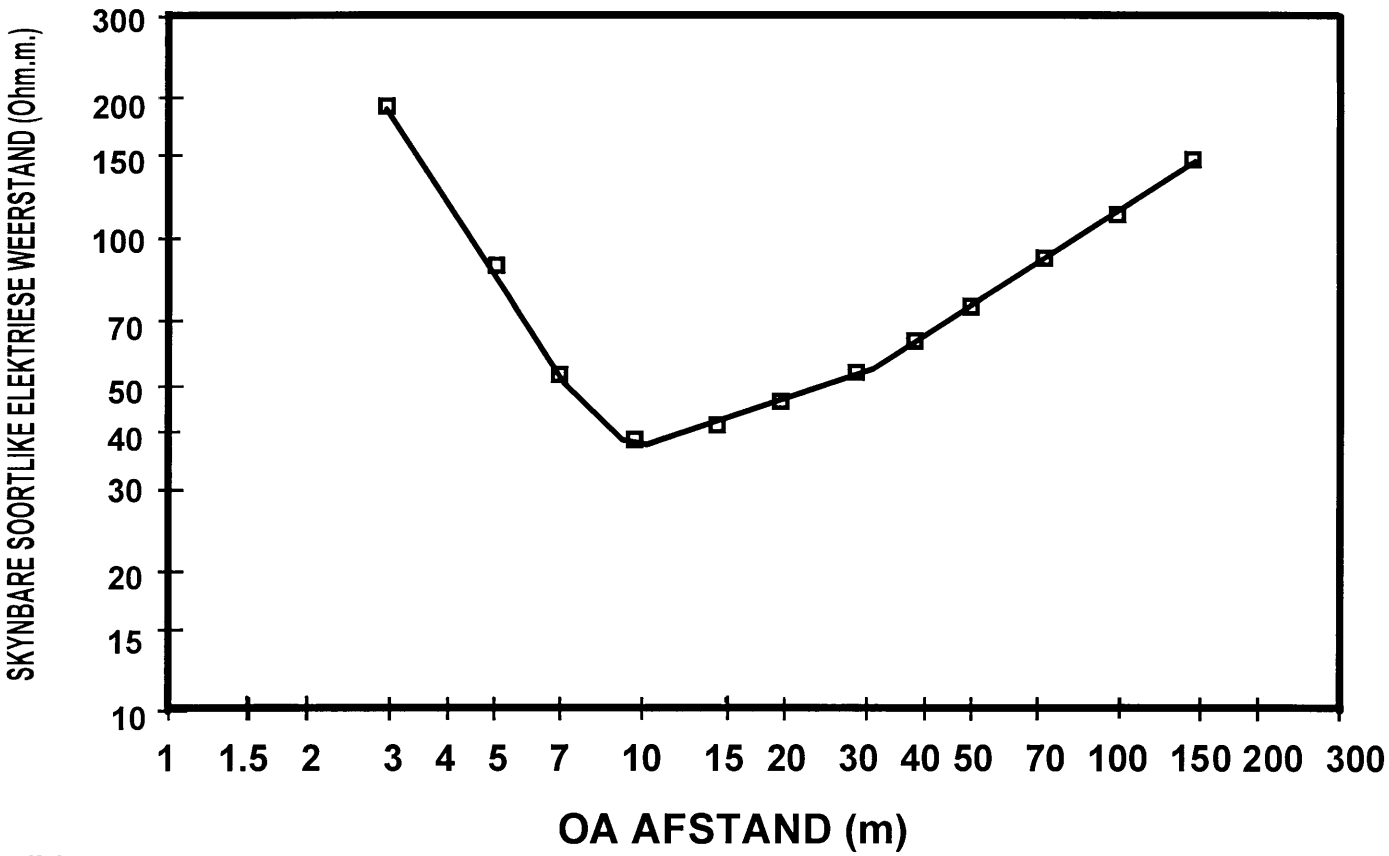
Die A-gedeelte van die sonderingskromme (Figuur 4.22) definieer die ingeperkte akwifeer. Die moddersteen/sandsteenkontakte, laagvlakke en naatsones tree op as die akwifeer. Geen verweerde doleriet kom in die suksessie voor nie, alhoewel die boorgat-lewering redelik dieselfde is in vergelyking met boorgate wat verweerde doleriet penetreer in die studiegebied. Hieruit kan die vraag gestel word of verweerde doleriet noodwendig 'n beter eksplorasieteiken is as 'n sedimentêre suksessie in hierdie gedeelte van die studiegebied.

Die feit dat 'n gemiddelde Vryheid Formasie boorgatlewering verkry word in die sedimentêre gesteentes, laat blyk dat enige boorposisie op hierdie plaas geskik is.
Gelykstroom elektriese sonderings is 'n nuttige en goedkoop tegniek om akwifere te definieer. Die dikste intermediêre laag van 'n A-kromme definieer 'n moontlike sterk grondwater lewerende akwifeer, wat maklik verkry kan word deur 'n aantal sonderingkrommes van die plaas met mekaar te vergelyk. Onnodige boorwerk en kostes word so verminder.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.137%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	322	29.7	64.8	269
$\rho_{(beste\ pas)}$	329	30.8	67.4	282
$\rho_{(maksimum)}$	338	31.5	82.5	330
$h_{(minimum)}$	*1.6*	*5.3*	*22.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.7*	*6.2*	*25.7*	
$h_{(maksimum)}$	*1.8*	*8.5*	*32.2*	

Figuur 4.22(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Boschmanskraal 184 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.12 Geluk

Inleiding

Net wes van die spoorlyn tussen Gloria en Davel is geval 46 (Figuur 1) geleë op die plaas Geluk, 226 IS. Daar staan een windpomp (26º15'03" S. en 29º31'11" O.) en 'n verteenwoordigende boorgatstaat is vir die boorgat beskikbaar. Die boorgat lewer 2500 l/uur (onwetenskaplike toets). Die boorgatdiepte is onbekend.

Geologie

Die plaas word oorlê deur sedimentêre gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep). In diepte bestaan gesteentes van die Selonsrivier Formasie, Lebowa Graniet Suite en diabaas (2628 East Rand, 1986). Die boorgatstaat lewer bewys van steenkool; onverweerde en verweerde rioliet; doleriet en koolstofryke skalie. Dagsome ter plaatse is egter afwesig, maar redelik onverweerde rioliet word omtrent 500m. ten noorde van die boorgat aangetref, asook lateriet.

Geomorfologie

Die gebied is besonder golwend met kenmerkende uitstaande heuwels in die veld wat uit rioliet en graniet bestaan. Na die noordooste is 'n spruit geleë. Die windpomp self lê redelik hoog i.v.m. die omliggende omgewing.

Geofisika

Met die uitgevoerde gelykstroom sondering is 'n vyf-laag aarde gedefinieer (Figuur 4.23). Die eerste laag word gekenmerk deur ongekonsolideerde sand en gruis. Die steenkool en koolstofryke skalie definieer die tweede laag wat oorgaan in 'n dun dolerietplaat met 'n dikte van 5.9 meter. Na die doleriet, op 'n diepte van 9.3 meter, word weer koolstofryke skalie en gewone moddersteen aangetref met 'n oorgang na verweerde en verbrokkelde rioliet. Die vloergesteente word gedefinieer deur onverweerde rioliet.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

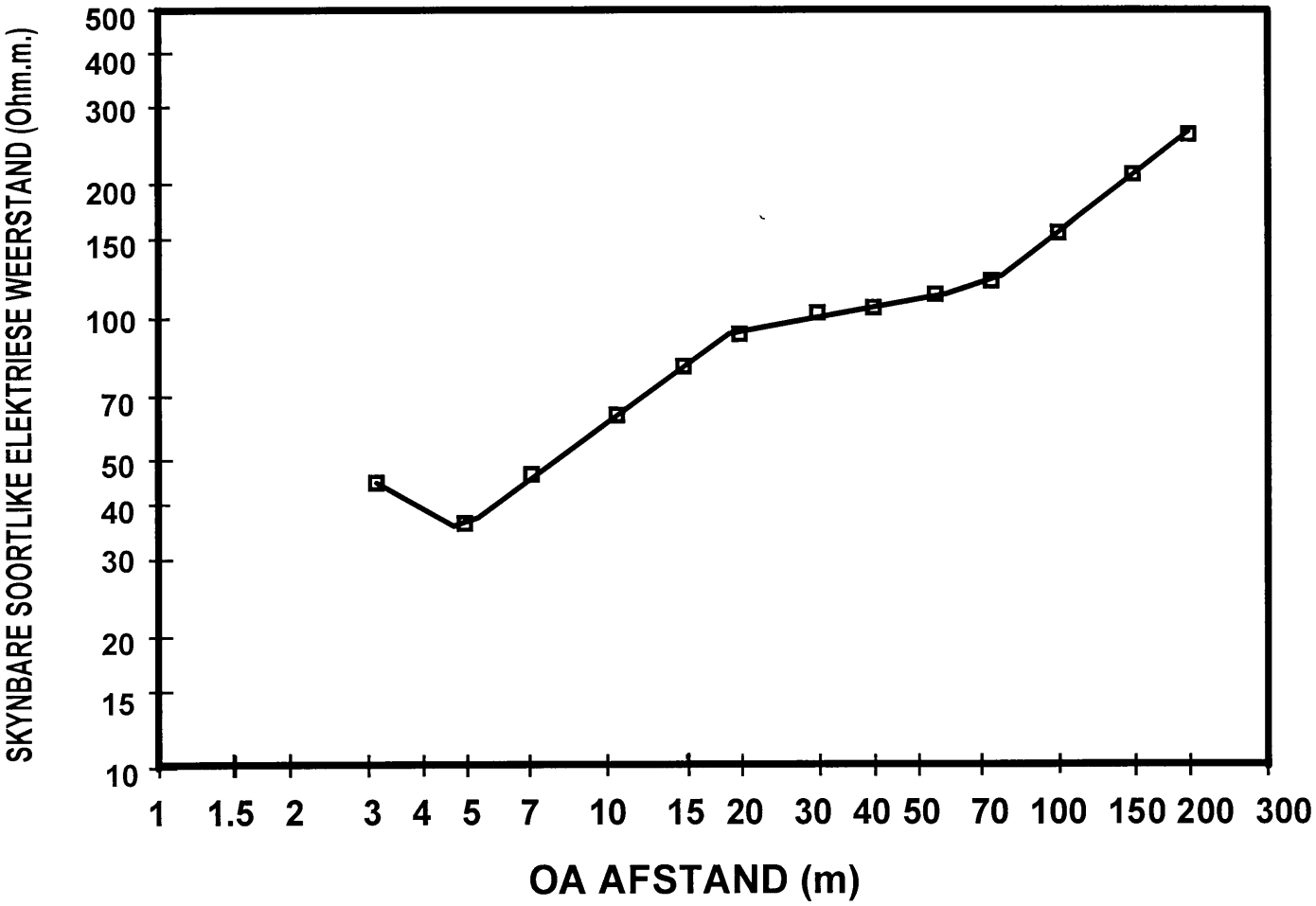
Die ingeperkte akwifeer wat op 'n diepte van ongeveer 35m. raakgeboor is (Figuur 4.23) bestaan uit verweerde/verbrokkelde rioliet en die kontak met die onverweerde rioliet. Die paleo-verweringskom tussen die moddersteen en verweerde rioliet dien ook as 'n waterdraer. Die tweede H-gedeelte van die sonderingskromme definieer hierdie akwifeer, met genoegsame dikte vir hierdie laag.

Vanweë die ingewikkelde geologie op hierdie plaas, met gesteentes van verskillende ouderdomme, kan dolerietintrusies en paleo-verweringskomme bestaan. Enige boorposisie op hierdie plaas sal nie grondwater verseker nie weens die bestaan van onverweerde materiaal wat dagsoom in sekere gedeeltes, asook strukturele gedeformeerde formasies in die ondergrond.
In die afwesigheid van kunsmatige geleiers moet die (elektro)magnetiese tegnieke aangewend word om die posisie van dolerietintrusies en verweringskomme te bepaal. Gelykstroom elektriese sonderings word by waargenome anomalië uitgevoer om 'n geoëlektriese profiel te verkry. Enkele gelykstroom sonderings kan uitgevoer word om optimum verweringsdieptes te bepaal by verskillende posisies, asook die teenwoordigheid van onverweerde materiaal naby die aardoppervlak. Boorgate word geplaas by dik verweringsprofiele.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 0.945%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	81.5	14.7	360	54.3	2895
$\rho_{(beste\ pas)}$	100.1	19.0	525	74.7	9816
$\rho_{(maksimum)}$	158	27.9	1124	103	21088
$h_{(minimum)}$	*0.9*	*1.9*	*3.5*	*26.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.1*	*2.3*	*5.9*	*32.3*	
$h_{(maksimum)}$	*1.3*	*2.8*	*8.9*	*40.2*	

Figuur 4.23(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Geluk 226 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.13 Yzervarkfontein

Inleiding

Die plaas Yzervarkfontein, 106 IS, geval 48 (Figuur 1), is bykans 10km. noord van Bethal op Karoo doleriet geleë. Die grond is besonder turfagtig. Die betrokke boorgat is 45m. diep met 'n leweringskapasiteit van oor die 5000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat se ligging is by 26º20'16" S. en 29º26'09" O.

Geologie

Die plaas word hoofsaaklik oorlê deur Karoo doleriet en in die ooste verander die stollingsgesteente na sedimentêre gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep). Alluvium kom voor in spruite (2628 East Rand, 1986). Geen helling of strekking is by die gesteentes waarneembaar nie. Die boorgatstaat het steenkool aangedui terwyl om die boorgat dolerietgesteentes aangetref word.

Geomorfologie

Die landskap is golwend met 'n waterskeiding na die noordooste. 'n Fontein is waarneembaar na die ooste wat definisie gee aan 'n spruit.

Geofisika

By die boorgat is een gelykstroom sondering en 'n magnetiese profiel van oor die 550m. uitgevoer.
Die sonderingsdata wys op 'n HA-tipe sonderingskromme met 'n dik (86.7m.) derde laag (Figuur 4.24). Die eerste laag word gekenmerk deur droë bo-grond met oppervlakgruis wat oorgaan in 'n steenkool -en turflaag. Op 'n diepte van 2.2m. word sandsteen, moddersteen en verweerde/verbrokkelde doleriet aangetref wat oorgaan in onverweerde doleriet op 'n diepte van 88.9m. Alhoewel dit blyk dat die doleriet 'n plaatintrusie is, dui die magnetiese profiel (Figuur 4.25) op ten minste drie dolerietgange met verskillende hellings.
Die magnetiese profiel is uitgevoer volgens die lugmagnetiese 2628 East Rand (1977)

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

kaart, om liggame loodreg te kruis volgens hul verwagte strekking soos van hierdie kaart afgelei is.
Die gange een en twee is 'n afstand verwyder van die boorgat en is nie faktore wat water voorsiening aan die boorgat beheer nie. Gang nr.3 is 'n hellende gang wat teen 75º na die suide toe hel. Die derde gang toon ook 'n susseptibiliteitskontras met die eerste twee gange, wat moontlik daarop dui dat dit in 'n ander tydsperiode ontstaan het. Die derde gang neem duidelik vorm aan op 'n diepte van 7m. Geen remanensie is teenwoordig by al drie die gevalle nie. Die amplitude van gang nr.3 is 241nT. Gang nr.3 hel weg van die boorgat posisie (Figuur 4.25). Dit is interessant om te vermeld dat in die omgewing van die fontein geen anomalie opgespoor is nie.

Gevolgtrekking

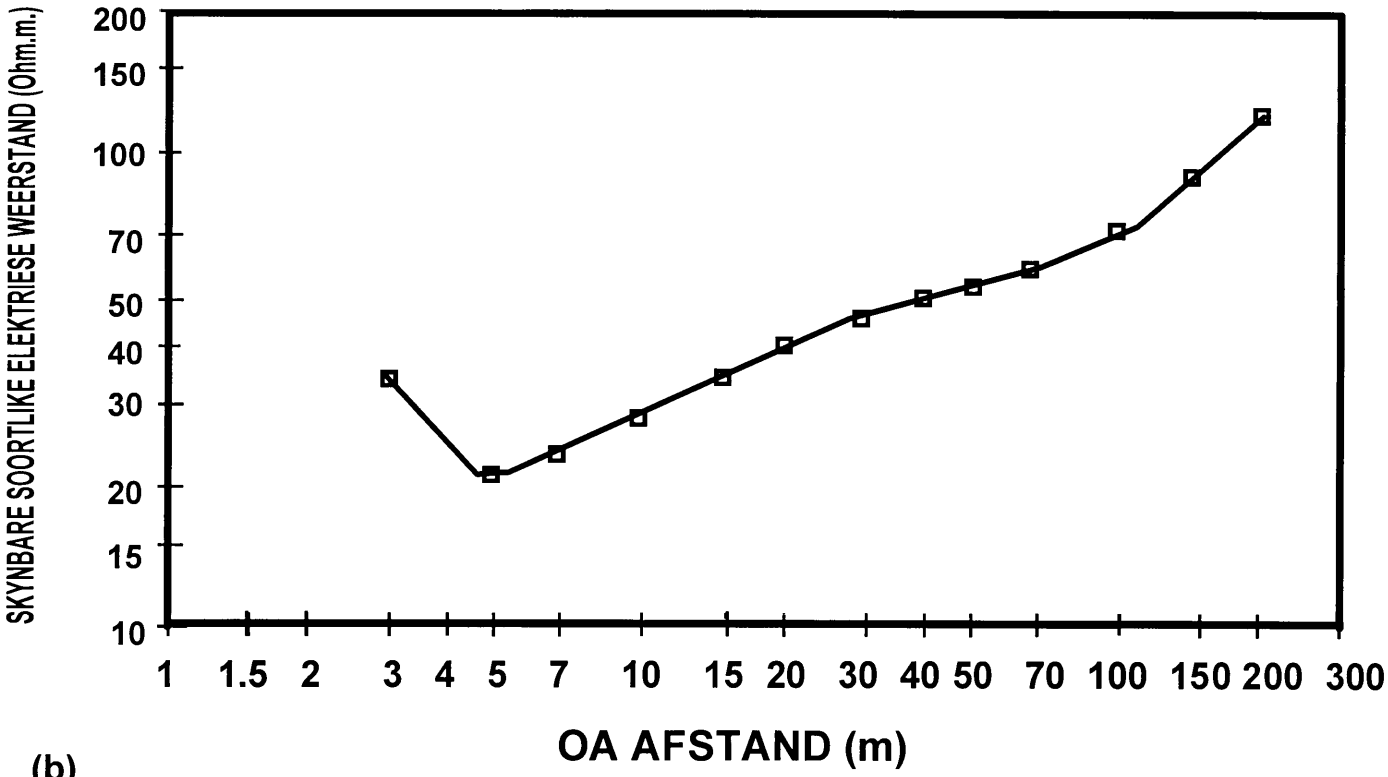
Uit die geofisiese opnames is dit duidelik dat die boorgat se water hoofsaaklik afkomstig is van die verweerde en verbrokkelde dolerietplaat. Die A-gedeelte van die sonderingskromme (Figuur 4.25) definieer die half-ingeperkte akwifeer met genoegsame dikte. Die dik geïnterpreteerde akwifeerlaag is die hoof parameter hoekom die boorgat so ‘n besondere lewering het. 'n Bykomende waterdraer kan genate sandsteen wees.
Die akwifeer se ontstaan is hoofsaaklik te danke aan die aanwesigheid van verweerde/verbrokkelde dolerietintrusies.

Die plaas Yzervarkfontein, 106 IS, word onderlê deur 'n verweerde dolerietplaat (Figuur 4.24). Dit mag lyk of enige boorposisie geskik is. Gang nr.3 is nie 'n faktor wat water voorsien aan die boorgat nie, omdat die gang weg hel van die boorgat af (Figuur 4.25). Dit is te bevraagteken of die boorgatposisie d.m.v. geofisiese tegnieke aangewys is. Die aanwesigheid van die dun gange regverdig die gebruik van die magnetiese tegniek om voorkeur boorposisies te bepaal. Gelykstroom elektriese sonderings word by waargenome anomalië uitgevoer om die geoëlektriese profiel te bepaal. Beter boorplekke kan so bepaal word, deur na die sonderingskromme se vorm te kyk. Die A-gedeelte van die sonderingskromme met genoegsame dikte definieer die akwifeer by uitstek. Die elektromagnetiese tegniek kan agterweë gelaat word, omdat goeie resultate met die twee bogenoemde tegnieke behaal kan word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.030%

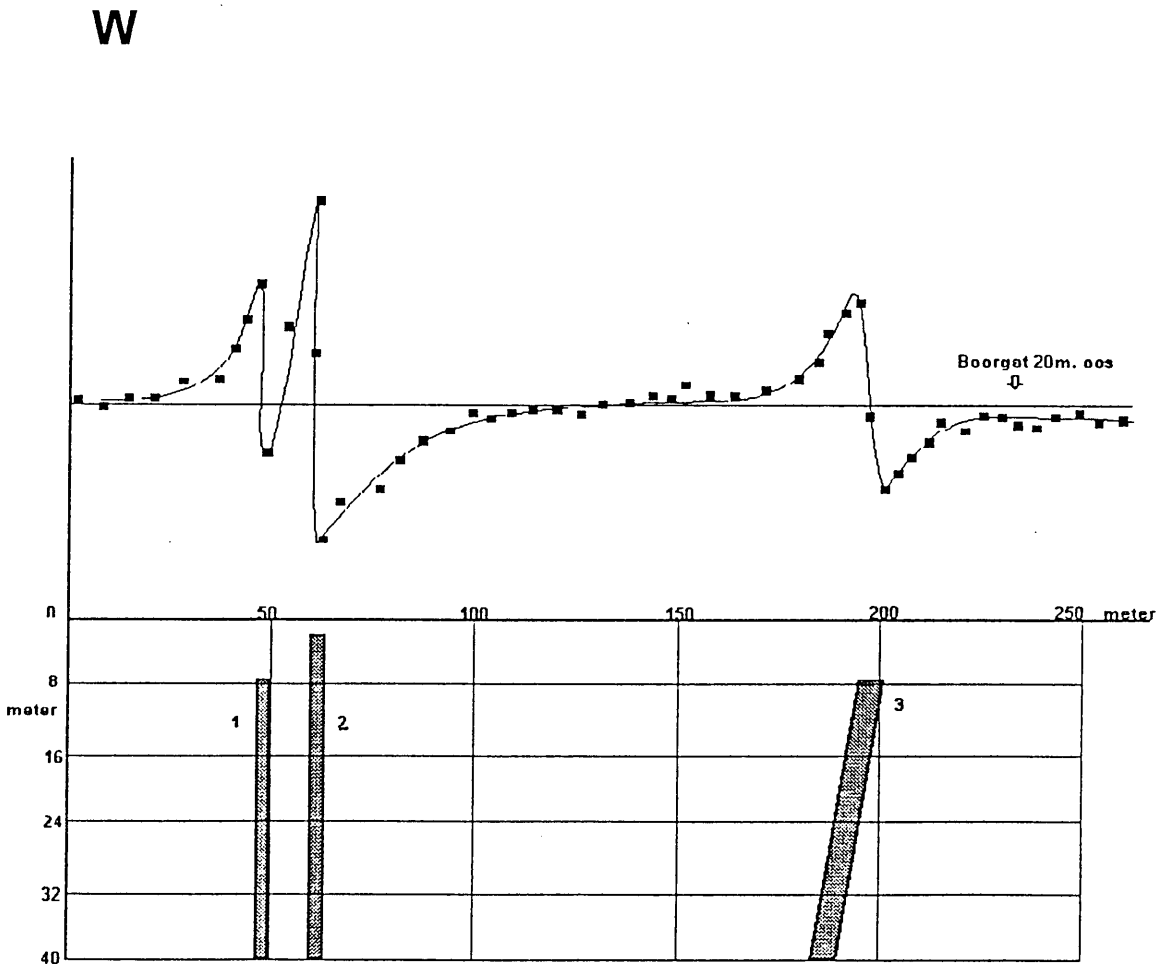
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	96.3	4.7	57.2	729
$\rho_{(beste\ pas)}$	145	7.2	57.8	3200
$\rho_{(maksimum)}$	238	10.1	58.4	14532
$h_{(minimum)}$	*0.8*	*1.1*	*80.3*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*1.3*	*86.7*	
$h_{(maksimum)}$	*1.0*	*1.4*	*93.7*	

Figuur 4.24(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Yzervarkfontein 106 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1	2	3
Susseptibiliteit kontras	0.008	0.008	0.009
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	263	263	263
Remanente magnetisme	0	0	0
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	-	-	-
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	-	-	-



Figuur 4.25. Magnetiese liggame model te Yzervarkfontein 106 IS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.6.14 Heuvelfontein

Inleiding

Ongeveer 5km. noord van Kendal kragstasie is die plaas Heuvelfontein 215 IR, geval 51 (Figuur 1), geleë. Die diepte van die boorgat is 100 meter, die water is op 50 meter raakgeboor en die boorgatlewering beloop 4000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is by 26º01'39" S. en 28º57'41" O geleë. Die betrokke gat is m.b.v. 'n mikstok aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die plaas is geleë op gesteentes van die Vryheid Formasie van die Ecca Groep, wat rus op gesteentes van die Loskop Formasie (2628 East Rand, 1986). Die NGDB (1996) lys die volgende gesteentes wat hier in diepte aangetref kan word: graniet, steenkool, doleriet, diabaas, koolstofryke skalie en sandsteen. Die boorgatstaat dui op die aanwesigheid van steenkool, rioliet, doleriet en skalie. Geen dagsome en hellings van gesteentes is waargeneem nie.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelyk en ryklik met vleilande bedeel. Net ten ooste van die plaas is 'n steenkoolgroef. Die area dien as 'n waterskeiding.

Geofisika

Die gelykstroom sondering wat ter plaatse uitgevoer is wys op 'n vierlaag aarde geval (Figuur 4.26). Volgens die geoëlektriese model bestaan die bo-grond uit ongekonsolideerde sand en moddersteen wat strek tot op 'n diepte van 3.8 meter. 'n Laag van oor die 10 meter dik definieer steenkool en moddersteenstrata, met ρ_2 = 12.5 Ω.m. wat ook sigbaar is by die groef. 'n Weerstandbiedende derde laag dui op 'n dolerietintrusie wat na 23.2 meter oorgaan in geleidende materiaal, moontlik verweerde rioliet van die Loskop Formasie of Selonsrivier Formasie, wat ook ter plaatse voorkom. Die totale dikte van die suksessie beloop 37.5 meter volgens die beste pas model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

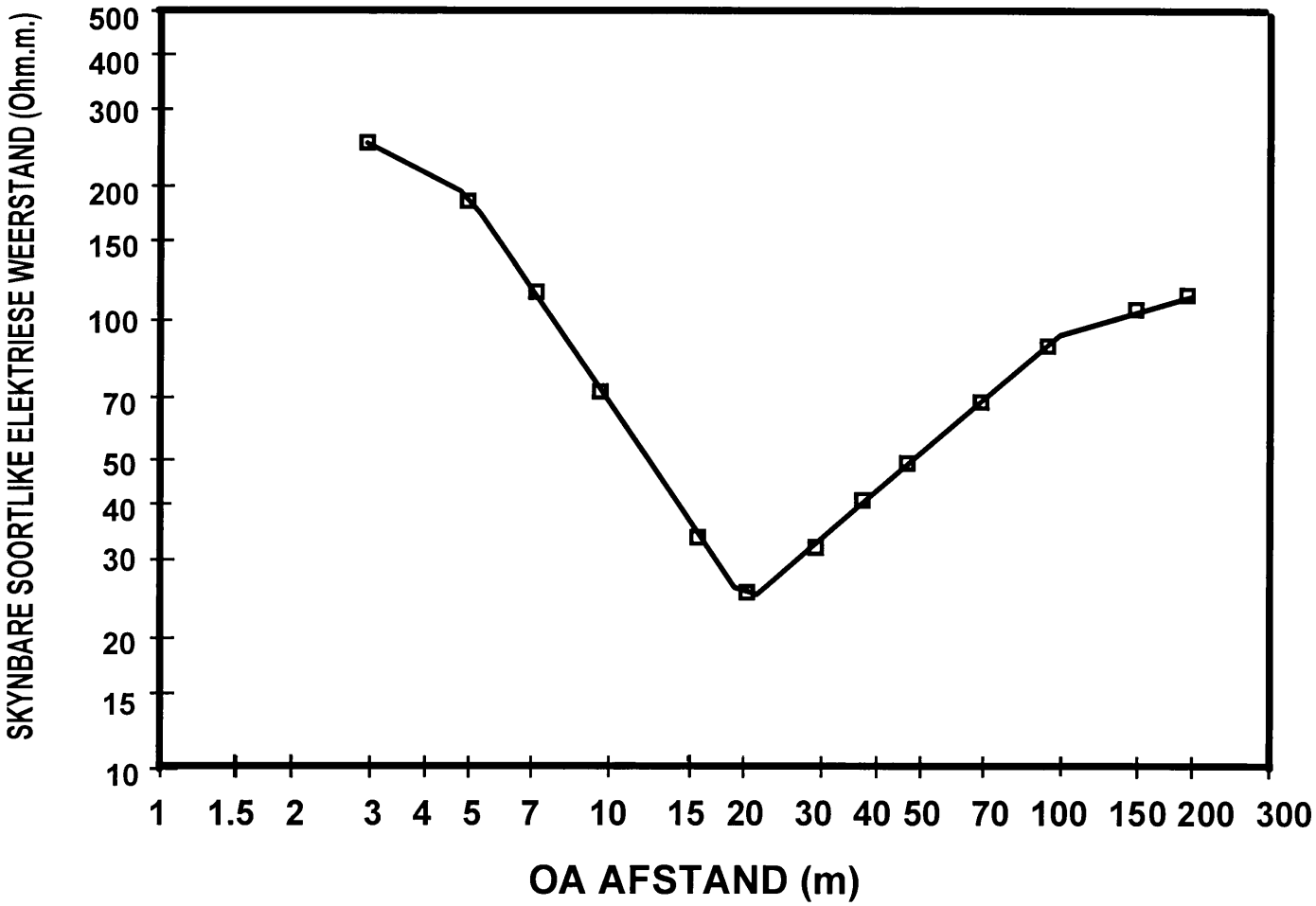
Die gegewe feit dat die water op 50 meter raakgeboor is, dui daarop dat die ingeperkte akwifeer verweerde stollingsgesteentes is volgens die boorgatstaat en geoëlektriese model. Alhoewel die beste pas model van die sonderingskromme die dikte van die suksessie op 37.5 meter bereken, is dit moontlik volgens die vierde laag van die sonderingsmodel, boorgatstaat en NGDB (1996) dat water op 50 meter voorkom. Die Vryheid Formasie lewer geen water nie en dit kan die gevolg wees van mynontwatering.

Mynontwatering veroorsaak dat enige boorposisie op hierdie plaas oënskynlik nie suksesvol sal wees nie. Die grondwater kom nou voor by grotere dieptes. Die diep paleo-verweringskomme van die rioliet is effektiewe grondwatereksplorasieteikens wat doeltreffend deur ‘n aantal gelykstroom elektriese sonderings gedefinieer kan word. Al beperkende faktor is dat die OA-afstand nie optimaal uitgelê kan word nie weens die dig beboude aard van die omgewing, sodat ‘n geoëlektriese profiel verkry word met ‘n vlak diepteprofiel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.678%

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	252	9.4	439	44.8
ρ(beste pas)	259	12.5	915	104.2
ρ(maksimum)	265	15.8	1967	198
h(minimum)	*3.7*	*7.7*	*17.8*	
h(beste pas)	*3.8*	*10.5*	*23.2*	
h(maksimum)	*3.9*	*13.0*	*50.5*	

Figuur 4.26(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Heuvelfontein 215 IR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.7 GEVOLGTREKKINGS

Uit al die gevalle wat ondersoek is en wat geleë is op die Karoo Opeenvolging en spesifiek die Vryheid Formasie van die Ecca Groep met Karoo doleriet volg dat:

- Die grondwater word op verskillende dieptes raakgeboor. Dit wissel aansienlik tussen 3.8 en 50 meter. Frommurze (1937) het destyds 'n gemiddelde diepte van 29 meter bereken.
- Die Karoo Opeenvolging is redelik isotroop. Die uitplasing van AB-elektrodes kan in enige rigting geskied, behalwe waar steil hellende intrusies, paleo-kanale en steil hellende vloergesteentes bestaan. Deur die rigting van AB-elektrodes met 90° te swaai om dieselfde middelpunt, kan bepaal word of anisotropie 'n faktor is deur die vorm van die sonderingskromme.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geruis beperk die uitvoering van sinvolle elektromagnetiese -en magnetiese opnames in sekere gedeeltes van die besondere gebied.
- Goeie elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat ondervind. Die elektriese geleidingsvermoë van die gesteentes is in die orde van 30 mS/m. Sulke hoë elektriese geleidingsvermoë versnel die opname snelheid, maar die aanwesigheid van sekere geleiers soos klei kan die penetrasie diepte van die elektromagnetiese tegniek beperk en sodoende sal dieper liggende teikens nie waargeneem word nie.
  Die elektromagnetiese profileringstegniek is 'n handige en vinnige tegniek om toe te pas saam met die magnetiese tegniek vir verkennings toepassings. Die yl plant verspreiding van die gebied is faktore wat gunstig is t.o.v. opname snelheid.
- Dit word aanbeveel dat lugmagnetiese kaarte (2628 East Rand, 1977) bestudeer word voordat daar in enige rigting met 'n magnetiese traverslyn begin word.
  Die kaarte verskaf inligting oor die verwagte strekking van die gesteentes, sodat teiken liggame se strekking loodreg gekruis kan word om 'n maksimum responsie te verkry oor daardie liggaam. Die goedkoop en vinnige tegniek kan op die meeste plase toegepas word, a.g.v. die teenwoordigheid van dun intrusiewe gange in die sedimente van die Vryheid Formasie. Die gevallestudies het getoon dat sekere boorgate nie naby geleë gange penetreer nie. Sulke gange kan dikwels ‘n hoër lewering as die omliggende sedimente hê (Vegter, 1964). ‘n Magnetiese opname behoort sulke boorgate beter te plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

- Gelykstroom elektriese sonderings word gebruik om die geoëlektriese profiel te bepaal om boorgatposisies aan te wys.
  Alhoewel op sekere plase dit wil voorkom dat op enige posisie geboor kan word, is die uitvoer van sonderings dikwels 'n nodige vereiste, omdat geleiers soos veral op die A-gedeelte van 'n sonderingskromme dit aandui. Boorgate met 'n sterker grondwaterlewering kan so aangewys word.
  In sekere gevalle is die sedimentêre gesteentes wat die verweerde/verbrokkelde doleriet oorlê te dun, sodat die verweerde sone bokant die statiese watervlak lê. Sulke strata is ongeskik om in te boor, wat met redelike gemak gedefinieer word deur elektriese sonderings. Die tegniek is boonop goedkoop en redelik vinnig.
- Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in die studiegebied, is hoofsaaklik HA, HK en AK-tipe krommes. Ander soorte soos HAK, KHA, QH en HKH kan ook in sekere gevalle redelik lewerings verseker. Volgens Vegter *et al.* (1968) is AA -en K-tipe krommes met 'n dik derde laag by die kontaksone van die doleriet ook goeie eksplorasie teikens. Die stelling van Vegter *et al.* (1968) is ook deur die studie bevestig. 'n A-gedeelte op die sonderingskromme wat uit verweerde/verbrokkelde doleriet bestaan met genoegsame dikte, lewer bo-gemiddelde grondwater aan boorgate vir hierdie gebied (~5000l/uur).
- Soortlike elektriese weerstande vir akwifere wissel tussen 12 Ω.m. en 176 Ω.m. Akwifere met sterk lewerings se ρ-waarde varieer tussen 60-70 Ω.m.
- Die volgende indeling, Tabel 4.1, kan gemaak vir die Karoo Opeenvolging in die studiegebied.

Tabel 4.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.

AANTAL BOORGATE	LEWERING (l/uur)	GEMIDDELDE BOORGAT DIEPTE (m)	GEMIDDELDE ρ (Ω.m)	δ (±95%)
1	0-1000	40	33	-
8	1000-2000	62	[illegible]	37
7	2000-3000	69	36	11
2	3000-4000	85	[illegible]	-
2	4000-5000	48	63	-

'n 95% Standaardfout is bereken om die gemiddelde soortlike elektriese weerstand van die akwifeer, indien genoeg datapunte beskikbaar is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die gemiddelde boorgatlewering (~3000 l/uur) is gelykstaande aan die bevindinge van Frommurze (1937). Die gemiddelde boorgatdiepte is egter dieper as 52 meter, wat toegeskryf kan word aan die ontwatering van vlak akwifere deur mynbou-aktiwiteite.

❖ Om 'n korrelasie tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, ρ_a, die boorgatlewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 4.2.
Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Tabel 4.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρ_a	l/uur	R = 0.36	Nee	20
ρ_a	h	R = 0.51	Ja	20
h	l/uur	R = 0.07	Nee	20

Uit die tabel volg dat slegs 'n optimum korrelasie bestaan tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand en die boorgatdiepte.
Die voorafgaande stelling dat akwifere met sterk lewerings se ρ_a -waarde varieer tussen 60-70 Ω.m. moet met omsigtigheid gebruik word, omdat nie 'n aanvaarbare regressie verband verkry is tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand en boorgatlewering nie.
'n Volledige regressie analise het die volgende sinvolle lineêre verband gelewer:

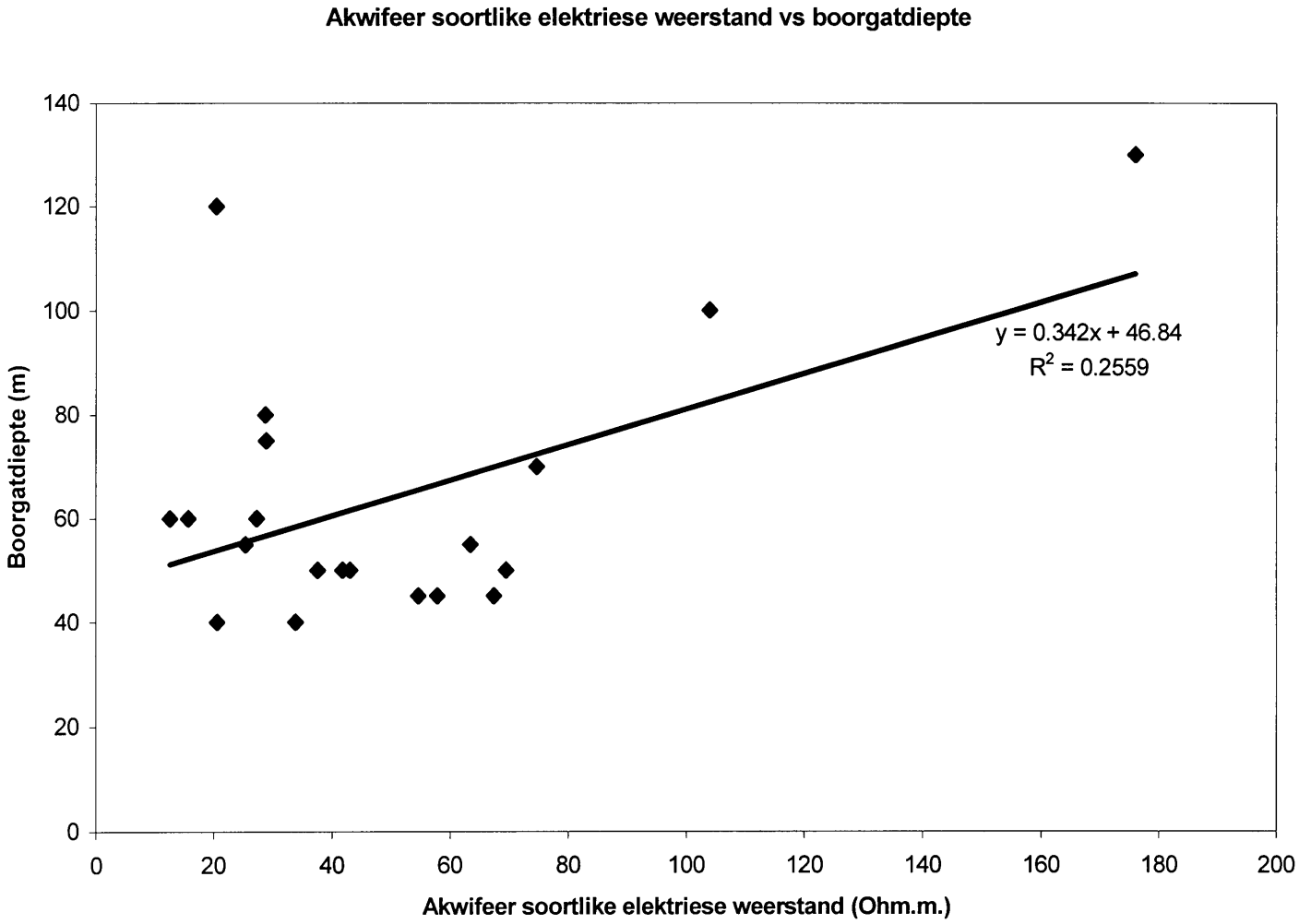
$$\mathbf{h = 0.342\rho_a + 46.84} \qquad \mathbf{(4.1)}$$

, ρ_a beteken die soortlike elektriese weerstand van die akwifeer en
h die boorgatdiepte.
Die model toon dat 'n toename in die akwifeer soortlike elektriese weerstand gepaard gaan met 'n toename in die totale verwagte geboorde boorgatdiepte om 'n waterdraer te onderskep (Figuur 4.27). Die figuur dui aan dat vir lae soortlike elektriese weerstand waardes van die akwifeer, die totale geboorde diepte na die akwifeer minder is as in die geval van 'n hoë akwifeer soortlike elektriese weerstand.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Dit impliseer nie dat vir enige gegewe hoë soortlike elektriese weerstand waarde, op 'n sekere diepte water raakgeboor gaan word nie. Vergelyking (4.1) kan gebruik word as 'n algemene reël by die boor van 'n verwagte suksesvolle boorgat. Meer data sal hopelik 'n beter regressie verband kan oplewer.



Figuur 4.27. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatdiepte.

- Die akwifere wat in die Karoo Opeenvolging redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat van bo ingeperk word deur 'n lekkende bo-laag. Plaaslike verweerde/verbrokkelde dolerietintrusies dien veral as belangrike lokale akwifere. Verweerde doleriet met ‘n hoë persentasie klei-inhoud en moddersteen is meesal ‘n

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

watervashouer.
Die waterdraerende strukture wat hoofsaaklik in die studie aangetref word, is kontak sones van sedimentêre -en stollingsgesteentes; moddersteen/sandsteen kontakte; steenkoollae en pre-Karoo diskordansies en verweringskomme.
Verweerde kontakte van dolerietgange is hoofsaaklik vir die sterk lewering van boorgate verantwoordelik.
Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem en Ondergeskikte Akwifeer Sisteem, vir swak lewerende boorgate waarvan die huishouding nie primêr afhanklik is nie, ingedeel word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 5

DIE LOSKOP FORMASIE

5.1 GEOLOGIE

Die Loskop Formasie bestaan uit kleihoudende gesteentes, o.a. rooi skalie, sliksteen, sandsteen, pers kwartsiet, veldspatiese sandsteen, grintsteen, konglomeraat en rolsteenlae (Visser, 1989). Die basis van die formasie word gekenmerk deur 'n goed ontwikkelde basale konglomeraat, waarin rolstene van suur lawa in 'n matriks van vulkaniese materiaal aangetref word (SACS, 1980). Piroklastiese gesteentes en lawas tesame met sedimente word ook op plekke aangetref (Visser, 1989). In die laer dele van die formasie kom 'n amandelryke, basiese lawa voor. Hierdie lae is geplooi en geërodeer voor die afsetting van die Wilgerivier Formasie, sodat 'n onkonformiteit tussen hierdie twee formasies bestaan. Die Loskop Formasie rus op lawa van die Selonsrivier Formasie. Die hellings is gewoonlik vlak, wat in die studiegebied na die weste en noordweste hel, behalwe by Rhenosterkop waar die helling steil na die suide is (Visser, 1989 en Vegter, 1964). Volgens Rust *et al.* (1996) en SACS (1980) is in die omgewing van Middelburg die Loskop Formasie sowat 1000m. dik. Dit word noord van Middelburg in 'n nou strook om die Wilgerivier Formasie aangetref.

5.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE

Die akwifere wat voorkom in die Loskop Formasie het wisselende leweringe en bevat weinig opgeloste stowwe in die water (Vegter, 1964 en mnr. A. Coetzee: persoonlike kommunikasie). Sterk boorgate (+20,000 l/uur) word aangetref in hierdie formasie noordoos van Middelburg, maar ook in Middelburg dorp, waar die formasie in kontak is met diabaasintrusies (mnr. A. Coetzee: persoonlike kommunikasie). Die sedimentêre gesteentes van die Loskop Formasie is min genaat sodat lae lewerings hier aangetref word (Vegter, 1964).
Volgens Vegter (1964) is daar min verdere inligting aangaande hierdie formasie bekend.

5.3 GEOMORFOLOGIE

In die gebied noord van Middelburg vorm die gesteentes 'n laagliggende gebied in vergelyking met die aangrensende Wilgerivier Formasie. Die Selonsrivier vloei ook

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

noordwaarts in hierdie formasie.
Noord van Bronkhorstspruit staan Rhenosterkop uit wat hoofsaaklik 'n piroklastiese afsetting is (2528 Pretoria kaart, 1978). Hierdie kop tipeer 'n uitstaande topografie met die omliggende omgewing. Die afsetting is egter gelokaliseerd en kom weer voor by Honingkrantz (536 JR) by Balmoral.
Die Loskop Formasie is ook teenwoordig naby Kendal, waar dit op plekke dagsoom en oorlê word deur die Vryheid Formasie, sien hoofstuk 4, paragraaf 4.6.14.

5.4 GEOBOTANIE

Weens die klein verspreiding van die Loskop Formasie was dit moeilik om geobotaniese verwantskappe in die studiegebied op te spoor. Die grootste grondoppervlak van die formasie in die studiegebied is in 'n hoë mate deur die mens ontwikkel. Noord van die dorpie Selonsrivier word 'n Bosveld tipe plantegroei in hierdie formasie aangetref, waar die formasie ook 'n verdere verlaging in die topografie ondergaan en omsluit word deur berge. Dit gee aanleiding tot 'n mikroklimaat.
By Rhenosterkop (452 JR) is daar egter 'n interessante geobotaniese verwantskap met die plantegroei en onderliggende gesteentes. Die assosiasie van Bloughwarrie (*Euclea crispa* var. *crispa*) met die Grootsuurpruim (*Ximenia caffra var. caffra*) en die Blinkblaar-wag-'n-bietjie (*Ziziphus mucronata*) is duidelik op rooitermiethope. Op lugfoto 2047/9/951/1991 vorm hierdie boom assosiasie duidelike kontrasterende boomkolle t.o.v. die omliggende landskap en gesteentes. Bosgroepe is hier duidelik gelokaliseerd aanwesig. 'n Magnetiese profiel langs die bosgroepe op hierdie plaas word in die gevallestudie behandel, om die bosgroepe se verwantskap met intrusies (verandering in grondchemie) te bepaal.

5.5 GEOFISIKA

Die Loskop Formasie is bestudeer met gelykstroom sonderings asook magnetiese tegnieke. Een elektromagnetiese profiel is uitgevoer.
Die uitvoer van magnetiese profiele is in oorleg met lugmagnetiese kaarte (Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973 en Gebied Witbank, 1973) gedoen om die profiele loodreg tot die verwagte strekking van die gesteentes uit te voer vir 'n sinvolle anomalie interpretasie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6 GEVALLESTUDIES

5.6.1 Bankfontein I

Inleiding

Die plaas Bankfontein 375 JS, geval 9 (Figuur 1), is 10km. suidwes van die dorpie Selonsrivier geleë. Die noordelike grens van die plaas is die Keeromspruit. Daar is een boorgat bestudeer met ‘n lewering van 7000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is geleë by 25º40'17" S. en 29º34'07" O.

Geologie

Die Loskop Formasie (sedimentêre gesteentes) bedek die gedeelte van die plaas wat bestudeer is. 'n Lineament kom suid van die Keeromspruit voor (2528 Pretoria kaart, 1973). Op die plaas word sedimentêre -en stollingsgesteentes aangetref. Op die geploegde land is brokstukke van sandsteen, noriet, diabaas, tuf en rioliet gevind. Noriet dagsoom op die plaaspad en sandsteendagsome word noord hiervandaan aangetref. Die NGDB (1996) bevestig dat al hierdie gesteentes op die plaas Bankfontein aangetref word. Die bo-grond het 'n diep bruin kleur en is kleierig van aard. Die strekking van die Loskop Formasie is noordoos-suidwes met 'n 15º na die noordweste. Weens die intensiteit van bewerkte lande, kan geen lineamente op die lugfoto waargeneem word nie.

Geomorfologie

Die landskap is redelik gelyk, sonder uitstaande topografiese verskynsels. 'n Afwaartse helling van 8º word na die noorde ondervind. Die Keeromspruit definieer die noordelike grens van die plaas en ontspring noordoos van die plaas.

Geofisika

Die gelykstroom sondering wat parallel aan die strekking uitgevoer is, toon 'n HA-tipe kromme (Figuur 5.1).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die interpretasie is gedoen aan die hand van die geologie en die NGDB (1996). Die eerste laag dui slegs op ongekonsolideerde bo-grond en verweerde sandsteen. Die tweede laag dui 'n intens verweerde, kleihoudende materiaal aan, wat oorgaan in 'n dikker verweerde/verbrokkelde en minder kleihoudende gesteente. Hierdie twee laaste lae definieer hoofsaaklik verweerde/verbrokkelde noriet. Die laaste laag word deur 'n 45º styging van die laaste flank van die sonderingskromme gedefinieer, wat veroorsaak word deur 'n dik weerstandbiedende norietvloergesteente.

Die magnetiese profiel (Figuur 5.2) is uitgevoer loodreg oor die verwagte strekking van die gesteentes en toon 'n totale residuele amplitude van 477nT. 'n Kenmerkende anomalie is egter op die profiel afwesig en toon eerder 'n magnetiese gradiënt aan, wat toeneem in magnetiese intensiteit van suid na noord. Die boorgat is geleë in die laer magnetiese intensiteit gedeelte.

Gevolgtrekking

Die gelykstroom sondering se beste pas model het 'n totale diepte van 37.5 meter bereken (Figuur 5.1) bo die dik onverweerde noriet vloergesteente. Dit is onwaarskynlik dat die boorgat die totale onverweerde noriet penetreer. Die gelykstroom sondering dui enkel op 'n verweerde norietprofiel.
Die magnetiese profiel (Figuur 5.2) toon die oorgang tussen verskillende magnetiese intensiteite aan. Die eerste 175 meter van die profiel dui op blootgestelde en verweerde noriet. Die deel van die profiel na 175 meter dui op bedekte en minder verweerde noriet. Hierdie gedeelte word hoofsaaklik bedek deur sandsteen van die Loskop Formasie volgens die dagsome in die veld. Die boorgat kan egter nie in verband gebring word met die lineament wat op die 2528 Pretoria kaart (1978) voorkom nie.

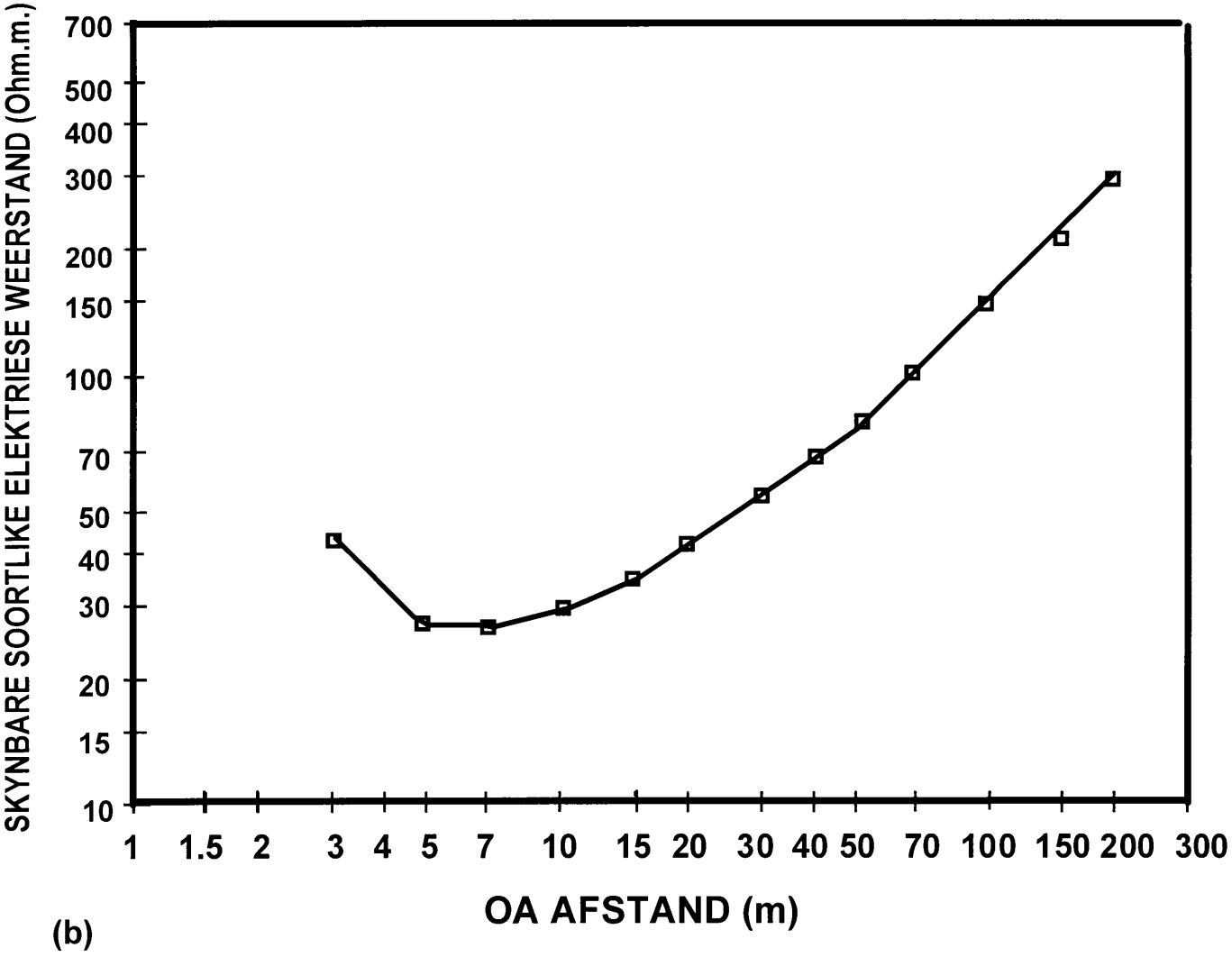
Die soort ingeperkte akwifeer wat hier aangetref word, word by die verweerde/onverweerde norietkontak aangetref. Die kleihoudende materiaal tree as 'n waterteenhouer op. Dit is onwaarskynlik dat die boorgat dieper as 50 meter is, omdat dit dan die onverweerde noriet penetreer wat ‘n keerbank is.

Die voorkoms van dagsome van sedimentêre –en stollingsgesteentes op die plaas veroorsaak dat enige boorposisie ongeskik is. Slegs die gebruik van gelykstroom sonderings en die magnetiese tegniek behoort verweringskomme en kontaksones van verskillende gesteentes suksesvol te bepaal.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

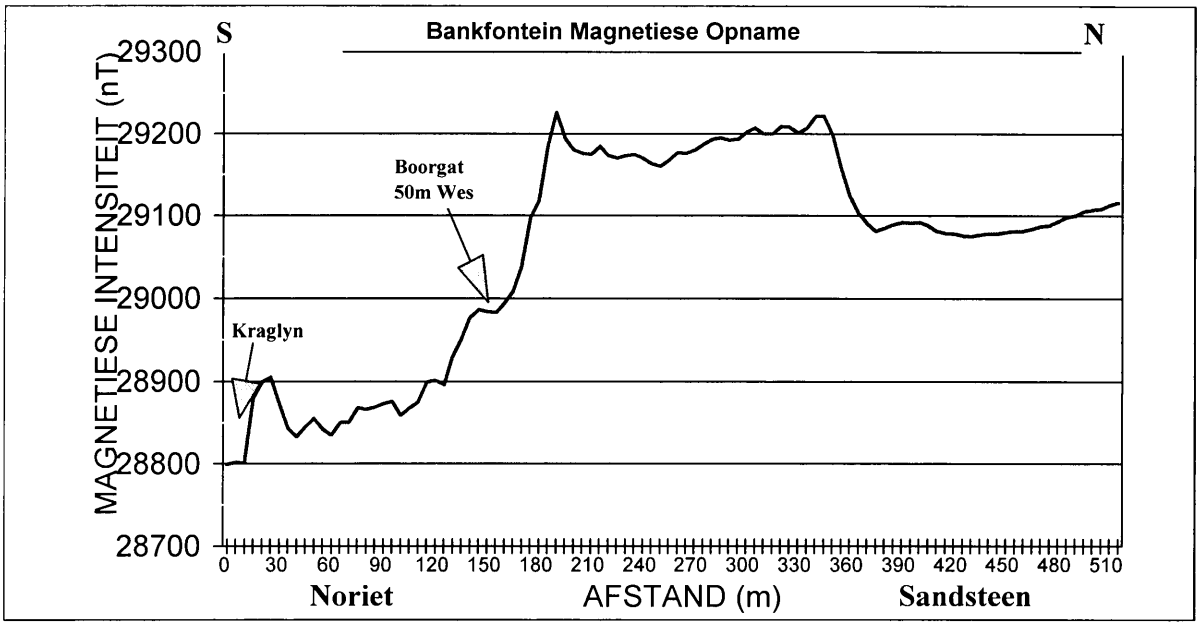
Krommepassingsfout : 1.463%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	159	24.8	51.3	2634
$\rho_{(beste\ pas)}$	212	25.4	59.9	9591
$\rho_{(maksimum)}$	404	26.2	80.7	27138
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*6.8*	*24.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.8*	*8.2*	*28.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.0*	*9.4*	*34.8*	

Figuur 5.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 5.2. Magnetiese profiel langs die boorgat te Bankfontein 375 JS. Die posisie van die noriet en sandsteen is afgelei van die 2528 Pretoria kaart (1978).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6.2 Bankfontein II

Inleiding

Op die aangrensende plaas Bankfontein 375 JS is ‘n verdere drie boorgate aangetref, waarvan een hier bespreek word. Hierdie geval (11), Figuur 1, se boorgat ligging is 25º39'37" S. en 29º34'26" O. Die betrokke plaas is 9km. suidwes van die dorpie Selonsrivier geleë. Die boorgat lewer 6000 l/uur en is 30m. diep (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die ander twee boorgate is in die Wilgerivier Formasie geleë en word in hoofstuk 9 behandel.

Geologie

Die bestudeerde deel van die plaas word bedek deur gesteentes van die Loskop Formasie met 'n noordoos-suidwes strekking en 'n 15º helling na die noordooste. Sandsteen en noriet is aanwesig op die geploegde lande. Die teenwoordigheid van noriet word bevestig deur die NGDB (1996) van gevalle in die omgewing.

Geomorfologie

'n Geleidelike helling suidwaarts na die opvangsgebied van die Keeromspruit word ondervind. Die gebied is oorwegend heuwelagtig. Die lugfoto toon enkel 'n vleiland omgewing ten suidooste van die boorgat. Geen besondere kenmerke is andersins opvallend nie.

Geofisika

Beide gelykstroom sonderings wat uitgevoer is, is parallel aan die strekking van die gesteentes gedoen. Daar is een sondering uitgevoer by die boorgat en een kalibrasie sondering 200 meter noord van die boorgat. Al twee die sonderings lewer 'n vier-laag aarde (HA-tipe kromme), Figure 5.3 & 5.4. Die interpretasies van die geoëlektriese seksies is volgens die geologie en NGDB (1996) gedoen.
Die eerste sondering (Figuur 5.3), wat by die boorgat uitgevoer is, dui op 'n eerste laag van sandsteen van die Loskop Formasie wat onderlê word deur 'n 31 meter dik laag van verweerde noriet wat oorgaan in verweerde/verbrokkelde noriet. Die vloergesteente word gedefinieer deur onverweerde noriet. Dieselfde geoëlektriese diepte profiel is op

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

sondering 2 van toepassing (Figuur 5.4), alhoewel 'n dunner kleihoudende verweerde norietlaag onder die sandsteen aangetref word.

Gevolgtrekking

Beide gelykstroom sonderings (Figure 5.3 & 5.4) dui op 'n onkonformiteit tussen die sandsteen en noriet. Die noriet kom redelik naby aan die oppervlak voor, wat 'n verklaring is waarom die noriet in 'n verweerde stadium aangetref word. Die sondering op die buurplaas, so 'n 1km. suidwes, toon dieselfde geologie (Figuur 5.1). Dit wil voorkom dat die plaas Bankfontein onderlê word deur stollingsgesteentes op 'n diepte vanaf 3 meter van die oppervlak.

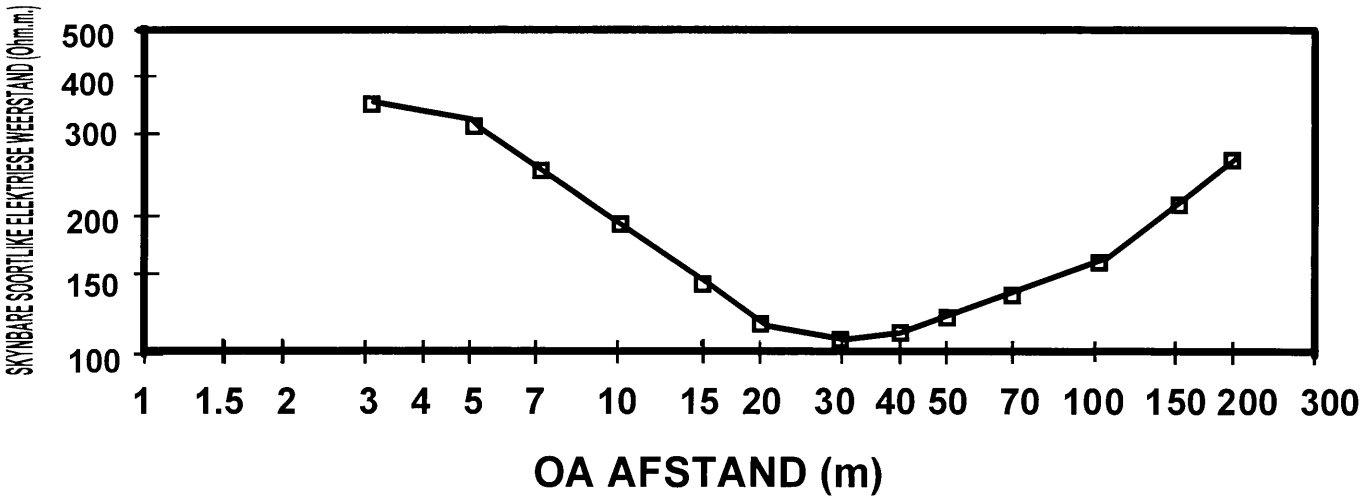
Die ingeperkte akwifeer wat hier ter sprake is bestaan uit die verweerde/verbrokkelde noriet en onverweerde norietkontak (geoëlektriese lae 3 en 4). Die kleihoudende materiaal dien as 'n lekkende inperkingslaag. Die verwering is redelik diep by die boorgat wat aanleiding gee tot die sterk lewering.

Vanweë die goed en diep ontwikkelde verweringsprofiel van die noriet wat redelik algemeen op die plaas aangetref word, word slegs gelykstroom sonderings aanbeveel vir grondwater ondersoeke in die noriet op hierdie plaas. Enige boorposisie sal waarskynlik grondwater lewer, maar optimum boorgatplasing sal nogtans geskied d.m.v. gelykstroom sonderings.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.953%

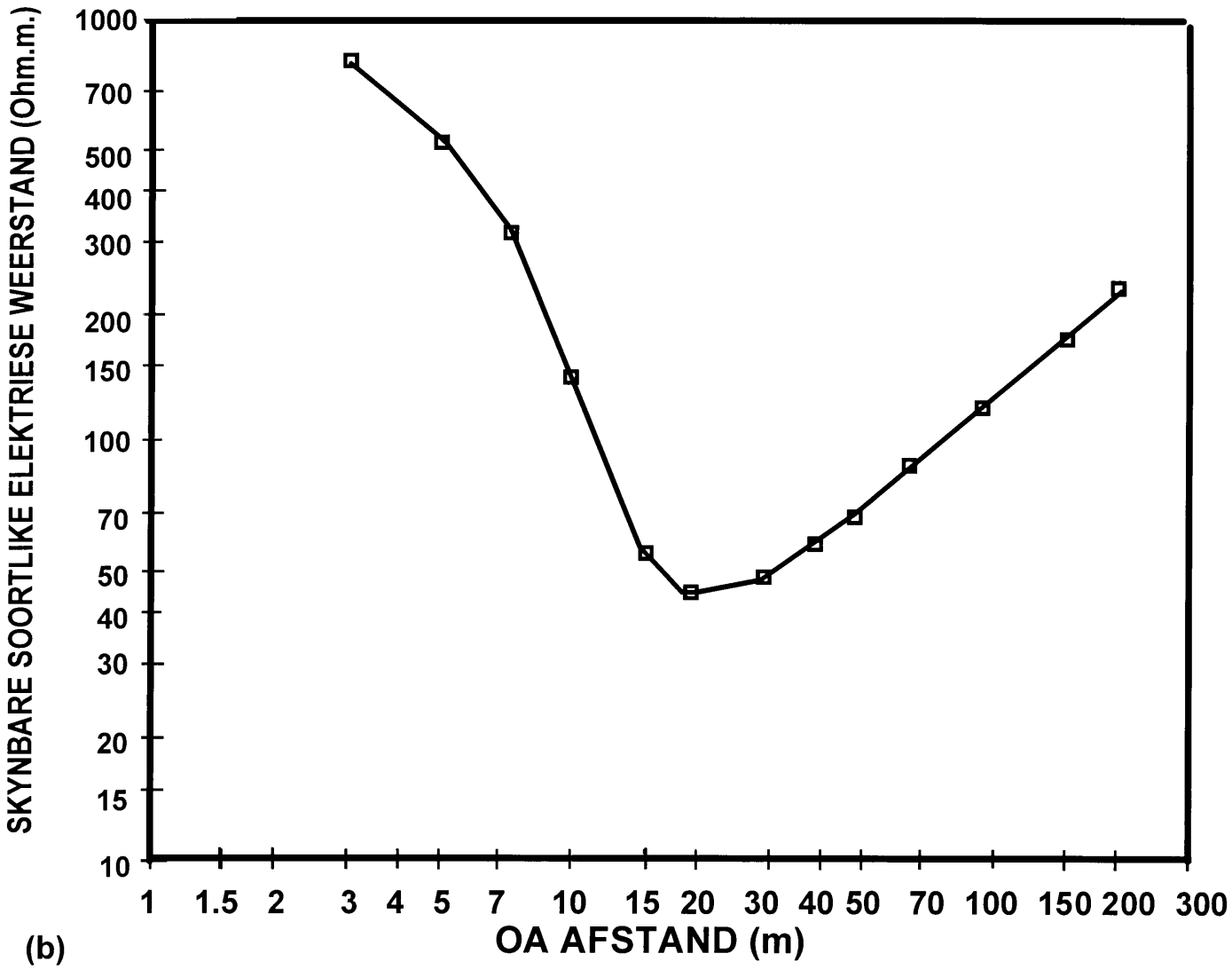
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	315	81	135	465
ρ(beste pas)	325	89	154	511
ρ(maksimum)	340	92	161	804
h(minimum)	*3.9*	*14.2*	*11.9*	
h(beste pas)	*4.1*	*31.2*	*28.6*	
h(maksimum)	*4.2*	*36.3*	*35.1*	

Figuur 5.3(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 2.096%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	830	22.8	75	509
$\rho_{(beste\ pas)}$	870	27.1	83	583
$\rho_{(maksimum)}$	910	30.4	94	964
$h_{(minimum)}$	*2.8*	*6.7*	*20.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*3.0*	*7.8*	*25.7*	
$h_{(maksimum)}$	*3.1*	*11.5*	*29.3*	

Figuur 5.4(a,b). Kalibrasie sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6.3 Nooitgedacht

Inleiding

Die plaas Nooitgedacht 345 JS, geval 29 (Figuur 1), is 8km. noord van die dorpie Selonsrivier geleë. Die boorgat lewer ~7000 l/uur (onwetenskaplike toets). Enige verdere inligting van die boorgat (25º32'11" S. en 29º36'08" O.) is onbekend.

Geologie

Die gebied word gekenmerk deur gesteentes van die Loskop Formasie. Die omgewing om die boorgat word deur kleihoudende grond gekenmerk. Dagsome van moddersteen is volop, alhoewel rioliet op plekke ook voorkom. 'n Noord-noordoos-suid-suidwes strekking van die gesteentes word aangetref, met ‘n 15º helling na die noord-noordweste. Fotografiese lineamente is feitlik afwesig in die gebied. Die 2528 Pretoria kaart (1978) dui op diabaasintrusies in die omgewing. Die NGDB (1996) van gevalle in die omgewing dui op graniet en sandsteen in boorgatstate. Die gemete statiese watervlakke in die boorgate in die omgewing staan by 51 meter (NGDB, 1996).

Geomorfologie

Die Selonsrivier vloei deur die plaas, waar 'n geleidelike afwaartse helling na die suidooste ondervind word na die rivier. Alhoewel die omgewing rondom die boorgat redelik gelyk is, kenmerk die Selonsrivier 'n duidelike laagliggende topografie met die noordwes grensende rante van die Wilgerivier Formasie.

Geofisika

Die uitgevoerde gelykstroom sondering is parallel aan die strekking van die gesteentes uitgevoer. 'n Vyf-laag aarde is verkry (Figuur 5.5). Die interpretasie is gebaseer op die geologie en die NGDB (1996). Die eerste laag dui op 'n kleihoudende bo-grond en verweerde moddersteen. Die tweede laag dui op swak verweerde moddersteen ρ_2 = 34.9 Ω.m. Hierdie laag word onderlê deur onverweerde moddersteen en sandsteen van die Loskop Formasie. 'n Dik laag van 77 meter dui op swak verweerde rioliet. Die piësometriese drukhoogte sal in hierdie laag aangetref word volgens die NGDB (1996). Onverweerde rioliet definieer die vloergesteente.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

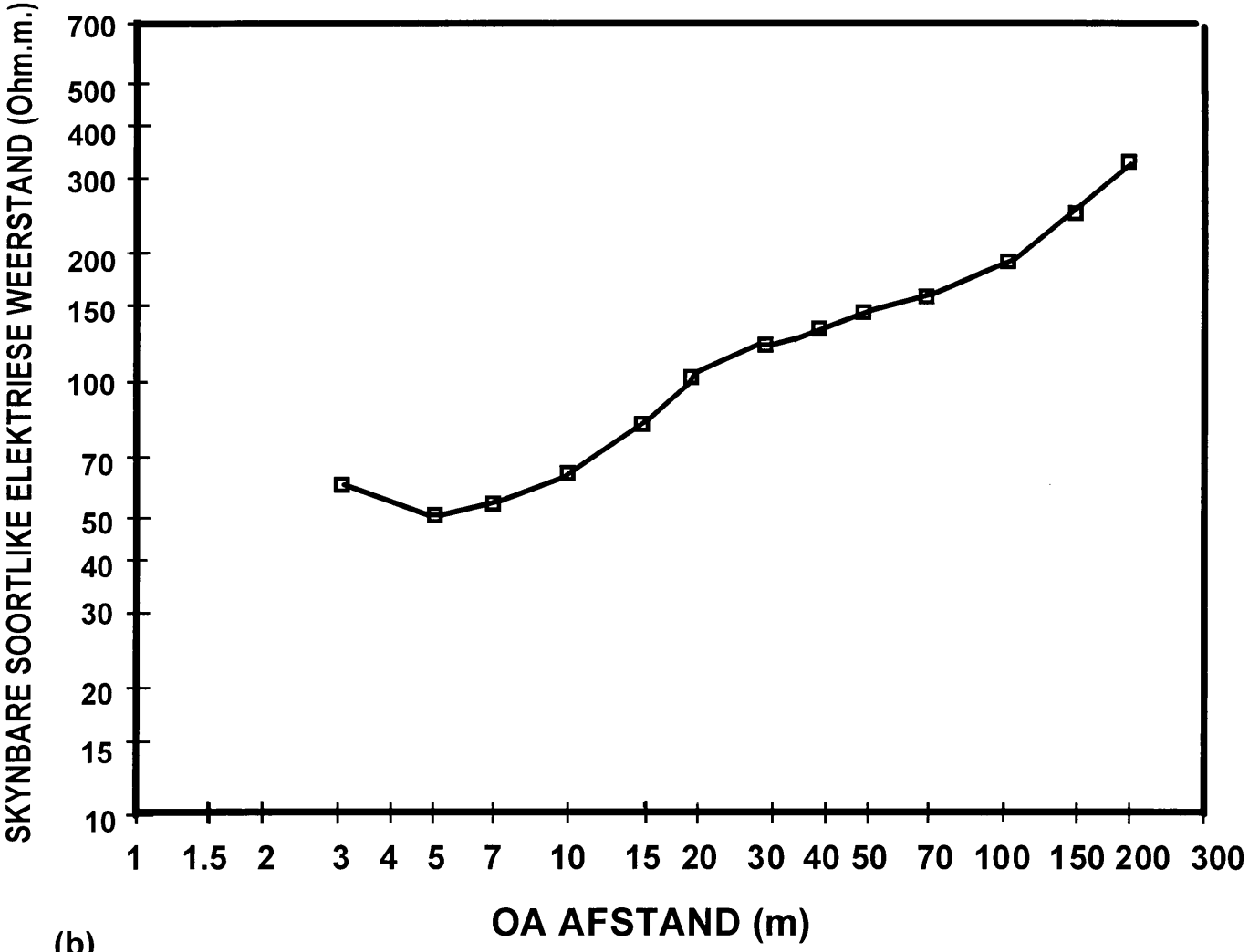
Die vyf-laag model (Figuur 5.5) dui op 'n onkonforme kontak tussen sedimentêre -en stollingsgesteentes. Die redelik vlak ligging van die rioliet (9.2m.) word vergestald deur dagsome en NGDB (1996) data, alhoewel graniet daar genoem word. Die ingeperkte akwifeer is swak verweerde rioliet. Die grondwater word uit die verweerde/onverweerde rioliet onttrek. Die diepte van die boorgat sal ten minste tot 90 meter strek, indien die piësometriese drukhoogte se diepte en diepte na die onverweerde rioliet in ag geneem word.

Die dagsome en vlak ligging van rioliet lei gevolglik daartoe dat enige boorposisie onsuksesvol sal wees. Die uitvoer van (elektro)magnetiese tegnieke word gedoen om moontlike diabaaskontakte en verweringskomme mee op te spoor. Gelykstroom sonderings word by kontakte en verweringskomme van die diabaas en/of rioliet uitgevoer.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.374%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	71.7	28.4	152	148	1001
$\rho_{(beste\ pas)}$	80.5	34.9	186	155	1840
$\rho_{(maksimum)}$	90.0	41.6	284	163	4231
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*2.7*	*3.3*	*64.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.5*	*3.0*	*4.7*	*77.4*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*3.2*	*6.1*	*88.6*	

Figuur 5.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Nooitgedacht 345 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6.4 Bankfontein III

Inleiding

Die derde geval, geval 30 (Figuur 1), op die plaas Bankfontein 375 JS is 6km. noordoos van geval 11 geleë. Die boorgat met ligging 25º38'15" S. en 29º36'47" O. is 40 meter diep en lewer in die orde van 14500 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

'n Redelike afwisselende geologie word op die plaas aangetref. Die boorgat penetreer gesteentes van die Loskop Formasie. Die strekking van die Loskop Formasie is noordoos-suidwes met 'n 15º helling na die noordweste. Na die ooste word gesteentes van die Selonsrivier Formasie, Vryheid Formasie en diabaas aangetref (2528 Pretoria kaart, 1978). In die weste kom dagsome van die Rashoop Granofier Suite voor, sien Hoofstuk 6 paragraaf 6.6.1. Verweerde rioliet word by die boorgatstaat aangetref. Fotografiese lineamente is nie duidelik sigbaar op die lugfoto nie.

Geomorfologie

Die gebied is besonder heuwelagtig met 'n afwaatse helling na die noordooste. Noordwes van die boorgat kom fonteine voor.

Geofisika

Die uitgevoerde gelykstroom sondering is loodreg m.b.t. die helling uitgevoer. Die HA-tipe kromme dui op 'n besondere dik goeie elektriese geleier (Figuur 5.6). Die boorgatstaat en geologie is in ag geneem tydens die interpretasie. Die eerste laag is ongekonsolideerde sand en verweerde sandsteen. Die tweede laag dui op intens verweerde en kleihoudende rioliet, soos deur die boorgatstaat aangedui. 'n Minder kleihoudende materiaal, maar wat tog nog redelik verweer is volg op 'n diepte van 19.8 meter. Onverweerde dik rioliet van die Selonsrivier Formasie word op 'n diepte van 41m. aangetref, wat die vloergesteente definieer.

Die uitvoer van die magnetiese profiel is gedoen volgens die Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal lugmagnetiese kaart (1973) om die verwagte strekking van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

die gesteentes loodreg te kruis.
Die magnetiese profiel (Figuur 5.7) by die boorgat dui op 'n uniforme magnetiese intensiteit. Die anomalie wat verkry is, is so 'n 300m. suidwes van die boorgat af.

Gevolgtrekking

Die verkryde sonderingsmodel (Figuur 5.6) bevestig die boorgatstaat (verweerde rioliet). Die sondering dek die totale boorgatpenetrasie. Die ingeperkte akwifeer word hoofsaaklik in die derde laag aangetref, tussen die kleihoudende materiaal wat as 'n waterteenhouer optree en die onverweerde rioliet (keerbank). Die sterk lewering van die boorgat word toegeskryf aan die dik rioliet verweringsprofiel.

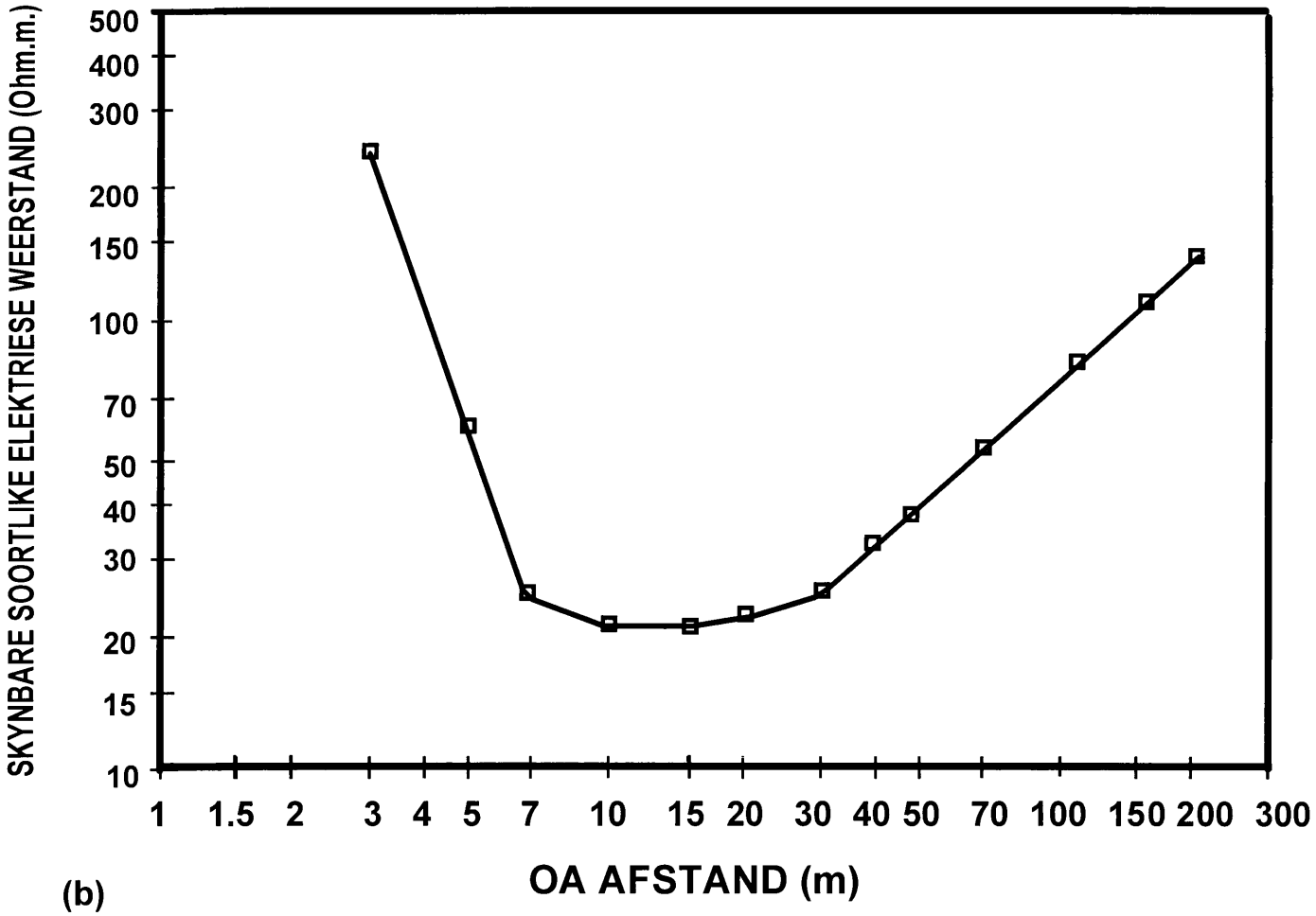
Die magnetiese anomalie (Figuur 5.7) verskaf nuttige inligting aangaande die plaaslike geologie. Die anomalie word toegeskryf aan 'n diabaasintrusie, soos op die 2528 Pretoria kaart (1978) aangedui. Die totale lengte van die anomalie is 100 meter en kom voor op 'n diepte van 8.5 meter. Die intrusie is byna vertikaal en vertoon remanensie. Die verklaring van die model is tweeledig, dit is òf 'n verweerde enkel gangintrusie òf 'n vertakkende intrusie.
In die veld kan duidelik die oorgang tussen die Vryheid Formasie, Selonsrivier Formasie en die Loskop Formasie bespeur word deur na dagsome en stene in die geploegde lande te kyk. Die anomalie kom tussen die eerste twee genoemde formasies voor. Dit is egter te betwyfel of hierdie diabaasintrusie enige bydrae tot die lewering van die boorgat lewer.

Die aanwesigheid van ‘n aantal verskillende gesteentes van verskillende formasies veroorsaak dat boorgatplasing oordeelkundig moet geskied. Boorgate word geplaas in die formasie met die beste kanse op (sterk) grondwater. Die dik verweringsprofiel van die rioliet wat op Bankfontein 375 JS aangetref word (sien Bankfontein I & II) veroorsaak dat die Loskop Formasie ‘n belangrike waterdraende formasie is. Net magnetiese profiele en gelykstroom sonderings word vir grondwater ondersoeke aanbeveel, omdat sukses met beide tegnieke op hierdie plaas redelik seker is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

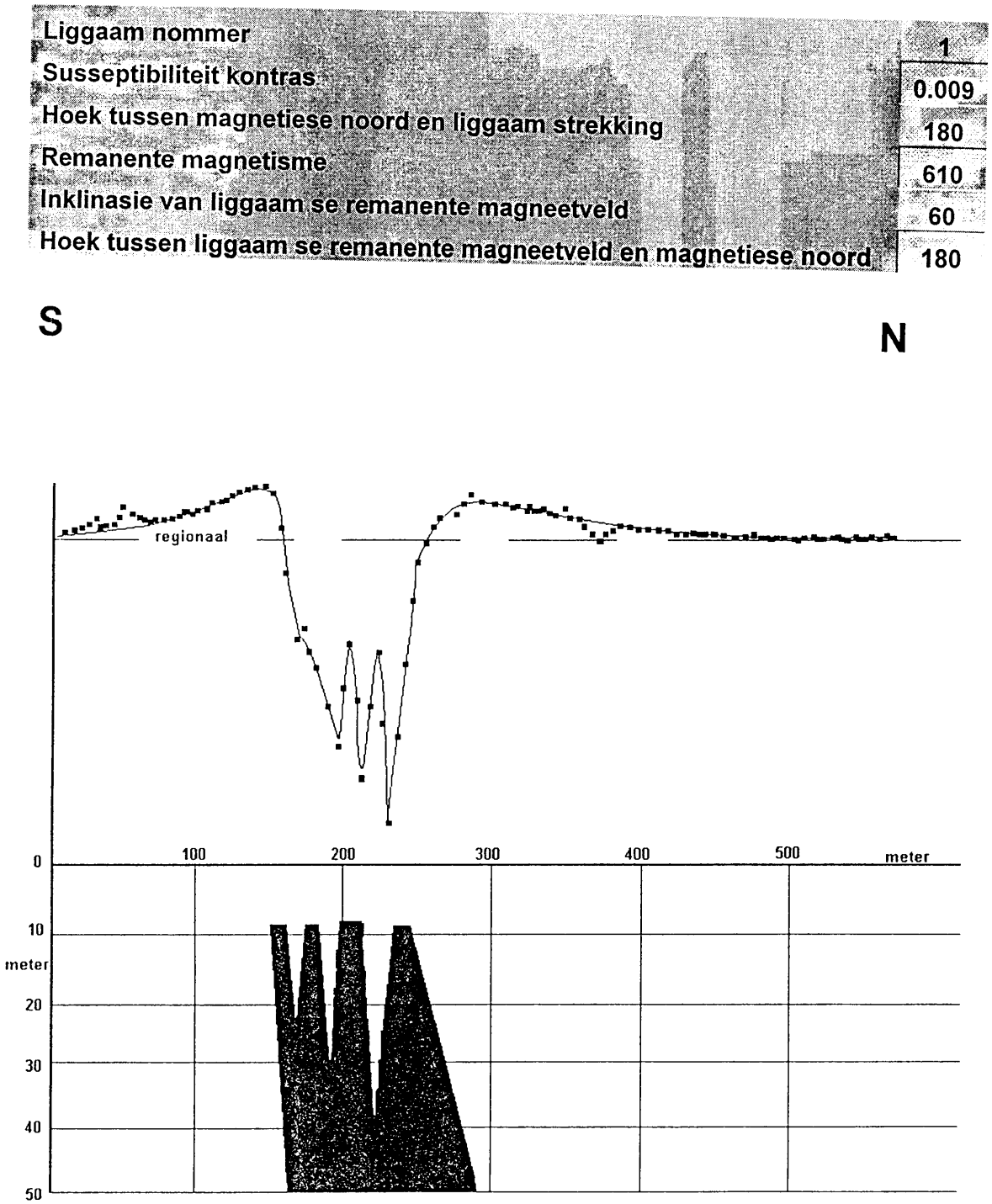
Krommepassingsfout : 1.271%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	605	18.0	37.8	3917
$\rho_{(beste\ pas)}$	660	18.5	84.7	13570
$\rho_{(maksimum)}$	693	19.1	184	31291
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*16.7*	*14.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.3*	*18.5*	*21.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*20.7*	*32.7*	

Figuur 5.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 375 JS.
(a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 5.7. Magnetiese liggaam model van die boorgat te Bankfontein 375 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6.5 Rhenosterkop I

Inleiding

Die plaas Rhenosterkop 452 JR, geval 59 (Figuur 1), is 'n uitstaande landmerk 30km. noordoos van Bronkhorstspruit. Die put is d.m.v, 'n stokkie aangewys en is slegs 2 meter diep en lewer 2050 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die put is geleë by 25º36'18" S. en 28º55'39" O. en by ‘n bosgroep.

Geologie

Rhenosterkop word gekenmerk deur oorwegend piroklastiese gesteentes, soos agglomeraat en op plekke obsidiaan. Rioliet -en agglomeraatdagsome is volop teenwoordig. By die boorgat is die strekking van die rioliet oos-wes.
Moddersteen word ten noorde van die boorgat aangetref. 'n Lineament met 'n noordwes-suidoos strekking word op die 2528 Pretoria kaart (1978) aangedui, wat deur die plaas sny. Hierdie lineament kom ook ter sprake in hoofstuk 9, paragraaf 9.6.4. Die lugfoto toon geen fotografiese lineamente in die omgewing van die put nie.
Die geologiese struktuur in die put kan duidelik gesien word. Die grondwater vloei uit 'n laagvlak wat teen 15º na die suidooste hel, wat sny teen ‘n laagvlak wat teen bykans 90º hel, sodat 'n keerbank ontstaan en die water in 'n mate hier "opdam".

Geomorfologie

Die gesteentes definieer 'n besondere uitstaande topografie i.v.m. die omliggende omgewing. Die lugfoto dui 'n waterskeiding aan na die noord-noordooste. 'n Tipiese verskynsel van piroklastiese gesteentes word ter plaatse aangetref, waterstrome verdwyn skielik ondergronds en verskyn etlike honderde meters stroomaf weer op die oppervlak. Die bestudeerde deel van die plaas is op ‘n uitloper van Rhenosterkop geleë.

Geobotanie

Die uitloper in die omgewing van die opstal word gekenmerk deur kolle plantegroei, wat duidelik uitwys op die lugfoto. Die soort plantegroei is egter beperk tot die laer hange van die uitloper. Die kolle bestaan uit die volgende bosgroepe: Die assosiasie van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Bloughwarrie (*Euclea crispa* var. *crispa*) met die Grootsuurpruim (*Ximenia caffra var. caffra*) is duidelik op donker rooitermiethope te sien. Die Blinkblaar-wag-'n-bietjie (*Ziziphus mucronata*) word ook by hierdie bosgroepe aangetref. Ander soorte plantegroei kom ook voor, waaronder Soetdoring (*Acacia karroo*), maar is egter minder opvallend as hierdie twee spesies. 'n Volledige beskrywing van die aanwesige spesies word in hoofstuk 1 gegee. Dit is verder belangrik om te noem dat die grondkleur weg van die bosgroepe 'n wit-grys kleur het en by die bosgroepe 'n donker rooi kleur.
'n Magnetiese profiel van 550 meter is in 'n noord-noordwes-suid-suidoos rigting uitgevoer, langs hierdie bosgroepe, om enige lineamente of intrusies mee op te spoor. Die resultate word in Figuur 5.8 voorgestel. Uit Figuur 5.8 is dit duidelik dat by elke bosgroep ('Bos') 'n magnetiese anomalie verkry word, veral by stasies 230 en 400 meter. Die eerste geval het 'n totale amplitude van 132nT en is geassosieer met 'n groot bos.

Geofisika

Die gelykstroom sondering (parallel aan die strekking van die rioliet) toon 'n HKH-tipe kromme, wat 'n afwisseling van elektriese geleiers en isolators impliseer (Figuur 5.9). Die interpretasie is gegrond op die geologie en die waargenome geologiese struktuur in die put. Die eerste isolator is sand, verweerde rioliet en agglomeraat, asook onverweerde rioliet en agglomeraat. Die tweede laag bestaan uit dieselfde onverweerde materiaal, maar dit tree as 'n elektriese geleier op, omdat die grondwater hier aangetref word. Die derde en laaste laag bestaan ook uit onverweerde onversadigde rioliet. Die voorlaaste laag bestaan egter uit versadigde rioliet.
Die elektromagnetiese profiel in Figuur 5.10 dui op 'n oorwegend gelaagde struktuur. In die omgewing van die put (stasie 115m.) ondervind die horisontale dipool 'n groter elektriese geleidingsvermoë dus 'n beter koppeling.
Die gemodelleerde magnetiese profiel, wat langs die put uitgevoer is, (Figuur 5.11) toon twee smal intrusiewe gange. Die totale amplitude van die magnetiese profiel beloop 162nT.

Gevolgtrekking

Die gelykstroom sondering dek die put se totale diepte (Figuur 5.9). Die sondering lewer bewys van die vlak waterdraer, asook 'n moontlike tweede waterdraer op 'n diepte van 14 meter. Die geologie is redelik uniform. Rioliet en agglomeraat oorheers die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geoëlektriese horisonne. Die gesteentes is onversadig en dus weerstandbiedend. 'n Elektriese geleier word aangetref daar waar waterdraende strukture voorkom.

Die elektromagnetiese profiel, Figuur 5.10, dui op 'n hoofsaaklik horisontaal gelaagde aarde, maar in die omgewing van die put word 'n smal lokale vertikale struktuur geïdentifiseer (horisontale dipool ondervind ‘n beter koppeling as die vertikale dipool). Die gemodellerde magnetiese profiel by die put (Figuur 5.12) toon twee smal intrusiewe gange. Dit blyk dat die put nie langs een van die gange geplaas is nie.

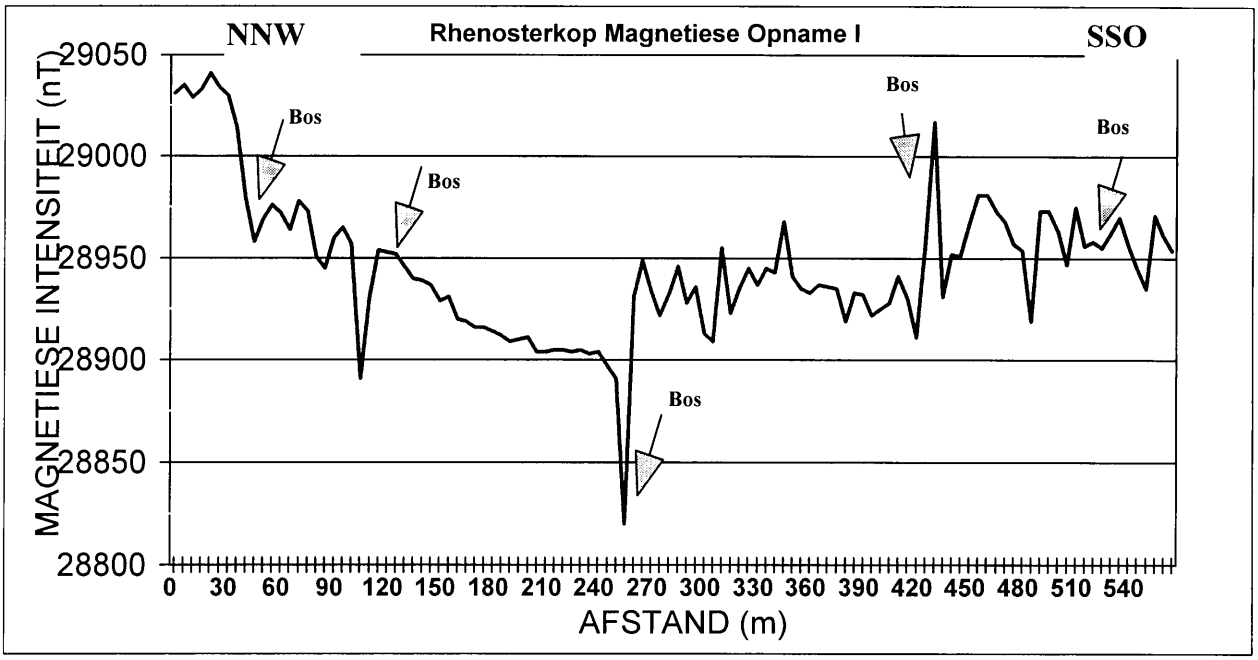
Die soort akwifeer wat hier aangetref word is 'n ingeperkte akwifeer. Uit die sonderingsmodel wil dit egter voorkom dat twee waterdraers bestaan op verskillende dieptes. Die eerste waterdraer is egter alleenlik blootgestel en voorsien genoegsame water vir huishoudelike gebruik. Die waterdraer bestaan uit twee laagvlakke van rioliet wat van mekaar verskil in oriëntasie. So 'n tipe akwifeer is kenmerkend van 'n piroklastiese afsetting, indien die geomorfologiese aspekte in ag geneem word. Die tweede waterdraer bestaan ook uit laagvlakke in die rioliet.

Die verwantskap tussen bosgroepe van 'n sekere spesie en intrusies is aangedui d.m.v. 'n ander magnetiese profiel (Figuur 5.8). 'n Verandering van grondkleur en die aanwesigheid van termiethope word ook by die bosgroepe aangetref. So 'n indikator is belangrik vir 'n leek. In ander gevallestudies dui die teenwoordigheid van donker rooi grond meesal op diabaasintrusies. Die aanwesigheid van klein smal intrusies word geassosieer met hierdie bosgroepe. Die lugfoto wys ook 'n duidelike plantegroei patroon uit, en is dus belangrik vir die primêre bestudering van die gebied. Die resultate wat verkry is, dui op die belangrikheid van geobotanie om moontlike akwifere mee op te spoor. Dit moet egter beklemtoon word dat hierdie bosgroepe ongewoon van die omliggende omgewing is en dus 'n vreemde patroon in die natuur vorm. Die verwantskap kan onbelangrik word, indien die hele omgewing deur dieselfde bosgroepe gekenmerk word. Die belangrikheid van bosgroepe i.t.v. grondwater voorkomste word verder deur die put beklemtoon wat ook by ‘n bosgroep geleë is.

Die voorkoms van swak verweerde rioliet, asook onverweerde agglomeraat het die gevolg dat enige boorposisie onsuksesvol sal wees. Beide die elektromagnetiese –en magnetiese tegnieke word gebruik om verskuiwings en intrusies mee op te spoor in hierdie piroklastiese gesteente omgewing. Gelykstroom sonderings word daarvolgens uitgevoer by waargenome anomalieë.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

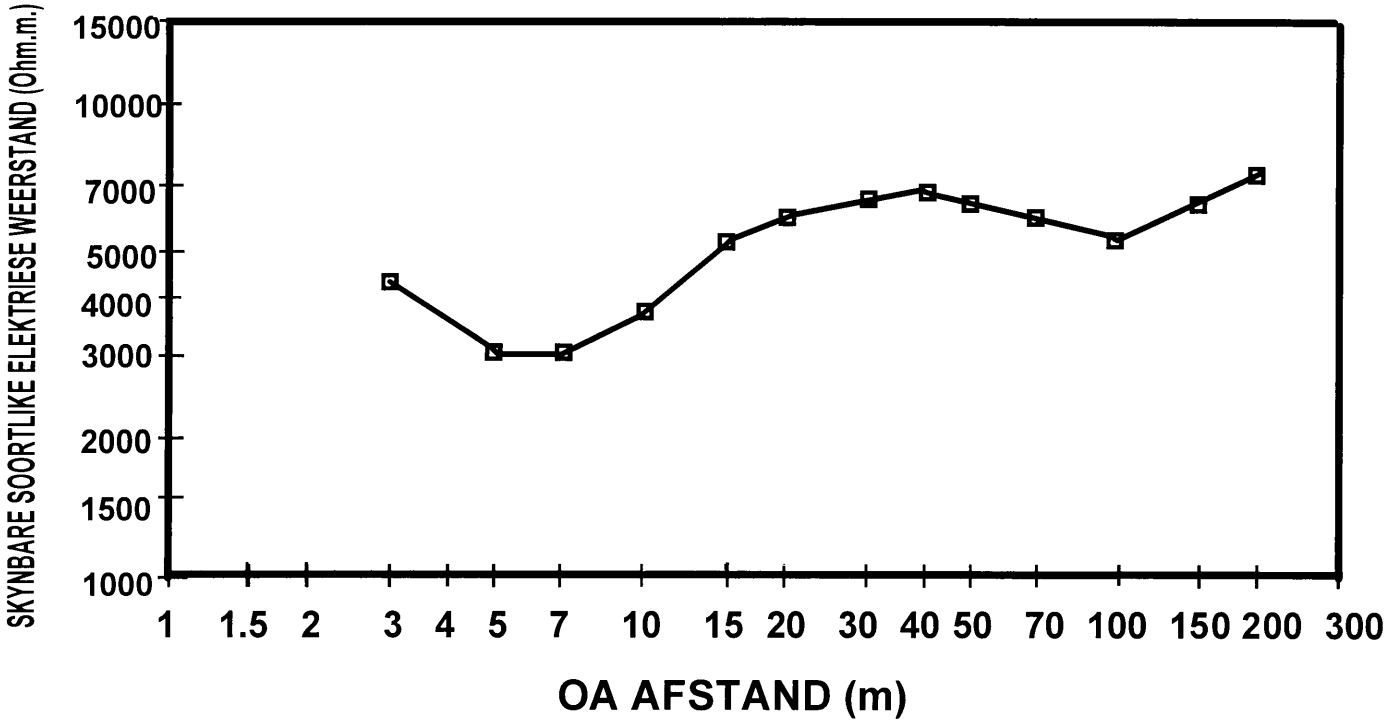
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 5.8. Magnetiese profiel langs bosgroepe te Rhenosterkop 452 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

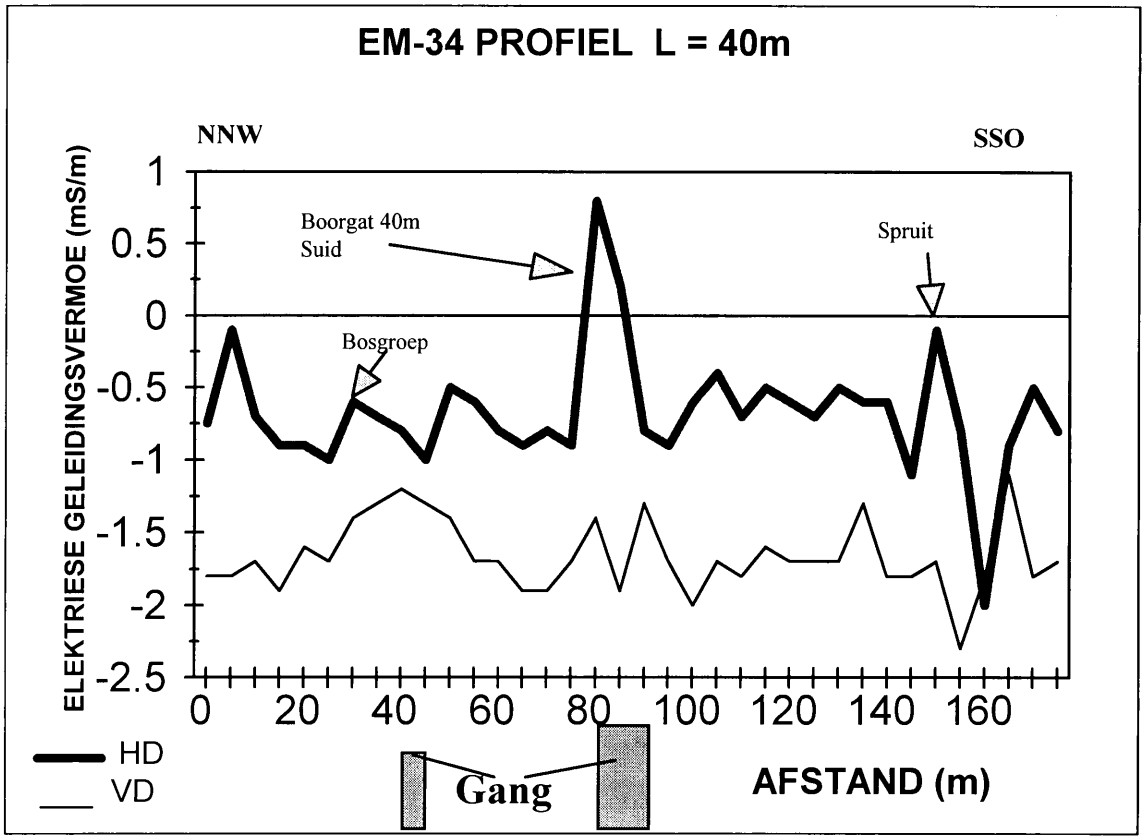
Krommepassingsfout : 1.961%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	5248	1340	20454	649	15377
$\rho_{(beste\ pas)}$	6097	1758	31562	1425	24859
$\rho_{(maksimum)}$	8013	2294	63185	3050	41642
$h_{(minimum)}$	*1.3*	*3.3*	*5.3*	*12.1*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.5*	*3.8*	*8.7*	*19.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*6.5*	*11.4*	*37.4*	

Figuur 5.9(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

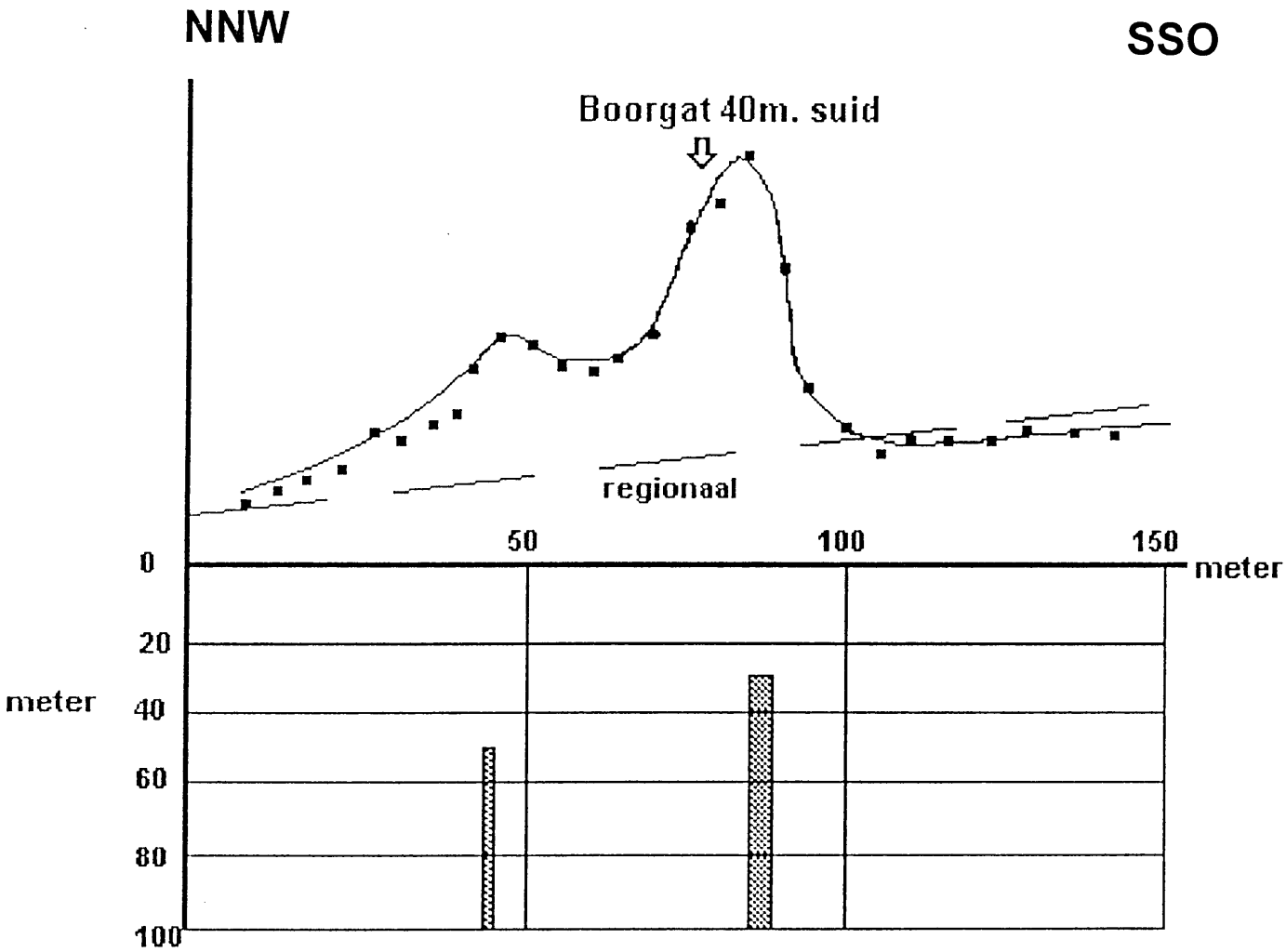


Figuur 5.10. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Rhenosterkop 452 JR. Die posisie van die gange is aangedui volgens die magnetiese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1
Susseptibiliteit kontras	0.010
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	330
Remanente magnetisme	0
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	-
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	-



Figuur 5.11. Magnetiese liggaam model van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.6.6 Rhenosterkop II

Inleiding

Die tweede geval op Rhenosterkop 452 JR is geval 62 (Figuur 1). Hierdie plaas is 1km. ten noorde van geval 59 geleë. Die boorgat met ligging 25º36'05" S. en 28º55'36" O. lewer 550 l/uur. Daar is water op 15 meter raakgeboor en die totale boorgatdiepte is 54 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Piroklastiese gesteentes, waaronder rioliet en agglomeraat, van die Loskop Formasie word in die veld aangetref. Kwartsiet word ook algemeen aangetref. Die strekking van die gesteentes is in 'n oostelike rigting. Die boorgatstaat dui op rioliet, agglomeraat en groenerige wit kwartsiet.

Geomorfologie

Na die noordooste lê die hoogste punt van Rhenosterkop. Die boorgat is geleë op 'n suidwestelike afwaartse helling en is deel van 'n opvangsgebied. Bosgroepe kom hier nie so algemeen voor as in die vorige geval nie.

Geofisika

Die gelykstroom sondering het 'n HKH-tipe kromme opgelewer (Figuur 5.12). Die interpretasie is gegrond op die geologie, boorgatstaat en die vorige geval se interpretasie. Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde bo-grond en verweerde gesteentes. 'n Tweede laag wat as 'n elektriese geleier optree word hieronder aangetref. Die gesteente kan met water versadig wees. Die derde laag dui weereens op 'n isolator en toon die teenwoordigheid van onversadigde, onverweerde gesteentes aan. Die vierde laag is versadigde gesteentes wat daarna oorgaan in 'n dik weerstandbiedende rioliet vloergesteente volgens die 45º styging van die laaste flank oor ten minste 4 lesings.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

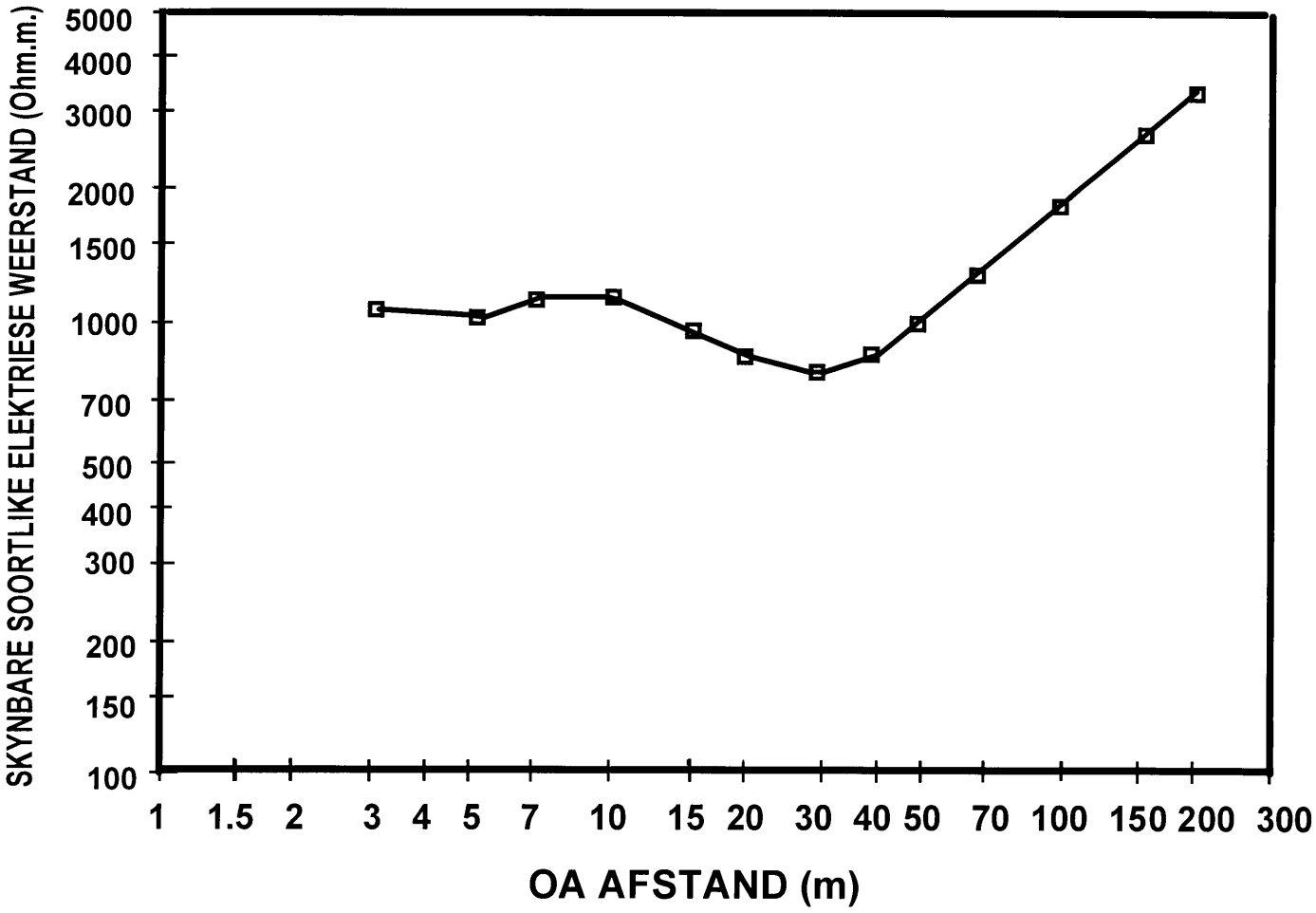
In die eerste instansie kan 'n vergelyking getref word, tussen geval 59 en hierdie geval se resultate. Beide sondering modelle is 'n HKH-tipe kromme (Figure 5.9 & 5.12). Die soortlike elektriese weerstande in die laaste geval is laer, asook die laagdiktes. Die vierde laag het in beide gevalle dieselfde laagdikte, nl. 19.5 meter. Die interpretasie van die vorige geval kan ook hier van toepassing wees, alhoewel die boorgatlewering 'n faktor 2.5 minder is by hierdie geval. Die boorgat met 'n maksimum diepte van 54 meter penetreer twee waterdraers. Hierdie ingeperkte multi-laag akwifere bestaan hoofsaaklik uit laagvlakke en kraakstelsels. Die boorgat is nie by ‘n bosgroep geplaas nie.
Elektromagnetiese –en magnetiese profiele is nie uitgevoer om enige vertikale strukture op te spoor nie, omdat die vlak van kunsmatige geraas in die boorgatomgewing hoog is.

Omdat hierdie geval naby die vorige geval geleë is en dieselfde geologiese omgewing ter sprake is, word dieselfde geofisiese werksmetode aanbeveel. Elektromagnetiese –en magnetiese tegnieke word gebruik om verskuiwings en intrusies mee op te spoor in hierdie piroklastiese gesteente omgewing. Gelykstroom sonderings word daarvolgens uitgevoer by waargenome anomalieë.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 0.967%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1532	526	2783	547	3958
$\rho_{(beste\ pas)}$	1786	668	3807	583	4224
$\rho_{(maksimum)}$	2549	788	6241	645	4711
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*1.5*	*1.3*	*17.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*1.6*	*1.4*	*19.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*1.9*	*1.7*	*21.9*	

Figuur 5.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Rhenosterkop 452 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

5.7 GEVOLGTREKKINGS

Die volgende bevindinge aangaande die Loskop Formasie is gemaak gedurende die studie:

- Die grondwater word op dieptes raakgeboor wat wissel tussen 2 en 15 meter in die piroklastiese gesteentes. Geen inligting hieroor is beskikbaar van die sedimentêre gesteentes nie, ook nie van Frommurze (1937) nie.
- Geobotaniese verskynsels is skaars in die Middelburg omgewing. Op die piroklastiese gesteentes word bosgroepe met Grootsuurpruim (*Ximenia caffra var. caffra*), Bloughwarrie (*Euclea crispa* var. *crispa*) en Blinkblaar-wag-'n-bietjie (*Ziziphus mucronata*) aangetref. Duidelike verskille in die grondkleur word ook waargeneem. 'n Magnetiese profiel langs 'n aantal bosgroepe op die piroklastiese gesteentes het aangedui dat bosgroepe in verband staan met intrusies.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geraas in hierdie gebied beperk oor die algemeen die uitvoering van sinvolle elektromagnetiese -en magnetiese opnames.
- Gelykstroom sonderings slaag daarin om geoëlektriese horisonne tot op 'n redelike diepte (> 50 meter) te definieer in hierdie geologiese omgewing.
  Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in hierdie formasie, is hoofsaaklik H en HA-tipe krommes vir verweerde noriet en/of rioliet naby die oppervlak en HKH-tipe krommes vir verweerde noriet/rioliet wat bedek word deur sedimentêre gesteentes.
  Die piroklastiese gesteentes toon tipiese HKH-tipe krommes.
- Soortlike elektriese weerstande vir akwifere in die sedimentêre gesteentes wissel tussen 18.5 Ω.m. en 155 Ω.m. Akwifere met sterk lewerings se ρ-waarde is tussen 60-85 Ω.m. Die soortlike elektriese weerstand vir akwifere in piroklastiese gesteentes is ongeveer 580-1760 Ω.m. Die akwifeer word duidelik gedefinieer deur die HKH-tipe kromme.
- Die volgende indeling, Tabel 5.1, kan gemaak vir die Loskop Formasie in die studiegebied.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 5.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.

AANTAL BOORGATE	LEWERING (l/uur)	GEMIDDELDE BOORGAT DIEPTE (m)	GEMIDDELDE ρ (Ω.m.)
1	0-2000	54	583
1	2000-4000	2	1758
0	4000-6000	-	-
3	6000-8000	57	57
1	+8000	40	52

Meer data sal die tabel aanvul om 'n sinvolle statistiese gemiddelde waarde vir elke parameter te verkry.

❖ Om 'n korrelasie tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, ρ_a, die boorgatlewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 5.2.
Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Tabel 5.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρ_a	l/uur	R = 0.78	Ja	6
ρ_a	h	R = 0.64	Ja	6
h	l/uur	R = 0.18	Nee	6

Uit die tabel volg dat 'n statistiese redelike korrelasie bestaan tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand en boorgatlewering.
'n Volledige regressie analise tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a) en die boorgatlewering (l/uur) het die volgende sinvolle verband gelewer:

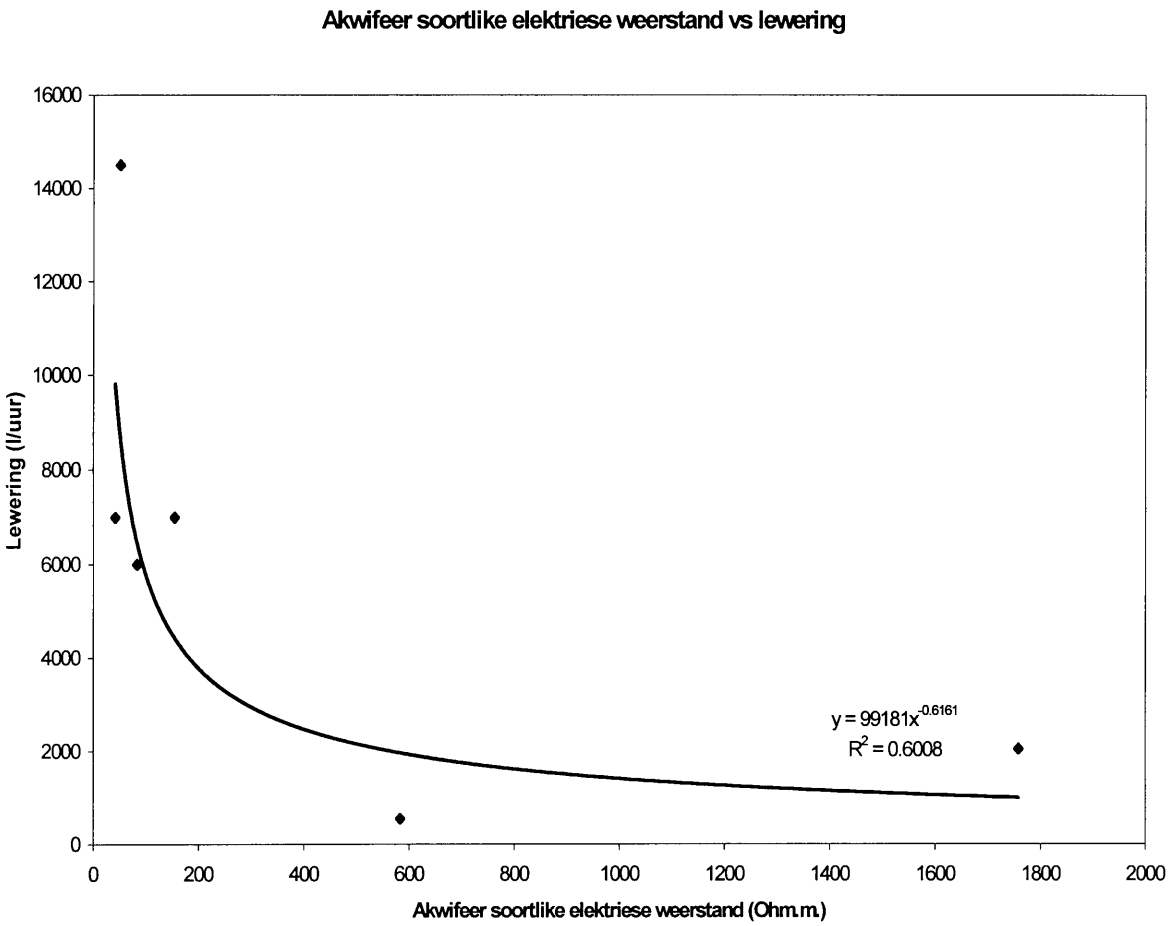
$$\textbf{l/uur} = 99181\rho_a^{-0.6161} \qquad \textbf{(5.1)}$$

Die waarde van die akwifeer soortlike elektriese weerstand wat in vergelyking (5.1) in vervang word, is die gemodelleerde ρ-waarde van die akwifeer.
Die model toon dat 'n toename in die akwifeer soortlike elektriese weerstand

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

gepaard gaan met 'n drastiese afname in die verwagte boorgatlewering (Figuur 5.13).



Figuur 5.13. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatlewering.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

- Die akwifere wat in die Loskop Formasie in die Middelburg omgewing redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat hoofsaaklik uit verweerde noriet en/of -rioliet bestaan. Die piroklastiese gesteentes se ingeperkte akwifere bestaan uit nate, kraakstelsels en laagvlakke, alhoewel die magnetiese profiel aangedui het dat kontaksones van intrusies by bosgroepe ook moontlike akwifere is. Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem ingedeel word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

HOOFSTUK 6

DIE NEBO GRANIET, BALMORAL GRANIET en RASHOOP GRANOFIER SUITE

6.1 GEOLOGIE

Die Nebo Graniet is die lid van die Lebowa Graniet Suite met die wydste verspreiding van dié graniet in Suid-Afrika. Dit beslaan die sentrale gedeelte van die Bosveld Kompleks en vorm die dak van die Rustenburg Gelaagde Suite. Die graniet is grys tot rooi en grofkristallyn, met tipies horingblende (of sy veranderingsprodukte) as donker mineraal (Rust *et al.*, 1996). Volgens Visser (1989) is die graniet saamgestel uit kwarts, kaliumryke veldspaat en ondergeskikte horingblende en boitiet. Die grys graniet is baie grofkorrelrig naby die basis. Die graniet gradeer opwaarts in 'n minder grofkorrelrige, grys en rooi graniet, met 'n rooi granofieriese graniet teenwoordig by posisies aan die bokant van die intrusie. Vegter (1964) onderskei tussen twee plutoniese fases, 'n intrusie van basiese magma in die Pretoria Groep en 'n intrusie van rooi suur graniet.
Twee gevalle wat ondersoek is by Balmoral lê nie op die Nebo Graniet nie, maar op die Balmoral Graniet van die Lebowa Graniet Suite, nl. Eenzaamheid (534 JR) en Spitskop (533 JR) (SACS, 1980). Hierdie graniet is 'n lokale intrusie van graniet in sedimente van die Pretoria Groep en word op plekke oorlê deur sedimente van die Wilgerivier Formasie. Dit is 'n lig, pienk kleurige porfiritiese graniet, met 'n aansienlike hoeveelheid fluoriet (Visser, 1989).

In die studiegebied is op twee plase met hul geassosieerde boorgate gesteentes van die Rashoop Granofier Suite aangetref. Dit dagsoom lokaal by Elandslaagte (368 JS), Selonsrivier, as mikrogranofier in die Loskop Formasie en word oorlê deur die Ecca Groep by Nooitgedacht (417 JS), naby Arnot. Die intrusiewe granofiere by Elandslaagte is onderverdeel in die Rooikop Granofier Porfier (SACS, 1980).
Die Rashoop Granofier Suite bestaan hoofsaaklik uit homogene granofier, asook geassosieerde granofiriese graniet, granofierporfier en pseudogranofier. Al hierdie gesteentes bestaan uit kwarts en ortoklaas, met ondergeskikte horingblende en biotiet (SACS, 1980 en Visser, 1989). Die kleur van die granofier is donker rooi.

Diabaasintrusies in die Nebo Graniet kom voor in die omgewing van Zusterstroom 447 JR volgens die 2528 Pretoria kaart (1978).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE

Grondwater kom voor in krake en verweringskomme. Verweringskomme is egter seldsaam en beperk in omvang, omdat graniet en granofier meer weerstandbiedend teen verwering as mafiese gesteentes is. Waar diabaasgange voorkom sal die gange makliker verweer en ‘n dieper verwering as die graniet toon. ‘n Deurlatende deurgangsone(s) is dikwels afwesig a.g.v. die totale verwering na klei en ‘n vinnige oorgang na ‘n onverweerde gesteente (Vegter, 1964). Die waterkwaliteit is bruikbaar met 'n hoë Si-inhoud, asook Cl^- (Vegter, 1964).

Die grondwater in die studiegebied kom voor net bo die onverweerde graniet in 'n sone wat bestaan uit gruis, aldus mnr. D. Milner ‘n lokale boorman van Zusterstroom. 'n Verskuiwing, asook 'n diabaasintrusie is verantwoordelik vir 'n mineraal warmwaterbron by Zusterstroom (447 JR) (mnr. D. Milner: persoonlike kommunikasie en 2528 Pretoria, 1978).

Die waterdraers kan geklassifiseer word as oppervlakkig verweer en verbrokkel, vlak statiese watervlak; en verweringskomme by die kruisings van naatstelsels (Hattingh, 1996).

Die plasing van boorgate geskied meesal in die grofkorrelrige graniet, omdat die verwering beter gedefinieer is.

Frommurze (1937) stel dat in die Middelburg omgewing was die gemiddelde totale diepte van boorgate in die rooi graniet rondom 37 meter. Die grondwater was raakgeboor by 'n diepte van 23 meter en die lewering van 'n gepompte boorgat was 4000 l/uur.

Die gevallestudies (1997) het aangedui dat boorgate in die Zusterstroom omgewing se diepte wissel van 33 tot 60 meter, waar die grondwater meesal rond die 30 meter aangetref word. In hierdie gebied is die boorgatlewering in 1997 in die algemeen +15000 l/uur. Probleme wat tydens die boorproses ondervind kan word, is dat die gruis telkens toeval om die boorstang, sodat die boorgat toeval en 'n onsuksesvolle boorgat ontstaan.

‘n Dompeltoets in ‘n boorgat wat in ‘n klipkoppie of tor geboor is, is uitgevoer en die resultaat verskyn in die gevallestudies.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.3 GEOMORFOLOGIE

Die Nebo Graniet vorm 'n golwende redelik gelyk liggende landskap. Die voorkoms van fynkorrelrige graniet lei tot die vorming van ‘n tor en die grofkorrelrige graniet is hoofsaaklik gelykliggend, omdat die meer onderhewig is aan chemiese verwering. Kwartsgruis kom redelik voor op die oppervlak, waar die oppervlak redelik bedek is met grasse. Weinig stroompies kom voor in die gebied, waarskynlik a.g.v. ‘n goeie dreinering van die bo-grond.
Die Balmoral Graniet se reliëf definieer rante, met volop dagsome.
In die geval van die Rashoop Granofier Suite is dit moeilik om die weerstandbiedendheid t.o.v. verwering te bepaal, omdat daar slegs twee gevalle beoordeel is. Dit lyk egter asof die granofiere geneig is om rante te vorm.

6.4 GEOBOTANIE

Die graniet is meer begroei met gras as bome. Bebossing kom intens voor op ‘n tor, waar *Acacia karroo* (soetdoring), *Combretum erythrophyllum* (riviervaderlandswilg), *Cussonia paniculata* (bergkiepersol), *Diospyros lycioides* (bloubos), *Euclea crispa* var. *crispa* (bloughwarrie), *Faurea saligna* (Transvaalboekenhout), *Maytenus heterophylla* (gewone pendoring), *Rhus leptodictya* (bergkaree), *Rhus pyroides* (gewone taaibos) en *Ziziphus mucronata* (blinkblaar-wag-'n-bietjie) voorkom.

6.5 GEOFISIKA

Die basiese tegniek van die studie, nl. die gelykstroom weerstandstegniek, is op al die plase aangewend met ondersteuning van magnetiese -en elektromagnetiese tegnieke, indien geen noemenswaardige kunsmatige geruis ondervind is nie. Die graniet het geen strekking nie, maar die meeste sonderings is uitgevoer met 'n noord-suid strekking weens praktiese oorwegings.
Om ‘n sinvolle interpretasie en verbande te verkry, is magnetiese profiele tesame met elektromagnetiese profiele loodreg op die verwagte strekkingsrigting van strukture uitgevoer soos dit op die lugmagnetiese kaart (Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973) verskyn.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6 GEVALLESTUDIES

6.6.1 Elandslaagte

Inleiding

Die Rashoop Granofier Suite word op die plaas Elandslaagte 368 JS, geval 30 (Figuur 1), aangetref. Hierdie plaas is geleë 4km. suidwes van die nedersetting Selonsrivier. Die boorgat by 25°38'03" S. en 29°36'41" O., is op 'n lokale intrusie van hierdie Suite geleë en lewer minstens 36000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgatdiepte is 36 meter. Die boorgatposisie is met 'n draad aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

'n Lokale intrusie van mikrogranofier van die Rashoop Granofier Suite tussen gesteentes van die Loskop Formasie word ter plaatse by die boorgat aangetref (2528 Pretoria, 1978). Dagsome van mikrogranofier word by die boorgat aangetref. Dagsome van sandsteen word 50m. noord van die boorgat gevind en diabaas 50m. oos van die boorgat. Die NGDB (1996) dui op die aanwesigheid van granofier by ander boorgate in hierdie omgewing. Geen lineamente is op die lugfoto sigbaar nie.

Geomorfologie

Die mikrogranofier definieer 'n uitstaande heuwellandskap i.v.m. die omliggende landskap en formasies. 'n Lokale helling wat afwaarts hel na die noordooste word ondervind. Fonteine word ook in die noordooste aangetref.

Geofisika

'n Gelykstroom sondering met 'n noordoostelike rigting is by die boorgat uitgevoer, omdat dit parallel aan die Loskop Formasie se strekking is, indien die AB-elektrodes oor hierdie formasie beweeg.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

'n H-tipe kromme (Figuur 6.1) word deur die model voorgestel, wat enkel op 'n granofier diepteprofiel dui. Die interpretasie is gedoen volgens die waargenome geologie en die NGDB (1996) data van boorgate in hierdie omgewing.
Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde grond en verweerde granofier met rolstene. Die tweede laag dui op 'n versadigde laag, wat uit verweerde/verbrokkelde granofier bestaan. Die laag het 'n dikte van 40.5 meter en ‘n soortlike elektriese weerstand van 73 Ω.m. Die vloergesteente is onverweerde granofier soos dit voorgestel word deur die 45° helling van die stygende flank.

Gevolgtrekking

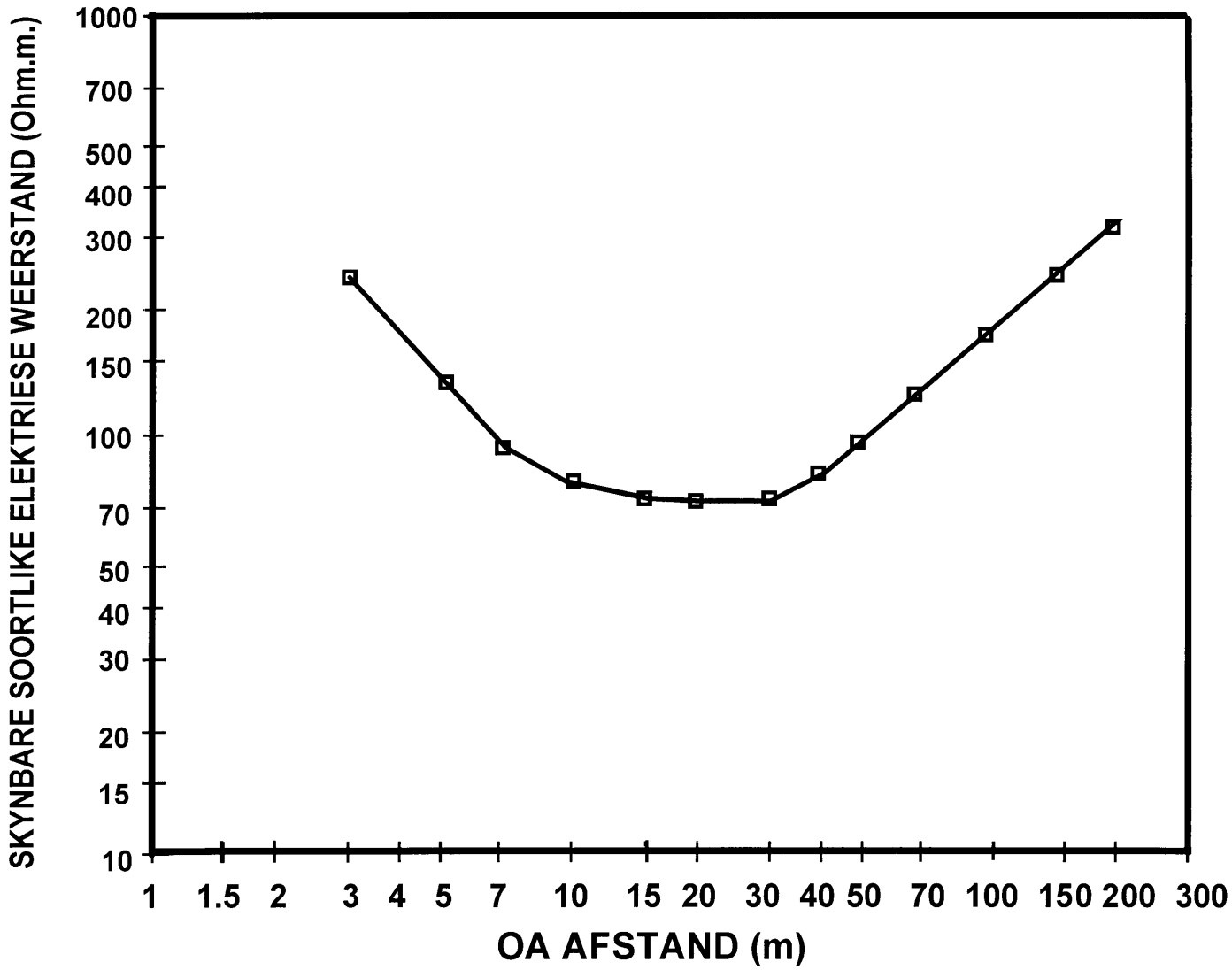
Die gelykstroom sondering het bevredigende resultate opgelewer in 'n interessante geologiese omgewing. Die sonderingsmodel dek die totale boorgatdiepte. Die geoëlektriese horisonne (Figuur 6.1) bestaan slegs uit granofier, alhoewel in verskillende toestande van verwering. Die dik tweede laag dien as die versadigde sone waar die ingeperkte akwifeer van verweerde/verbrokkelde granofier in voorkom. Die besondere dik verweringsprofiel is verantwoordelik vir die sterk grondwaterlewering. Dit is te betwyfel indien ander gesteentes ook in die suksessie voorkom, omdat hierdie intrusie 'n na Loskop Formasie afsetting is.

Omdat die intrusie beperk in omvang en dagsome skaars is, word enige boorposisie afgeraai. Gelykstroom sonderings is nodig om die granofier in diepte te karakteriseer. Hoe meer grondwater die akwifeer lewer, hoe duideliker sal die waterdraende laag op die sonderingskromme manifesteer. Die (elektro)magnetiese tegnieke kan slegs gebruik word as die sonderings nie bevredigende resultate oplewer nie, maar dan sal die diabaas/granofierkontak ondersoek word, omdat hierdie verwagte verweerde kontak as ‘n akwifeer optree.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.247%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	359	72.4	2187
$\rho_{(beste\ pas)}$	376	72.6	3451
$\rho_{(maksimum)}$	398	72.7	7202
$h_{(minimum)}$	*1.5*	*38.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.6*	*40.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.7*	*42.6*	

Figuur 6.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Elandslaagte 368 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.2 Nooitgedacht

Inleiding

Weens die besondere aard van die onderliggende gesteentes word geval 44 (Figuur 1) nie onder die Karoo Opeenvolging bespreek nie, maar onder die Rashoop Granofier Suite.
Die plaas Nooitgedacht 417 JS is 5km. noord-noordoos van Arnot stasie geleë. Die boorgat met ligging 25°44'17" S. en 29°47'39" O. lewer 1500 l/uur (onwetenskaplike toets), maar sy diepte is onbekend.
Een sondering en 'n magnetiese profiel is by die boorgat uitgevoer.

Geologie

Die oppervlak word bedek met gesteentes van die Vryheid Formasie (Ecca Groep) en word onderlê deur granofier van die Rashoop Granofier Suite. Die granofier het 'n noord-noordoos-suid-suidwes strekking volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart. Dagsome van gesteentes word nie in die veld aangetref nie en 'n boorgatstaat was afwesig. Doleriet-intrusies van Karoo ouderdom is skaars in die verre noordelike kom van die Vryheid Formasie volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart.

Geomorfologie

'n Heuwellandskap kenmerk die topografie met valleie na die ooste. Die valleie tipeer die bo-sone van die Rustenburg Gelaagde Suite. Die boorgat lê hoër as die omliggende omgewing. Die aanwesigheid van talle panne in die omgewing dien as waterreservoirs, sodat 'n lae frekwensie van boorgate in die omgewing aangetref word.

Geofisika

Die sondering is parallel aan die granofier se strekking gedoen, om die invloed van anisotropie te verminder. Die Vryheid Formasie het nie ‘n strekking nie. Die sonderingsmodel is 'n AKH-tipe kromme (Figuur 6.2). Die interpretasie van die geoëlektriese model in Figuur 6.2 word aan die hand van die geologie gedoen. Die styging in die soortlike elektriese weerstand vir die eerste drie lae dui op 'n onversadigde

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

sone met 'n dikte van 29 meter of ‘n dun akwifeer waarvan die invloed nie op die sonderingskromme sigbaar is nie a.g.v. onderdrukking. Die eerste laag is enkel verweerde gesteentes van die Vryheid Formasie. Die tweede en derde laag kenmerk hoofsaaklik sandsteen en moddersteen, alhoewel dun steenkoollae ook kan voorkom. Die teenwoordigheid van steenkool in die opeenvolging word bevestig deur noordliggende steenkoolmyne. 'n Toename in die soortlike elektriese weerstand word ondervind weens 'n laer voginhoud in die grond, asook dat verweringstrukture, naatvlakke en krake afneem met diepte. Die vierde laag kenmerk die diskordansie tussen die Vryheid Formasie en die Rashoop Granofier Suite. 'n Dik verweerde laag van granofier word voorgestel deur die model. Die verwering op hierdie diepte is te wyte aan die diskordansie tussen die twee gesteente eenhede. Die laaste laag dui op onverweerde granofier.

'n Magnetiese profiel (Figuur 6.3) is ooreenstemmend die Witbank Lugmagnetiese kaart (1973) uitgevoer. Die kaart dui 'n afname in magnetiese intensiteit aan van 'n suidoostelike na 'n noordwestelike rigting. Die magnetiese profiel is ook in dieselfde rigting uitgevoer. Die boorgat is by stasie 210 meter geleë. 'n Duidelike magnetiese gradiënt kan in die laaste 200 meter gesien word. Geen anomalie is sigbaar op die profiel nie.

Gevolgtrekking

Die gelykstroom sondering (Figuur 6.2) dui op 'n 29 meter dik bedekking van die Vryheid Formasie oor die Rashoop Granofier Suite. Die diskordansie tussen hierdie gesteentes tree op as die ingeperkte akwifeer, omdat die erosiewe oppervlak van die granofier en verwering van die granofier geskikte waterdraers is. Die beperkte lewering van die boorgat word veroorsaak deur 'n beperkte grondwateraanvulling, lokale verweringskomme in die granofier en swak deurlatende toestande in die verweerde sone wat die onverweerde granofier oorlê. Die sedimentêre gesteentes het nie sekondêre akwifere nie, wat toegeskryf word aan die jonger ouderdom van hierdie gesteentes en die onversteurde tektoniese geskiedenis.
Die magnetiese profiel (Figuur 6.3) wys dat daar 'n verandering in magnetiese veldintensiteit is. Die verandering is waarskynlik te wyte aan 'n verskil in verwering en diepte van die granofier wat waarskynlik onderlê word deur magnetietryk gesteentes van die Gelaagde Suite Rustenburg.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

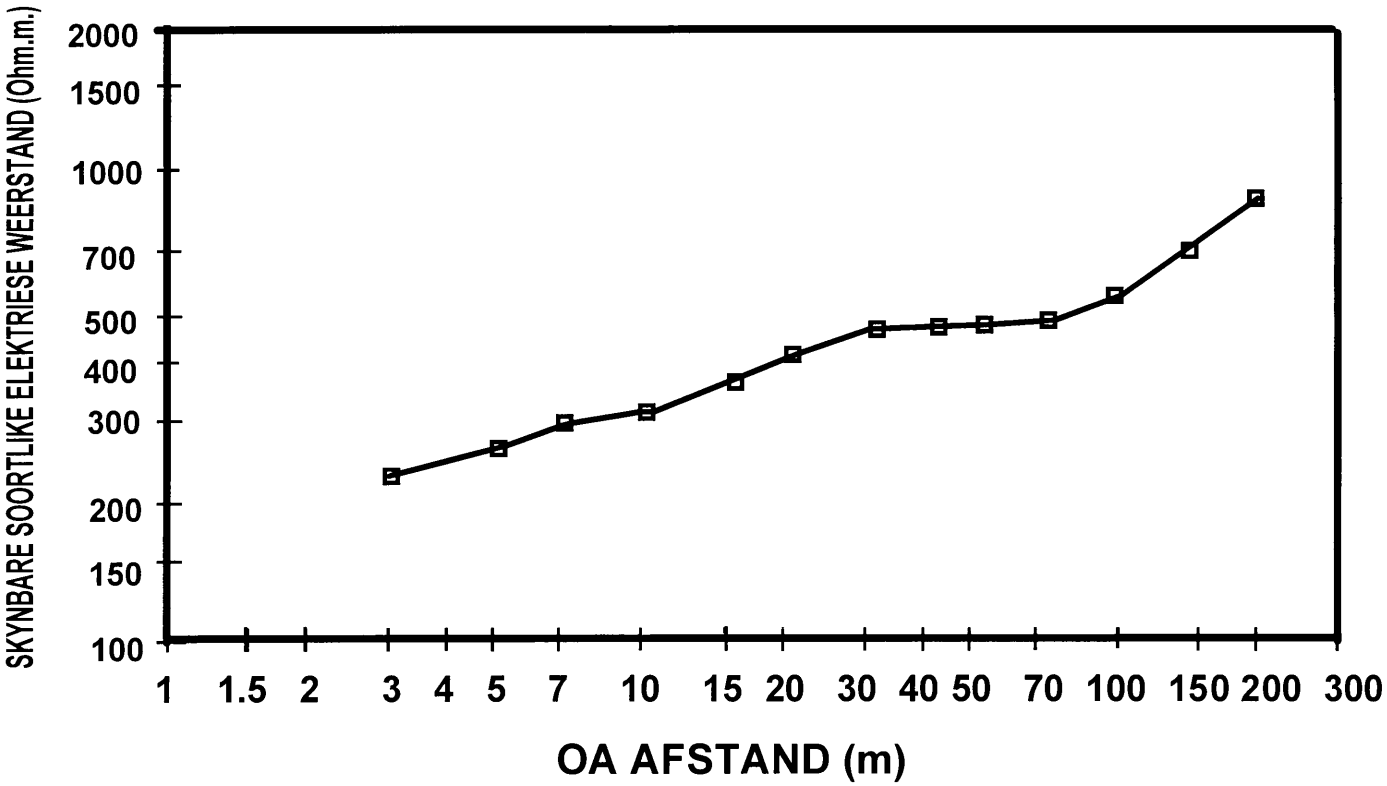
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die aanwesigheid van verweerde granofier onder ‘n 29 meter dik bedekking van die Vryheid Formasie het die gevolg dat enige boorposisie geskik sal wees op hierdie plaas. Die uitvoer van gelykstroom sonderings word nog steeds aanbeveel, sodat die dikte van die verweerde materiaal vasgestel kan word wat dikwels ‘n direkte verband het met grondwaterlewering. ‘n Boorgat met ‘n bo-gemiddelde lewering vir hierdie plaas kan dan verkry word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

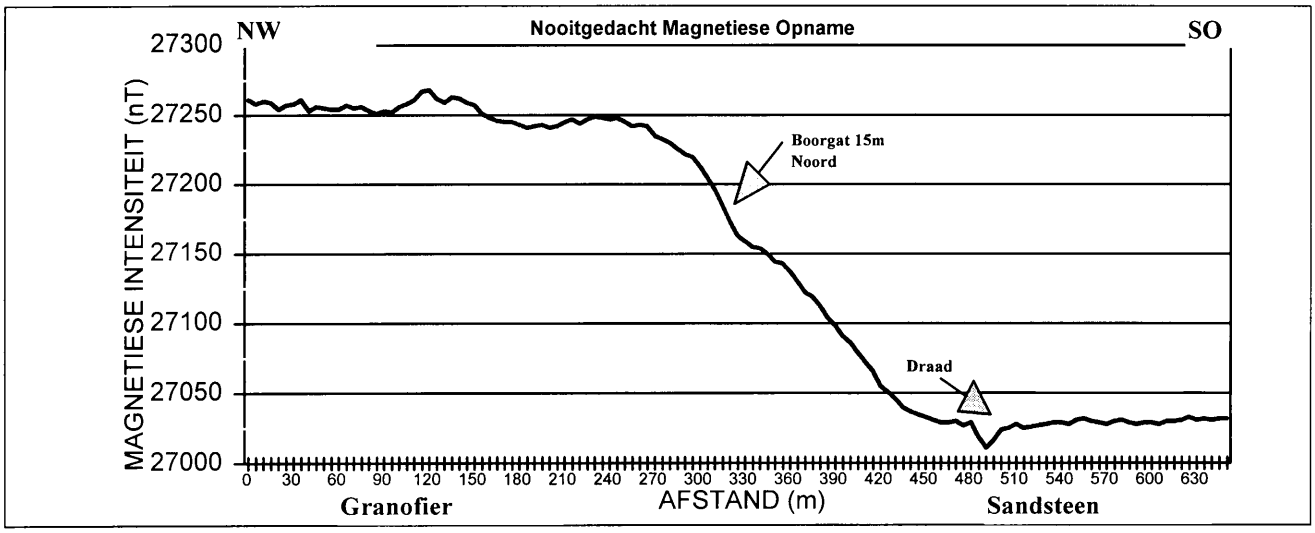
Krommepassingsfout : 1.828%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	73.8	297	614	117	4004
$\rho_{(beste\ pas)}$	137	335	731	196	9904
$\rho_{(maksimum)}$	184	373	836	309	28639
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*5.5*	*18.4*	*22.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*7.2*	*20.5*	*29.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*8.5*	*25.0*	*38.8*	

Figuur 6.2(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Nooitgedacht 417 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 6.3. Magnetiese profiel langs die boorgat te Nooitgedacht 417 JS. Die posisie van die granofier (Rashoop Granofier Suite) en sandsteen (Vryheid Formasie) is afgelei van die 2528 Pretoria kaart (1978).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.3 Eenzaamheid

Inleiding

Die plaas Eenzaamheid 534 JR, geval 49 (Figuur 1), is 4km. suidwes van Balmoral geleë. Op die plaas is twee boorgate bestudeer d.m.v. gelykstroom sonderings. 'n Lewerende boorgat van 4000 l/uur by 25°51'59" S. en 28°56'49" O., met 'n diepte van <50 meter is eerstens bestudeer. Die grondwater is op 'n diepte van 10 meter raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie). 'n Tweede droë boorgat met ligging 25°51'56" S. en 28°56'47" O. is daaropvolgens bestudeer. Die boorgat is by die 40 meter diep. Die eerste boorgat is d.m.v. 'n bottel aangewys, terwyl die tweede boorgat deur geofisiese tegnieke aangewys is (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die geologie om die eerste boorgat word gekenmerk deur wit grofkorrelrige graniet. Die boorgatstaat van die eerste boorgat dui ook op graniet. Die tweede boorgat lê in 'n veld wat ryklik bestrooi is met klippe van sandsteen en kwartsitiese sandsteen van die Wilgerivier Formasie. Die hele omgewing van beide boorgate word bedek deur Nebo graniet volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart.

Geomorfologie

Die opstal is op ‘n kop en waterskeiding geleë.

Geofisika

Die sonderingsmodel van die eerste boorgat (Figuur 6.4) dui op 'n model wat afwissel van isolators en elektriese geleiers. Volgens die boorgatstaat en geologie is die volgende interpretasie moontlik. Die eerste laag is bo-grond wat oorgaan in 'n 1.8 meter laag van verweerde klam graniet. Die derde laag kenmerk swak verweerde graniet, maar verweerde en gebroke graniet met 'n dikte van 78.4 meter definieer die vierde laag. Die grondwater is ook in hierdie laag raakgeboor volgens die boorgatinligting. Die laaste laag is slegs onverweerde graniet.

Die tweede boorgat is droog en dui op 'n HKH-tipe kromme (Figuur 6.5) soos by boorgat

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

1. Die geleiers wat hier teenwoordig is, het egter 'n hoër ρ-waarde as in die vorige geval. Die interpretasie van die geoëlektriese model (Figuur 6.5) volgens die geologie is dieselfde as die eerste boorgat se interpretasie, alhoewel die eerste laag ook in 'n mate sandsteen bevat. Die laagdiktes van beide boorgate is min of meer uniform, behalwe in die geval van die vierde laag. Die geologie is dieselfde, asook die vorm van die sonderingkrommes (Figure 6.4 & 6.5), maar die tweede boorgat het droë of gekristalliseerde krake, omdat die dik vierde laag se ρ_4 = 732 Ωm. Dit is tenminste 'n faktor twee hoër as die eerste boorgat se ρ_4-waarde.

Gevolgtrekking

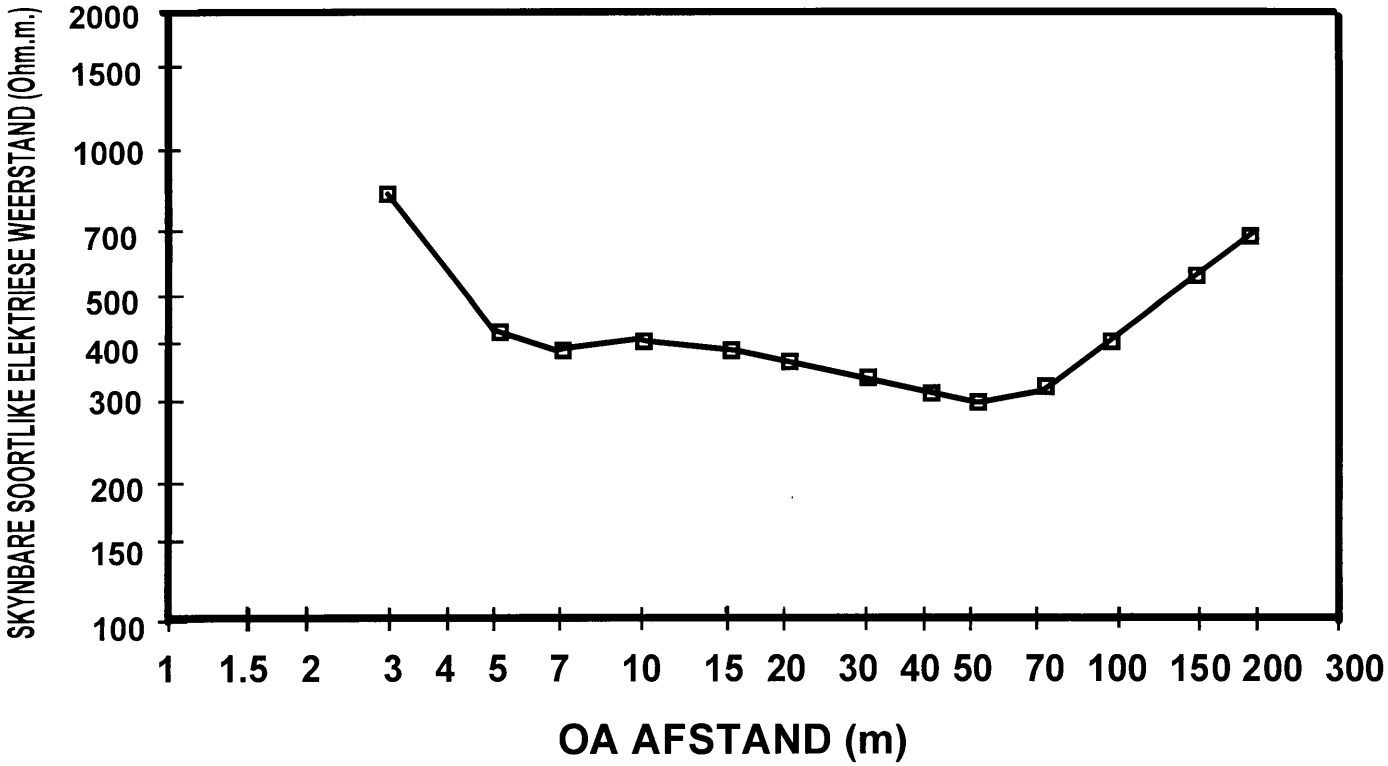
Die soort akwifeer wat hier ter sprake is, is 'n dun gebroke (kraak) akwifeer. Die akwifeer lewer genoeg grondwater vir drinkwater gebruike. Beide sonderings dek die totale boorgatdiepte. Alhoewel beide sonderingkrommes (Figure 6.4 & 6.5) dieselfde en ewe belowend vir grondwater eksplorasie lyk, is waterversadiging afhanklik van 'n lae waarde vir die soortlike elektriese weerstand vir die dik vierde laag. Hoe hoër die ρ_4-waarde is, hoe laer is die kanse dat 'n (dun) akwifeer daar bestaan. Indien die gebroke akwifeer redelik dik is, behoort hierdie laag se ρ_4-waarde te daal en duidelik op die sonderingskromme uitwys. 'n Sterker boorgatlewering kan dan verwag word.

Die gevallestudie het aangetoon dat enige boorposisie op die plaas ongeskik is. Gelykstroom sonderings word aanbeveel vir effektiewe grondwater ondersoeke. 'n Geoëlektriese model is 'n afbeelding van die verwagte versadigde strata in die ondergrond. Hoe dikker die waterdraende laag is, hoe duideliker sal hierdie laag se invloed op die sonderingskromme uitwys, met 'n verwagte hoër grondwaterlewering.
Op die kop (opstal) word geen (elektro)magnetiese tegnieke aanbeveel nie a.g.v. 'n hoë konsentrasie van kunsmatige geruis. Indien in laagliggende gedeeltes grondwater ondersoeke plaasvind, word (elektro)magnetiese tegnieke wel aanbeveel, omdat daar diabaas bestaan en ook moontlike verweringskromme in die graniet hiermee opgespoor kan word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 0.488%

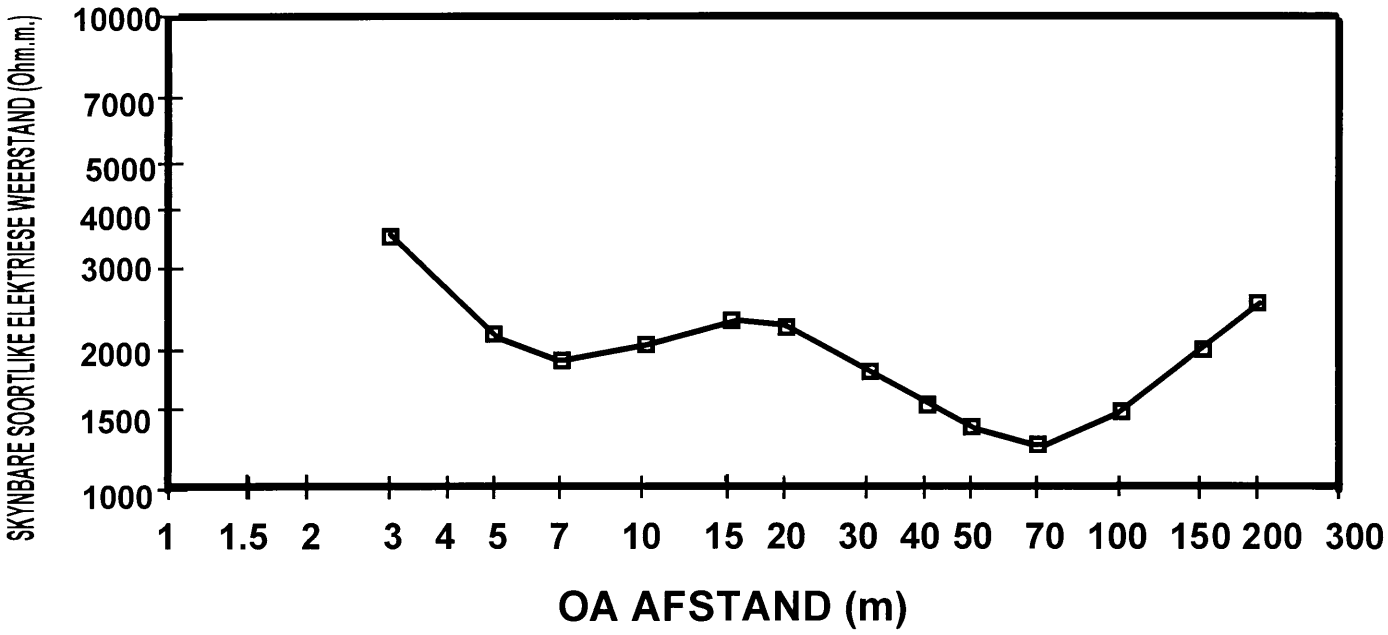
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	2356	202	648	320	5898
$\rho_{(beste\ pas)}$	2389	227	679	321	12096
$\rho_{(maksimum)}$	2404	239	854	322	17983
$h_{(minimum)}$	*1.0*	*1.6*	*2.9*	*76.3*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.1*	*1.8*	*3.1*	*78.4*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*2.0*	*3.3*	*79.6*	

Figuur 6.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Eenzaamheid 534 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.870%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	4081	305	5374	597	5480
$\rho_{(beste\ pas)}$	4652	611	9559	732	10047
$\rho_{(maksimum)}$	5326	869	24686	901	25539
$h_{(minimum)}$	*1.7*	*1.2*	*1.9*	*34.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.8*	*1.8*	*3.4*	*43.5*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*2.3*	*5.6*	*60.7*	

Figuur 6.5(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Eenzaamheid 534 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.4 Spitskop

Inleiding

Die plaas Spitskop 533 JR, geval 50 (Figuur 1), is 4km. wes van Balmoral geleë en het een boorgat met ligging 25°51'46" S. en 28°56'05" O. Die boorgat is 50 meter diep en lewer 20000 l/uur. Die grondwater is op 'n diepte van 8 meter raakgeboor. 'n Bottel het die boorgat aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Nebo graniet word op die hele plaas aangetref. Slegs rooi graniet word by die boorgatstaat gevind. Die graniet het nie enige voorkeur hellingsrigting in die gebied nie, en is meesal gelyk liggend.

Geomorfologie

Die plaas is in 'n trog geleë, net oos van 'n spruit. 'n Kwartsietrant kom aan die weste voor.

Geofisika

'n Vyf-laag kromme met 'n HKH-tipe vorm is verkry uit die gelykstroom sondering (Figuur 6.6). Die volgende interpretasie word gemaak volgens die boorgatstaat en geologie. Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde grond en oppervlakgruis. Die tweede laag tree op as 'n elektriese geleier, omdat die verweerde grondprofiel van 'n klam aard is. Hierdie laag is slegs 2 meter dik. 'n Onverweerde granietlaag word daaronder aangetref tot op 'n diepte van 6.8 meter. Die voorlaaste laag is 'n besondere elektriese geleier met 'n dikte van 25.1 meter. Hierdie laag is die akwifeer wat gebroke graniet is met ‘n ρ_4-waarde van 230 Ωm. Die grondwater is ook in hierdie laag raakgeboor. Die vloergesteente word gedefinieer deur onverweerde graniet.

Gevolgtrekking

Indien geval 49 en geval 50 se resultate vergelyk word, het beide dieselfde sonderingkrommes, die HKH-tipe vorm (Figure 6.4-6.6). Beide plase is omtrent 1 km.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

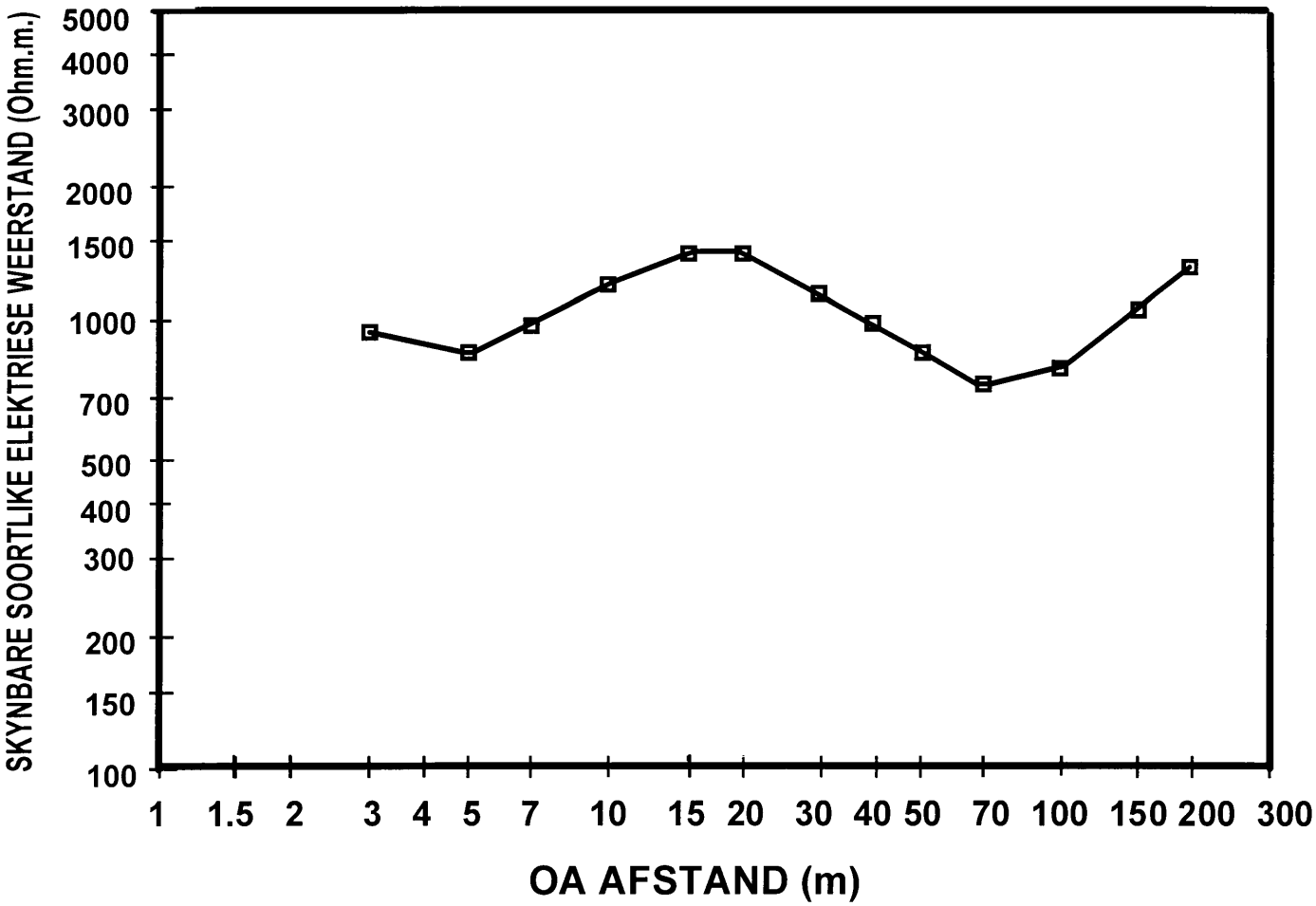
van mekaar af. Uit al drie sonderings is dit duidelik dat die vloergesteente dik onverweerde rooi graniet is. Die gedefinieerde waterdraende laag is aansienliker dunner vir hierdie geval, maar het ‘n laer soortlike elektriese weerstand vir die vierde laag as wat in die vorige geval ter sprake was. Die ingeperkte akwifeer in hierdie geval is dik kraakstelsels, met ‘n goeie aanvulling weens die sterk lewering van die boorgat, ‘n faktor 5 meer as in geval 49.

Die plaas het ‘n ingewikkelde geologiese struktuur, omdat kwartsiet van die Magaliesberg Formasie ten weste prominent dagsoom, diabaas in die laagtes voorkom en Nebo Graniet die res van die plaas oorlê. Indien moontlik, omdat kunsmatige geruis volop in die omgewing is, word (elektro)magnetiese tegnieke aanbeveel om die kontakte van die diabaas vas te stel en verweringskomme in die intrusiewe gesteentes. In die kwartsiet is die eksplorasieteiken krake. Gelykstroom sonderings word aanbeveel by daardie posisies wat gunstig lyk vir boorwerk volgens die (elektro)magnetiese data. Die struktuurgeologie van die omgewing sal ‘n deurslaggewende rol speel in die uitsoek van sondering posisies. Enige boorposisie op hierdie plaas sal beslis nie geskik wees nie, a.g.v. die dagsome van verskillende onverweerde gesteentes en die swak verwering van die graniet en kwartsiet, wat bokant die piësometriese drukhoogte eindig.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.873%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1089	227	3577	148	2593
$\rho_{(beste\ pas)}$	1453	450	7491	230	4606
$\rho_{(maksimum)}$	2651	642	29306	372	13764
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*1.8*	*1.9*	*11.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.2*	*2.0*	*3.6*	*25.1*	
$h_{(maksimum)}$	*1.6*	*2.7*	*6.8*	*29.9*	

Figuur 6.6(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Spitskop 533 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.5 Zusterstroom I

Inleiding

Twee boorgate, waarvan een toegerus is met 'n dompelpomp en die ander met 'n windpomp, is op die plaas Zusterstroom 447 JR, geval 56 (Figuur 1), gevind. Die geval is 12km. suid van Verena geleë. Die eerste sondering is by die windpomp uitgevoer. Die volgende inligting word verskaf aangaande die windpomp; die ligging word gegee deur 25°35'39" S. en 29°00'37" O., die diepte van die boorgat is 24 meter, die lewering beloop 36 l/uur en die grondwater is op 'n diepte van 10 meter raakgeboor. Die dompelpomp is 50 meter noord van die windpomp geleë. Die boorgat is 60 meter diep en lewer 18 000 l/uur. Die grondwater is op 'n diepte van 15 meter raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Slegs Nebo Graniet word op die plaas aangetref. Die graniet is in sekere gevalle gebreksieer volgens brokstukke wat in die veld gevind is. Geen boorgatstate is gevind by beide boorgate nie. Die oppervlak word bedek deur kwartsgruis. Geen fotografiese lineamente is sigbaar op die lugfoto nie, asook geen NGDB (1996) data is beskikbaar oor hierdie gebied nie.

Geomorfologie

Die landskap is golwend met klipkoppies na die noorde. 'n Geleidelike suidwestelike helling na die Wilgerivier word ondervind. Die suidweste word begrens deur kranse van die Wilgerivier Formasie, wat 'n duidelike geologiese grens tipeer. Enkele soetdorings (*Acacia Karroo*) is noord van die boorgate aangetref, maar die magnetiese profiel dui op geen anomalieë by daardie bome nie.

Geofisika

Twee gelykstroom sonderings (Figure 6.7 & 6.8) met 'n noordoos-suidwes strekking is uitgevoer tesame met 'n elektromagnetiese (Figuur 6.9) -en magnetiese (Figuur 6.10) profiel met min of meer dieselfde strekking as die sonderings. Die interpretasie van beide sonderings word gedoen volgens die geologie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die eerste sondering met ‘n KHA-tipe kromme wat by die windpomp uitgevoer is, impliseer 'n totale diepte van 25 meter bo die vloergesteente (Figuur 6.7). Die eerste dun laag bestaan uit ongekonsolideerde grond en gruis wat oorgaan in 'n onversadigde grond en gruislaag. Die derde laag is ‘n elektriese geleier wat daarop dui dat die piësometriese drukhoogte hier geleë is. Versadigde gruis en verweerde graniet met 'n dikte van 18.8 meter kom voor op 'n diepte van 6 meter. 'n Dik vloergesteente van onverweerde graniet word uitstekend deur die stygende 45° flank van die kromme voorgestel.
Die tweede gelykstroom sondering (Figuur 6.8) beskik oor min of meer dieselfde geoëlektriese horisonne as die eerste sondering (Figuur 6.7). 'n KQH-tipe kromme word gedefinieer. Die vierde laag dui op 'n laer soortlike elektriese weerstand as in die vorige sondering. Dit dui op die aanwesigheid van ‘n beter verwering/verbrokkeling van die graniet, asook ‘n dikker akwifeer waarvan die invloed duidelik op die sonderingskromme sigbaar is. Die onverweerde graniet vloergesteente word ook voldoende gedefinieer.

Die elektromagnetiese profiel (Figuur 6.9) dui op 'n oorwegend horisontaal gelaagde aarde vir die eerste 130 meter, waarna die horisontale komponent toeneem in elektriese geleidingsvermoë. Die laaste seksie van die profiel word meer beïnvloed deur vertikale strukture en 'n beter ondersoekdiepte. 'n Dieper verweringsprofiel is hier ook aanwesig. Die L = 40m. lusspasiëring impliseer 'n groter eksplorasiediepte volgens Arcone (1981), tesame met die hoë weerstandbiedendheid van die onversadigde gesteentes lei ook tot 'n vinniger verval van die EM-strome wat veral handig is in hierdie omgewing, omdat die meeste grondwater (elektriese geleier) tussen 30 en 40 meter voorkom.

Die magnetiese profiel (Figuur 6.10) wat tesame met die elektromagnetiese profiel uitgevoer is, dui daarop dat die dompelpomp se posisie i.v.m. 'n intrusie gebring kan word. Die intrusie is 'n loodregte gang met 'n vlak verweringsdiepte en 'n lengte van bykans 9 meter. Die aanwesigheid van intrusiewe diabaas in die Nebo Graniet in hierdie omgewing word bevestig deur die 2528 Pretoria (1978) kaart.

Gevolgtrekking

Beide sonderings dui op dieselfde geologie (Figure 6.7 & 6.8). Dit moet in gedagte gehou word dat 'n sondering gebruik word om 'n horisontaal gelaagde aarde te bestudeer. 'n Profiel word gebruik om vertikale strukture mee op te spoor, wat deur die EM-tegniek en doeltreffend m.b.v. die magnetiese tegniek gedoen is. Uit die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

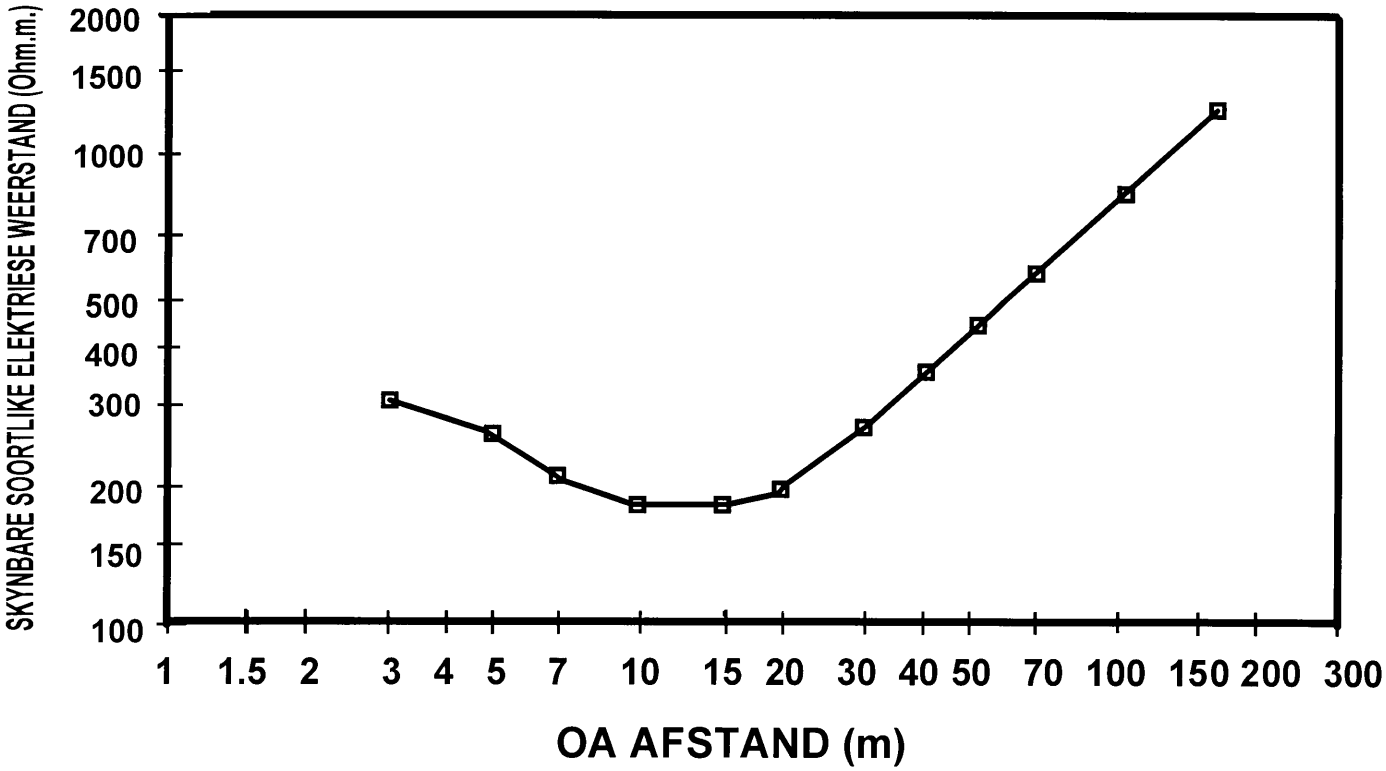
sonderingkrommes blyk dit dat die eerste sondering se minimum by AB/2 = 10 meter geleë is, en die tweede kromme dui op 'n minimum by AB/2 = 20 meter. 'n Dieper verweringsdiepte van die graniet word hierdeur geïmpliseer vir die tweede sondering (dompelpomp). Indien die geoëlektriese modelle van beide sonderings in Figure 6.7 & 6.8 bestudeer word, word gesien dat beide modelle se laagdiktes en soortlike elektriese weerstande omtrent dieselfde is, behalwe die soortlike elektriese weerstand van laag 4. Volgens hierdie modelle blyk dit dat die windpomp (Figuur 6.7) se (half)-ingeperkte akwifeer in die dun laag drie geleë is, terwyl die dompelpomp (Figuur 6.8) se (half)-ingeperkte akwifeer in die dik vierde laag geleë is. Die grondwater by die dompelpomp is ook 5 meter dieper raakgeboor as by die windpomp volgens die eienaar.
Die akwifere word as (half)-ingeperk beskryf a.g.v. hul vlak diepte en die gedeeltelike bedekking van gruis wat direkte aanvulling van die akwifeer verbeter.
Die dompelpomp se posisie word i.v.m. 'n vertikale intrusie gebring volgens die modelle van die (elektro)magnetiese data (Figure 6.9 & 6.10).
Die aansienlik beter lewering van die dompelpomp oor die windpomp word toegeskryf aan 'n dikker verweerde/verbrokkelde akwifeer en die teenwoordigheid van die intrusie (keerbank).

Die grondwaterlewering van beide boorgate lewer bewys daarvan dat enige boorposisie tot ongewenste resultate lei. Om effektiewe grondwater ondersoeke op hierdie plaas uit te voer, moet (elektro)magnetiese opnames uitgevoer word om intrusiewe liggame van diabaas op te spoor, asook verweringskomme in die graniet. Deurdat die elektriese geleidingsvermoë van die graniet betreklik laag is (~5mS/m), sal ‘n toename in elektriese geleiding a.g.v. ‘n toename in vog of klei-inhoud (verweerde materiaal) maklik d.m.v. hierdie instrument gedefinieer word. Gelykstroom sonderings word aanbeveel by gunstige posisies soos op die (elektro)magnetiese data afgelei is. Deur sonderingkrommes van dieselfde gebied met mekaar te vergelyk en hul interpretasies, kan op die beste posisie geboor word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.013%

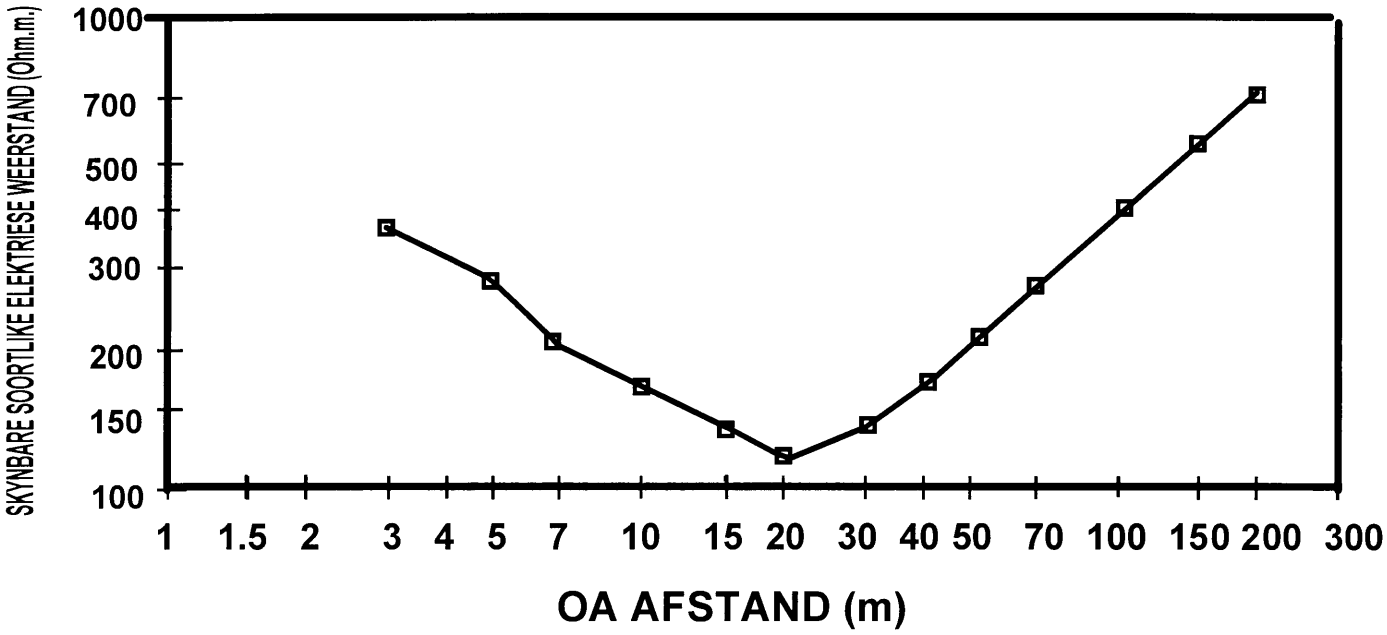
LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	54.9	428	83.4	205	3236
ρ(beste pas)	147	564	101	267	4658
ρ(maksimum)	192	751	127	314	8300
h(minimum)	*0.2*	*1.1*	*3.8*	*15.8*	
h(beste pas)	*0.5*	*1.3*	*4.1*	*18.8*	
h(maksimum)	*0.6*	*1.8*	*4.9*	*21.5*	

Figuur 6.7(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Zusterstroom 447 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

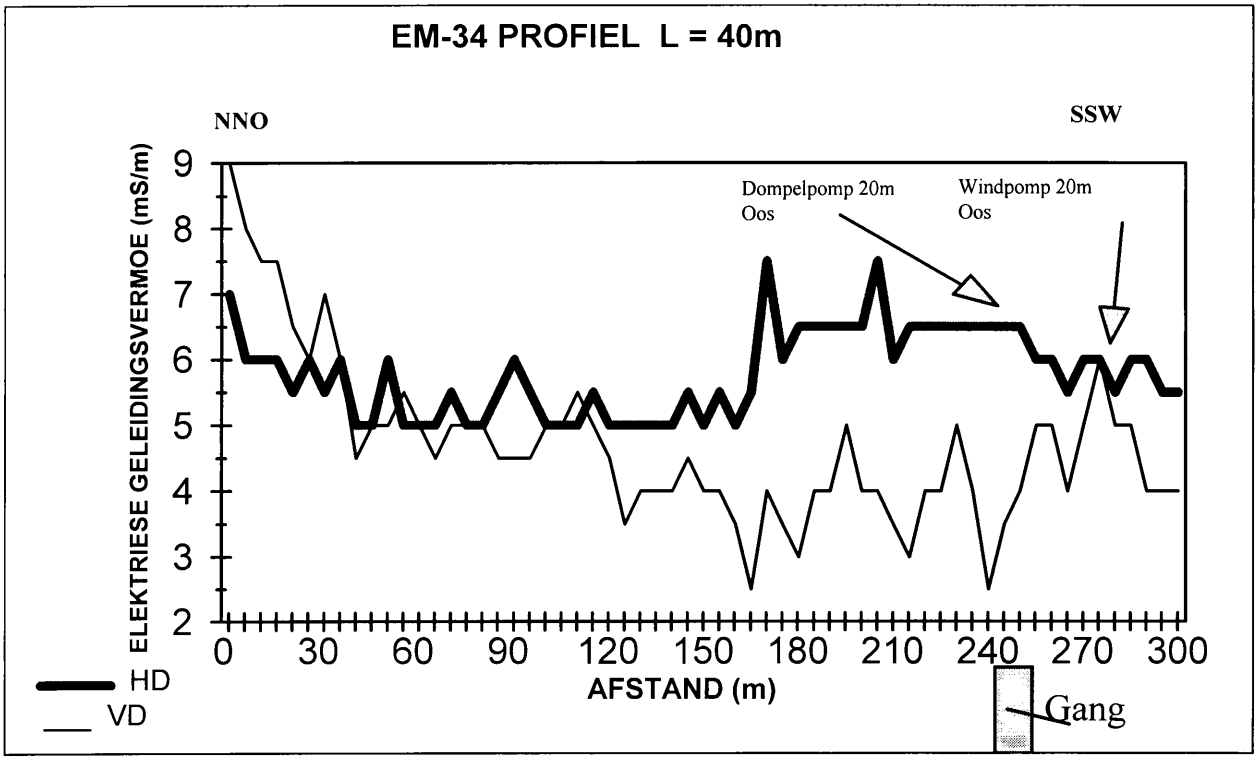
Krommepassingsfout : 1.426%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	93.1	428	178	65.3	5198
$\rho_{(beste\ pas)}$	343	511	215	78.4	10504
$\rho_{(maksimum)}$	679	703	243	84.7	35821
$h_{(minimum)}$	*0.3*	*0.7*	*3.3*	*18.1*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.4*	*0.8*	*3.8*	*19.8*	
$h_{(maksimum)}$	*0.7*	*1.0*	*4.5*	*20.7*	

Figuur 6.8(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



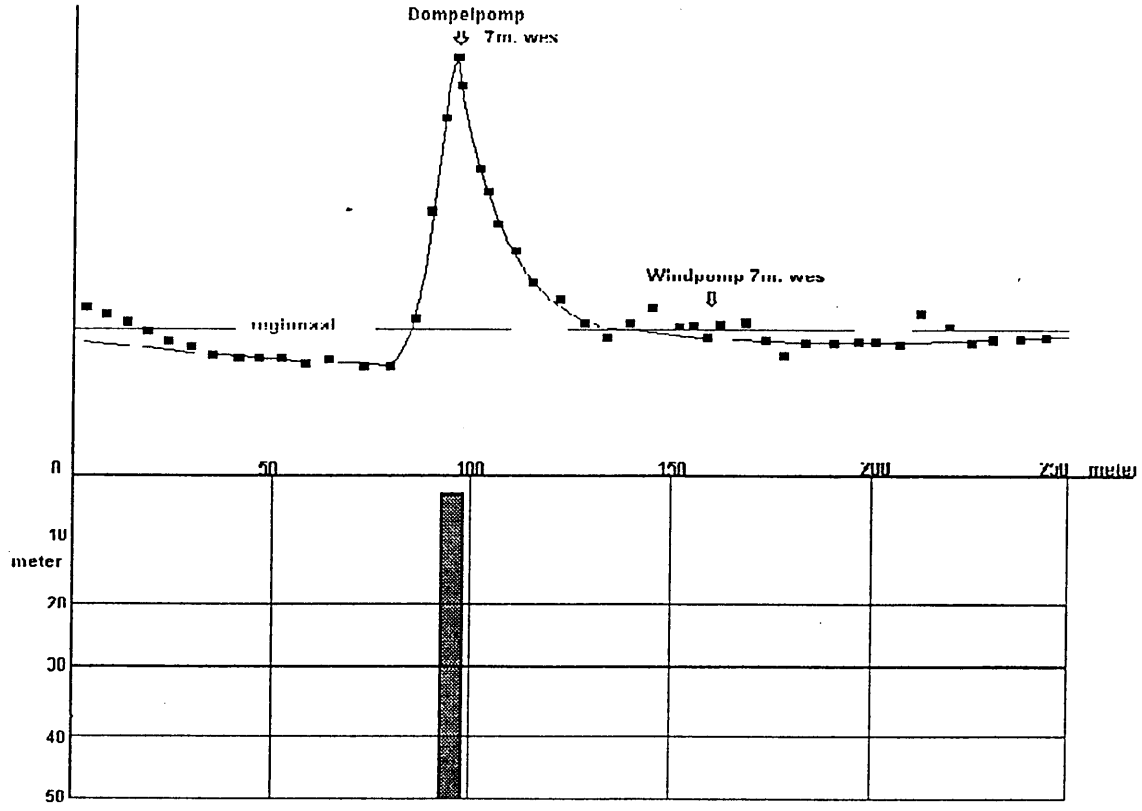
Figuur 6.9. Elektromagnetiese profiel langs beide boorgate te Zusterstroom 447 JR. Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 6.10).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1
Susseptibiliteit kontras	0.012
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	20
Remanente magnetisme	0
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	-
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	-

SSO **NNW**



Figuur 6.10. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.6 Zusterstroom II

Inleiding

Geval 57 (Figuur 1) is ook op die plaas Zusterstroom 447 JR geleë, so 1km. noord van geval 56. Die boorgat is geleë by 25°35'09" S. en 29°00'31" O. en lewer minstens 25200 l/uur en is 60 meter diep. Die grondwater is op 'n diepte van 10 meter raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Nebo Graniet oorlê die hele plaas. Geen boorgatstaat is aangetref nie.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelyk met klipkoppies na die noorde en 'n spruit na die ooste. 'n Geleidelike afwaartse helling na die suidooste toe word ondervind. Die spruit word onderlê deur diabaas volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart.

Geofisika

'n QH-tipe kromme (Figuur 6.11) is verkry uit die gelykstroom sondering. Die interpretasie word gedoen volgens die waargenome geologie. ‘n Duidelike toename in versadiging van die gesteentes word met diepte ondervind. Die geoëlektriese horisonne bestaan hoofsaaklik uit ongekonsolideerde grond en gruis wat in diepte oorgaan in 'n regoliet van graniet. Die derde laag tree as die (half)-ingeperkte akwifeer op. In hierdie laag is die grondwater ook raakgeboor volgens die boorgatinligting. Die regoliet gaan op 'n diepte van 15.9 meter oor in onverweerde graniet vloergesteente. Al is die boorgat 60 meter diep, penetreer dit waarskynlik nie enige ander waterdraende strukture in die onverweerde graniet nie.

As gevolg van volop kunsmatige geruis, is geen (elektro)magnetiese profiele uitgevoer nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

Gevolgtrekking

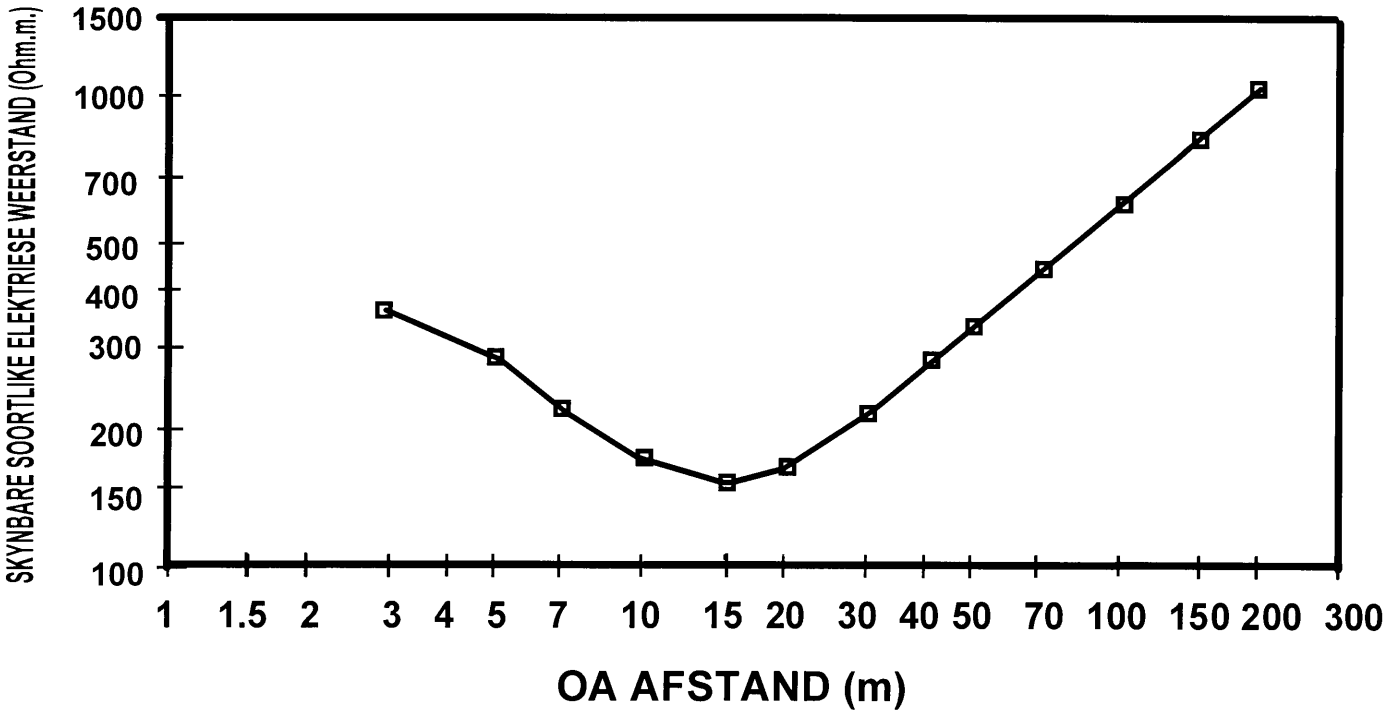
'n Half-ingeperkte akwifeer word ook hier aangetref, wat bo begrens word deur ongekonsolideerde sand en gruis, naatstelsels en verweerde/verbrokkelde graniet en onder begrens word deur soliede graniet.

Omdat hierdie geval naby geval 56 geleë is, word gelykstroom sonderings ook aanbeveel as ‘n effektiewe tegniek vir grondwater ondersoeke. Die geoëlektriese model is ‘n fisiese voorstelling van die elektriese eienskappe van die aarde. Hierdie eienskappe word veral uitgelig deur ‘n toename of afname in die voginhoud van lae wat ‘n aanduiding van die waterlewerende eienskappe van so ‘n laag is. Hoe hoër die voginhoud, hoe laer die soortlike elektriese weerstand van die laag. In hierdie omgewing waar die grondwaterlewering hoog is (hoë voginhoud), sodat die akwifeer se dikte en elektriese eienskappe duidelik op die sonderingskromme sigbaar is, is die gelykstroom sondering ‘n tegniek by uitstek om (dik) akwifere mee op te spoor. Die onversadigde onverweerde graniet (hoë soortlike elektriese weerstand) vorm ‘n duidelike kontras met die akwifeer (lae soortlike elektriese weerstand).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.552%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	385	234	95.4	8952
$\rho_{(beste\ pas)}$	527	281	118	35718
$\rho_{(maksimum)}$	709	348	146	156131
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*2.4*	*12.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*3.1*	*12.8*	
$h_{(maksimum)}$	*1.8*	*4.1*	*13.7*	

Figuur 6.11(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Zusterstroom 447 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.7 Zwartkopje

Inleiding

'n Vloeiende artesiese boorgat is bestudeer op die plaas Zwartkopje 444 JR, geval 58 (Figuur 1). Die plaas is 9km. wes-suidwes van Verena geleë. Die boorgat met ligging 25°30'21" S. en 28°57'14" O. lewer 27000 l/uur en is 33 meter diep (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Nebo Graniet kom op die plaas by die boorgat voor. Die gesteentes het geen strekking nie en geen NGDB (1996) data is oor die omgewing beskikbaar nie. Geen lineamente kom by die boorgat voor nie, maar die 2528 Pretoria (1978) kaart en die lugfoto dui op lineamente in die wesliggende spruit.

Geomorfologie

Die gebied is besonder gelyk met 'n weswaartse helling. Al uitstaande topografie wat voorkom in die omgewing is Rhenosterkop (Loskop Formasie) en klipkoppies (Nebo Graniet).

Geofisika

'n Gelykstroom sondering is by die boorgat uitgevoer. Geen intrusiewe –en tektoniese strukture word in die omgewing van die boorgat aangetref nie volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart wat die sonderingsmodel kan beïnvloed. Die interpretasie is slegs gedoen volgens die geologie.
Die sonderingskromme het 'n vyf-laag kromme opgelewer (Figuur 6.12). Die geoëlektriese profiel is tipies van die reeds bespreekte gevallestudies in die Nebo Graniet. Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde sand en gruis wat oorgaan in 'n regoliet van graniet. Die regoliet word gekenmerk deur intens verweerde materiaal aan die bo-kant en wat afwaarts gradeer na minder verweerde graniet. 'n Afname in water versadiging word in die algemeen ondervind, behalwe waar die piësometriese drukhoogte geleë is. Die vierde laag het 'n ρ-waarde van 351 Ω.m., en dui op 'n elektries

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geleidende medium. Die vloergesteente word gedefinieer deur onverweerde graniet.

Gevolgtrekking

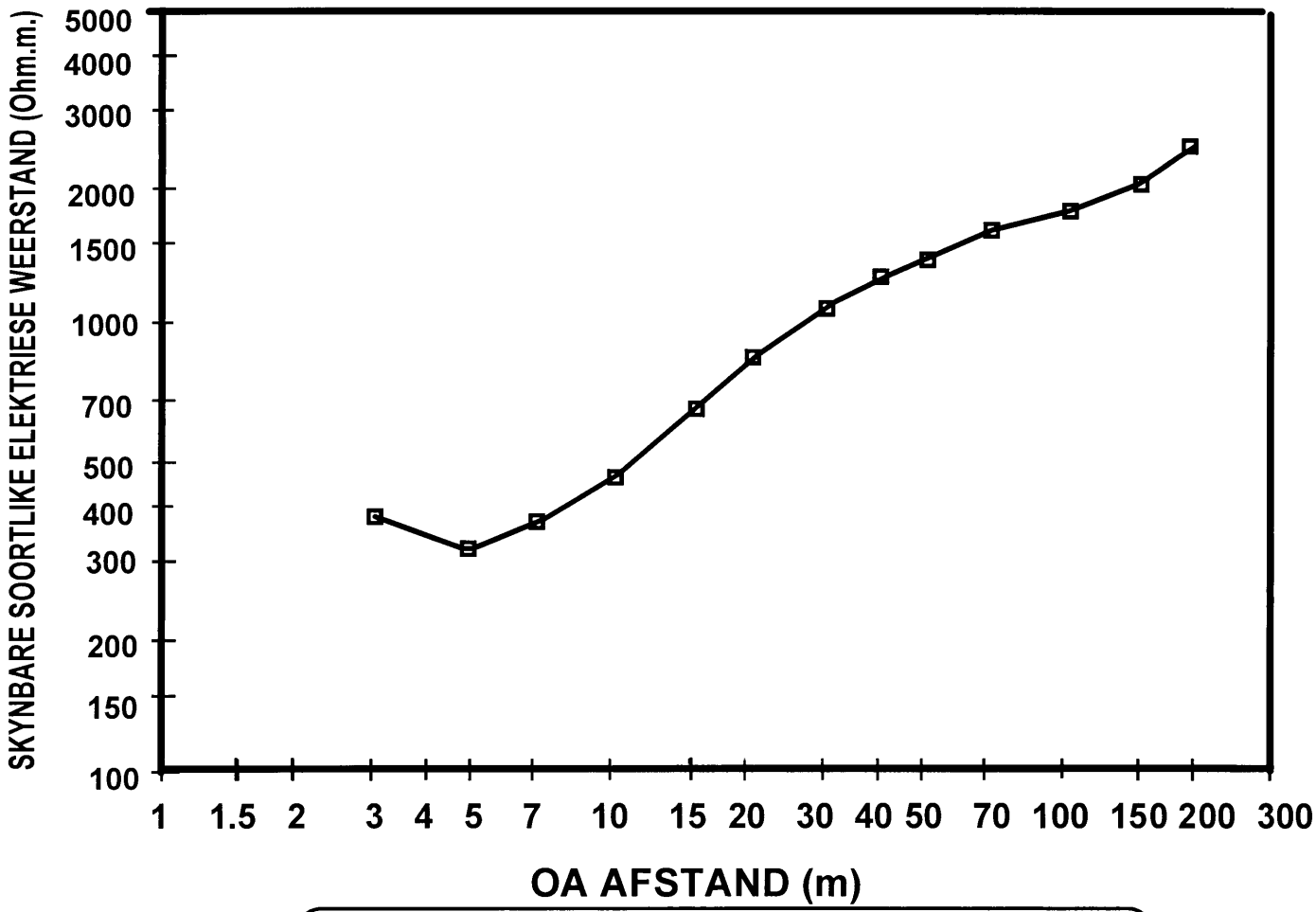
Alhoewel dieselfde sonderingskromme vorm, HKH-tipe, verkry is as in vorige gevalle is die derde laag aansienliker dikker (Figuur 6.12). Die ingeperkte akwifeer wat hier aangetref word is ook in die regoliet geleë, en lê tussen 14 en 28 meter diep. Die boorgat is egter na die oormatige reëns van 95/96 'n vloeiende artesiese boorgat, wat 'n aanduiding is dat die boorgat se bo-kant onder die piësometriese drukhoogte geleë is.

Die dik akwifeer (met sy besonder hoë lewering) manifesteer duidelik op die sonderingskromme, wat gelykstroom sonderings beslis geskik maak vir grondwater ondersoeke in die Nebo Graniet op hierdie plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.477%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	428	179	5831	55.4	8802
$\rho_{(beste\ pas)}$	521	216	10321	351	17027
$\rho_{(maksimum)}$	613	253	21395	796	46348
$h_{(minimum)}$	*1.0*	*3.4*	*4.5*	*7.3*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.2*	*3.6*	*9.1*	*14.4*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*4.3*	*9.2*	*36.9*	

Figuur 6.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Zwartkopje 444 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.8 Klipfontein

Inleiding

Die plaas Klipfontein 256 JS, geval 60 (Figuur 1), is 12km. suid-suidoos van Verena geleë. Daar is drie boorgate bestudeer, waarvan een droog is. Die eerste boorgat met ligging 25°36'11" S. en 29°03'01" O. is droog. Die tweede boorgat is geleë by 25°36'11" S. en 29°03'04" O. en lewer 22000 l/uur. Die derde boorgat (25°36'11" S. en 29°03'06" O.) lewer 55000 l/uur. Al die boorgate is 60 meter diep, alhoewel onverweerde rooi graniet reeds op 30 meter raakgeboor word. Die grondwater is op 'n diepte van 18 meter raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie; mnr. D. Milner: persoonlike kommunikasie). Op 'n vierde boorgat (25°36'04" S. en 29°03'07" O.) is 'n dompeltoets uitgevoer. Hierdie boorgat is op 'n tor geleë. Geofisiese tegnieke wat ingespan is, behels gelykstroom sonderings, EM-profilering en ‘n magnetiese opname. Die boorgate is almal met 'n magnetometer aangewys (mnr. D. Milner: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die hele plaas word oorlê deur gesteentes van die Nebo Graniet, maar lokale diabaas-intrusies kom ook voor volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart. Die bo-grond word gekenmerk deur 'n dik kwartsgruis bedekking. Geen boorgatstate is by die boorgate gevind nie.
By die boorgate is fragmente van graniet en verweerde graniet aangetref. Daar word slegs fotografiese lineamente aangetref in die uitstaande bergagtige topografie van die Wilgerivier Formasie, 1km. suid van die plaas en klipkoppies noord van die boorgate.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelykliggend met 'n effens afwaartse helling na die suide. Die suidelike grens van die plaas is die Wilgerivier. Die veldinspeksie deur die outeur self het opgelewer dat die gelyk oppervlak bestaan uit grofkorrelrige veldspatiese graniet. Fynkorrelrige kwartsryke graniet word ten noorde van die plaas gevind, waar hierdie gesteentes tors vorm.
Kranse van die Wilgerivier Formasie kom ten suide van die plaas voor.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geobotanie

Die tors word gekenmerk deur 'n intensiewe plantegroei bedekking van o.a. *Combretum erythrophyllum* (riviervaderlandswilg), en *Cussonia paniculata* (bergkiepersol). Op die plaas en omliggende gevalle word ook gifblaar, *Dichapetalum cymosum*, aangetref tesame met *Burkea africana* (rooisering). Die vlaktes (grofkorrelrige graniet) het ‘n yl plantverspreiding en is hoofsaaklik begroei met grassoorte. Boorgatposisies is rondom die opstal aanwesig, waar die natuurlike plantegroei versteur is.

Geofisika

Dun diabaasgange kan verwag word volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart, maar sulke dun strukture sal nie ‘n wesenlike invloed op die sonderingsdata uitoefen nie.
Die interpretasie van al die geoëlektriese modelle word gedoen volgens die boorgatinligting en geologie.

Die eerste gelykstroom sondering is by die droë boorgat uitgevoer. Hierdie boorgat is langs 'n tor geleë, en lê amper in lyn met 'n lineament in die suidliggende kranse.
Die vier-laag sonderingsmodel (Figuur 6.13) dui op 'n dik onverweerde derde laag. Die aanwesigheid van fynkorrelrige graniet wat meer bestand teen verwering is, het 'n swak vorming van ‘n verweringsprofiel tot gevolg. Die eerste laag is los gruis en bo-grond. Die tweede laag bestaan uit 'n ongekonsolideerde kleigrond. Die klei vorm tydens die verwering van die graniet. Die derde laag is soliede rooi graniet op 'n vlak diepte. Die laaste laag is elektries meer geleidend as die derde laag, maar het nog steeds 'n redelik hoë waarde vir die soortlike elektriese weerstand. Hierdie laag stel droë krake en swak verweerde materiaal voor met geen waterdraende eienskappe nie volgens die lewering van hierdie boorgat.

Die sondering by die tweede boorgat dui op 'n KH-tipe kromme (Figuur 6.14). 'n Kenmerkende graniet verweringsprofiel (regoliet) word deur die geoëlektriese model voorgestel. Die eerste laag is ongekonsolideerde sand en gruis met 'n dikte van 1.6 meter. Die tweede laag dui op onversadigde verweerde graniet en ingeslote gruis. 'n Dik elektries geleidende sone word op 'n diepte van 4.5m. verkry. Die laag bestaan hoofsaaklik uit verweerde/verbrokkelde graniet. Volgens die inligting van die boorgat is die grondwater in hierdie laag raakgeboor. Die laaste laag word uitstekend gedefinieer deur die 45° styging van die laaste flank van die sonderingskromme (Figuur 6.14). Die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

styging dui op 'n dik onverweerde granietvloergesteente.

Die derde sondering lewer egter 'n vyf-laag aarde (Figuur 6.15). Die geoëlektriese model is dieselfde as in die tweede bespreekte geval (Figuur 6.14), alhoewel 'n groter mate van klei op ‘n diepte van 8 meter aanwesig is, met 'n ρ-waarde van 13 Ωm., tussen die verweerde/verbrokkelde graniet en onverweerde graniet. Onder die dik klei-laag is die groot hoeveelhede grondwater raakgeboor.

'n Vertikaal gelaagde aarde, d.w.s. gange, kom in die eerste deel van die elektromagnetiese profiel voor (30 tot 80 meter) in die omgewing van die tweede boorgat (Figuur 6.16). Die oorblywende dele, van 0 tot 30 en 80 tot 160 meter, word gekenmerk deur 'n toename in die elektriese geleidingsvermoë van die vertikale dipool komponent, wat op ‘n beter koppeling (responsie) met horisontale strukture, soos graniet, dui.

Die magnetiese profiel is in ‘n suid-suidwestelike—noord-noordoostelike rigting uitgevoer, loodreg oor die waargenome strekking van die gesteentes.
Die gemodelleerde magnetiese profiel (Figuur 6.17) dui op twee vertikale intrusies in die omgewing van die tweede boorgat. Die amplitudes van beide die gange verskil en in die model kan gesien word dat dit 'n funksie van die gang se dikte en diepte is. Volgens die gemodelleerde data blyk dit dat die tweede boorgat in die tweede gang/granietkontak geboor is.

Akwifeerkarakterisering

'n Dompeltoets (Figuur 6.18) is uitgevoer in 'n ontoegeruste boorgat met ‘n onbekende lewering, wat op 'n tor geleë is. Beide modelle lewer 'n bevredigende oplossing i.t.v. die gepaste model, aantal datapunte en antwoorde. Die oplossings vir die ingeperkte akwifeer (Cooper *et al.*) en die vir 'n oningeperkte of half-ingeperkte akwifeer (Bouwer en Rice) stem ooreen volgens waardes in die tabelle van Freeze *et al.* (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al.* (1991). Beide die waardes is bo-gemiddeld vir 'n kraak akwifeer in 'n stollingsgesteente.

Gevolgtrekking

Uit die drie sonderingkrommes (Figure 6.13-15) is dit duidelik dat die aanwesige (half)-ingeperkte akwifeer duidelik van sekondêre oorsprong is, omdat die regoliet gunstige

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

deurlatende toestande skep. Beide lewerende boorgate toon 'n verweringsprofiel aan net bo die onverweerde rooi graniet, waar die grondwater raak geboor is. Die akwifeer bestaan uit verweerde/verbrokkelde graniet met ‘n sekere hoeveelheid klei (veral by boorgat 3-Figuur 6.15). Die sonderings definieer nie dun waterdraende krake op ‘n redelike diepte aan nie (+10m.), omdat die beginsel van onderdrukking sulke dun elektriese geleidende strukture moeilik sigbaar maak op ‘n sonderingskromme. Daarom kan die invloed van diep liggende krake in die onverweerde graniet op lewering nie bepaal word nie. Dit blyk egter dat die hoof akwifeer vir eksplorasie doeleindes in die regoliet geleë is wat effektief deur die gelykstroom sonderings gedefinieer word.
Die onverweerde graniet kan minstens op 'n diepte van 25 meter verwag word.
Die droë boorgat het hoër ρ-waardes vir die totale geoëlektriese model (Figuur 6.13) wat daarop dui dat die ondersoekte aarde geen akwifeer van dieselfde omvang as die ander twee boorgate het nie. Die absolute minimum is ook te vroeg gedefinieer by AB/2 = 10m., terwyl die ander gate se absolute minimum by AB/2 = 30m. geleë is. Verder is boorgat 1 (Figuur 6.13) se elektries geleidende sone (laag 2) te vlak en eindig bokant die vlak waar grondwater op die plaas raakgeboor word.
Die sterk boorgat (Figuur 6.15) se minimum is besonder goed gedefinieer, asook die boorgat het ‘n besondere hoë elektriese geleidingsvermoë in laag 4 (‘n faktor 9 minder as vir die akwifeer by die tweede sondering, Figuur 6.14). Die elektriese geleier is ‘n dik klei-laag.

Die EM-profiel (Figuur 6.16), asook die magnetiese profiel (Figuur 6.17) dui daarop dat boorgat 2 (Figuur 6.14) geassosieer is met 'n vertikale intrusie. Volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart is diabaasintrusies in die graniet aanwesig.

Die betrokke dompeltoets (Figuur 6.18) se resultate versterk die verklaring van 'n regoliet akwifeer. Die soort akwifeer wat deur die boorgat gepenetreer word is ‘n half-ingeperkte akwifeer, omdat ‘n tor ‘n vlakker verweringsprofiel het (meer weerstandbiedend). Die lewering van die boorgat kan so 4000 l/uur beloop, indien dit vergelyk word met hersteltye in ander formasies wat ook in hierdie studie bestudeer is.

Die teenwoordigheid van ‘n droë boorgat illustreer die feit duidelik dat enige boorposisie ongeskik is. Die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke word met groot vrug gebruik in hierdie omgewing, waar veral diabaasintrusies met die tegnieke opgespoor word. Gelykstroom sonderings definieer in hierdie omgewing die akwifere besonder duidelik,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

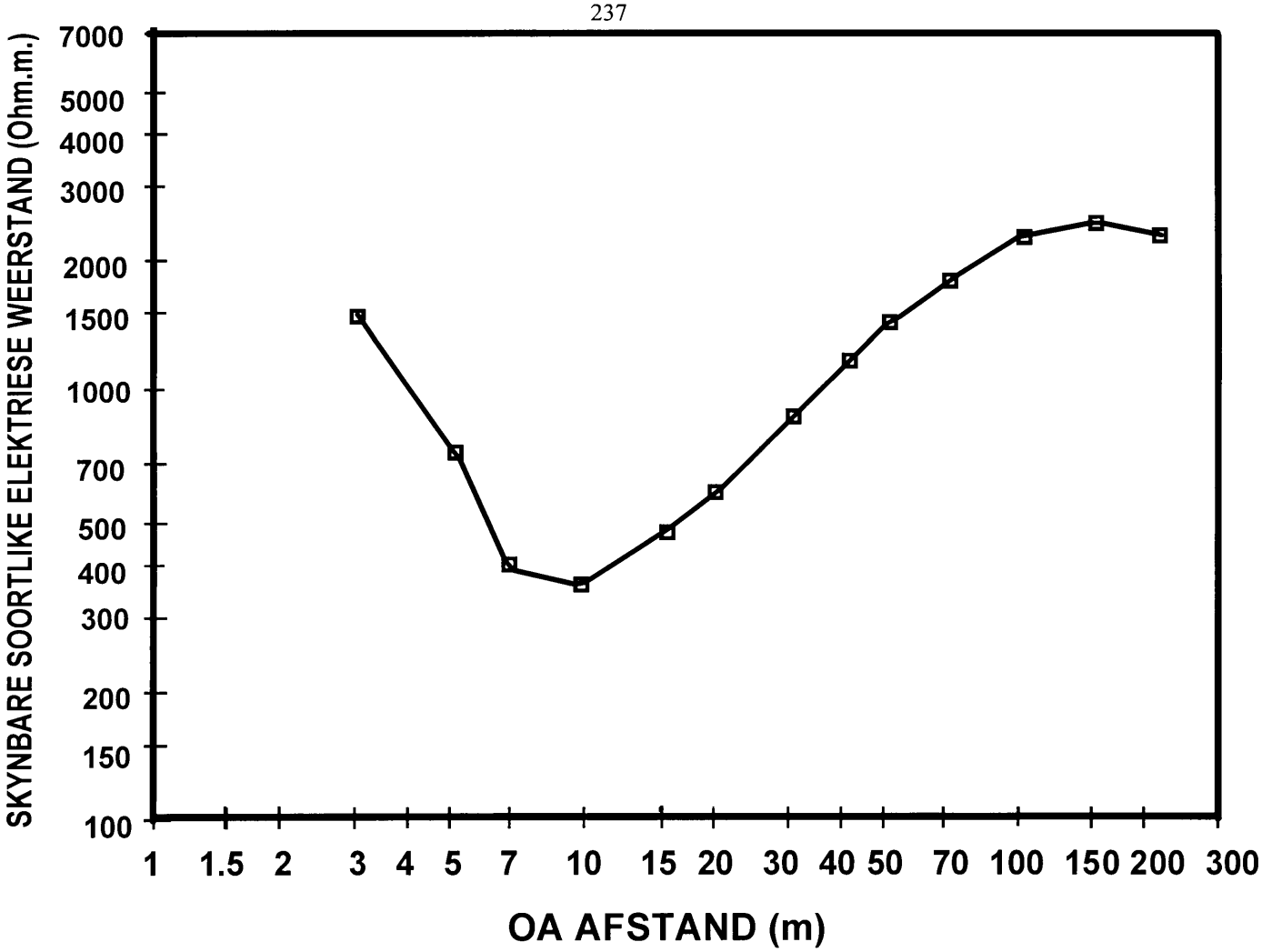
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

omdat die akwifere dik is, naby aan die aardoppervlak en 'n lae soortlike elektriese weerstand het teenoor die ander lae van die geoëlektriese model. Die sonderingskromme definieer die akwifeer besonder goed. Gelykstroom sonderings word derhalwe aanbeveel as dié geofisiese grondwater ondersoek tegniek by uitstek op hierdie plaas.

In die omgewing word werklik min boorgate geassosieer met geobotanie, omdat die meeste boorgate 'n sterk lewering het en spilpunte in stand hou wat die omgewing se botanie versteur.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.872%

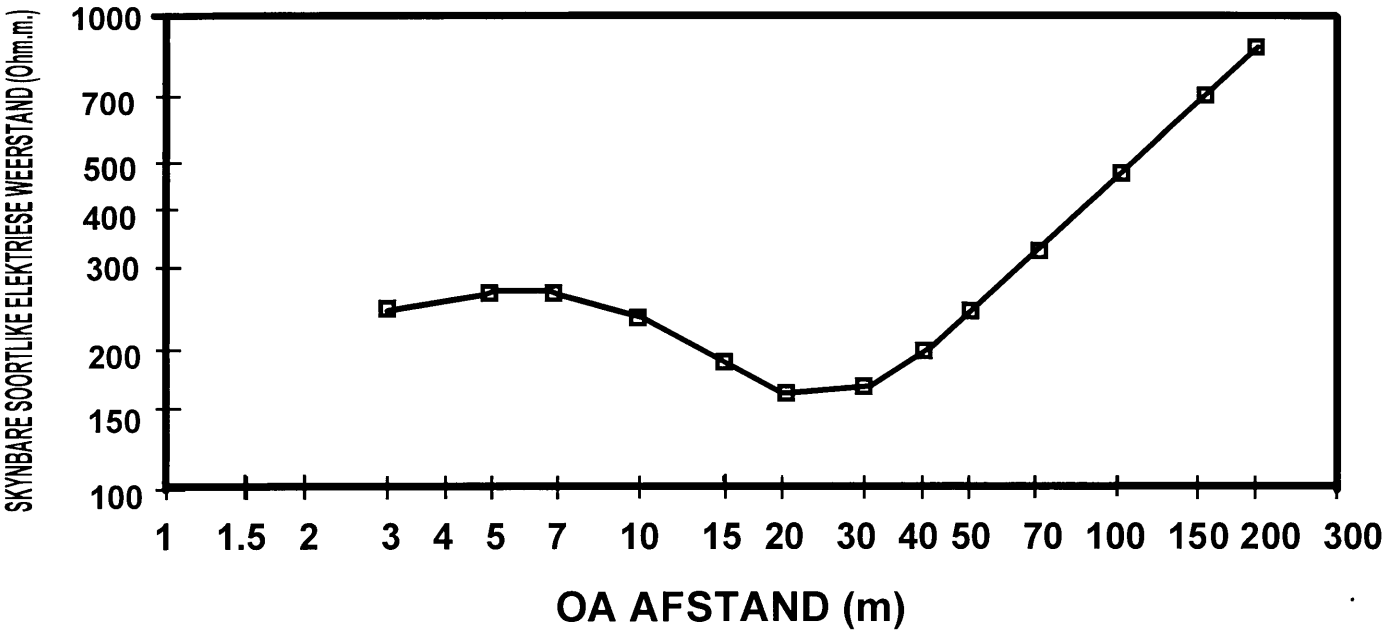
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	2095	164	9014	1042
ρ(beste pas)	2428	199	19065	1709
ρ(maksimum)	2653	230	32619	2636
h(minimum)	*1.6*	*4.5*	*9.3*	
h(beste pas)	*1.7*	*5.4*	*16.5*	
h(maksimum)	*1.8*	*6.4*	*38.5*	

Figuur 6.13(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Klipfontein 256 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.333%

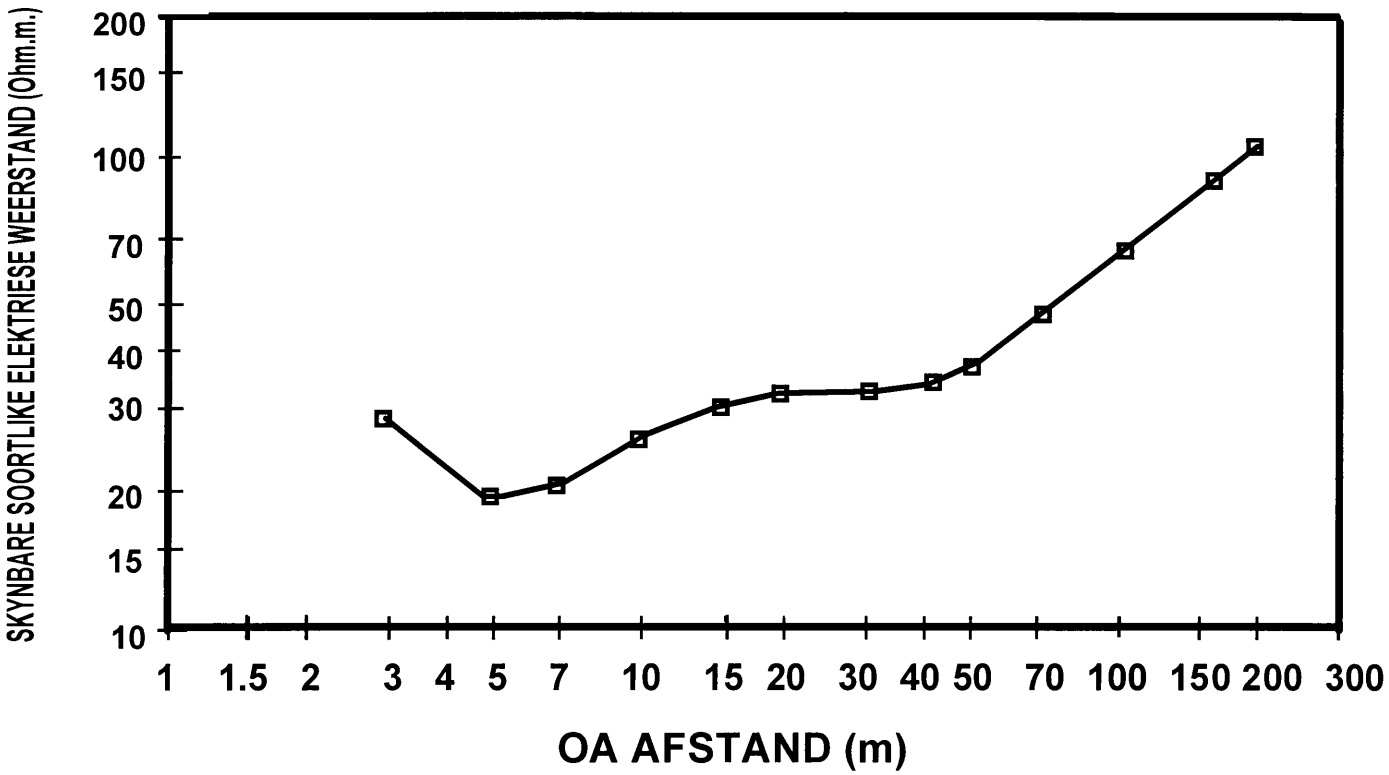
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	199	287	96.2	2748
$\rho_{(beste\ pas)}$	216	324	106	3877
$\rho_{(maksimum)}$	223	364	121	5803
$h_{(minimum)}$	*1.0*	*3.8*	*17.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.6*	*3.9*	*18.7*	
$h_{(maksimum)}$	*2.4*	*4.2*	*20.9*	

Figuur 6.14(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Klipfontein 256 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

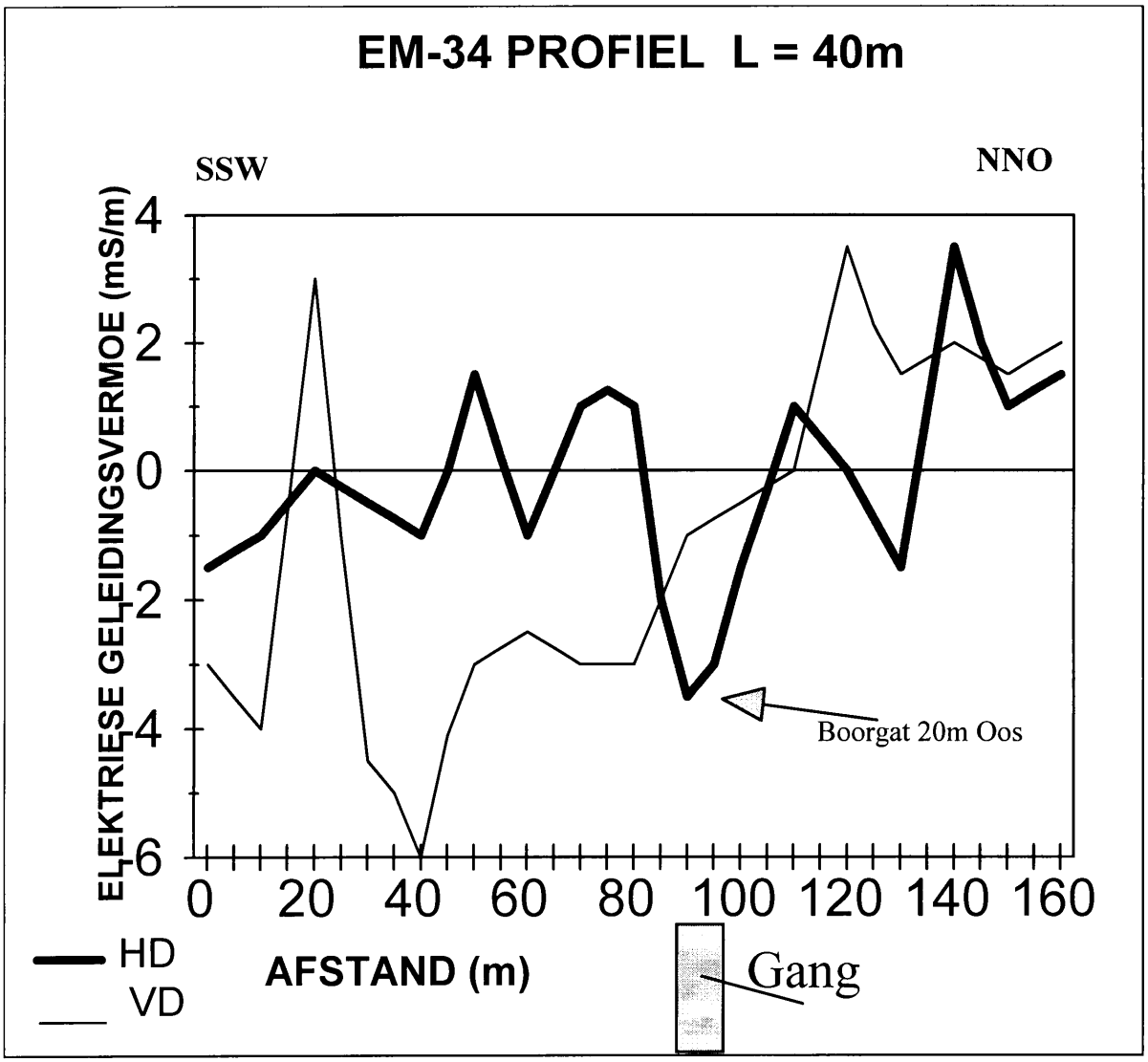
Krommepassingsfout : 1.328%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	41.3	10.8	71.8	10.9	1533
$\rho_{(beste\ pas)}$	47.4	12.7	107	13.6	4989
$\rho_{(maksimum)}$	58.0	14.1	174	18.4	14052
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*2.8*	*2.5*	*15.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.3*	*3.2*	*3.5*	*18.1*	
$h_{(maksimum)}$	*1.5*	*3.3*	*3.6*	*21.3*	

Figuur 6.15(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Klipfontein 256 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

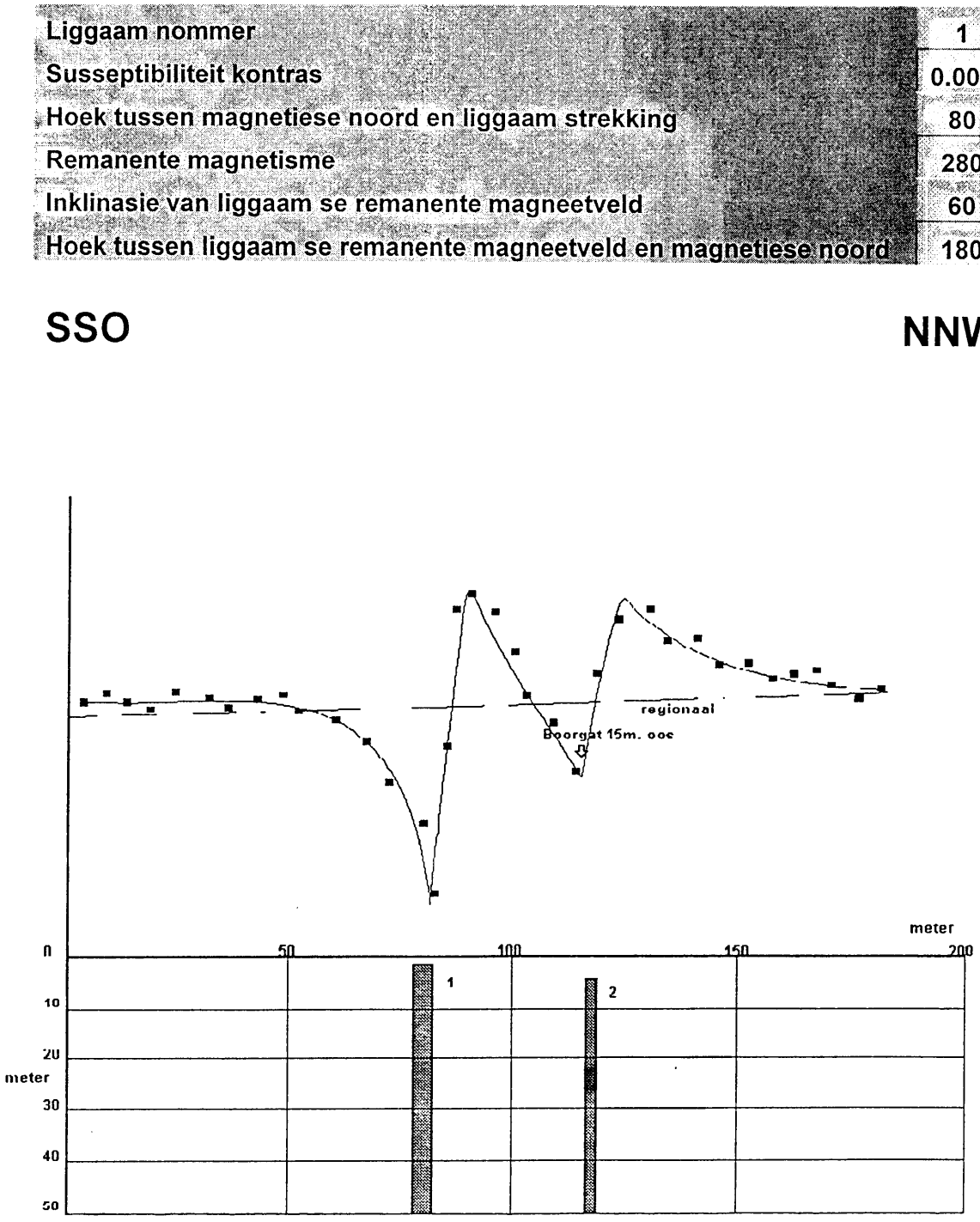


Figuur 6.16. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Klipfontein 256 JS. Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 6.17).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

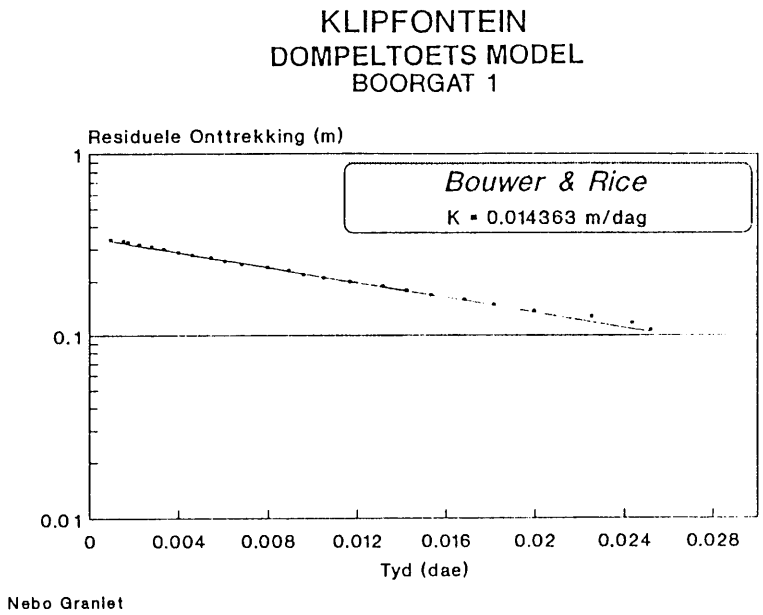
Liggaam nommer	1	2
Susseptibiliteit kontras	0.009	0.009
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	80	80
Remanente magnetisme	280	280
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	60	60
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	180	180

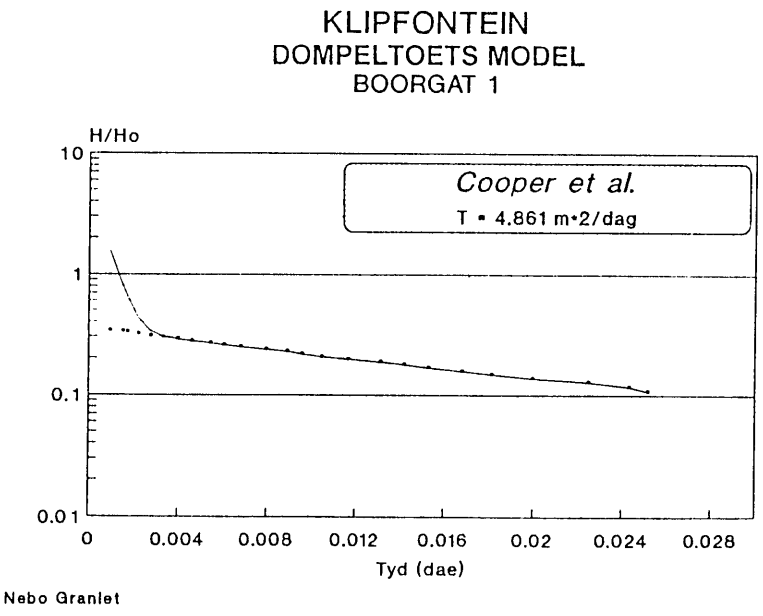


Figuur 6.17. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Klipfontein 256 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA





Figuur 6.18. Dompeltoets analitiese model van boorgat 4 te Klipfontein 256 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.6.9 Zusterstroom III

Inleiding

Twee boorgate is bestudeer by die derde geval te Zusterstroom 447 JR, geval 61 (Figuur 1). Die plaas is 15km. suid van Verena geleë. Die eerste boorgat by 25°37'28" S. en 29°02'15" O. is 60 meter diep en lewer 22750 l/uur. 'n Lewering van 35000 l/uur word van die tweede boorgat verkry. Hierdie boorgat is geleë by 25°37'28" S. en 29°02'12" O. en is slegs 33 meter diep. Die boorgate is met 'n magnetometer aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Rooi graniet word op die plaas aangetref wat ten suide van die boorgate bedek word deur puin van die Wilgerivier Formasie en later oorgaan in sandsteen van die betrokke formasie. 'n Verskuiwing is ten suide van die boorgate aanwesig in die Nebo Graniet (2528 Pretoria kaart, 1978). Geen NGDB (1996) data is beskikbaar nie. Lineamente kom nie voor in die suidelike kranse van die Wilgerivier Formasie nie volgens die lugfoto's van die plaas.

Geomorfologie

Die geval lê teen die voethang van die Wilgerivier Formasie met 'n afwaartse helling na die suide. Die suide word begrens deur sandsteenkranse van die Wilgerivier Formasie, terwyl die noorde gekenmerk word deur 'n golwende landskap met klipkoppies van die Nebo Graniet.

Geofisika

Daar is gelykstroom sonderings uitgevoer by beide boorgate met 'n noord-suid strekking van die AB-elektrodes weens praktiese oorwegings.
'n QH-tipe kromme met 'n dik elektriese geleier as die derde laag is by die eerste boorgat verkry (Figuur 6.19). Die interpretasie word gedoen aan die hand van die geologie en reeds bespreekte gevalle in hierdie geologiese omgewing. Die eerste laag dui slegs op onversadigde verweerde graniet, sand en kwartsgruis wat ter plaatse aangetref word. Verweerde sandsteenpuin van die Wilgerivier Formasie kan ook

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

ingesluit wees. Die tweede laag dui op dieselfde materiaal, maar met 'n toename in voginhoud. Die piësometriese drukhoogte en akwifeer wat uit verweerde graniet bestaan maak die derde laag uit. Hierdie laag bereik 'n dikte van 27.3 meter voordat dit oorgaan in dik soliede graniet.
Die gelykstroom sondering wat by die tweede boorgat uitgevoer is, dui egter op 'n HKH-tipe kromme (Figuur 6.20). Die interpretasie is ook volgens die geologie en reeds bespreekte gevallestudies van hierdie gebied gedoen. 'n Verskillende geoëlektriese profiel word by hierdie boorgat verkry, wat slegs 30 meter wes van die eerste boorgat geleë is. Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde materiaal en bergpuin. Die tweede laag definieer 'n elektriese geleier wat uit versadigde materiaal bestaan. Kleihoudende gesteentes en water gevulde krake (versadigde materiaal) in die graniet lei tot 'n vermindering in die soortlike elektriese weerstand van ‘n sekere geoëlektriese laag. Dieselfde tipe geologie word deur laag 4 voorgestel, waar die akwifeer geleë is. Die derde laag wat betreklik dun is, maak onverweerde graniet uit. 'n Groot toename in ρ_5 word by die vloergesteente gevind. Volgens Keller *et al.* (1982) dui dit daarop dat oor die verskuiwing beweeg is met ‘n helling >45º en 'n elektrode effek ondervind word. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde graniet.

Die boorgate se posisies is nie weer met 'n magnetometer vasgestel nie, omdat 'n hoë vlak van kunsmatige geruis teenwoordig is.

Gevolgtrekking

Beide sonderings toon dieselfde (half)-ingeperkte akwifeer op dieselfde diepte, tussen 3.5 en 30.8 meter. Dié ingeperkte akwifeer is opgebou uit die regoliet van die graniet. Die akwifeer kan ook moontlik met intrusies in verband staan, omdat beide boorgat-posisies d.m.v. ‘n magnetometer vasgestel is.
Beide sonderings toon 'n minimum by AB/2 = 30m., wat ook op 'n dieper verweringsprofiel dui. Die verskillende boorgatlewerings word toegeskryf aan 'n beter en dieper ontwikkelde verweringsprofiel by die sterker boorgat. Dit is onwaarskynlik dat die verskuiwing die akwifeer is. Grondwater wat 'n paar km. wes van hierdie geval onttrek word, is minerale water en kan direk aan die verskuiwing en 'n diabaasintrusie toegewys word.

Effektiewe grondwater ondersoeke op hierdie plaas word gedoen d.m.v. geofisiese tegnieke, omdat enige boorposisie tot swak geplaaste en swak lewerende boorgate kan

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

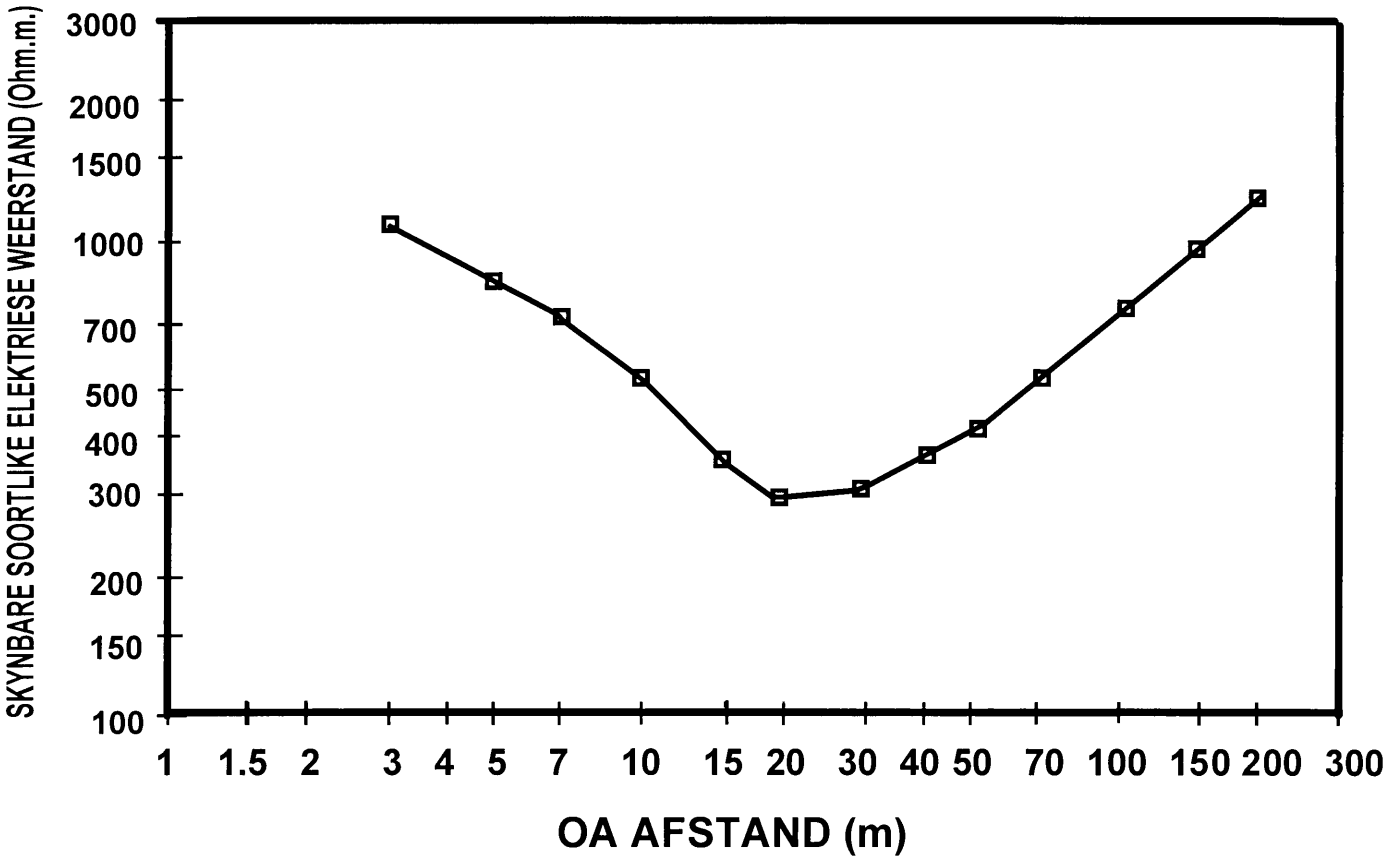
lei in hierdie omgewing. Die gebruik van slegs ‘n magnetometer in gebiede met min kunsmatige geruis lei reeds tot die bepaling van voorkeur boorposisies. Gelykstroom sonderings is vinnig, maklik en goedkoop om te gebruik in die bepaling van ‘n geoëlektriese model. Voorkeur boorposisies is waar die akwifeer die dikste is.

Elektromagnetiese tegnieke kan in hierdie geval agterweë gelaat word, omdat die ander twee bespreekte tegnieke reeds tot suksesvolle resultate lei.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.741%

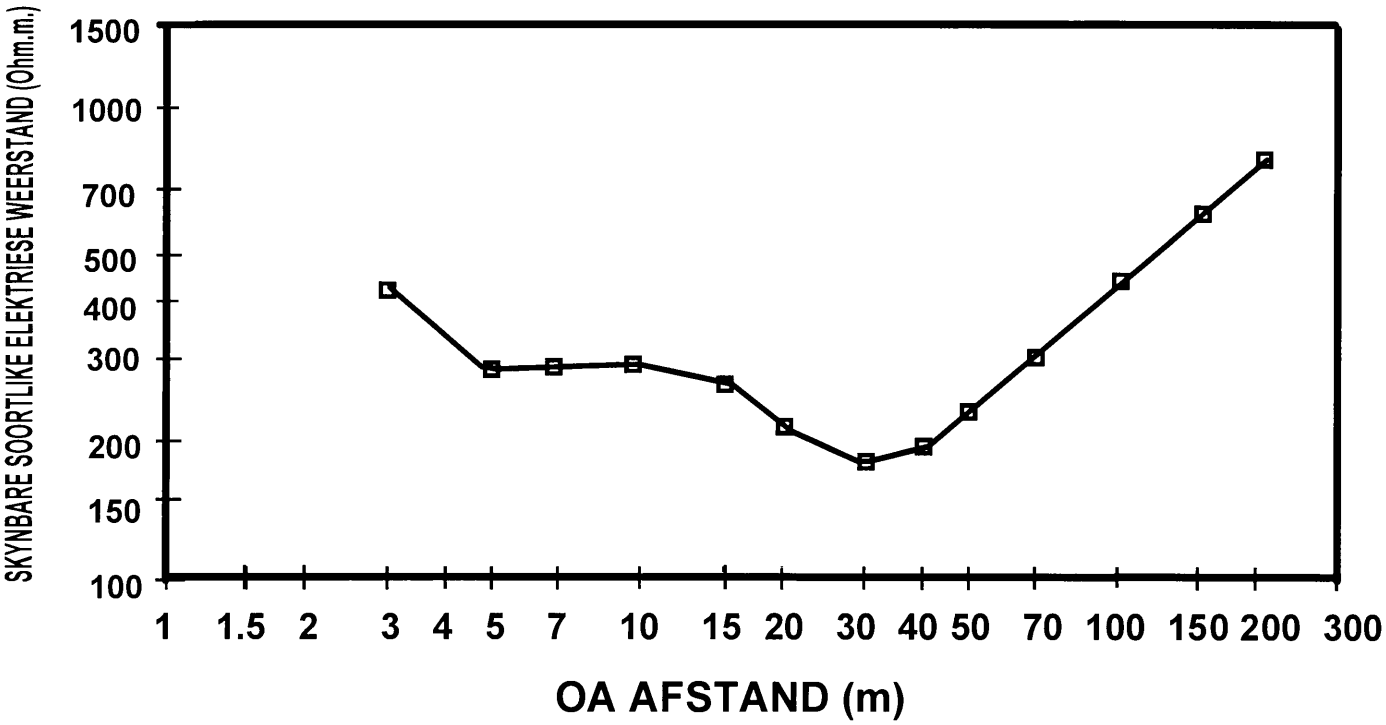
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	1438	789	216	2385
ρ(beste pas)	1656	872	239	3574
ρ(maksimum)	1841	914	247	5993
$h_{(minimum)}$	*0.8*	*3.6*	*23.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*3.7*	*27.3*	
$h_{(maksimum)}$	*1.3*	*4.0*	*29.6*	

Figuur 6.19(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Zusterstroom 447 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.001%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1027	84.8	1342	109	29894
$\rho_{(beste\ pas)}$	1049	135	3029	115	107446
$\rho_{(maksimum)}$	1061	159	39736	123	185923
$h_{(minimum)}$	*1.0*	*1.2*	*0.6*	*23.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.1*	*1.7*	*0.7*	*24.4*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*1.8*	*1.5*	*25.2*	

Figuur 6.20(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Zusterstroom 447 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

6.7 GEVOLGTREKKINGS

Die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite toon die volgende eienskappe:

- Die grondwater word op 'n gemiddelde diepte van 14 meter raakgeboor in die Zusterstroom omgewing (1997). Die gemiddelde diepte is bereken vanaf 8 boorgate se boorgatinligting. Frommurze (1937) het ‘n gemiddelde diepte van 9 meter destyds bereken vir rooi graniet noord van Middelburg.
- Die Nebo Graniet is redelik isotroop. Die uitplasing van AB-elektrodes kan in enige rigting geskied, behalwe waar steil hellende intrusies en steil hellende vloergesteentes bestaan.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geraas beperk die uitvoering van sinvolle elektro-magnetiese -en magnetiese opnames in sekere dele van die besondere gebied.
- Gemiddelde elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat ondervind. Die elektriese geleidingsvermoë van die gesteentes is in die orde van 10 mS/m. Sulke matige elektriese geleidingsvermoë kan die verval van die elektromagnetiese golwe versnel en 'n dieper eksplorasiediepte verseker.
  Die elektromagnetiese profileringstegniek is 'n handige en vinnige tegniek om toe te pas saam met die magnetiese tegniek vir verkenning toepassings. Die yl plantverspreiding van die gebied is faktore wat gunstig is t.o.v. opname snelheid.
- Dit word aanbeveel dat lugmagnetiese kaarte (2528 Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973 en 2528 Gebied Witbank, 1973) bestudeer word voordat daar in enige rigting met 'n magnetiese traverslyn begin word.
  Die kaarte verskaf inligting oor die verwagte strekking van gesteentes, sodat hierdie strekking loodreg gekruis kan word om 'n maksimum responsie te verkry oor 'n liggaam.
- Die goedkoop en vinnige magnetiese tegniek kan op die meeste plase, verwyder van kunsmatige geraas, toegepas word, a.g.v. die teenwoordigheid van dun intrusiewe gange in die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite.
- Gelykstroom elektriese sonderings word gebruik om die geoëlektriese profiel te bepaal om boorgatposisies aan te wys.
  Alhoewel op sekere plase dit wil voorkom dat op enige posisie geboor kan word, is die uitvoer van sonderings dikwels ‘n nodige vereiste, omdat goeie geleiers, soos ‘n dik H-gedeelte op ‘n sonderingskromme, maklik uitwys. Boorgate met ‘n sterker grondwaterlewering word so aangewys.
  Die onderskeid tussen swak lewerende boorgate of droë boorgate en sterk leweren-

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

de boorgate is 'n laer ρ_S-waarde vir die H-deel van die sonderingskromme van die sterk lewerende akwifeer.

- Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in hierdie stollingsgesteentes in die studiegebied, is hoofsaaklik HKH, QH, HK, KH en H-tipe krommes.
  Basies kan gestel word dat 'n H-tipe kromme gedefinieer moet word met 'n lae ρ_S-waarde (20-200 Ωm.) vir die intermediêre laag. 'n Boorgatlewering van +20000l/uur kan verseker word.
- Soortlike elektriese weerstande vir akwifere wissel tussen 13.6 Ω.m. en 351 Ω.m. Akwifere met sterk lewerings se gemiddelde ρ-waarde lê by 140 Ω.m. Volgens Enslin (1963) het 'n verweerde graniet met 'n ρ-waarde van 280 Ω.m. 'n 80% kans om 'n moontlike lewering van 4500 l/uur te verkry.
- Die volgende indeling, Tabel 6.1, kan gemaak vir die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite in die studiegebied.

Tabel 6.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.

AANTAL BOORGATE	LEWERING (l/uur)	GEMIDDELDE DIEPTE (m)	BOORGAT	GEMIDDELDE ρ (Ω.m.)
3	0-1000	41		903
0	1000-2000	-		-
0	2000-3000	-		-
0	3000-4000	-		-
1	4000-5000	47		321
0	5000-10000	-		-
0	10000-15000	-		-
1	15000-20000	60		78.4
3	20000-25000	57		192
2	25000-30000	47		235
0	30000-35000	-		-
1	35000-40000	33		115
1	+40000	60		13.6
1 Rashoop Granofier	1500	45		196
1 Rashoop Granofier	36000	36		72.6

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geen 95% standaardfout is bereken om die gemiddelde soortlike elektriese weerstand van die akwifeer nie, weens te min datapunte vir elke klas.
Die gemiddelde boorgatlewering in die studiegebied (~25000 l/uur) is hoër as die bevindinge van Enslin (1963) vir verweerde graniet en van Frommurze (1937) vir die rooi graniet Noord van Middelburg. Die gemiddelde boorgatdiepte is konstant, nl. 37 meter in 1937 asook vir 1997.

❖ Om 'n korrelasie tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, ρ_a, die boorgatlewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 6.2.
Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Tabel 6.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρ_a	l/uur	R = 0.81	Ja	14
ρ_a	h	R = 0.17	Nee	14
h	l/uur	R = 0.17	Nee	14

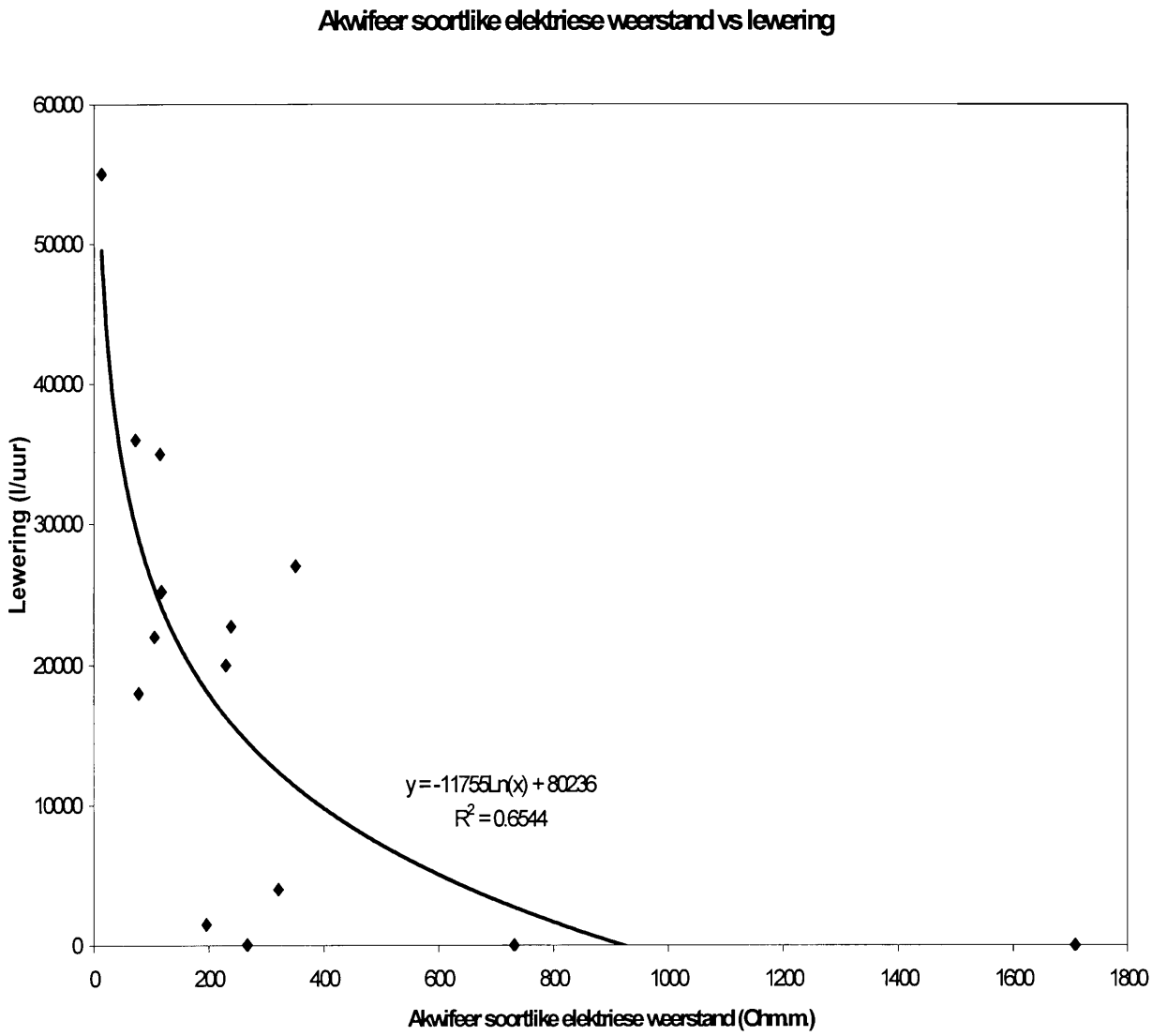
Uit die tabel volg dat slegs 'n optimum korrelasie bestaan tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand en die boorgatlewering (l/uur).
'n Volledige regressie analise het die volgende sinvolle logaritmiese verband gelewer:

$$\text{l/uur} = -11755\text{Ln}(\rho_a) + 80236 \qquad (6.1)$$

Die waarde van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a) wat in vergelyking (6.1) in vervang word, is die gemodelleerde ρ-waarde van die akwifeer.
Die model en regressie vergelyking (6.1) toon dat 'n toename in die akwifeer soortlike elektriese weerstand gepaard gaan met 'n drastiese afname in die verwagte boorgatlewering (l/uur) (Figuur 6.21).
Hierdie eienskap kan ook min of meer waargeneem word in Tabel 6.1.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 6.21. Regressie model vir die studiegebied van akwifeer soortlike elektriese weerstand vs. boorgatlewering.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

- Die akwifere wat in die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite redelik algemeen aangetref word is (half)-ingeperkte akwifere wat van bo (half)-ingeperk word deur 'n dik onversadigde sone van verweerde/verbrokkelde graniet of granofier. Plaaslike gangkontakte dien veral as akwifere wat groot hoeveelhede grondwater voorsien.
  Die waterdraerende strukture wat hoofsaaklik in die studie aangetref word, is kontak sones van verweerde/verbrokkelde graniet/granofier; gangkontakte en verweringskomme.
  Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem ingedeel word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

HOOFSTUK 7

DIE PRETORIA GROEP

7.1 GEOLOGIE

Die Pretoria Groep word in die Bronkhorstspruit omgewing verteenwoordig deur die Magaliesberg Formasie, Rayton Formasie en Silverton Formasie met intrusiewe diabaasplate. Daarom sal slegs hierdie formasies ter sprake wees. Die betrokke formasies bestaan hoofsaaklik uit klastiese gesteentes. Die maksimum dikte van hierdie gesteentes wat in die studiegebied verwag kan word is ongeveer 3700 meter (SACS, 1980).

Die Magaliesberg Formasie bestaan uit suiwer ortokwartsiet en mindere tussengelaagde klei -en sliksteen met dikte van tot 300 meter en 'n helling van 10-30º na die noorde (SACS, 1980, Visser, 1989, Van der Neut, 1990 en Rust *et al.*, 1996).

Die Rayton Formasie bestaan uit kwartsiet, slikkerige skalie, subgrouwak en andesitiese lawa met 'n totale dikte van 1200 meter. Daar is vier kwartsietlae wat afgewissel word deur vier skalie lae. Diabaasplate is intrusief in hierdie agt lae (SACS, 1980, Visser, 1989, Van der Neut, 1990 en Rust *et al.*, 1996).

Die Silverton Formasie bestaan slegs uit 'n slikkerige en grafitiese skalie met lokale dun intergelaagde dolomiet -en chertlense en agglomeraat (Van der Neut, 1990). 'n Opwaartse toename in kwartsitiese sandsteenlense met 'n graderende oorgang na die hoërliggende Magaliesberg Formasie is karakteristiek van die Silverton Formasie en word feitlik orals in die Transvaal-kom waargeneem. Die dikte word op 600 meter beraam (SACS, 1980, Visser, 1989, Van der Neut, 1990 en Rust *et al.*, 1996).

Die talryke diabaasintrusies van die Transvaal diabaas is verwant aan die intrusie van die Bosveld Kompleks. Die tipiese diabaas is 'n fynkorrelrige, groenerige grys gesteente wat gekarakteriseer word deur sferoïdale verwering. Dit is saamgestel uit plagioklaas en pirokseen, wat beide verweer is in 'n groot mate. Gesteentes wat die dikker plate vorm, is gewoonlik meer grofkorrelrig en vertoon 'n mate van ooreenstemming met gabbro van die Bosveld Kompleks (SACS, 1980, Visser, 1989, Van der Neut, 1990 en Rust *et al.*, 1996).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE

Die kwartsiet sal slegs water lewer indien daar krake en verwering aanwesig is, anders behoort dit liewers vermy te word. Die kwartsiet is ook moeilik om in te boor vanweë sy hardheid wat die boorkoste laat styg.
Indien die skalie nie gemetamorfiseer is na horingfels nie sal die boorresultate en lewerings meer suksesvol wees as in die geval van kwartsiet. Die skalie en diabaas tipeer 'n laagliggende topografie, waar die diabaas ‘n diep verweringsprofiel kan hê. By die oorgangsone tussen hoogs verweerde en onverweerde gesteentes word die piësometriese drukhoogte meesal aangetref. Grondwater word gevind in die boonste en onderste kontaksones tussen die diabaas en oorliggende en onderliggende skalie en kwartsiet. In die beperkte studiegebied om Bronkhorstspruit word dikwels geboor op die suidelike kontak van 'n diabaaskontak (mnr. J. Schoen: persoonlike kommunikasie).
Die Rayton Formasie bestaan uit al bogenoemde gesteentes, sodat dieselfde reëls wat by elke formasie geld, ook op hierdie formasie van toepassing is.

Die kwaliteit van die grondwater hang af van die intrusies. Akwifere wat uit verweerde diabaas bestaan, bestaan soms uit modderwater a.g.v. die verwering van diabaas na klei. Sulke modderwater beïnvloed die watergehalte nadelig. In kwartsiet word min chloried aangetref met suiwer silikon wat afneem in skalie formasies. Die grondwater is meesal geskik vir huishoudelike gebruik (Vegter, 1964).

Waterdraers met sekondêre openinge wat hier aangetref word volgens Hattingh (1996) is twee-dimensionele verwering soos naatsones en gange met verweerde omgewingsgesteentes langs die kontak; verwering op kontakte van hellende lae en kontaksones van intrusies. Frommurze (1937) stel dat die akwifere in hierdie gebied goed ontwikkel is met hoë lewering kapasiteite. Die lewering van 'n gepompte boorgat in 1937 was vir die Silverton skalie 2600 l/uur, Magaliesberg kwartsiet 3000 l/uur, vir die intrusiewe diabaas 5000 l/uur en van ‘n diabaas-skalie kontak by 7000 l/uur. Vir die Magaliesberg kwartsiet was 'n totale gemiddelde boordiepte van 45 meter verkry, waar grondwater by 'n diepte van 27 meter raakgeboor was. 'n Persentasie van 36 word gekoppel aan droë boorgate in hierdie gebied. Vir dié diabaas geld 'n totale gemiddelde diepte van 37 meter, waar die water ook by 27 meter getref kan word. Onsuksesvolle boorgate het destyds by die 17% beloop (Frommurze, 1937).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.3 GEOMORFOLOGIE

Die Magaliesberg Formasie vorm die Magaliesberge, wat net suid by Bronkhorstspruit eindig. Dit is 'n erosie weerstandbiedende gesteente wat plaaslik rante vorm, wat egter nie so duidelik gedefinieer met die res van die omgewing is nie as in die Pretoria-Rustenburg gebied. Van der Neut (1990) skryf die swak definiëring van die Magaliesberg Formasie by Bronkhorstspruit toe aan die feit dat die helling kleiner is (11º) met breër dagsome en platter heuwels. Wye vlaktes, dus 'n laagliggende topografie, word deur die Silverton Formasie weerspieël tesame met diabaas. Stroompies, fonteine en vleie word dikwels in hierdie laagtes aangetref. Soms vorm die diabaas kliprante met rolstene. Die Rayton Formasie tipeer 'n wisselende landskap, a.g.v. die graad van weerstandbiedendheid teen erosie wat aansienlik wissel in sy samestelling. In breë trekke is die formasie redelik gelyk.

7.4 GEOBOTANIE

Die kwartsietrante is yl begroei, meesal met slegs gras, so ook die ander gesteentes van die verskillende formasies. 'n Kenmerkende Hoëveld plantegroei word dan ook hier waargeneem. Al sigbare verskil is dat die diabaas by kliprante hoofsaaklik deur *Acacia Karroo* (soetdoring) begroei word.

7.5 GEOFISIKA

Tydens die uitvoer van die veldopnames is slegs gebruik gemaak van die gelykstroom sonderingstegniek, weens die aanwesigheid van kunsmatige magnetiese geruis by al die gevallestudies

Indien horisontale diabaas/skalie kontakte geboor wil word vir die verkryging van grondwater is die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke ondergeskik. Slegs gelykstroom sonderings (in oorleg met die geologie) is in so ‘n geval nodig, omdat net ‘n geoëlektriese sonderingsmodel verkry wil word. Die manifestasie van die verweerde –en onverweerde diabaaslae sal duidelik op die sonderingskromme sigbaar wees.

Wanneer vertikale of steil hellende (>45°) diabaas/skalie kontakte geboor wil word vir grondwater is die aanwending van (elektro)magnetiese profileringstegnieke noodsaaklik om hierdie kontakte mee op te spoor.

Die Silverton Formasie mag probleme gee i.t.v. die grafitiese skalie wat as 'n elektriese geleier optree en ‘n verkeerde interpretasie lei tot 'n onsuksesvolle boorgat.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.6 GEVALLESTUDIES

7.6.1 Tweefontein

Inleiding

Gesteentes van die Pretoria Groep word op die plaas Tweefontein 541 JR, geval 52 (Figuur 1), gevind. Die geval is 12km. suid van Bronkhorstspruit geleë. Die eerste boorgat is 70 meter diep met 'n lewering van 2000 l/uur en die tweede boorgat lewer 1400 l/uur met 'n diepte van 100 meter. Die boorgate se liggings is 25°55'18" S. en 28°42'45" O., en 25°55'08" S. en 28°42'49" O. onderskeidelik. Die statiese watervlak is ongeveer 35 meter. Al die boorgate is m.b.v. 'n stokkie aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Pretoria Groep word aangetref op die plaas as dun stroke van die Magaliesberg Formasie, Silverton Formasie en diabaasplate. Die eerste boorgat is in die Silverton Formasie geleë, terwyl die tweede boorgat tussen dagsome van kwartsiet (Magaliesberg Formasie) lê. Die boorgatstaat by die eerste boorgat dui op horingfels, skalie, kwartsiet en diabaas. Geen boorgatstaat is by die tweede boorgat aanwesig nie, maar dit sal hoofsaaklik uit kwartsiet bestaan. Die strekking van die gesteentes is in 'n noordwestelike rigting volgens die dagsome in die veld. Geen fotografiese lineamente is sigbaar op die lugfoto nie.

Geomorfologie

Ranteveld (Magaliesberg Formasie) met valleie (Silverton Formasie en diabaas) waarin vleilande in voorkom kan duidelik gesien word op die lugfoto en in die veld. Beide boorgate lê op 'n uitstaande topografie met 'n afwaartse helling hoofsaaklik na die noorde.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Beide die sonderings is parallel aan die strekking van die gesteentes gedoen.
Die gelykstroom sondering by die eerste boorgat dui op 'n vier-laag aarde, 'n QH-tipe kromme (Figuur 7.1). Die interpretasie is gebaseer op die boorgatstaat en die geologie. Die eerste laag word gekenmerk deur kwartsiet, sand en skalie. Die tweede laag bestaan uit kwartsiet, skalie en horingfels wat oorgaan in verweerde/verbrokkelde diabaas. Die derde laag het 'n dikte van 42 meter. Die vloergesteente bestaan uit soliede diabaas.

Die tweede gelykstroom sondering dui slegs 'n H-tipe kromme aan (Figuur 7.2). Hierdie interpretasie is slegs gebaseer op die geologie. Die eerste laag dui op verweerde kwartsiet. Verweerde/verbrokkelde diabaas (soos by die eerste boorgat) kom voor op 'n diepte van 4 tot 55 meter. Die vloergesteente is weereens onverweerde diabaas.

Gevolgtrekking

Dieselfde ingeperkte akwifeer kom in beide gevalle voor. Verweerde/verbrokkelde diabaas definieer die waterdraer. Die diabaasvloergesteente is aansienlik dik volgens die sonderingkrommes se laaste stygende flank. Beide krommes toon 'n absolute minimum by AB/2 = 40 meter, wat op 'n diep elektriese geleier dui en meesal ‘n positiewe teken vir grondwaterondersoeke is. Indien die diepte van die statiese watervlak in ag geneem word, moet diep verwering aanwesig wees vir substansiële waterlewering. Die lewering van die boorgate is beperk a.g.v. die diep watervlak en/of ‘n groot hoeveelheid klei in die akwifeer wat as ‘n gedeeltelike watervashouer optree. Volgens die gelykstroom sondering resultate kom dit voor asof die plaas onderlê word deur ‘n dik diabaasplaat met ‘n aansienlike dikte van verwering.

Die dik diabaasplaat met ‘n dik kontaksone tussen verweerde en onverweerde materiaal veroorsaak dat enige boorposisie geskik is. Gelykstroom sonderings sal egter ‘n duideliker beeld van die ondergrond gee, sodat met redelike gemak onderskei kan word tussen waterdraers en watervashouers. ‘n Optimale boorgatplasing word so verseker. Verder moet onthou word dat die statiese watervlak redelik diep is (~35 meter), dus die geïdentifiseerde ingeperkte akwifeer moet dieper as hierdie diepte wees om ‘n droë boorgat te voorkom.
Die uitvoer van (elektro)magnetiese opnames is opsioneel, omrede dat die plaas onderlê

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

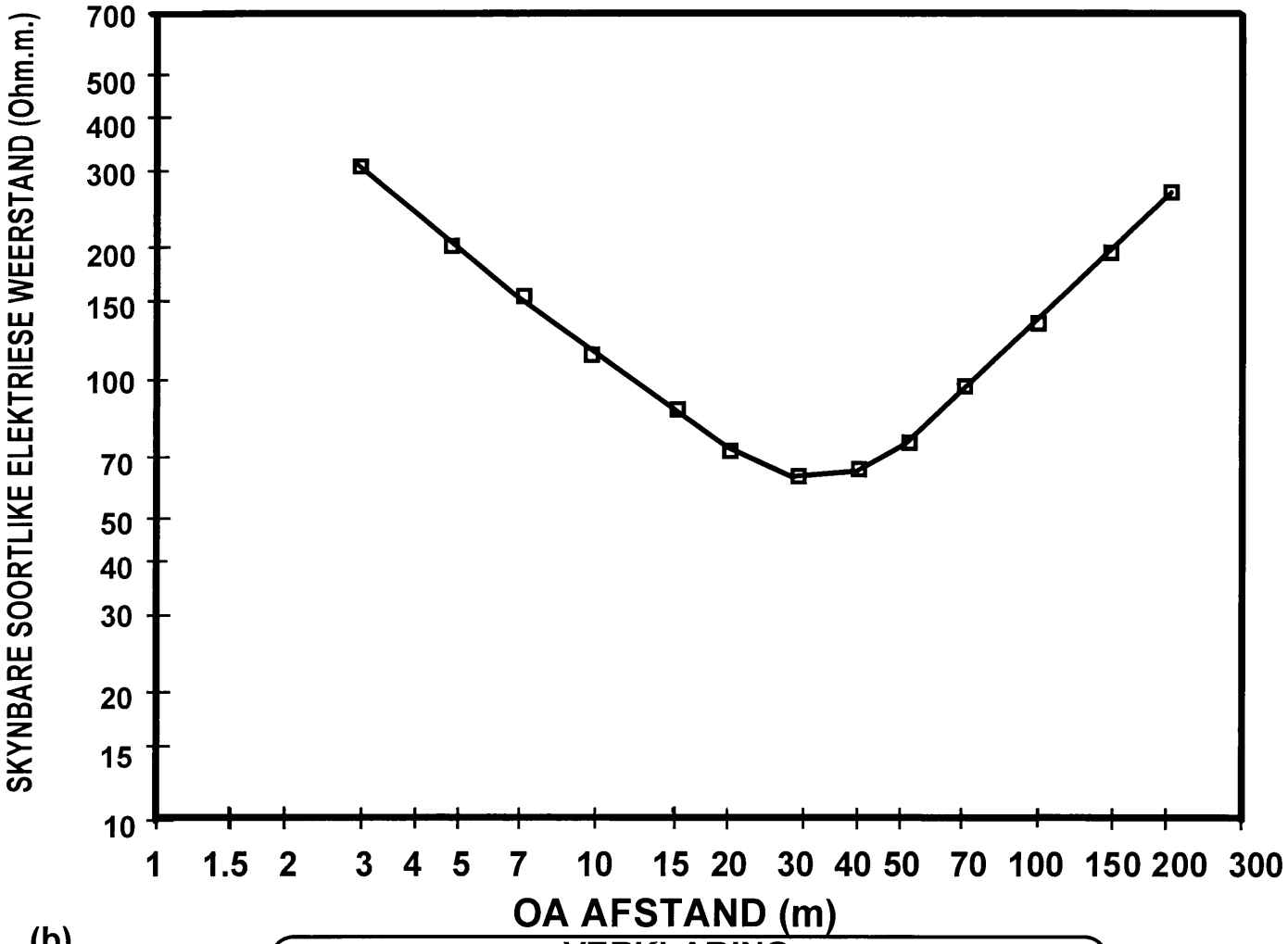
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

word deur ‘n dik diabaasplaat met ‘n aansienlike dikte van verwering, wat duidelik deur die gelykstroom sonderings gedefinieer sal word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.426%

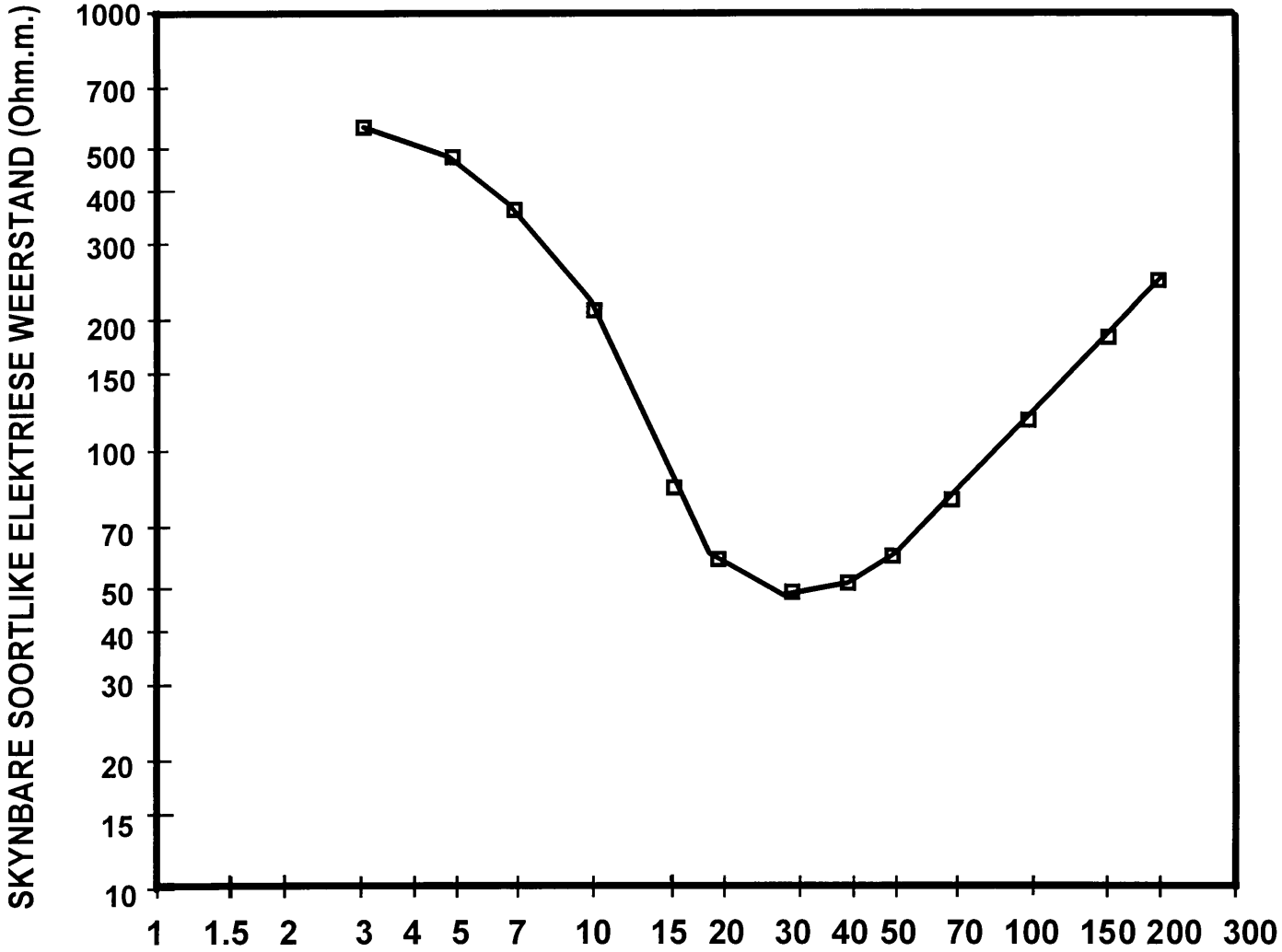
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	359	142	49.1	6083
$\rho_{(beste\ pas)}$	388	153	49.5	30336
$\rho_{(maksimum)}$	423	170	49.8	56194
$h_{(minimum)}$	*1.5*	*5.1*	*39.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.7*	*5.5*	*41.6*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*6.1*	*42.8*	

Figuur 7.1(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Tweefontein 541 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 0.772%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	639	43.7	11876
$\rho_{(beste\ pas)}$	643	43.9	36130
$\rho_{(maksimum)}$	647	44.0	80051
$h_{(minimum)}$	*3.9*	*48.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*4.0*	*51.3*	
$h_{(maksimum)}$	*4.1*	*53.9*	

Figuur 7.2(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Tweefontein 541 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.6.2 Nooitgedacht

Inleiding

Op die plaas Nooitgedacht 525 JR, geval 53 (Figuur 1), is twee boorgate bestudeer wat verskillende gesteentes penetreer. Die plaas is 8km. suid-suidoos van Bronkhorstspruit geleë. Die eerste boorgat met ligging 25°52'19" S. en 28°46'18" O. is 34 meter diep en lewer 1700 l/uur. Die statiese watervlak is by die 8 meter geleë. Die tweede boorgat is geleë by 25°52'07" S. en 28°46'19" O., is 65 meter diep en lewer 2000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Dagsome van die Magaliesberg Formasie word hoofsaaklik by die tweede boorgat aangetref, maar die by die eerste boorgat word rooi grond aangetref wat op die teenwoordigheid van diabaas in diepte dui. Die Rayton Formasie kom ten noorde van die boorgate voor volgens die 2528 Pretoria kaart (1978). Die strekking van die Pretoria Groep gesteentes is oos-wes met 'n helling van 15° na die noorde. Daar is slegs 'n boorgatstaat vir die tweede boorgat beskikbaar wat aandui dat kwartsiet en diabaas deur die boorgat gepenetreer is.

Geomorfologie

Die plaas lê oorwegend in 'n laagte. Vleilande met fonteine kom algemeen voor in die ooste, maar kwartsietrante word ten noorde van die plaas aangetref.

Geofisika

Die gelykstroom sonderings van die eerste en tweede boorgat is parallel aan die strekking van die gesteentes uitgevoer. Die interpretasies is gedoen volgens die beskikbare boorgatstaat en geologie. Die geoëlektriese model van die eerste boorgat dui op 'n QH-tipe kromme (Figuur 7.3), soos in geval 52 (Figuur 7.1). Die eerste laag dui op 'n verweerde grondprofiel van 1.4 meter dik. Die tweede laag bestaan uit verweerde/verbrokkelde diabaas wat oorgaan in meer verweerde kleihoudende diabaas. Die statiese watervlak is ook hier geleë, wat verklaar dat by hierdie laag die laagste

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

soortlike elektriese weerstand gemeet is. 'n Onverweerde diabaasplaat definieer die vloergesteente volgens die stygende asimptoot van die sonderingskromme.

Die hoë soortlike elektriese weerstande van die geoëlektriese model (HKH-tipe kromme in Figuur 7.4) van die tweede boorgat dui op ‘n kwartsiet suksessie. Die diabaas wat aangetref word in die boorgatstaat is waarskynlik in diepte raakgeboor. Die grondwater word verkry uit nate in die kwartsiet en die onderliggende kwartsiet/diabaas kontak.

Gevolgtrekking

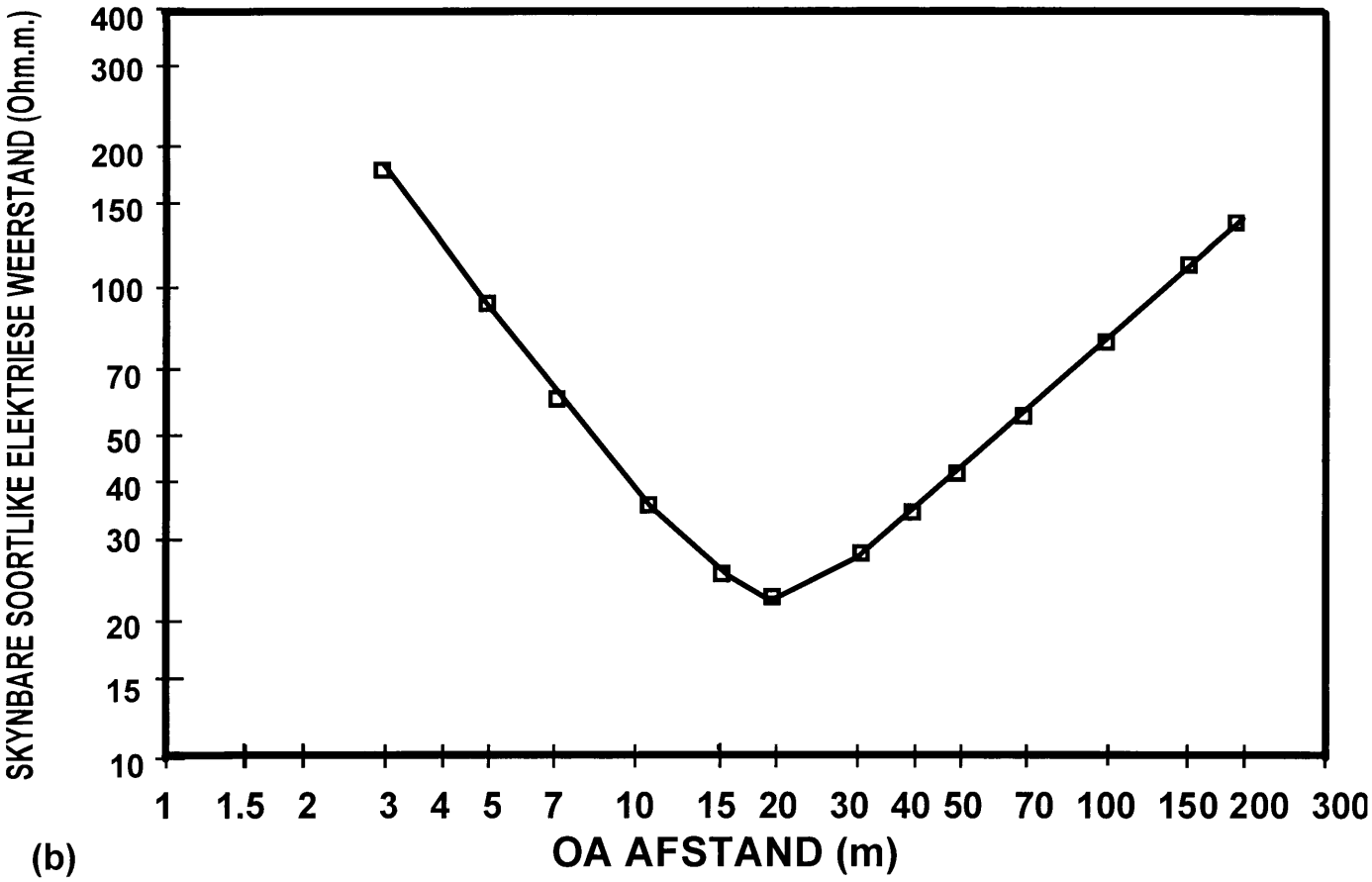
Elkeen van die boorgate is op verskillende gesteentes geleë. Die eerste boorgat se ingeperkte akwifeer bestaan uit 'n tipiese verweringsprofiel van diabaas. Die tweede boorgat se ingeperkte akwifeer bestaan ook uit verweerde diabaas wat oorlê word deur kwartsiet wat die soortlike elektriese weerstande van die lae verhoog. Die kwartsiet kan ook water bevat in naatsones.

Om op enige posisie te boor kan suksesvol lyk, indien opgemerk word dat beide boorgate waarskynlik verweerde diabaas penetreer. Dit is waarskynlik dat ‘n diabaasplaat die plaas onderlê. Gelykstroom sonderings is ‘n geskikte tegniek om die teenwoordigheid van verweerde diabaas in die ondergrond te bepaal, alhoewel ‘n groter AB/2-spasiëring in sekere gevalle nodig is om die verweerde diabaasplaat in diepte te definieer. Akkurate boorgatplasing word op hierdie manier verseker. Die uitvoer van (elektro)magnetiese opnames is moeilik weens die aanwesigheid van kraglyne. Sulke opnames is verder opsioneel, omdat daar geen vertikale geologiese kontakte wat as akwifere kan dien verwag word nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.100%

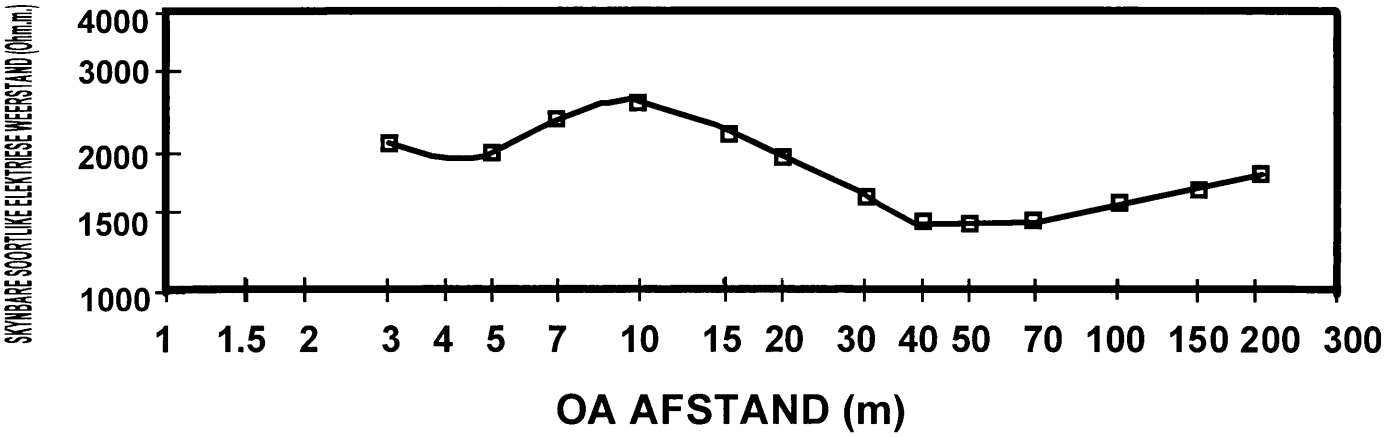
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	225	79.4	18.9	796
$\rho_{(beste\ pas)}$	234	96.7	20.0	2922
$\rho_{(maksimum)}$	278	128	20.8	13801
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*2.3*	*20.1*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.4*	*2.4*	*21.4*	
$h_{(maksimum)}$	*1.8*	*2.5*	*22.4*	

Figuur 7.3(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Nooitgedacht 525 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.891%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	4473	691	5017	1167	1735
$\rho_{(beste\ pas)}$	8240	977	6532	1208	1896
$\rho_{(maksimum)}$	18456	1328	10182	1243	2008
$h_{(minimum)}$	*0.6*	*1.4*	*1.8*	*24.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.7*	*1.5*	*2.2*	*29.1*	
$h_{(maksimum)}$	*0.8*	*2.0*	*2.7*	*38.6*	

Figuur 7.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Nooitgedacht 525 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.6.3 Witklip

Inleiding

Die laaste geval wat onder die Pretoria Groep bespreek word is geval 54 (Figuur 1). Die plaas Witklip 539 JR is 10km. suid-suidoos van Bronkhorstspruit geleë. Slegs een boorgat met ligging 25°52'42" S. en 28°46'51" O. is aangetref met 'n diepte van 70 meter. Die statiese watervlak is ongeveer 18 meter diep (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgatlewering is ongeveer 2000 l/uur (onwetenskaplike toets).

Geologie

Gesteentes van die Vryheid Formasie bedek die Pretoria Groep gesteentes volgens die 2528 Pretoria kaart (1978). Deur interpolasie van die omliggende formasies toe te pas, soos op die 2528 Pretoria kaart (1978) gesien, word die Vryheid Formasie onderlê deur 'n diabaasplaat. Geen boorgatstaat of dagsome is gevind nie.

Geomorfologie

Op die plaas word dertien fonteine aangetref (eienaar: persoonlike kommunikasie). Een fontein is so 'n 100m. noordwes van die huis af geleë. Die fonteine speel 'n belangrike rol in die voorsiening van die waterbehoeftes. Die gebied het 'n helling na die noordweste. Die topografie is golwend, maar geen uitstaande landmerke kom op die plaas voor nie.

Geofisika

Die gelykstroom sondering is in 'n willekeurige noordwes-suidoos rigting uitgevoer, omdat die onderliggende gesteentes 'n gelykliggende diabaasplaat is waar die invloed van anisotropie 'n beperkte rol behoort te speel. Die interpretasie is gedoen volgens die geologie. Die KH-tipe kromme (Figuur 7.5) word hoofsaaklik gekenmerk deur die dun Vryheid Formasie bedekking oor die diabaas. Die eerste laag bestaan uit verweerde en kleihoudende skalie van die Vryheid Formasie. Die tweede laag word gekenmerk deur skalie en sandsteen van dieselfde formasie. 'n Dik verweerde/verbrokkelde, kleihoudende en versadigde diabaaslaag volg hierna. Die statiese watertafel word ook

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

hier aangetref. Die vloergesteente word gedefinieer deur die 45° styging van die asimptoot. 'n Onverweerde diabaasplaat word hier aangetref.

Gevolgtrekking

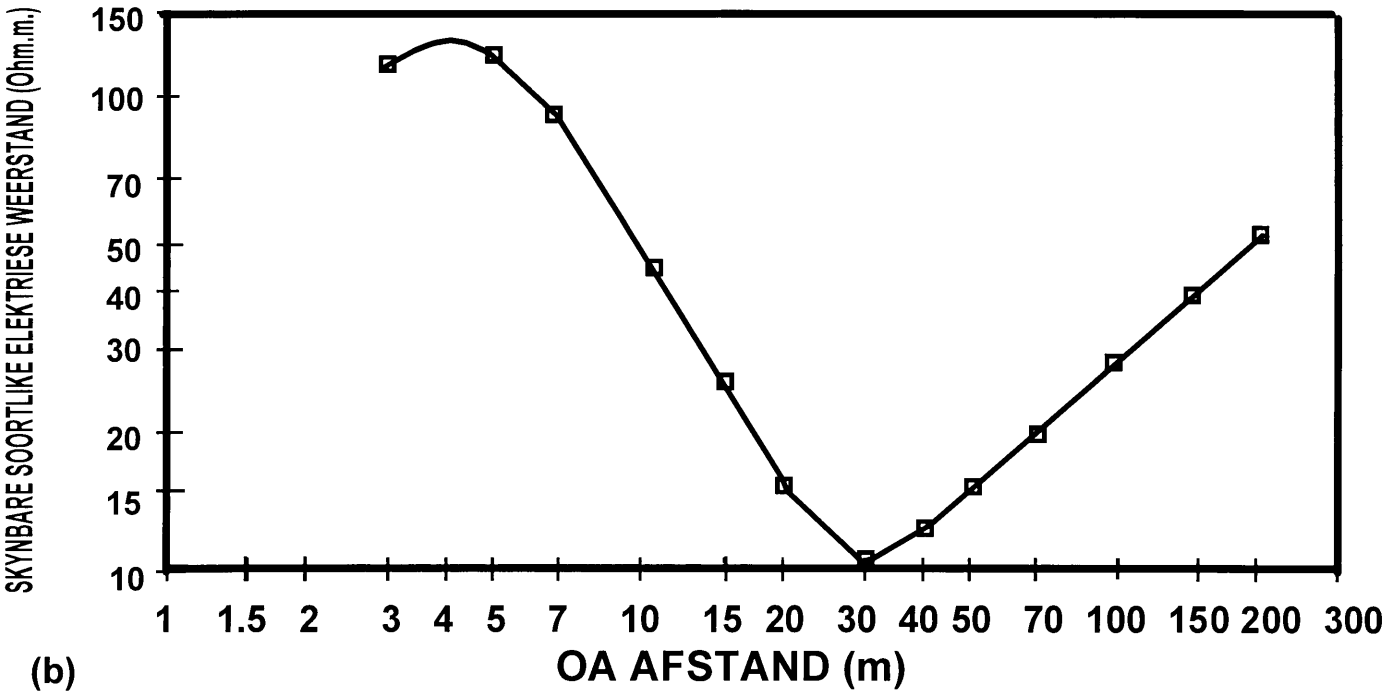
Die bedekking van die Vryheid Formasie is ongeveer 2 meter dik, waarna dit oorgaan in verweerde/verbrokkelde diabaas. Die onverweerde diabaasplaat dien as ‘n keerbank wat verantwoordelik is vir die talle fonteine op die plaas. Die akwifeer wat ter plaatse aangetref word, is basies dieselfde as in die vorige gevalle. 'n Ingeperkte akwifeer in die sone tussen die Vryheid Formasie en onverweerde diabaas word aangetref. Die lewering van die boorgat is beperk tot 2000 l/uur desondanks die dikte van die akwifeer. Grondwaterlewering word verminder deur ‘n groot hoeveelheid klei (lae soortlike elektriese weerstand) in die akwifeer wat die permeabiliteit van die akwifeer verminder.

Die aanwesigheid van ‘n groot hoeveelheid klei in die akwifeer veroorsaak dat lukrake boorposisies onsuksesvol kan wees. Gelykstroom sonderings word aanbeveel, omdat dit inligting gee in terme van die dikte en klei-inhoud van die akwifeer.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.112%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	13.8	254	6.8	2463
$\rho_{(beste\ pas)}$	35.2	401	7.9	11841
$\rho_{(maksimum)}$	60.4	709	8.7	28077
$h_{(minimum)}$	*0.2*	*1.0*	*25.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.5*	*1.4*	*28.4*	
$h_{(maksimum)}$	*0.9*	*1.7*	*31.9*	

Figuur 7.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Witklip 539 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

7.7 GEVOLGTREKKINGS

Uit die gevallestudies kan die volgende gevolgtrekkings oor die Pretoria Groep gemaak word:

- Die statiese watervlak word op verskillende dieptes aangetref. Dit wissel aansienlik tussen 8 en 35 meter. Die dieptes is verkry vanaf vyf boorgate.
  Weens te min inligting, kan daar moeilik verbande gestel word tussen Frommurze (1937) se werk en hierdie studie. Dit moet in gedagte gehou word dat die statiese watervlak in 'n boorgat wat 'n ingeperkte akwifeer penetreer nie die vlak aandui waarby grondwater raakgeboor word nie. Dit is slegs 'n piësometriese drukhoogte.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geraas beperk die uitvoering van sinvolle elektromagnetiese -en magnetiese opnames in groot gedeeltes van hierdie studiegebied.
- Gelykstroom sonderings word effektief gebruik om die geoëlektriese profiel te bepaal om boorgatposisies aan te wys. Al vyf die gevalle het aangedui dat die boorgate verweerde/verbrokkelde diabaas penetreer wat in diepte verander na onverweerde diabaas. Die geoëlektriese profiel onderskei duidelik tussen hierdie twee verskillende lae en kan ook 'n onderskeid maak tussen 'n watervashouer en 'n akwifeer op grond van die soortlike elektriese weerstand wat verwant is aan die klei-inhoud van die laag.
- Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in die Pretoria Groep in die gebied, is hoofsaaklik H, QH, KH en HKH-tipe krommes.
- Die volgende indeling kan gemaak word aan die hand van boorgatlewering en gemiddelde boorgatdiepte vir die Pretoria Groep in die studiegebied. Al vyf die bestudeerde boorgate lewer tussen 1000 – 2000 l/uur. Die gemiddelde boorgatdiepte is 68 meter, wat dieper is as in 1937 vir al die verskillende gesteentes wat in die Pretoria Groep aangetref word volgens Frommurze (1937).
  Die soortlike elektriese weerstand vir 'n akwifeer wissel tussen 7.9 Ω.m. en 49.5 Ω.m. in verweerde/verbrokkelde diabaas.
- Om 'n korrelasie tussen die soortlike elektriese weerstand, ρ, die boorgatlewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 7.1. Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Tabel 7.1. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρ_a	l/uur	R = 0.37	Nee	5
	h	R = 0.03		
h	l/uur	R = 0.22	Nee	5

Uit die tabel volg dat geen statistiese betekenisvolle korrelasies bestaan nie. Meer datapunte sal hopelik 'n beter korrelasie gee.

❖ Die akwifere wat in die Pretoria Groep redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat uit verweerde/verbrokkelde diabaas en die verweerde/onverweerde diabaaskontak bestaan. Die diabaas is redelik wydverspreid en onderlê die meeste sedimentêre gesteentes.

Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem ingedeel word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

HOOFSTUK 8

DIE SELONSRIVIER FORMASIE

8.1 GEOLOGIE

Die Selonsrivier Formasie van die Rooiberg Groep kom hoofsaaklik in die noordoostelike deel van die studiegebied voor, met enkele dagsome in die suidoostelike deel.
Die formasie bestaan uit 'n laag van sandsteen en kwartsiet aan die vloer van die formasie. Hoërop kom massiewe rooi rioliet met vloeigelaagdheid met weinig intergelaagde sandsteen, tuf, swart rioliet en breksie voor (Visser, 1989).
'n Laag van donker, fynkorrelrige moddersteen is teenwoordig in die middel van die opeenvolging (SACS, 1980). Die bopunt van die formasie kan lokaal uit tuf bestaan. Volgens die 2528 Pretoria kaart (1978) is die formasie se rooi rioliet in die studiegebied porfirities en amandelhoudend met ondergeskikte andesiet. 'n Agglomeraatband kom op die plaas Doornnek (88 JS) voor (Walraven, 1978).
Die dikte van die Selonsrivier Formasie is omtrent 3200 meter by die dorpie Selonsrivier (SACS, 1980).

8.2 GEASSOSIEERDE AKWIFERE

Die rioliet van die Selonsrivier Formasie verweer swak en is 'n swak waterdraer, behalwe by skuifskeur –en naatsisteme, en is moeilik om in te boor vanweë die gesteente se hardheid (Frommurze, 1937 en Vegter, 1964). Die swak verwering manifesteer in ‘n yl grondbedekking. Die gevolg is dat min verweringskomme voorkom. Lewerings wat aangetref word is van die swaktes in die Middelburg omgewing, veral in vergelyking met die Loskop Formasie en gesteentes van die Bosveld Kompleks in die omgewing van Stoffberg (mnr. A. Coetzee, persoonlike kommunikasie).

Volgens Frommurze (1937) is die gemiddelde diepte van boorgate 36 meter, waar grondwater getref word by 24 meter. Die gemiddelde lewering van 'n gepompte boorgat in 1937 was 4700 l/uur. Die aantal onsuksesvolle boorgate was destyds op 24% geraam.
Die aanwesigheid van grondwater kan volgens Hattingh (1996) soos volg ingedeel word: oppervlakkige verweerde en verbrokkelde gesteentes met 'n vlak grondwatervlak; naatsones; diep waterdraers wat verband hou met verskuiwings en nate.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.3 GEOMORFOLOGIE

Die topografie van die Selonsrivier Formasie in die studiegebied is sterk kontrasterend met berge teenoor die aangrensende laerliggende landskap, omdat die rioliet minder vatbaar vir erosie is en gevolglik vrylik dagsoom. In die suidelike deel van die studiegebied dagsoom hierdie formasie omring deur gesteentes van die Karoo Opeenvolging. Diabaasintrusies is verantwoordelik vir 'n laagliggende gebied in die rioliet, waar fonteine en waterlope in voorkom. Hierdie waterlope is 'n belangrike komponent van die watervoorsiening van die landelike gemeenskap in die noordelike deel van die gebied.

8.4 GEOBOTANIE

Die rioliet word hoofsaaklik begroei met grasse. In al die gevalle is geen inheemse struikgewasse aangetref op die rioliet nie. Die aanwysers vir grondwater is eerder geleë in die geomorfologie en geologie van die rioliet waar gebroke grondprofiele, fonteine en intrusies (valleie) voorkom.

8.5 GEOFISIKA

In al die gevalle is gelykstroom sondering tegnieke gebruik, parallel aan die rioliet se strekking. Magnetiese tegnieke het in sekere gevalle bykomstige data verskaf. Daar is op twee plase elektromagnetiese profilering uitgevoer vir die opspoor van moontlike intrusies, krake en verweringskomme.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.6 GEVALLESTUDIES

8.6.1 Ongezien

Inleiding

Die plaas Ongezien 365 JS, geval 8 (Figuur 1), is 31km. noordoos van Middelburg geleë tussen Middelburg en Stoffberg. Daar is twee boorgate bestudeer. Een boorgat met ligging 25°36'31" S. en 29°42'46" O. wat droog is. Die boorgat is 35 meter diep. Die tweede boorgat (25°36'41" S. en 29°42'47" O.) is 45 meter diep en lewer 2300 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Verweerde rioliet van die Selonsrivier Formasie word by beide boorgate aangetref. Die rioliet strek noordoos-suidwes met 'n helling van 16° na die noordweste. Lokale dagsome van die Ecca Groep kom ten weste van die boorgate voor volgens die 2528 Pretoria kaart (1978). Die boorgatstaat by die eerste boorgat dui op rioliet, terwyl by die tweede boorgat diabaas teenwoordig is. Die NGDB (1996) wys daarop dat diabaas, skalie en noriet ten weste voorkom op die plaas Wonderhoek 376 JS. Geen fotografiese lineamente is waarneembaar op die lugfoto nie.

Geomorfologie

Die gebied is redelik plat. Na die noorde is 'n vallei en in die suide word 'n pan aangetref. 'n Lokale helling van 7° na die suidooste word waargeneem.

Geofisika

Die twee gelykstroom sonderings wat uitgevoer is, is beide parallel aan die rioliet se strekking gedoen. 'n Vyf-laag geoëlektriese model is by beide boorgate verkry (Figure 8.1 & 8.2).

Die velddata word tesame met die gemodelleerde sonderingskromme (kromme) in Figuur 8.1(a) voorgestel. Figuur 8.1(b) is ‘n voorstelling van die geïnterpreteerde geoëlektriese model. Die interpretasie van die geoëlektriese modelle is gebaseer op die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geologie, boorgatstaat en NGDB (1996).
Die eerste droë boorgat toon 'n HKH-tipe kromme, waarvan die vierde laag redelik dik is (Figuur 8.1). Die eerste laag bestaan uit verweerde rioliet en sand. Swak verweerde/verbrokkelde rioliet definieer laag twee wat oorgaan in onverweerde rioliet. Die onderliggende gesteente is weereens swak verweerde rioliet. Die vloergesteente is weerstandbiedende onverweerde rioliet.

Die tweede boorgat (Figuur 8.2) dui ‘n HAA-tipe kromme aan. Die eerste laag is onversadigde vlak verweerde rioliet wat oorgaan in ‘n verweerde/verbrokkelde riolietlaag met ‘n afname in verwering/verbrokkeling met diepte (lae 3 en 4). Die vloergesteente is onverweerde rioliet.
Intrusiewe diabaas word aangetref volgens die boorgatstaat. Die diabaas/riolietkontak word nie gedefinieer deur die sonderings nie, a.g.v. onderdrukking of dat hierdie kontak se helling >45º is..
Geen (elektro)magnetiese profiele is uitgevoer nie, a.g.v. ‘n groot aanwesigheid van kunsmatige geruis by beide boorgate.

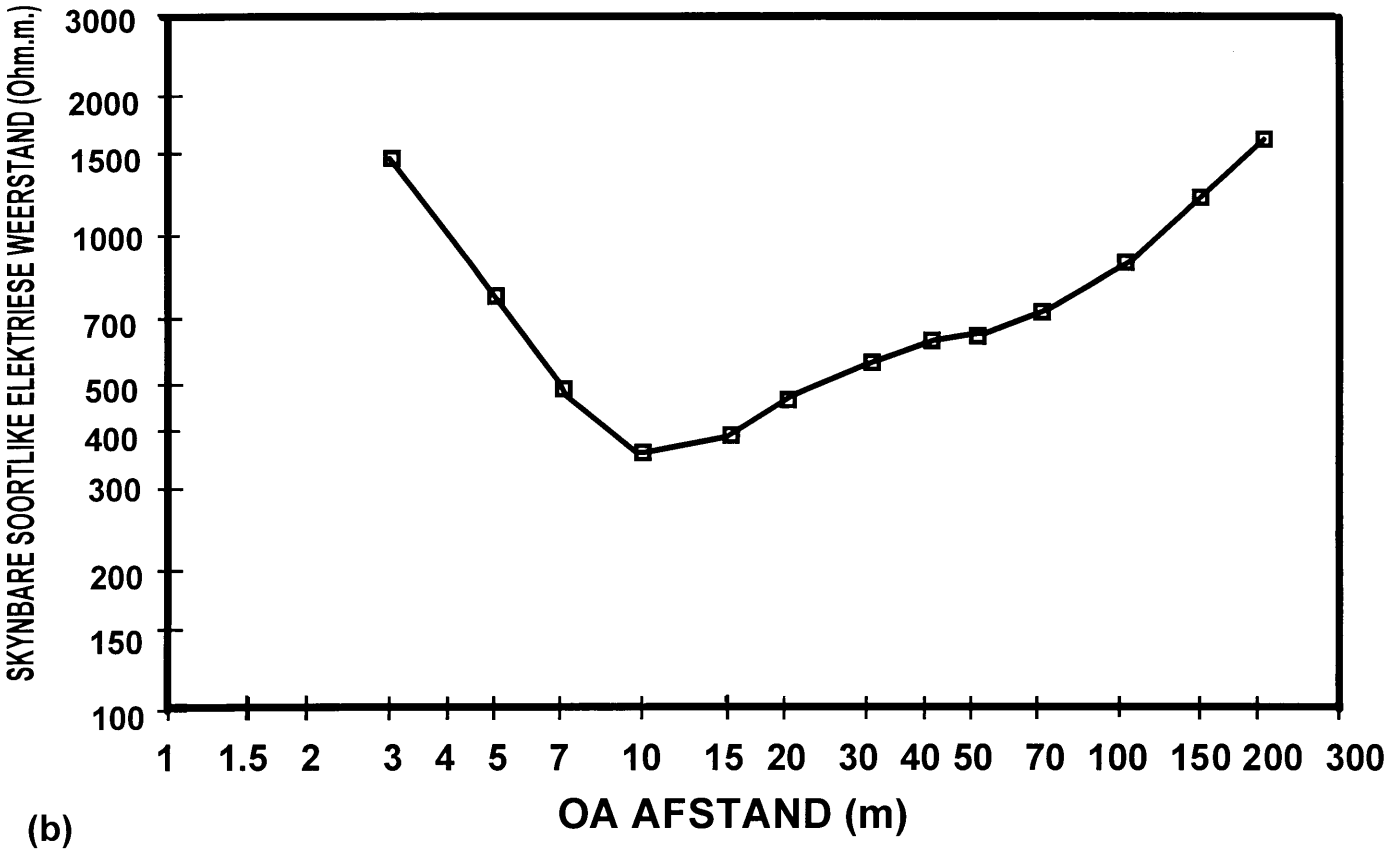
Gevolgtrekking

Die verskil tussen beide boorgate se geoëlektriese modelle (Figure 8.1 en 8.2) is daarin geleë dat boorgat 2 ‘n beter en dieper ontwikkelde rioliet verweringsprofiel het en in kontak is met ‘n diabaasintrusie.
Die ingeperkte akwifeer wat aangetref word, is verweerde/verbrokkelde gebroke rioliet, maar hoofsaaklik die rioliet/diabaaskontak, vandaar die verskil in lewering tussen beide boorgate.
Die feit dat die tweede boorgat suksesvol is kan ook geleë wees in die feit dat hierdie boorgat 10 meter dieper as die eerste droë boorgat is en dus die rioliet/diabaaskontak op hierdie diepte raakgeboor het wat as die ingeperkte akwifeer dien.
Die gelykstroom sonderings opsigself definieer nie die akwifeer nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.013%

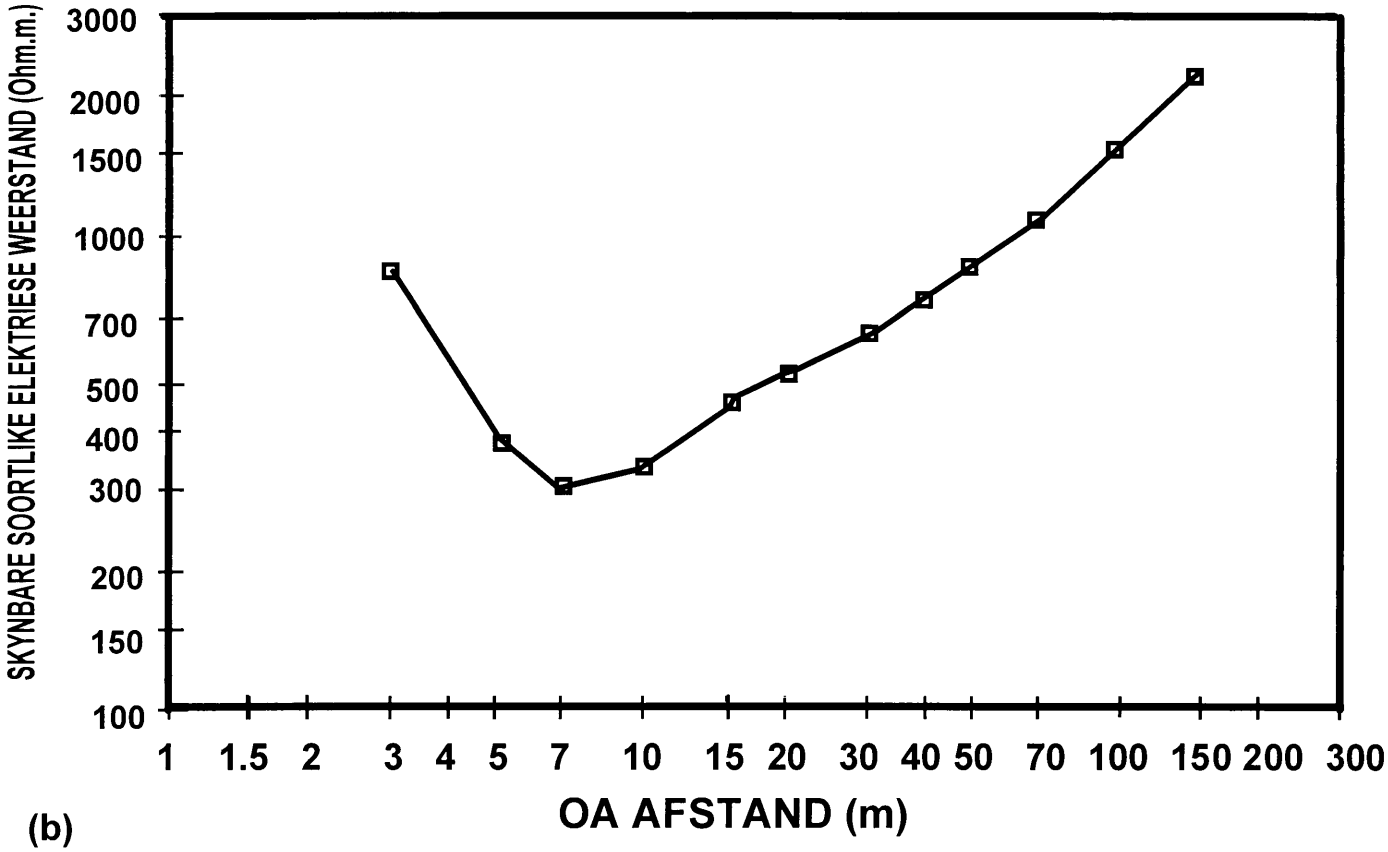
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1744	162	723	315	7283
$\rho_{(beste\ pas)}$	1817	220	806	421	14020
$\rho_{(maksimum)}$	1883	254	1059	614	43381
$h_{(minimum)}$	*2.0*	*5.1*	*8.7*	*13.0*	
$h_{(beste\ pas)}$	*2.1*	*6.6*	*9.4*	*16.9*	
$h_{(maksimum)}$	*2.2*	*8.2*	*12.2*	*24.5*	

Figuur 8.1(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Ongezien 365 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.155%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1714	157	492	895	8193
$\rho_{(beste\ pas)}$	1802	176	547	1021	22224
$\rho_{(maksimum)}$	3050	241	738	1182	121447
$h_{(minimum)}$	*1.2*	*3.2*	*12.3*	*8.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.3*	*3.8*	*13.4*	*15.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.6*	*4.4*	*15.6*	*26.0*	

Figuur 8.2(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Ongezien 365 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.6.2 Elandslaagte

Inleiding

Twee boorgate is d.m.v. gelykstroom sonderings op die plaas Elandslaagte 368 JS, geval 10 (Figuur 1), bestudeer. Die plaas is 4km. suid-suidoos van die dorpie Selonsrivier geleë. Die twee boorgate wat bestudeer is, lewer beide water. 'n Droë gat wat in ‘n dik diabaasplaat geboor is (volgens die boorgatstaat) met 'n diepte van 105 meter, bestaan ook. Die eerste boorgat met ligging 25°38'07" S. en 29°37'54" O. is by die opstal geplaas. Die spesifieke boorgat is 63 meter diep en lewer 910 l/uur, wat hoofsaaklik uit syferwater bestaan. 'n Statiese watervlak van 5 meter word gemeet. Tydens die boorproses is water getref op 25 meter en weer op 45 meter. ‘n Aantal droë krake is raak geboor tydens die boorproses (eienaar: persoonlike kommunikasie).
Die tweede boorgat is in 'n noordelike rantjie geleë by ‘n fontein. Hierdie boorgat (25°38'01" S. en 29°37'45" O.) is 48 meter diep en lewer 5460 l/uur. Syferwater speel ook 'n belangrike rol vir die watervoorsiening van die betrokke boorgat (eienaar: persoonlike kommunikasie).
Beide die boorgate is d.m.v. 'n stok aangewys. Die boorgate is na 'n oorvloedige reën seisoen artesies (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Riolietdagsome kom volop by die opstal voor, maar in die rant word donker gelamineerde moddersteen aangetref met donker rioliet. Die boorgatstaat by die eerste boorgat dui op verweerde rioliet, rooi en swart rioliet. Diabaasintrusies kom ten suide van die boorgate voor, langs die Selonsrivier volgens die 2528 Pretoria kaart (1978). Die strekking van die rioliet is bykans noord-suid met 'n 28° helling na die weste. Geen fotografiese lineamente is sigbaar op die lugfoto nie.

Geomorfologie

Die gebied het ‘n helling na suide na die Selonsrivier. Ten noorde van die opstal is 'n rant met sterk lewerende fonteine aanwesig. ‘n Aantal durikruste word by die fonteine aangetref. Die tweede boorgat is 50 meter oos van 'n fontein. ‘n Fontein is ‘n aanduiding van nate en krake in die rioliet en is ‘n goeie aanduider van grondwater met ‘n redelike lewering in hierdie formasie (Frommurze, 1937).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Beide die sonderings is parallel aan die rioliet se strekking uitgevoer. Beide interpretasies is gegrond op die geologie, boorgatinligting en die boorgatstaat van die eerste boorgat.
Die gelykstroom sondering by die eerste boorgat dui op 'n QH-tipe kromme (Figuur 8.3). Die eerste laag bestaan uit 'n dun grondbedekking wat onderlê word deur verweerde rioliet. 'n Toename in voginhoud en die aanwesigheid van die statiese watervlak by 5 meter definieer 'n intermediêre laag, wat uit verweerde/verbrokkelde rioliet bestaan.
'n Aantal krake in die rioliet bestaan tussen 11.3 en 55.4 meter (laag 3). Die grondwater is ook in die derde laag getref, op dieptes van 25 en 45 meter, vandaar die lae elektriese geleidingsvermoë van hierdie laag. Die vloergesteente word gedefinieer deur soliede rioliet volgens die 45° styging van die laaste flank en die hoë ρ-waarde vir die vloergesteente.

Die tweede sondering dui slegs op 'n drie-laag aarde (Figuur 8.4). Die verweringsprofiel is besonder vlak (<11 meter). Die eerste laag is slegs verweerde rioliet en bo-grond. 'n Elektriese geleier met ‘n dikte van 8.9 meter word aangetref op 'n diepte van 1.5 meter. Die lae soortlike elektriese weerstand dui op versadiging van die ondergrond. Die laag bestaan uit moddersteen en vlak verweerde rioliet. Die piësometriese drukhoogte is waarskynlik hier geleë, omdat die boorgat naby die fontein geplaas is. Die vloergesteente is dik onverweerde rioliet volgens die stygende deel van die sonderingskromme.

Gevolgtrekking

Die eerste boorgat se sonderingskromme lyk belowend n.a.v. die minimum by AB/2 = 50 meter (Figuur 8.3), maar die lewering is helaas beperk tot 910l/uur. Die swak lewering van die boorgat kan toegeskryf word aan 'n swak ontwikkelde kraak akwifeer met beperkte dikte, 'n swak aanvullingsgebied en 'n hoë persentasie van droë krake. Die tweede boorgat se sterk lewering ('n faktor 6 meer as die eerste boorgat) is onduidelik uit die sonderingskromme (Figuur 8.4). Die geoëlektriese model stel ‘n weerstandbiedende rioliet vloergesteente voor na ‘n diepte van 10.4 meter. Die kans om hier grondwater raak te boor is skraal. Dit is waarskynlik dat die boorgat sy grondwater vanaf die fontein se bron verkry. Volgens Frommurze (1937) gee so ‘n boorgat ‘n redelik

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

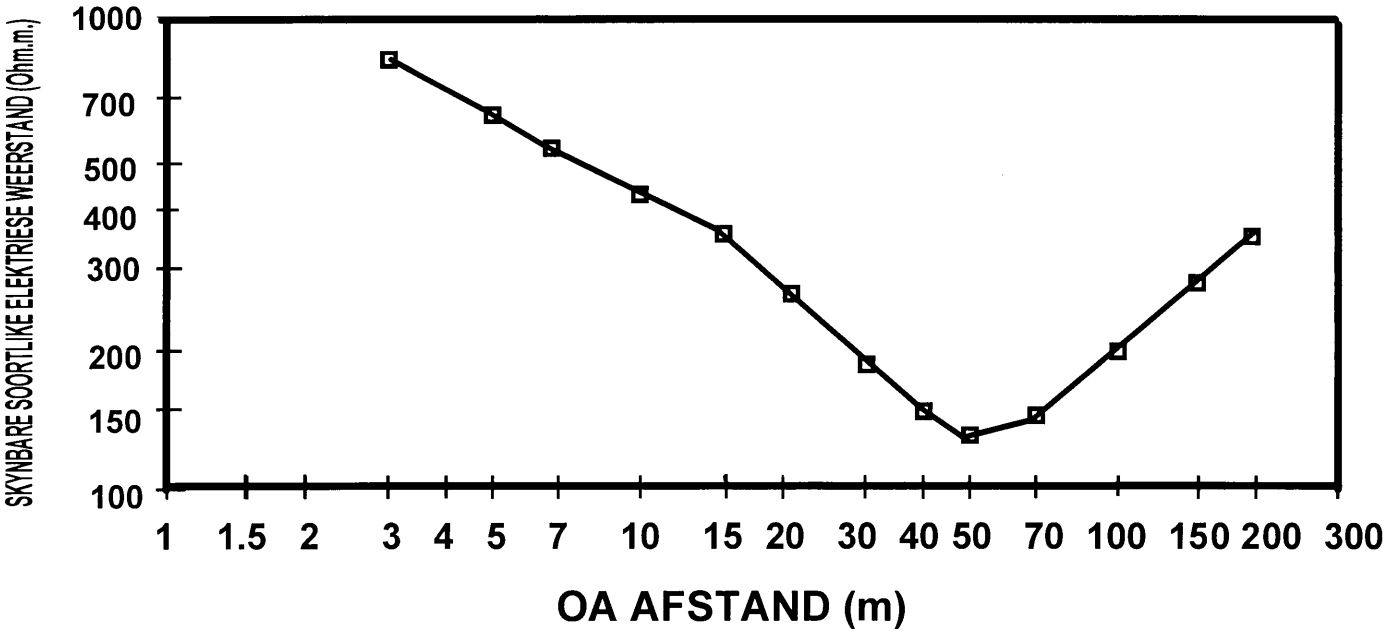
hoeveelheid meer water as ‘n boorgat wat nie by ‘n fontein geplaas is nie. Sulke boorgate het ook ‘n vlakker diepte as boorgate wat nie by fonteine geplaas is nie. Die grondwater sal dan onttrek word uit klein krake en naatstelsels.

Die aanwesigheid van ‘n droë boorgat op die plaas, wat uitsluitlik in ‘n onverweerde diabaasplaat geboor is volgens die boorgatstaat, is ‘n aanduiding dat enige boorposisie ongeskik is. Om deur ‘n dik diabaasplaat te boor, soos in hierdie geval, lei tot ‘n onsuksesvolle boorgat. Die gesteentes wat deur die boorgat gepenetreer word is nie bestudeer deur middel van ‘n gelykstroom sondering nie, omdat die boorgatstaat slegs op onverweerde diabaas dui sonder rioliet. Geen tekens van frakture of kontak gesteentes is sigbaar in die boorgatstaat nie.
Uit die boorgatinligting van die eerste lewerende boorgat blyk dit ook dat grondwater tenminste op ‘n diepte van 25-40 meter reeds raakgeboor moet word. Diabaasintrusies (gange) maak die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke wenslik. Gelykstroom sonderings kan gebruik word om die beste boorposisie te bepaal, maar was nie suksesvol in die geval nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.739%

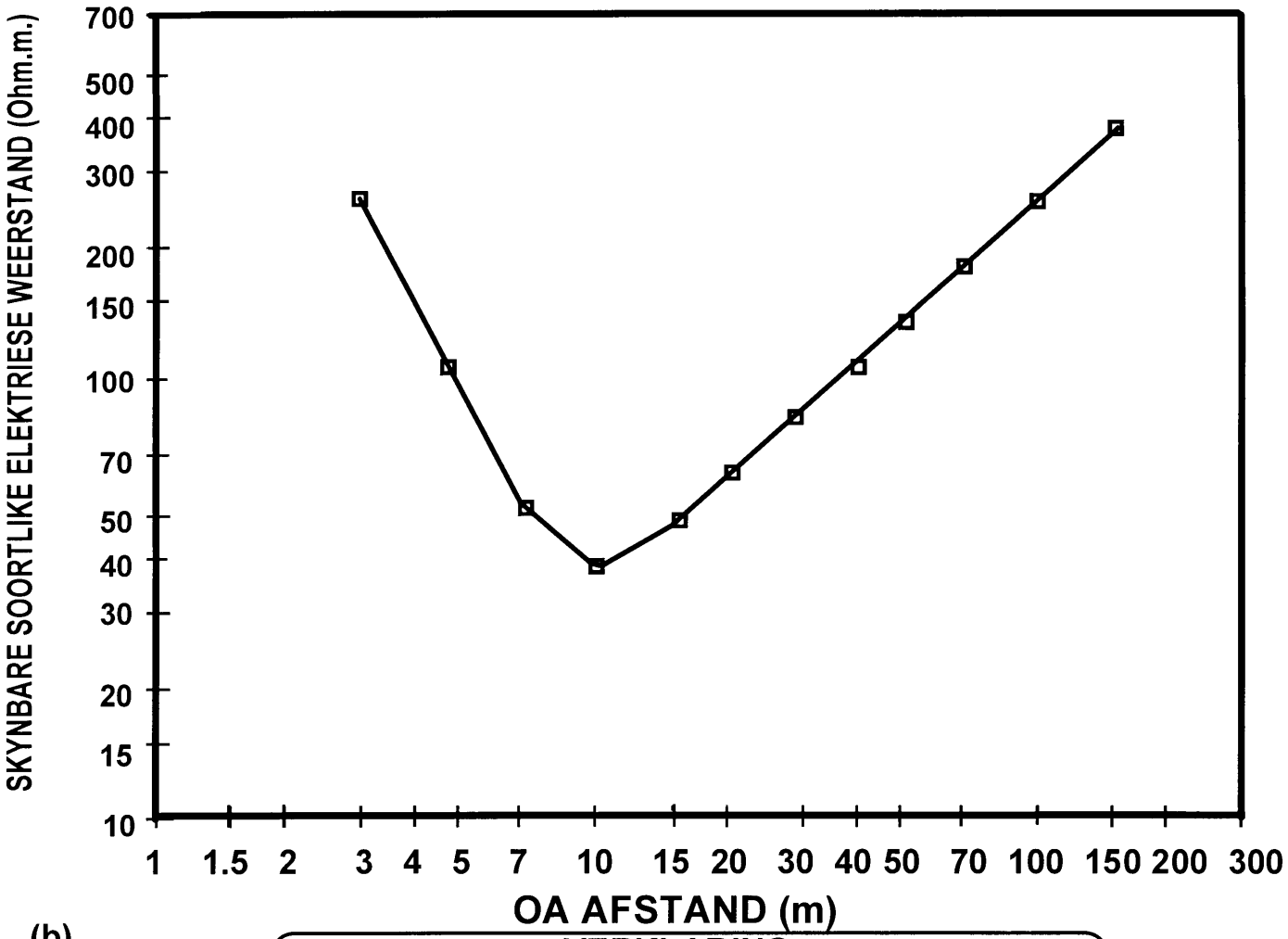
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	818	479	76.3	194281
$\rho_{(beste\ pas)}$	894	500	122	642668
$\rho_{(maksimum)}$	962	523	147	759342
$h_{(minimum)}$	*1.5*	*8.8*	*29.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.8*	*9.5*	*44.1*	
$h_{(maksimum)}$	*2.6*	*11.1*	*48.0*	

Figuur 8.3(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Elandslaagte 368 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.707%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	486	26.8	6007
$\rho_{(beste\ pas)}$	553	29.1	29214
$\rho_{(maksimum)}$	623	33.4	81335
$h_{(minimum)}$	1.3	7.6	
$h_{(beste\ pas)}$	1.5	8.9	
$h_{(maksimum)}$	1.7	10.7	

Figuur 8.4(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Elandslaagte 368 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.6.3 Luipaardsfontein

Inleiding

Luipaardsfontein 444 JS, geval 43 (Figuur 1), is 15km. suidoos van Middelburg geleë langs die Arendsfonteinspruit. Drie boorgate is bestudeer, waarvan twee direk langsmekaar geleë is. Die drie boorgate is bo-op 'n heuwel geplaas. Die invloed van die paradoks van anisotropie op die AB-elektrodes se rigting is ook bestudeer by die twee langsmekaar geleë boorgate. Die eerste twee boorgate (25°50'41" S. en 29°35'00" O.) is onderskeidelik 10 en 18 meter diep. Die lewering van elke boorgat is 3000 l/uur. Die derde boorgat met ligging 25°50'49" S. en 29°35'07" O. is 70 meter diep en lewer 13700 l/uur. Al die boorgate is d.m.v. 'n stok aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Verweerde en onverweerde rioliet van die Selonsrivier Formasie word gevind tesame met kwarts gevulde krake volgens die boorgatstate. Die strekking van die rioliet is noord-noordoos met 'n 18° helling na die oos-suidooste. Geen NGDB (1996) data is beskikbaar oor hierdie omgewing nie. Intrusies van diabaas kom min voor volgens die 2528 Pretoria kaart (1978).

Geomorfologie

'n Kenmerkende heuwellandskap met spruite en vleie in die laagtes word waargeneem met ‘n noordwestelike helling na die Arendsfonteinspruit.

Geofisika

Al drie sonderingkrommes toon 'n vier-laag aarde met 'n AA-tipe kromme (Figure 8.5-8.7). Die gelykstroom sondering by die eerste boorgat is loodreg m.b.t. die strekking van die rioliet uitgevoer om die invloed van die paradoks van anisotropie op die hellende lae van die Selonsrivier Formasie plaaslik te bepaal. Die interpretasie van die drie geoëlektriese modelle is gebaseer op die boorgatstate en die geologie. Die bo-grond by die eerste boorgat is klam en kleierig van aard. Met toenemende diepte neem die soortlike elektriese weerstand toe. Die hoeveelheid krake en verweerde rioliet neem dan ook af met diepte. Die hele diepte profiel bestaan uit rioliet wat in verskillende fases van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verwering verkeer.
Die tweede sondering is by die tweede boorgat uitgevoer, wat langs die eerste boogat geleë is. Hierdie sondering, tesame met die derde sondering, is parallel aan die strekking van die gesteentes uitgevoer. Die verskil of ooreenkoms tussen die modelle in Figure 8.5 en 8.6 sal aandui of die paradoks van anisotropie 'n wesenlike invloed uitoefen op die uitleg van die AB-elektrodes in 'n sekere rigting op hierdie plaas. Die soortlike elektriese weerstande en laagdiktes is min of meer dieselfde in Figuur 8.6, as in die eerste geval (Figuur 8.5). Dieselfde interpretasie is ook hier van op toepassing.
Die derde sondering by die sterk lewerende boorgat dui ook op dieselfde diepteprofiel as by die vorige gevalle (Figuur 8.7). Die aansienlik dieper penetrasie van die boorgat maak die waarskynlikheid dat meer krake gekruis is groter, daarom die sterker lewering.

Gevolgtrekking

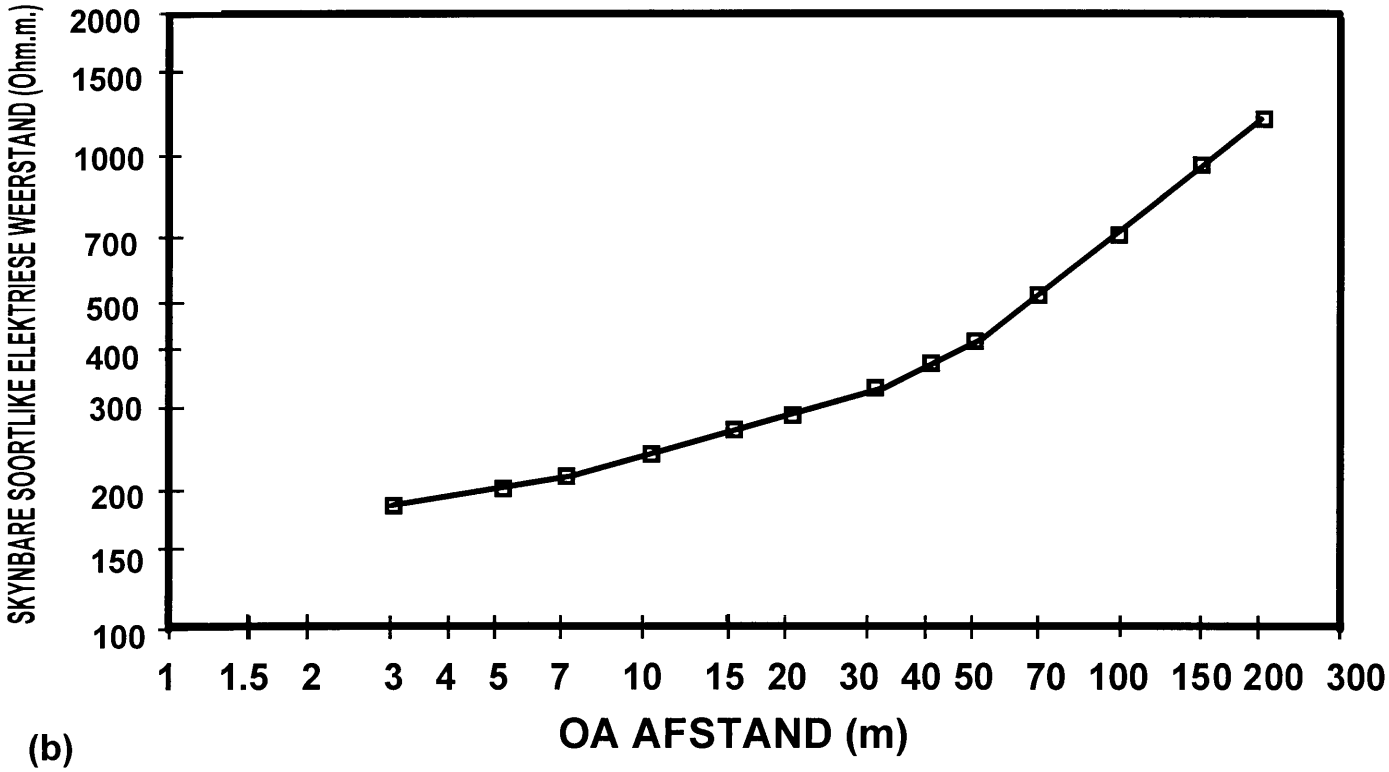
Die totale geoëlektriese diepteprofiel bestaan slegs uit rioliet in verskillende stadiums van verwering. 'n Vermindering in krake en verweerde materiaal word ondervind met diepte. Die geologie op die plaas is dieselfde, omdat die drie sonderingkrommes nie veel van mekaar verskil nie (Figure 8.5-8.7). Die paradoks van anisotropie het die eerste sondering min beïnvloed, omdat die helling van die rioliet nog redelik vlak is (18° volgens die 2528 Pretoria kaart, 1978). 'n Steiler helling sal waarskynlik verseker dat die paradoks van anisotropie 'n invloed uitoefen op die sonderingsdata soos verkry word volgens die uitleg van die AB-elektrodes.
'n Kraak akwifeer word ter plaatse gevind. Volgens die ρ-waardes word nie verweringskomme (van klei) in die rioliet aangetref nie, wat as moontlike akwifere kan dien. Die ingeperkte kraak akwifeer is hoofsaaklik geleë in die dik derde laag wat die sterk lewering van die derde boorgat verklaar. Die eerste twee boorgate is betreklik vlak, dieper penetrasie kan dieselfde sterk lewering gee.

Die voorkoms van redelik sterk grondwater op 'n vlak diepte (10-18 meter) maak die waarskynlikheid groter dat enige boorposisie geskik is. In hierdie omgewing word slegs gelykstroom sonderings aanbeveel, omdat verweringskomme blykbaar afwesig is en intrusies nie so algemeen is nie. Die gelykstroom sonderings verskaf 'n geoëlektriese model waarmee bepaal kan word waar die akwifeerdikte 'n maksimum is vir optimum boorgatplasing vir hierdie geval. Die rioliet self voorsien redelik veel grondwater d.m.v. krake. Bykomstige gelykstroom sonderings kan vergelyk word met die drie sonderingsmodelle wat ter plaatse verkry is, vir effektiewe boorgatplasing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.943%

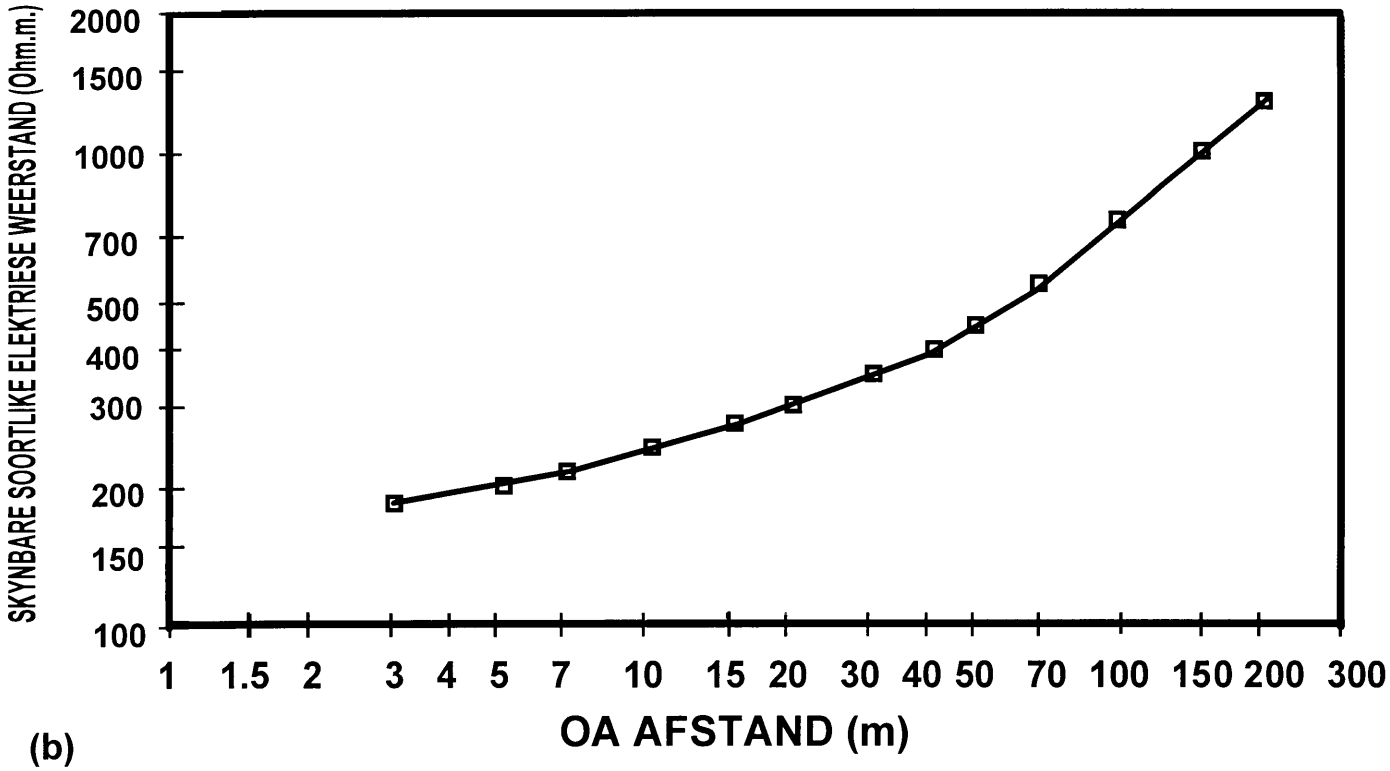
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	85.6	224	357	5893
ρ(beste pas)	147	237	379	12474
ρ(maksimum)	178	243	416	42581
h(minimum)	*0.5*	*6.6*	*38.5*	
h(beste pas)	*0.9*	*8.2*	*42.0*	
h(maksimum)	*1.4*	*11.2*	*46.2*	

Figuur 8.5(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Luipaardsfontein 444 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING

VELDDATA

GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.708%

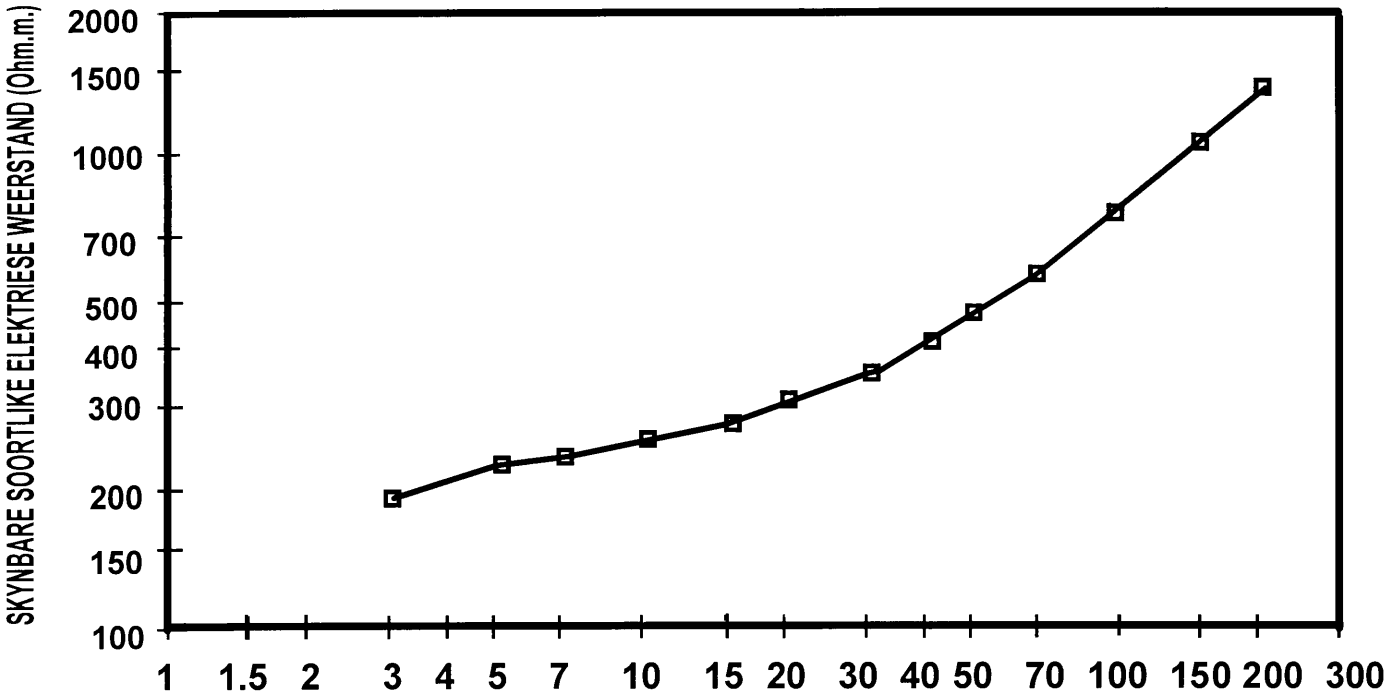
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	48.4	225	388	9987
$\rho_{(beste\ pas)}$	116	243	436	33889
$\rho_{(maksimum)}$	153	258	491	130453
$h_{(minimum)}$	*0.4*	*5.5*	*35.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.7*	*6.9*	*38.9*	
$h_{(maksimum)}$	*1.1*	*9.0*	*43.1*	

Figuur 8.6(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Luipaardsfontein 444 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.601%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	71.2	267	483	4984
$\rho_{(beste\ pas)}$	123	283	562	8621
$\rho_{(maksimum)}$	158	298	670	21155
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*11.0*	*41.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*13.0*	*48.2*	
$h_{(maksimum)}$	*1.3*	*15.3*	*58.8*	

Figuur 8.7(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Luipaardsfontein 444 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.6.4 Janpieta

Inleiding

'n Lokale dagsoom van die Selonsrivier Formasie kom in die omgewing van Janpieta 51 IS, geval 47 (Figuur 1), voor. Die plaas is 28km. ten noord-noordweste van Bethal geleë. Die eerste boorgat met ligging 26°13'04" S. en 29°24'13" O. is 48 meter diep en lewer 1000 l/uur. Die statiese watervlak was gemeet by 5.2 meter (veldmeting). Die tweede boorgat is geleë by 26°12'53" S. en 29°24'02" O. en is 93 meter diep. Hierdie boorgat lewer 5000 l/uur. Grondwater is op 'n diepte van 28 en 56 meter getref. Die eerste boorgat is m.b.v. 'n "leek-weerkaatsingsmetode" aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Selonsrivier Formasie kom op die plaas en omliggende plase voor. Die formasie dagsoom tussen die Vryheid Formasie en Karoo doleriet. Rioliet- dagsome word op plekke gevind. Die boorgatstate van beide boorgate dui slegs op rioliet. Die NGDB (1996) dui daarop dat slegs rioliet raakgeboor is in die boorgate in hierdie geologiese omgewing. Geen duidelike strekking van die rioliet word waargeneem nie. Lineamente of verwante strukture is nie waarneembaar op die lugfoto nie.

Geomorfologie

Die rioliet kenmerk 'n uitstaande topografie i.v.m. die omliggende Karoo gesteentes. Hierdie riolietdagsoom staan bekend as Vaalkop. Ten suide van die plaas kom 'n spruit voor asook panne. Die gebied om die boorgate is redelik gelyk met 'n geleidelike helling na die suide.

Geofisika

Beide die gelykstroom sonderings is parallel gedoen aan die waarneembare strekking van die rioliet. Die interpretasies is gegrond op die boorgatstate, NGDB (1996) en geologie.
Die eerste sondering lewer 'n vyf-laag gelaagde aarde (Figuur 8.8). Die eerste laag

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

bestaan uit ongekonsolideerde grond wat oorgaan in swak verweerde rioliet. Die ligging van die statiese watervlak word duidelik uitgebeeld deur die derde laag met sy betreklik lae soortlike elektriese weerstand. Hierna volg rioliet wat toeneem in soortlike elektriese weerstand, dus ‘n afname in die moontlike versadiging van gesteente materiaal of waterdraers. Die totale geoëlektriese model bestaan uit rioliet.

Slegs 'n A-tipe kromme is verkry by die tweede boorgat se gelykstroom sondering (Figuur 8.9). 'n Verweringsprofiel van rioliet word uitgebeeld met 'n afname in verwering met diepte. Die verskillende dieptes waar grondwater raakgeboor is, nl. 28 en 56 meter, manifesteer nie op die sonderingskromme nie as gevolg van onderdrukking.

Die EM-profiel (Figuur 8.10) dui op 'n toename in elektriese geleidingsvermoë vir die horisontale dipool wanneer na die noordooste beweeg word. ‘n Rede is dat die horisontale dipool beter koppel met vertikale strukture, sodat sy elektriese geleidingsvermoë hoofsaaklik toeneem. Volgens die swak koppeling van die vertikale dipool tussen stasies 90 en 130 meter, lyk dit of ‘n vertikale intrusie hier aanwesig is.

Die magnetiese profiel is uitgevoer loodreg tot die verwagte strekking van die gesteentes soos dit op die 2628 East Rand lugmagnetiese kaart (1977) verskyn.
'n Vertakkende remanente magnetiese intrusiewe liggaam word deur die gemodelleerde magnetiese data voorgestel (Figuur 8.11). Die anomalie is verkry tussen stasies 90 en 130 meter op die elektromagnetiese profiel.

Akwifeerkarakterisering

In die eerste boorgat is 'n dompeltoets uitgevoer met verskillende resultate (Figuur 8.12). Die model volgens Cooper *et al*. bereken 'n sterk lewerende boorgat. Die waarde van T = 147.63 m^2/dag is egter in stryd met die lewering van 1000 l/uur. Die model volgens Bouwer & Rice is egter meer realisties van die swak produserende boorgat. Volgens die tabelle van Freeze *et al*. (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al*. (1991) is die waarde verteenwoordigend van 'n swak gebroke stollings -en metamorfe gesteente.

Figuur 8.12 stel duidelik twee tipes hersteltye voor van die watervlak. Die eerste, vinnige deel (tot tyd $\leq$0.005 dae) stel die dreinering van grondwater uit ‘n meer deurlatende sone tussen die boorgat en die onversteurde akwifeer voor. Hierdie hersteltyd is verteenwoordigend van vloei uit die opvullingsmateriaal tussen die boorgatvoering en

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

die akwifeer. Die K-waarde wat vir hierdie hersteltyd bereken word, sal dui op die hoë hidrouliese geleidingsvermoë van die opvullingsmateriaal, bv. gruis. Die laattyd (> 0.005 dae) is die voorstelling van die wisselwerking tussen die watervlak in die boorgat en die akwifeer (laer hidrouliese geleidingsvermoë) (Rudolph *et al.*, 1991). Dit is die deel wat verteenwoordigend is van die akwifeer en deur die dompeltoets gekarakteriseer wil word.

Gevolgtrekking

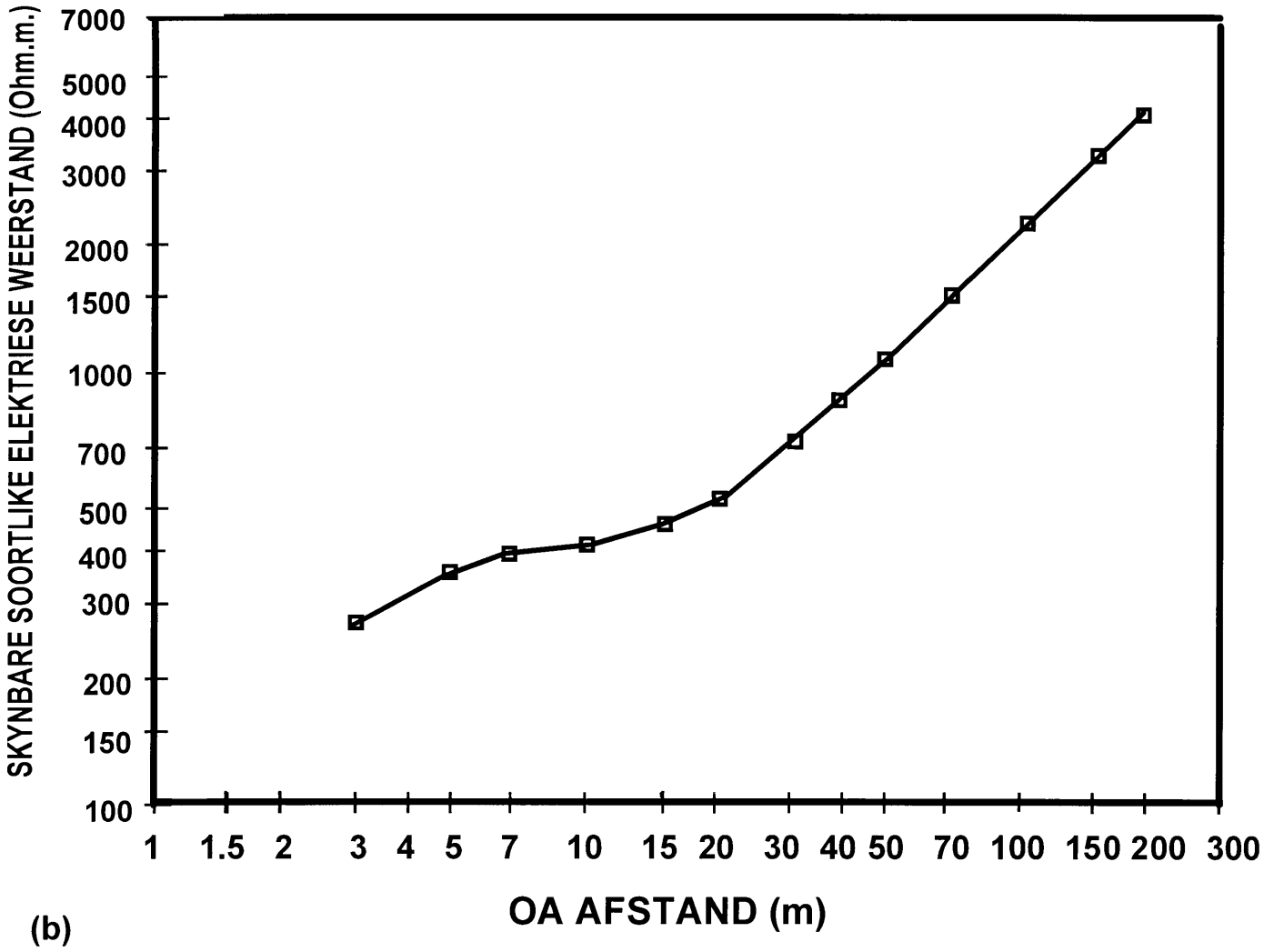
In die sonderingsmodel van die eerste boorgat word die statiese watervlak duidelik uitgebeeld deur die derde laag (Figuur 8.8). Sekondêre strukture soos waterlewerende krake kan egter nie opgespoor word nie, a.g.v. die beginsel van onderdrukking. Die resultate van die eerste boorgat dui op 'n swak gebroke stollingsgesteente akwifeer (Figure 8.8 en 8.12). Dieselfde tipe akwifeer is ook teenwoordig by die tweede boorgat, alhoewel 'n intrusie ook voorkom. Die plasing van die boorgat langs hierdie intrusie lyk moontlik volgens die magnetiese data (Figuur 8.11). Die aanwesigheid van die intrusie word doeltreffend gedefinieer deur die EM -en magnetiese profiele (Figure 8.10-11). Die gemodelleerde magnetiese data dui op 'n vertakkende liggaam (Figuur 8.11). So 'n onverweerde intrusie dien as keerbank, terwyl die genate kontaksone as 'n akwifeer dien. Die sterk lewering van die boorgat word primêr aan die aanwesigheid van die liggaam gekoppel.

Effektiewe boorgatplasing op hierdie plaas word gedoen m.b.v. al drie tegnieke wat op die plaas in die studie gebruik is. Kontaksones van intrusiewe liggame is belangrike akwifere volgens hierdie gevallestudie. Die aanwending van (elektro)magnetiese tegnieke behoort sulke liggame met gemak op te spoor. Gelykstroom sonderings word uitgevoer by gunstige posisies, soos afgelei van die (elektro)magnetiese data.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.575%

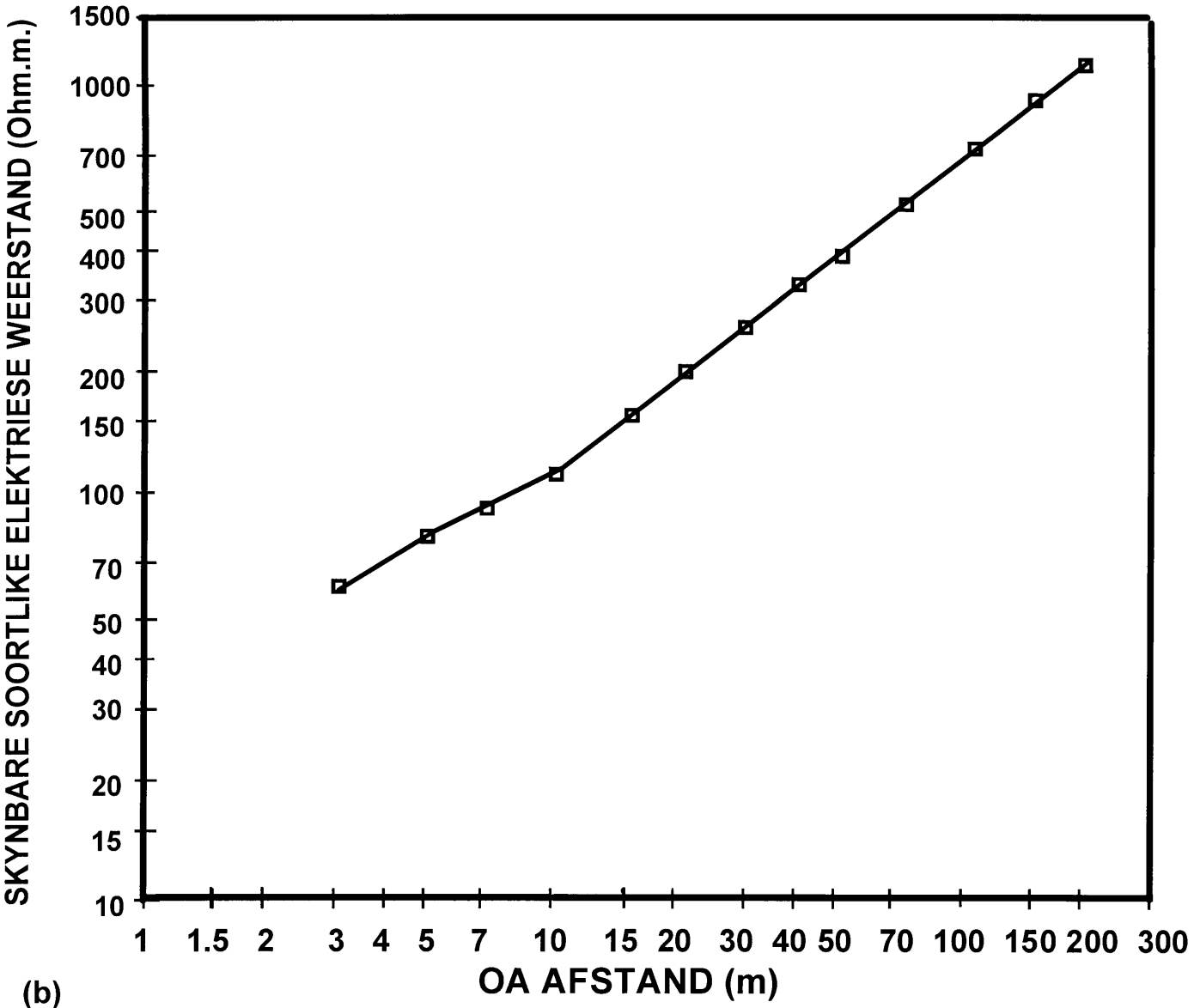
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	281	577	256	2693	7239
$\rho_{(beste\ pas)}$	305	602	291	2958	8001
$\rho_{(maksimum)}$	336	649	355	3387	16953
$h_{(minimum)}$	1.4	1.5	3.7	14.6	
$h_{(beste\ pas)}$	1.8	1.8	4.4	15.9	
$h_{(maksimum)}$	2.1	2.4	5.8	22.3	

Figuur 8.8(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Janpieta 51 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

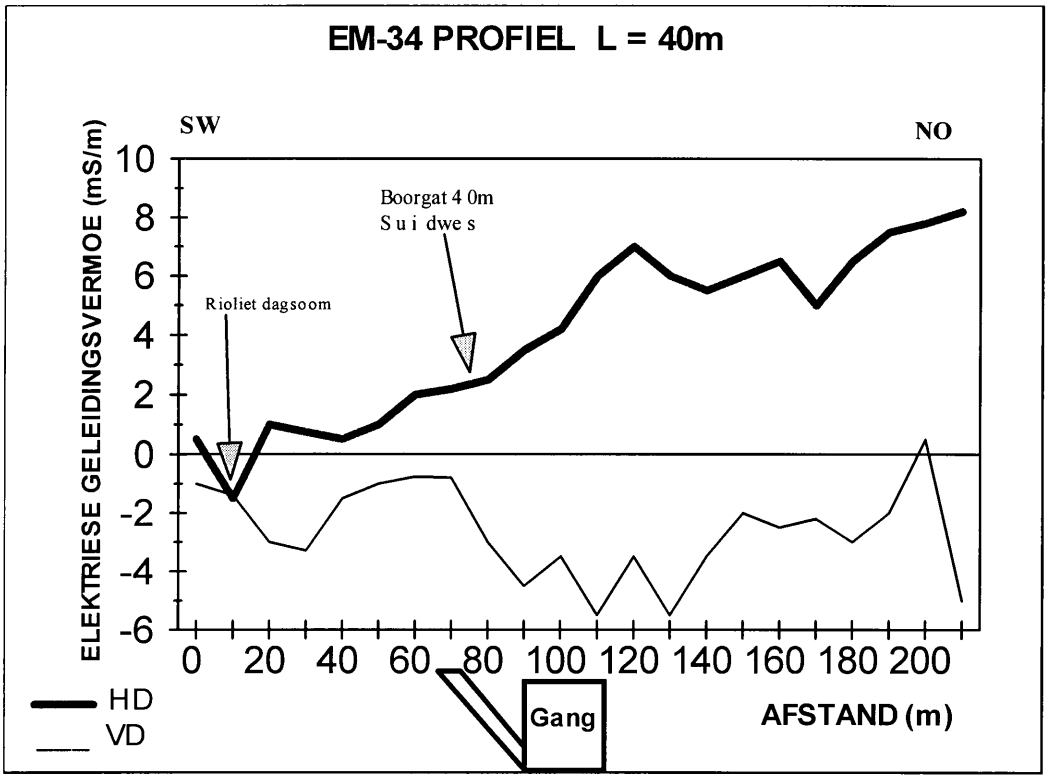
Krommepassingsfout : 1.233%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	29.2	147	10025
$\rho_{(beste\ pas)}$	43.8	182	24579
$\rho_{(maksimum)}$	55.6	258	108463
$h_{(minimum)}$	1.1	9.7	
$h_{(beste\ pas)}$	1.8	11.2	
$h_{(maksimum)}$	2.7	14.9	

Figuur 8.9(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Janpieta 51 IS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



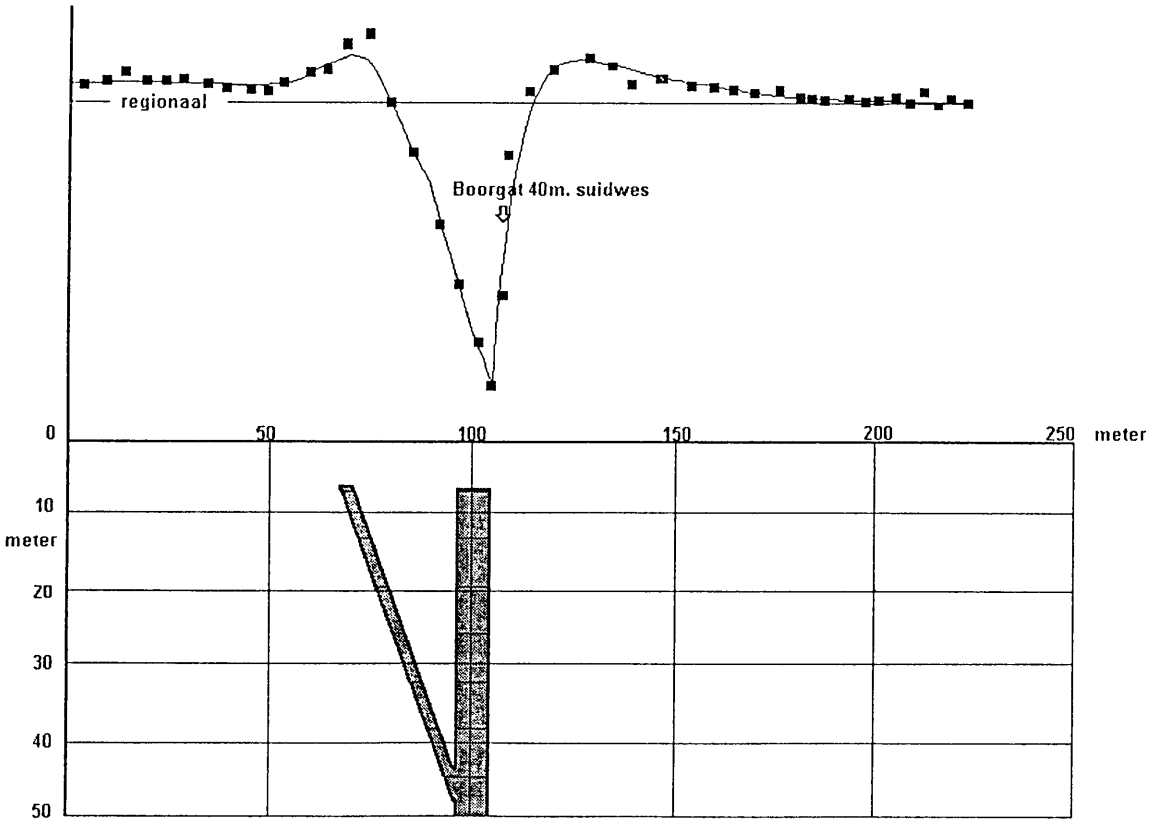
Figuur 8.10. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Janpieta 51 IS. Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data (Figuur 8.11).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1
Susseptibiliteit kontras	0.010
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	40
Remanente magnetisme	410
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	60
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	180

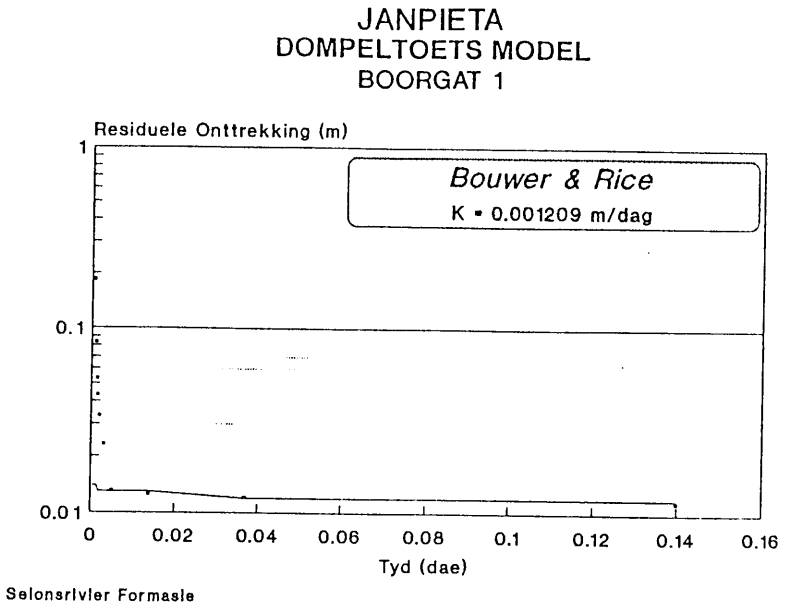
SW **NO**

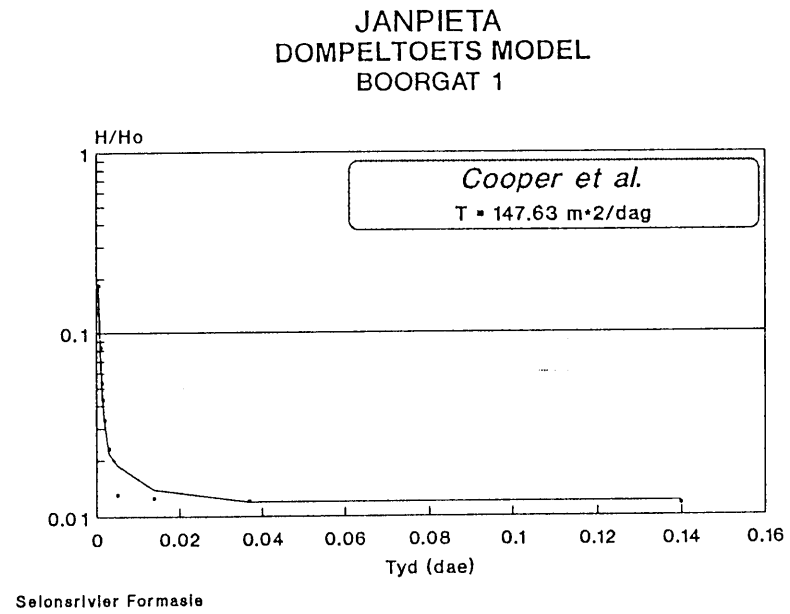


Figuur 8.11. Magnetiese liggaam model van boorgat 2 te Janpieta 51 IS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA





Figuur 8.12. Dompeltoets analitiese model van boorgat 1 te Janpieta 51 IS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.6.5 Doornnek

Inleiding

Die plaas Doornnek 88 JS, geval 55 (Figuur 1), is 17km. oos-noordoos van Verena geleë. Die boorgat met ligging 25°26'48" S. en 29°10'48" O. is 24 meter diep. Die lewering van die boorgat beloop 3500 l/uur en is met 'n stok aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie). Fonteine speel 'n noodsaaklike rol in die watervoorsiening in hierdie gebied.

Geologie

Die hele omgewing word bedek deur rioliet van die Selonsrivier Formasie met intrusies van diabaas (in laagtes). Die boorgat is volgens die 2528 Pretoria kaart (1978) op 'n agglomeraatband geleë. Dagsome en die boorgatstaat dui enkel op rioliet. Die strekking van die rioliet is omtrent noord-suid met 'n 40° helling na die weste. Boorgatstate wat in die NGDB (1996) gelys is dui ook slegs op rioliet. Geen fotografiese lineamente kom by die boorgat voor nie.

Geomorfologie

Die rioliet vorm berge met diep valleie waarin fonteine en strome voorkom. Diabaas-intrusies is hoofsaaklik verantwoordelik vir die laagtes en steil valleie, wat duidelik op die lugfoto sigbaar is. ‘n Aantal termiethope is aanwesig in die veld. Die boorgat is bo-op 'n kop geleë en die kop het ‘n geleidelik afwaartse helling na al die rigtings.

Geofisika

Die gelykstroom sondering is parallel aan die rioliet se strekking uitgevoer. Die gemodelleerde ses-laag aarde met afwisselende lae van elektriese isolators en -geleiers dui op die teenwoordigheid van moontlike waterdraers in die onverweerde rioliet (Figuur 8.13). Die volgende interpretasie is gegrond op die boorgatstaat, NGDB (1996) en geologie.
Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde grond en puin. 'n Dun tweede laag stel onverweerde rioliet voor wat oorgaan in 'n elektriese geleier. Die piësometriese

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

drukhoogte is na alle waarskynlikheid hier geleë. Soliede rioliet volg na hierdie elektriese geleier en word op 'n diepte van 29 meter vervang deur nog ‘n elektriese geleier met 'n aansienlike dikte van 38.3 meter. Die vloergesteente word gedefinieer deur soliede rioliet.

Die (elektro)magnetiese profiele wat uitgevoer is, is loodreg m.b.t. die strekking van die agglomeraatband uitgevoer, soos waargeneem op die 2528 Pretoria kaart (1978).

Die EM-profiel (Figuur 8.14) dui op 'n uiters weerstandbiedende omgewing, sodat 'n diep penetrasie verkry word. In die algemeen word 'n gelaagde aarde voorgestel, maar tussen stasies 130 en 350 meter word 'n vertikale struktuur geïdentifiseer in die omgewing van die boorgat. Die vertikale struktuur is duidelik waarneembaar uit die styging van die horisontale dipool se elektriese geleidingsvermoë komponent tot 5mS/m teen die agtergrond-waarde van 0.5mS/m .

'n Maksimum amplitude van 47nT word oor die totale magnetiese profiel waargeneem (Figuur 8.15). Hieruit kan afgelei word dat geen magnetiese intrusiewe liggaam aanwesig is nie.

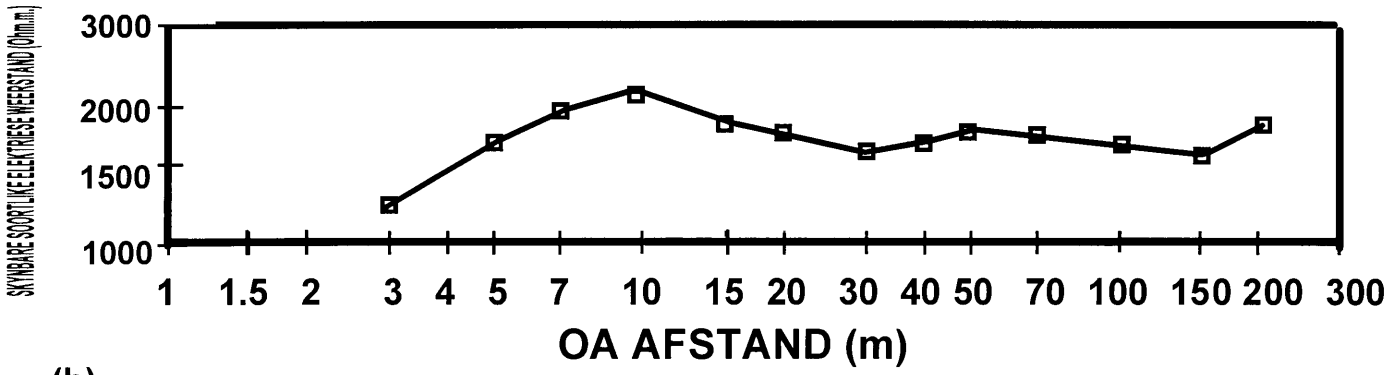
Gevolgtrekking

Die ingeperkte akwifeer wat aanwesig is, is moontlik krake in die rioliet, soos by al die ander gevallestudies van die Selonsrivier Formasie, asook die rioliet/agglomeraat-kontak. Die agglomeraatband word duidelik deur die EM-profiel uitgebeeld as 'n vertikale struktuur (Figuur 8.14). Volgens die magnetiese profiel in Figuur 8.15 is hierdie band nie magneties nie.

Die aanwesigheid van ‘n agglomeraatband, wat as ‘n waterdraer optree, veroorsaak dat hierdie band ‘n grondwater ondersoekteiken is. Die elektromagnetiese tegniek spoor hierdie band effektief op. Die gebruik van die magnetiese tegniek kan weggelaat word. Die diabaasintrusies in hierdie gebied is geassosieer met fonteine wat reeds in die waterbehoeftes van die bevolking dien. Gelykstroom sonderings word addisioneel tot die EM-data uitgevoer by anomale strukture.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

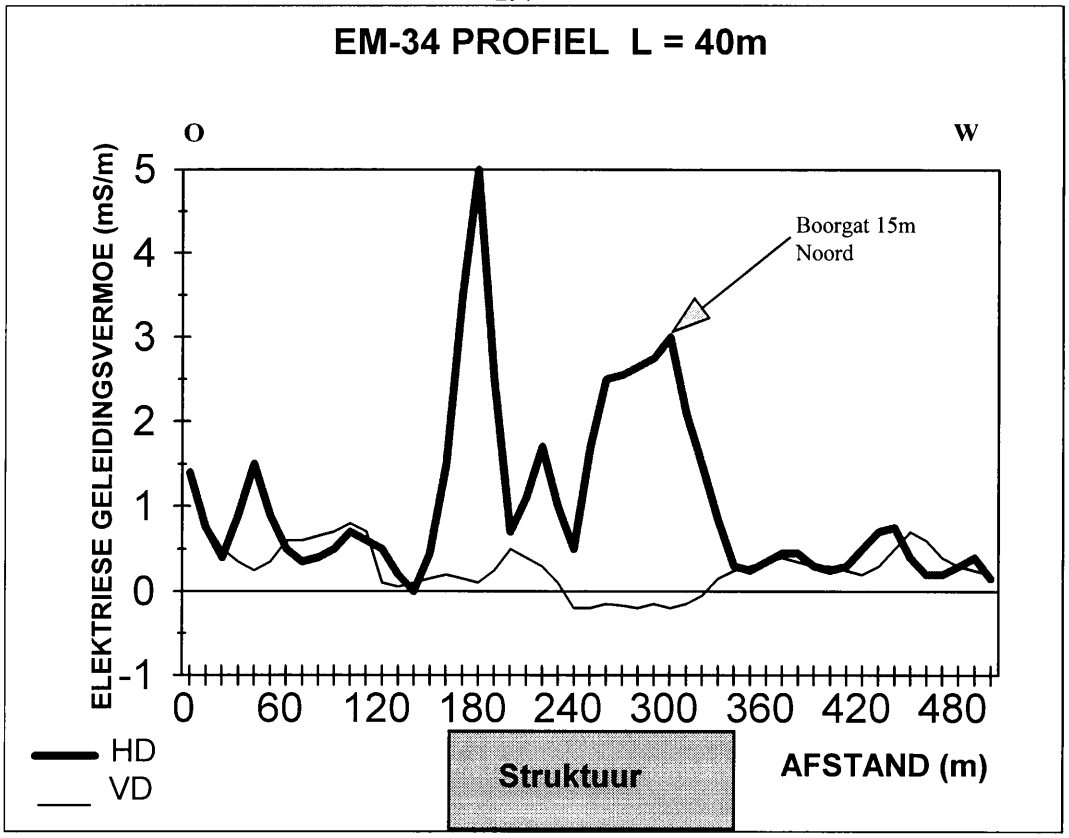
Krommepassingsfout : 1.852%

LAAG	1	2	3	4	5	6
$\rho_{(minimum)}$	1048	3284	1098	1892	1531	2180
$\rho_{(beste\ pas)}$	1124	3696	1252	2015	1678	2677
$\rho_{(maksimum)}$	1287	4721	1406	3809	2440	3827
$h_{(minimum)}$	*2.0*	*4.1*	*8.2*	*12.4*	*31.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*2.2*	*4.5*	*8.7*	*13.9*	*38.3*	
$h_{(maksimum)}$	*2.3*	*5.1*	*9.8*	*21.1*	*49.8*	

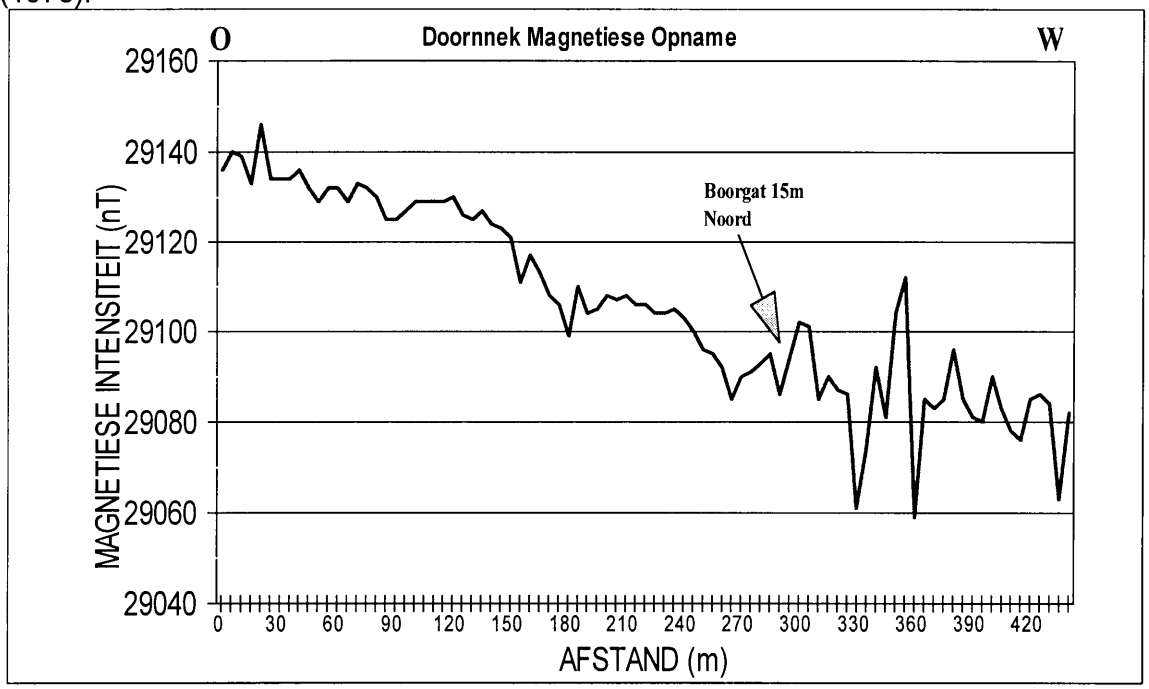
Figuur 8.13(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Doornnek 88 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 8.14. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Doornnek 88 JS. Die posisie van die struktuur is afgelei vanaf die elektromagnetiese data en die 2528 Pretoria kaart (1978).



Figuur 8.15. Magnetiese profiel langs die boorgat te Doornnek 88 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

8.7 GEVOLGTREKKINGS

Die Selonsrivier Formasie toon die volgende eienskappe in die studiegebied:

- In die Selonsrivier en Bethal omgewings word die grondwater op ‘n gemiddelde diepte van 25 meter raakgeboor. Die stasiese watervlak word op 5 meter gemeet. Die waardes is bereken vanaf 5 boorgate se boorgatinligting. Frommurze (1937) het destyds ‘n gemiddelde diepte van 24 meter bereken waar grondwater getref word, vanaf 17 boorgate. Die gemiddelde statiese watervlak was destyds 8 meter.
- Die invloed van anisotropie op sonderingsdata in die Selonsrivier Formasie is beperk, solank die helling van die gesteentes kleiner as 20° is.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geraas beperk die uitvoering van sinvolle elektro-magnetiese -en magnetiese opnames in sekere dele van die besondere gebied.
- Swak elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat oorwegend ondervind. Die elektriese geleidingsvermoë van die gesteentes is in die orde van 5 mS/m. Sulke swak elektriese geleidingsvermoë lei tot 'n vinniger verval van die elektromagnetiese golwe in aardkors, wat lei tot 'n dieper eksplorasiediepte tesame met die L = 40 meter lusspasiëring. Die tegniek definieer in so ‘n weerstandbiedende omgewing elektriese geleiers (byvoorbeeld verweerde diabaas) besonder duidelik, sodat die elektromagnetiese profileringstegniek aanbeveel word vir grondwater ondersoeke in hierdie gebied.
- Geoëlektriese profiele wat vanaf gelykstroom sonderings verkry is, kan gebruik word om potensiële akwifere mee op te spoor.
  Alhoewel op sekere plase dit wil voorkom dat op enige posisie geboor kan word, is die uitvoer van sulke sonderings soms ‘n vereiste, omdat elektriese geleiers, soos ‘n dik H-gedeelte op ‘n sonderingskromme, maklik uitwys.
  Boorgate met ‘n sterker grondwaterlewering word so aangewys.
  Die onderskeid tussen swak lewerende boorgate of droë boorgate en sterk lewerende boorgate is ‘n laer ρ_s-waarde vir die H-deel van die sonderingskromme van die sterk lewerende akwifeer.
  ‘n Algemene probleem in hierdie formasie is dat akwifere swak deur die sonderings gedefinieer word a.g.v. die beginsel van onderdrukking en/of dat die akwifeer ‘n kontaksone is met ‘n helling >45º.
- Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in hierdie formasie, is hoofsaaklik H, A, AA en QH-tipe krommes. Ander soorte

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

soos KHA, HAA, HKH en KHKH kan ook in sekere gevalle substansiële lewerings verseker.

- ❖ Soortlike elektriese weerstande vir akwifere wissel tussen 29 Ω.m. en 423 Ω.m. Akwifere met sterk lewerings se ρ-waarde wissel van 180 tot 420 Ω.m. Hierdie waardes is hoër as in ander bestudeerde formasies en groepe, omdat die waterdraers dun en beperk in omvang is, soos krake en intrusie kontakte.
- ❖ Die volgende indeling, Tabel 8.1, kan gemaak vir die Selonsrivier Formasie in die studiegebied.

Tabel 8.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.

AANTAL BOORGATE	LEWERING (l/uur)	GEMIDDELDE BOORGAT DIEPTE (m)	GEMIDDELDE ρ (Ω.m.)
3	0-1000	68	172
1	1000-2000	48	179
3	2000-3000	24	341
1	3000-4000	24	178
0	4000-5000	-	-
2	5000-6000	71	106
1	+6000	70	423

Die gemiddelde boorgatlewering in die studiegebied (~4200 l/uur) is effens laer as die bevindinge van Frommurze (1937), nl. 4700 l/uur, vir die rioliet in die Middelburg gebied.

Die gemiddelde boorgatdiepte het verander, nl. 35 meter in 1937, maar in 1997 was die gemiddelde boorgatdiepte 51 meter. Volgens Frommurze (1937) is die vlak diepte en hoë lewering wat hy destyds bereken het te wyte aan die gunstige posisies wat geboor is, soos by fonteine waar die piësometriese drukhoogte naby die aardoppervlak is en waterdraende strukture aanwesig is.

Uit die tabel is dit duidelik dat geen sigbare verband bestaan tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand en lewering van die akwifeer nie.

- ❖ Om 'n korrelasie tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, ρ_a, die boorgatlewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 8.2.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Tabel 8.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgat-diepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρ_a	l/uur	R = 0.38	Nee	10
ρ_a	h	R = 0.43	Nee	10
h	l/uur	R = 0.39	Nee	10

Uit die tabel volg dat geen statistiese betekenisvolle korrelasies bestaan nie. Dit sluit aan by die gevolgtrekking wat by Tabel 8.1 se waardes gemaak is.

- Die akwifere wat in die Selonsrivier Formasie redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat uit gebroke rioliet bestaan. Diabaasintrusies skep kontak-sones tussen die rioliet en diabaas wat ook as 'n akwifeer optree.
  Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem ingedeel word.
- In breë trekke is die omgewing van Ongezien-Elandslaagte wat op die Selonsrivier Formasie rus, die swakste kandidate vir sterk grondwaterlewering, i.v.m. die omliggende omgewing (Loskop Formasie, Hoofstuk 5, en Wilgerivier Formasie, Hoofstuk 9).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 9

DIE WILGERIVIER FORMASIE

9.1 DIE WILGERIVIER FORMASIE

Die Wilgerivier Formasie van die Waterberg Groep kom in die noordelike deel van die studiegebied voor. Die formasie vertoon 'n diskordansie met onderliggende gesteentes van die Pretoria Groep, die Selonsrivier Formasie en die Loskop Formasie (SACS, 1980). Aan die voet van hierdie diskordansie word gewoonlik 'n konglomeraatlaag aangetref. Die sedimentêre gesteentes van die Wilgerivier Formasie is dominerend sandhoudend en bestaan uit rooi-bruin, perserige, medium- tot grofkorrelrige sandsteen, kwartsitiese sandsteen, grintsteen, met intergelaagde konglomeraat en skalie. Die maksimum dikte is bykans 2000m (SACS, 1980). Die hellings van die formasie is baie vlak na die middel van die kom toe (Vegter, 1964 en SACS,1980).

In sekere dele kom diabaas voor, meesal as uitgestrekte plate, wat die formasie oorlê en/of tussengelaagd is. In die Middelburg-gebied word intrusiewe diabaasplate vrywel algemeen aangetref. Die plate is gabbroïes tot diabaserig, met die belangrikste minerale; plagioklaas, ougiet en horingblende. Die dikte van hierdie plate wissel van plek tot plek (Visser, 1989). Die aanwesigheid van plate in hierdie gebied word ook in die gevallestudies bespreek .

In die ooste van die gebied word die sandsteen onderlê deur rioliet, waarskynlik van die Selonsrivier Formasie. In die noordwestelike deel van die kom, in die omgewing van Rhenosterkop, is daar 'n groot verskuiwing teenwoordig met die kontak van die Nebo Graniet (2528 Pretoria, 1978).

In sekere gebiede word die sandsteen lokaal bedek deur gesteentes van die Karoo Opeenvolging, veral skalie van die Dwyka Formasie en die Vryheid Formasie van die Ecca Groep. Die dikte van hierdie skalie is in die meeste gevalle beperk tot net 'n paar meter, sodat dagsome van die Wilgerivier Formasie ook daarin voorkom (Visser, 1989).

9.2 WILGERIVIER FORMASIE AKWIFERE

Hattingh (1996) se klassifikasie van waterdraers met sekondêre openinge is 'n meetsnoer in die bepaling van akwifere in die gebied. Twee-dimensionele verwering waaronder naatsones en gange tel is teenwoordig. Die kontaksones van intrusies is 'n waterdraer, asook gebroke gesteentes wat verband hou met verskuiwings en nate.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die intrusiewe diabaasgange en -plate se verweerde boonste kontaksone is 'n uitstekende waterdraer, wat die waterlewering van 'n boorgat verhoog. Die diabaas dra water in die boonste kontaksone in die Middelburg distrik (Frommurze, 1937). Die onderste kontaksone van 'n diabaasplaat kan water dra, indien die sone verweer is en nie te diep is nie, omdat 'n te diep onderste kontaksone 'n swak aanvulling en 'n lae permeabiliteit van die verweerde gesteente kan hê.
Die grondwater in die sandsteen kom voor in nate en krakies, asook in laagvlakke en verweringskomme. Die nate is egter dun en vlak.
Water kan ook raakgeboor word waar daar 'n verskil in die tekstuur van die gesteente is. 'n Keerbank word dan gevorm tussen omliggende akwifeermateriaal (mnr. J. Schoen: persoonlike kommunikasie).

Die Dwyka Formasie van die Karoo Opeenvolging word in sekere dele bo-op die sandsteen van die Wilgerivier Formasie aangetref en kan redelike dieptes bereik. Redelike lewerings word net noord van Bronkhorstspruit in hierdie gesteentes aangetref.

Die medium poreusheid van die formasie, soos vasgestel deur Frommurze (1937) en Vegter (1964), reflekteer in lae boorgatlewerings. Om grondwater in hierdie formasie aan te tref in 1997, kan tot 130 meter diep geboor word (mnr. J. Schoen: persoonlike kommunikasie). Die resultate van die gevallestudies sal bepaal wat die gemiddelde totale diepte in 1997 is. In 1937 was die gemiddelde totale diepte in sedimente 33 meter en 27 meter in diabaas. In beide gesteentes word grondwater raakgeboor by 21 meter volgens Frommurze (1937). Boortoestande in die sandsteen wissel aansienlik a.g.v. die hardheid van die sandsteen, wat bepaal word as dit deur laegraadse metamorfose verander is (mnr. J. Schoen: persoonlike kommunikasie). Boorgate wat in diabaas geboor is lewer 'n sterker lewering as gate wat in sedimente geboor is, nl. 3100 l/uur gemiddeld teenoor 2000 l/uur volgens Frommurze (1937).
Volgens mnr. J. Schoen (persoonlike kommunikasie) wissel die lewering van die formasie in 1997 van 2500 tot 80,000 l/uur (uitsonderlik), maar die gemiddelde waterlewering is in die orde van 4000 l/uur. Daar is min opgeloste stowwe (Cl^- en Si) in die grondwater (Vegter, 1964). Weinig verdere inligting is beskikbaar oor die Wilgerivier Formasie (Vegter, 1964).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.3 GEOMORFOLOGIE

In die sentrale deel van die kom is die topografie redelik gelyk met effense hellings (4-10º), wat aan die gebied 'n heuwelagtige voorkoms gee. Vleilande en fonteine kom volop voor en is meesal 'n goeie aanduiding van die teenwoordigheid van diabaasintrusies. Hierdie intrusies het altyd 'n kenmerkende diep rooi-bruin grondkleur en is altyd van 'n kleierige aard, terwyl die sandsteen meesal 'n persrige, sanderige grond het.
Aan die suidelike -en noordelike kant van die kom, tesame met die gebiede wat deur die Wilge-, Olifants- en Klein Olifants riviere deursny word, word reliëf aangetref. Dit wissel van rante, kranse, poorte en riviervalleie.

Die kenmerkende rooi sandsteen van hierdie formasie is redelik ryk bedeel met boorgate, a.g.v. gemiddelde plaasgrotes (±250 ha.) met weinig oppervlakwater. Fonteine speel 'n belangrike rol in sekere gebiede, wat in die waterbehoeftes voorsien. Fonteine wat die outeur gesien het, kan aan die hand van Meinzer (Bowen, 1986) tussen derde en sesde soort geklassifiseer word. Plase waar daar hoofsaaklik van standhoudende verhewe fonteinwater gebruik word, is byvoorbeeld Mooiwater 247JS, Roodepoort 259JS, Zaaihoek 260JS en Kliprivier 341JS, Figuur 1. Hierdie fonteinwater word vir al die waterbehoeftes gebruik.

9.4 GEOBOTANIE

Die sandsteen van die Wilgerivier Formasie tipeer gewoonlik die volgende inheemse bome in rotsagtige plekke: Stamvrug (*Bequaertiodendron magalismontanum*), Wildemispel (*Vangueria infausta*), Bergmispel (*Tapiphyllum parvifolium*), Transvaalboekenhout (*Faurea saligna*), Rooisering (*Burkea africana*), Rooibos (*Combretum apiculatum*), Bergkiepersol (*Cussonia paniculata*), Bloubos (*Diospyros lyciodes*), Stekelblaarklapper (*Strychnos pungens*), Vaalsuikerbos (*Protea welwitschii*), Hoeveldsuikerbos (*Protea caffra*), en die Gewone taaibos (*Rhus pyroides*). Die Rooisering tesame met die kruid *Dichapetalum cymosum* (gifblaar) is dikwels die belangrikste aanduider van grondwater in sandsteen. Diabaasintrusies word veral gekenmerk deur doringbome, veral die *Acacia*-spesies soos die Soetdoring (*A. caffra*) en *Maytenus*-spesies, byvoorbeeld die Kraalpendoring (*M. polyacantha*) en die Gewone pendoring (*M. heterophylla*). Plantegroei op diabaasintrusies staan duidelik uit op lugfoto's en in die omgewing as dig beboste plate, kontrasterend met die yl plantegroei van die omliggende sandsteen.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.5 GEOFISIKA

Geofisiese eksplorasietegnieke wat tydens die gevallestudies gebruik is, is primêr die gelykstroom weerstandstegniek. Hierdie tegniek is by al die boorgate gebruik. Die magnetiese -en elektromagnetiese tegnieke het 'n sekondêre rol vervul. Die keuse om primêr die weerstandstegniek in te span berus op die feit dat hierdie tegniek min gesteur word deur kunsmatige geruis by boorgate, sodat 'n groot geraas/sein verhouding behaal word. Die strekking van die gesteentes, om anisotropie te verminder, is deurentyd in gedagte gehou by elke veldopstelling.

Magnetiese profiele tesame met elektromagnetiese profiele is loodreg tot die verwagte strekking van gesteentes uitgevoer soos dit op die lugmagnetiese kaarte (Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973) verskyn, om 'n sinvolle interpretasie en verbande daar te stel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6 GEVALLESTUDIES

9.6.1 Goedvertrouwd

Inleiding

Die plaas Goedvertrouwd 499 JR, geval 1 (Figuur 1), is 7km. noord van Balmoral geleë. Daar is slegs een boorgat aanwesig wat hoofsaaklik drinkwater voorsien. Die boorgatdiepte is 70 meter, waar die gemete statiese watervlak 13 meter is. Alhoewel die presiese lewering onbekend is, lewer die boorgat +6000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is geleë by 25º48'17" S. en 28º58'31" O.

Geologie

Die plaas word bedek deur gesteentes van die Wilgerivier Formasie en diabaas. Gesteentes wat *in situ* aangetref is, is kwartsitiese sandsteen, sandsteen en skalie. Die gesteentes, sandsteen en skalie, het ‘n 10º helling na die suide met 'n oos-wes strekking. Die kwartsitiese sandsteen, sandsteen en skalie van die rant hel teen 35º na die suide.
Geen lineamente of ander geologiese verskynsels is op die lugfoto's waargeneem nie.

Geomorfologie

Net noord van die huis word 'n rant aangetref waarvan die strekking oos-wes is en die gesteentes hel 35º na die suide. Die rant word aan die bokant gekenmerk deur (kwartsitiese) sandsteen en onder deur skalie. 'n Fontein is ook teen die rant aanwesig. Die diabaas aan die suide kant van die plaas tipeer 'n vlei.

Geofisika

Daar is een gelykstroom elektriese sondering uitgevoer, parallel aan die strekking van die gesteentes. Die geoëlektriese model bestaan uit 'n vier-laag aarde met 'n dik derde laag (Figuur 9.1).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Aan die hand van die struktuurgeologie en die geoëlektriese interpretasie kan die volgende geologiese interpretasie gemaak word: Die eerste laag dui slegs vogtige residuele bo-grond aan wat oorgaan in 'n 8.4m. dik elektriese geleier. Die statiese watervlak is waarskynlik hier geleë. Daaronder word 'n 43m. dik skalielaag en verweerde/verbrokkelde diabaas aangetref. Die skalielaag se teenwoordigheid is duidelik sigbaar in dagsome wat in die rant voorkom. Onder hierdie skalielaag word swak verweerde/verbrokkelde diabaas aangetref.

Gevolgtrekking

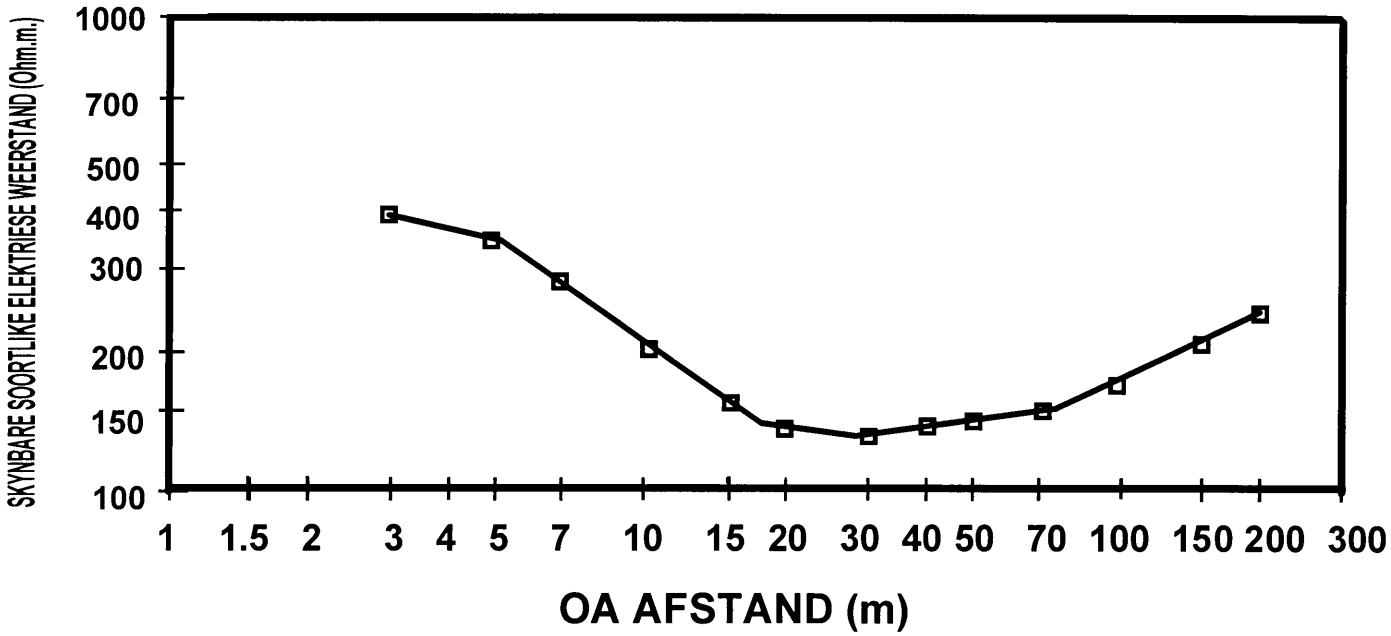
Die ingeperkte akwifeer op die plaas is die skalie en die boonste verweerde/verbrokkelde diabaaskontak. Hierdie kontak is sigbaar is op die verkryde sonderingskromme se A-gedeelte.
Die feit dat die boorgat naby ‘n waterskeiding geplaas is veroorsaak ‘n beter aanvulling van die akwifeer en ‘n sterker grondwaterlewering.
Die akwifeer is opgespoor en gedefinieer deur die gelykstroom weerstandstegniek. Die onverweerde diabaasplaat as vloergesteente is nie gedefinieer nie weens ‘n tekort aan AB-kabellengte.

Alhoewel dit lyk dat enige boorposisie tussen die rant en die diabaasplaatdagsome ‘n geskikte boorposisie lyk te wees, word slegs gelykstroom elektriese sonderings aanbeveel op die plaas. Die gelykstroom sondering moet uitgevoer word in oorleg met die struktuurgeologie van die plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.120%

Laag	1	2	3	4
ρ(minimum)	477	99.2	158	386
ρ(beste pas)	490	107	164	442
ρ(maksimum)	513	125	171	730
h(minimum)	*1.8*	*7.9*	*38.4*	
h(beste pas)	*2.1*	*8.4*	*42.9*	
h(maksimum)	*2.3*	*8.8*	*49.1*	

Figuur 9.1(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Goedvertrouwd 499 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.2 Waschbank I

Inleiding

Die plaas Waschbank 497 JR, geval 2 (Figuur 1), is 16km. noordwes van Balmoral geleë. Die boorgat is geleë by 25º46'50" S. en 28º59'15" O., net oos van die Saalboomspruit. Die betrokke boorgat se lewering is slegs 2000 l/uur en het 'n diepte van 56 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie). ‘n Aantal boorgate wat in die veld geboor is (weg van die spruit), is droog (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die gebied word geheel en al bedek deur die Wilgerivier Formasie. Dagsome kom in die hele omgewing voor. Kwartsitiese sandsteen word aangedui in die boorgatstaat.

Geomorfologie

Die boorgat lê 50m. oos van die Saalboomspruit. Daar bestaan 'n geleidelike helling van 9º na die weste. Sandsteenrante is direk wes van die spruit aanwesig, waarin ook nie-standhoudende fonteine voorkom.

Geofisika

By die boorgat is een gelykstroom sondering uitgevoer, parallel aan die strekking, met een addisionele kalibrasie sondering 100 meter suid van die boorgat. Die kalibrasie sondering is uitgevoer om ‘n beter begrip van die geologiese suksessie te vorm n.a.v. die geoëlektriese interpretasie. 'n Q-tipe sonderingskromme (Figuur 9.2) is verkry by die boorgat wat op elektriese geleiding in diepte dui. Die eerste laag word gekenmerk deur 'n vlak kwartsitiese sandsteendagsoom wat oorgaan in 'n sandsteen/skalie gelaagdheid met 'n dikte van 28 meter. Die finale laag met ρ_3 = 710 Ω.m. dui op die aanwesigheid van meer skalie in die opeenvolging. Die addisionele sondering wys 'n KQ-tipe kromme (Figuur 9.3). Ongekonsolideerde grond word bo die kwartsitiese sandsteen aangetref, met dikte 1.5m., wat aanleiding gee tot die vier-laag kromme. Die res van die suksessie het dieselfde geoëlektriese interpretasie as die eerste sondering.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

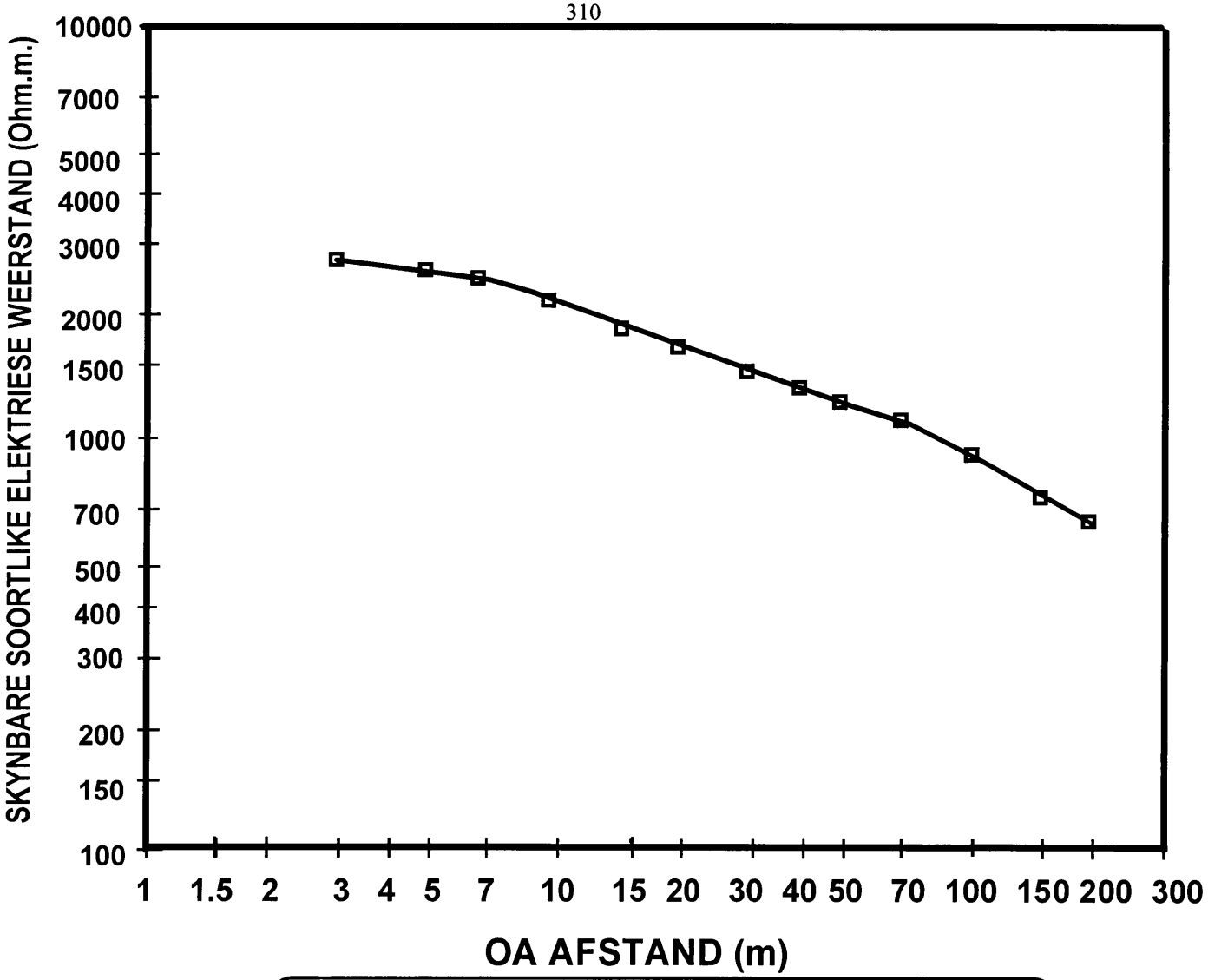
Die plaaslike akwifeer kan beskryf word as 'n ingeperkte akwifeer. Indien grondwater uit die boorgat gepomp word, sal die keël van drukontlasting waarskynlik tot by die spruit strek.
Die beperkte lewering van die boorgat mag impliseer dat die water in die sedimentêre gesteentes uit dun nate, krakies en laagvlakke onttrek word met 'n belangrike bydrae van die spruit.

Dit kom voor dat langs die spruit enige boorposisie geskik is, maar verder van die spruit af is die kans groter dat ‘n droë boorgat geboor kan word.
Die geskikte geofisiese eksplorasietegniek op die plaas is gelykstroom elektriese sonderings. 'n 1200 m. Magnetiese travers op 'n buurplaas (Waschbank II, Figuur 9.6) het aangedui dat magnetiese intrusies afwesig is in hierdie gebied, behalwe lang lineamente wat aangedui is op die 2528 Pretoria kaart (1978). Die elektromagnetiese profileringstegniek sal weinig addisionele inligting verskaf en kan dus agterweë gelaat word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.474%

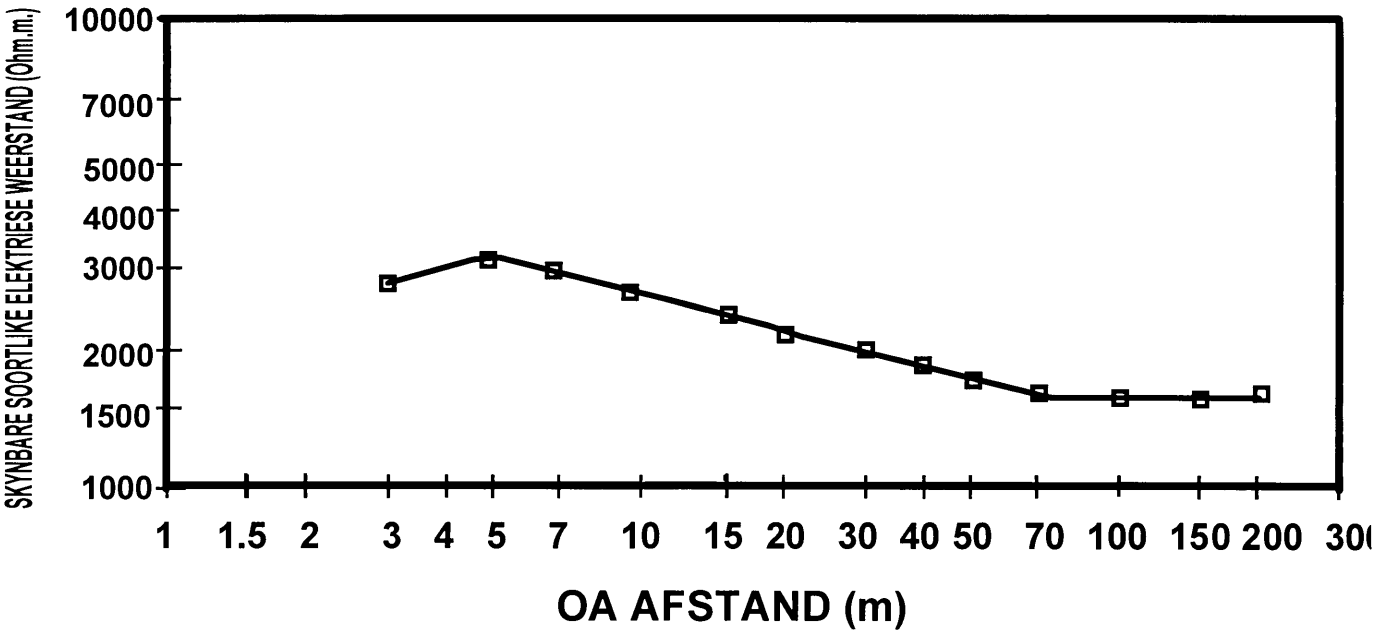
LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	2940	1550	580
$\rho_{(beste\ pas)}$	3020	1630	710
$\rho_{(maksimum)}$	3090	1740	850
$h_{(minimum)}$	*3.7*	*20.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*4.0*	*28.0*	
$h_{(maksimum)}$	*5.3*	*37.7*	

Figuur 9.2(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Waschbank 497 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.905%

Laag	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	1782	5008	2287	1560
$\rho_{(beste\ pas)}$	2314	5196	2332	1717
$\rho_{(maksimum)}$	2545	9934	2481	1839
$h_{(minimum)}$	*1.4*	*1.7*	*12.3*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.5*	*1.9*	*16.0*	
$h_{(maksimum)}$	*1.6*	*2.2*	*27.1*	

Figuur 9.3(a,b). Addisionele sonderingsinligting te Waschbank 497 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.3 Doornrug

Inleiding

Die plaas Doornrug 387 JS, geval 3 (Figuur 1), is 5km. oos van Balmoral geleë. Die boorgat is geleë by 25º50'57" S. en 29º01'43" O. en verskyn in die NGDB (1996). Die boorgat is 150m. diep en lewer slegs 1000 l/uur (NGDB: 1996 en eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is bo-op 'n rant (± 50m. hoog) geplaas, wat impliseer dat die boorgat die totale rant penetreer in diepte. Ten suide van die plaas kom 'n dik diabaasplaat voor met droë boorgate. Die plaaslike drinkwater word uit 'n fontein verkry.

Geologie

Die oppervlakgesteentes is deel van die Wilgerivier Formasie en na die noorde en suide van die plaas kom diabaasplate voor. Dagsome is feitlik afwesig, maar op geïsoleerde plekke kom sandsteen voor. Die gesteenteopeenvolging volgens 'n paduitgrawing dui op diabaas, gebakte sandsteen, lateriet en sandsteen. 'n Helling van 10º na die suidweste word waargeneem. Die boorgat kan nie met enige fotografiese lineament geassosieer word nie.

Geomorfologie

Die gebied waar die diabaas voorkom is gelykliggend en die Wilgerivier Formasie tipeer die rant. Na die weste (+700m.) kom 'n fontein voor wat wel geassosieer kan word met 'n fotografiese verbrokkelingspoor.

Geofisika

Die uitgevoerde sondering, parallel aan die strekking, dui op 'n AK-tipe kromme (Figuur 9.4). 'n Interpretasie aan die hand van die boorgatstaat in die NGDB (1996) is onmoontlik weens die twyfelagtige aard van 'n tilliet voorkoms op 6 meter. Vervolgens is die interpretasie gedoen volgens die waargenome geologiese profiel in die paduitgrawing. Die eerste laag is 'n dun laag oppervlakbedekking wat oorgaan in sandsteen wat met diepte 'n afname in voginhoud toon en aanleiding gee tot 'n hoër soortlike elektriese weerstand. Op 'n diepte van 64m. word 'n geleidende laag aangetref,

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

wat die kontak tussen die sandsteen en swak verweerde diabaas voorstel. As gevolg van die beperkte AB/2-lengte is die onverweerde diabaasvloergesteente nie gedefinieer op die sonderingskromme nie.

Gevolgtrekking

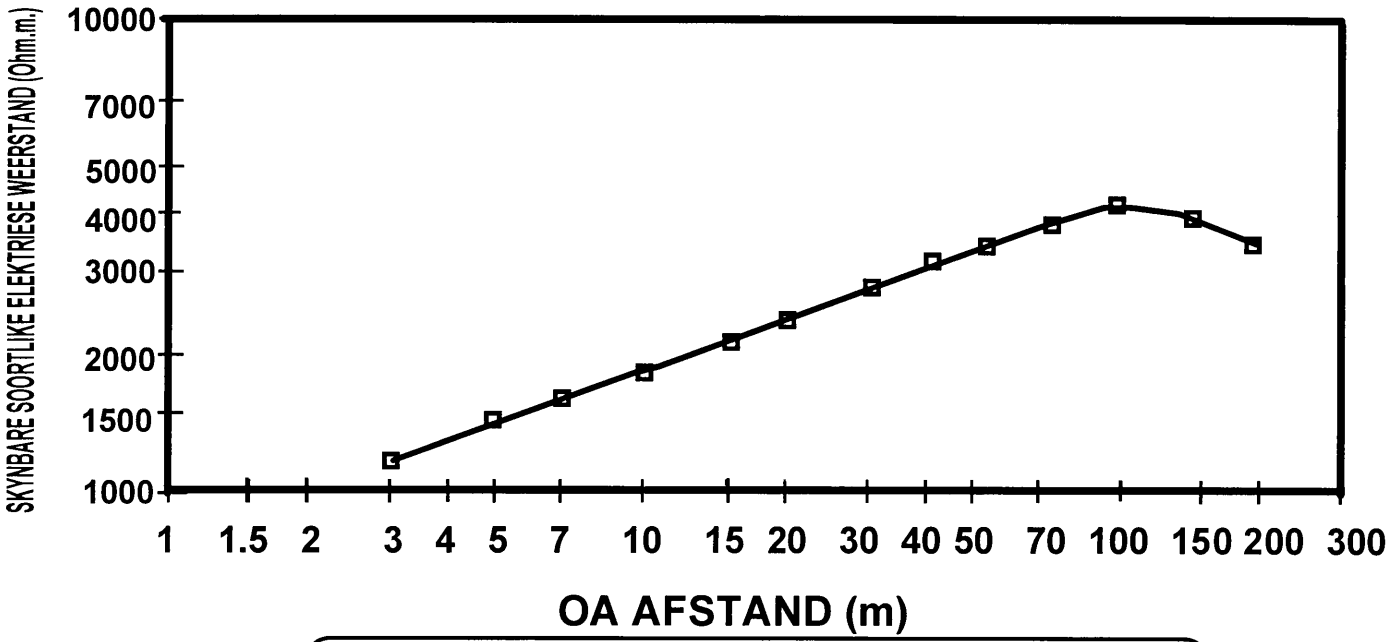
Die kontak tussen die swak verweerde diabaas en die sandsteen is die ingeperkte akwifeer. Die beperkte lewering dui daarop dat die akwifeer 'n beperkte dikte, verwering, omvang en aanvulling het in al drie dimensies. Indien die akwifeer dikker was met ‘n sterker lewering sou die soortlike elektriese weerstand laer gewees het. Die feit dat die boorgat ongeveer vir 60 meter sandsteen penetreer, is dit heel waarskynlik dat die betrokke kontak op 64 meter raakgeboor kan word met die inagneming van die hoogte van die boorgat en lokale dagsome.

Die droë boorgate in die diabaasplaat en die swak lewering van die boorgat maak 'n ondersoek na grondwater op hierdie plaat onnodig. Dit is reeds bewys dat die boor van boorgate (±15) in die dik onverweerde diabaasplaat 100% onsuksesvol was (eienaar: persoonlike kommunikasie). ‘n Boorposisie op die rant moet gerugsteun word deur gelykstroom sonderings om te bepaal of die sandsteen/verweerde diabaaskontak ‘n akwifeer in diepte definieer by daardie plek.
Gelykstroom elektriese sonderings moet hoofsaaklik aangewend word by fotografiese verbrokkelingspore op die plaas tesame met (elektro)magnetiese tegnieke, vanweë die swak lewering van die sandsteen/verweerde diabaasakwifeer en die groot kostes verbonde aan die diep boorwerk.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.803%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	190	2060	6100	1900
$\rho_{(beste\ pas)}$	620	2090	8600	2480
$\rho_{(maksimum)}$	870	2110	11000	3250
$h_{(minimum)}$	*0.3*	*12.6*	*24.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.6*	*13.6*	*49.9*	
$h_{(maksimum)}$	*0.9*	*15.8*	*66.8*	

Figuur 9.4(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Doornrug 387 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.4 Waschbank II

Inleiding

Die plaas Waschbank 497 JR is 13km. noord van Balmoral geleë. Die geval 4 (Figuur 1) is spesifiek gekies omrede 'n lineament op die plaas aangedui word op die 2528 Pretoria kaart (1978). Die boorgat, met ligging 25º47'00" S. en 28º01'14" O., is geplaas in die onmiddelike omgewing van die strekking van die lineament. 'n Beperkte lewering van 2000 l/uur word by die boorgat verkry. Die statiese watervlak staan by die 8 meter, maar die boorgatdiepte is onbekend (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die oppervlak gesteentes is deel van die Wilgerivier Formasie. Sandsteendagsome kom voor. Die grondprofiel by die boorgat verander van geel na grys tot geel-bruin. Die boorgatstaat het niks opgelewer nie. Die gesteentes hel 8º na die noorde.

Geomorfologie

'n Geleidelike helling van 4º na die ooste is waargeneem. In die ooste vloei die Kromdraaispruit en is ten minste twee fonteine aanwesig.

Geofisika

'n Gelykstroom elektriese sondering is by die boorgat gedoen, parallel aan die strekking van die gesteente formasie.
'n Drie-laag aarde is gemodelleer (Figuur 9.5), wat op 'n intermediêre weerstandbiedende laag dui. Die interpretasie is gedoen volgens die model in Figuur 9.5, die geologie, die magnetiese profiel (Figuur 9.6) en die NGDB (1996). Die eerste laag is bo-grond. Die weerstandbiedende laag word gekenmerk deur sandsteen. Die derde laag dui moontlik op 'n intrusie wat in 'n mate verweer is. Die waargenome lineament op die 2528 Pretoria kaart (1978) strek ook deur hierdie deel van die plaas. Daar is 'n magnetiese profiel van by die 1200 meter gedoen ter plaatse (Figuur 9.6), maar weens die groot invloed van kunsmatige geruis is die sein so versteur dat daar 'n deel van die anomalie verlore gegaan het in die nabyheid van die boorgat. Die totale residuele amplitude van die anomalie is 250 nT, wat mag dui op die moontlike

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

teenwoordigheid van die intrusie. Die anomalie word egter nie waargeneem op die gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal lugmagnetiese opname kaart (1973) nie. Die anomalie is nie gemodelleer nie, weens 'n gebrek aan noodsaaklike data tussen stasies 700 en 800 en die invloed van kunsmatige geruis op die data tussen stasies 800 en 1000.

Gevolgtrekking

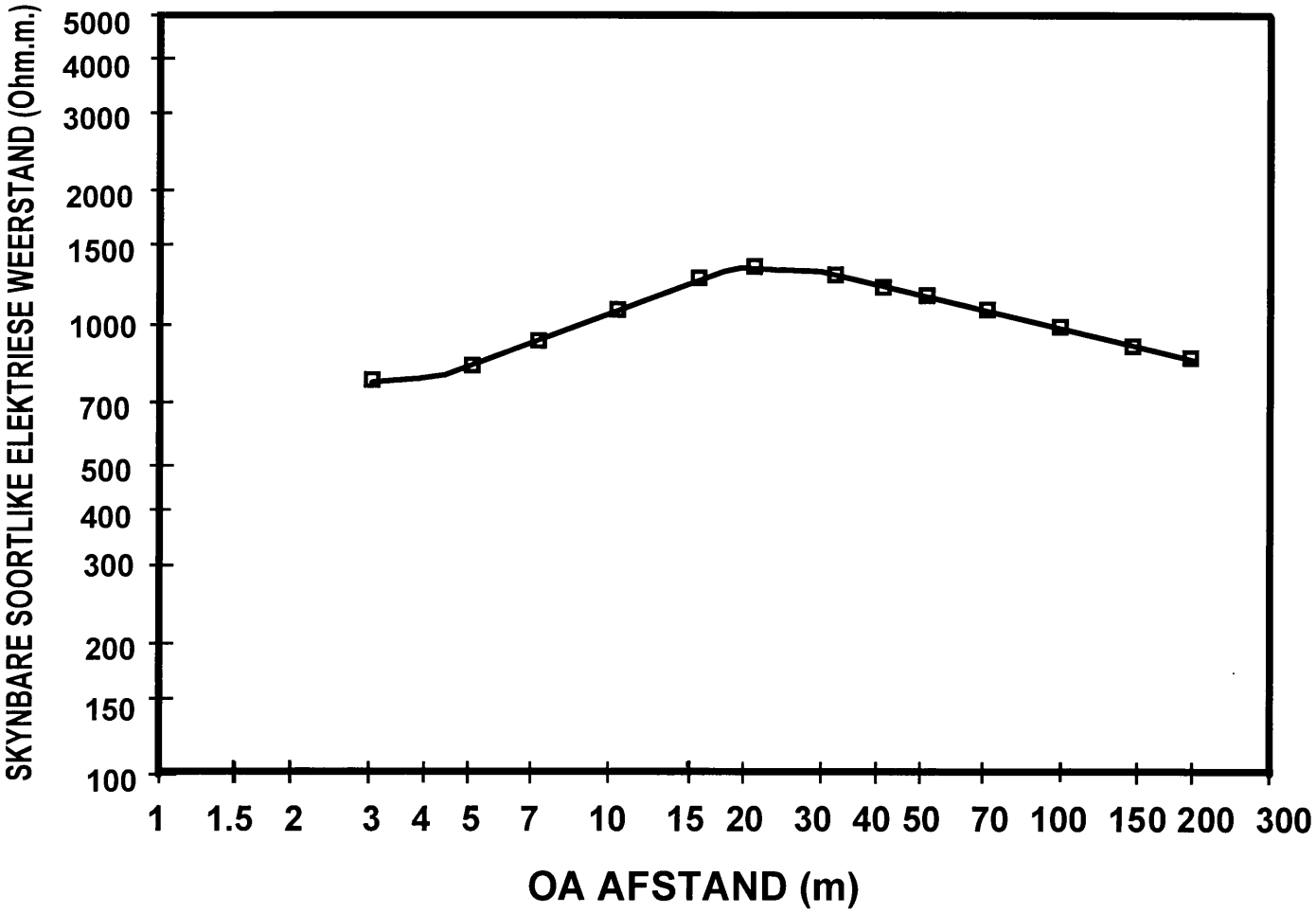
'n Ingeperkte akwifeer word deur die lineament gevorm. Duidelike lineamente ten noordweste van die plaas kan op die lugfoto gesien word. Interpolasie van die lineamente staaf die ligging van die lineament op die 2528 Pretoria kaart (1978). In hierdie geval sal die sandsteen/intrusie kontak as die akwifeer dien. Die onverweerde intrusiewe gesteente is nie opgespoor met die sondering nie, weens die beperkte maksimum AB/2-afstand van 200m. van die kabelrolle.

Die lineament sterk op hierdie plaas saam met kraglyne, sodat die (elektro)magnetiese tegnieke onbruikbaar is. Die magnetiese profiel (Figuur 9.6) het aangedui dat geen magnetiese intrusies op die res van die plaas voorkom nie, en veel geraas teenwoordig is, sodat hierdie tegniek nie op ander gedeeltes van die plaas noodsaaklik is nie. Slegs gelykstroom elektriese sonderings word aanbeveel in die omgewing van die lineament en fonteine om moontlike verweerde intrusiewe gesteentes mee op te spoor. Dit is onwaarskynlik dat op enige posisie weg van die lineament noemenswaardige grondwater raakgeboor sal word, a.g.v. die afwesigheid van verweerde intrusies wat as akwifere dien en die teenwoordigheid van ‘n dik sandsteensuksessie met min waterdraende eienskappe volgens die NGDB (1996) van die gebied.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

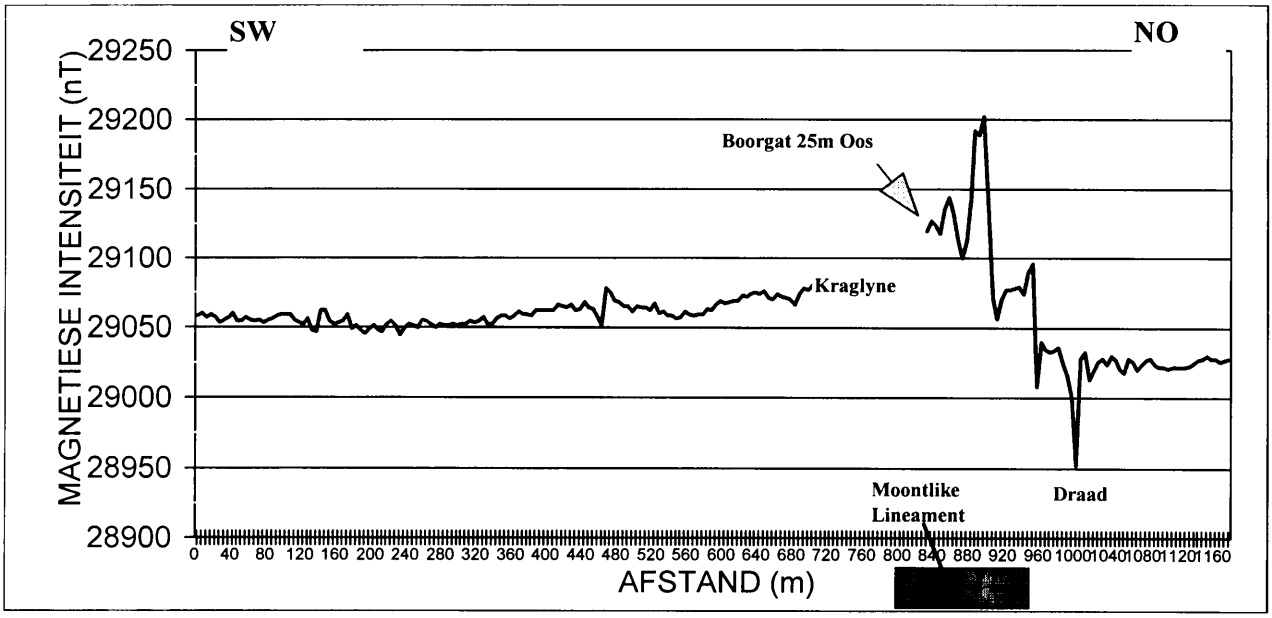
Krommepassingsfout : 0.824%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	590	2170	880
$\rho_{(beste\ pas)}$	640	2900	915
$\rho_{(maksimum)}$	680	3700	940
$h_{(minimum)}$	*3.1*	*5.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*3.7*	*6.4*	
$h_{(maksimum)}$	*3.8*	*8.1*	

Figuur 9.5(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Waschbank 497 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.6. Magnetiese profiel langs die boorgat te Waschbank 497 JR. Die moontlike lineament se posisie is geïnterpreteer volgens die 2528 Pretoria kaart (1978).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.5 Onverwacht

Inleiding

Die plaas Onverwacht 532 JR, geval 5 (Figuur 1), is op die suidelike rand van die Wilgerivier Formasie kom geleë. Die boorgat is geleë by 25º50'48" S. en 28º53'11" O. Die lewering van die boorgat is in die orde van 2500 l/uur (onwetenskaplike toets). Naby die boorgat kom 'n nie-standhoudende fontein voor.

Geologie

Die Wilgerivier Formasie is hier prominent teenwoordig wat duidelike sandsteenterasse tipeer wat teen 5º na die noorde hel. Verweerde diabaas word 250m. wes van die boorgat aangetref. Tekens van verbrokkelingspore is teenwoordig ten noorde van die boorgat op die lugfoto, maar dit is onwaarskynlik volgens die lugfoto dat die strekking van die lineamente en die boorgat se posisie saamval.

Geomorfologie

Die boorgat is geleë tussen sandsteenterasse en dagsome wat na die noorde toe hel. Die boorgat self is hoër as die omliggende omgewing geleë. 'n Nie-standhoudende fontein is 15 meter wes van die boorgat af geleë.

Geofisika

'n Gelykstroom elektriese sondering is by die boorgat uitgevoer, parallel aan die strekking van die gesteentes, wat 'n vyf-laag aarde sonderingskromme definieer (Figuur 9.7). Die sonderingskromme is 'n QQH-tipe en wys op die teenwoordigheid van 'n geleidende laag op 'n diepte van 14.4 meter. Volgens die model en interpretasie in Figuur 9.7 is die eerste laag bo-grond en onversadigde sandsteen wat oorgaan in 'n meer versadigde sandsteen, waarskynlik as gevolg van watergevulde nate. Die derde laag dui op die teenwoordigheid van sandsteen en skalie met 'n laer soortlike elektriese weerstand. Dit kan te wyte wees aan 'n toename in vog-inhoud. Laag vier met ρ_4 = 170 Ω.m. en ‘n dikte van 17 meter, dui op die teenwoordigheid van 'n verweerde diabaasintrusie. Hierna word oorgegaan na die oorgangsone tussen die verweerde en onverweerde diabaasintrusie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geen (elektro)magnetiese tegnieke is gebruik nie, omdat die boorgat langs ‘n kraglyn geleë is, wat geraas op die data superimponeer.

Akwifeerkarakterisering

In 'n naby geleë boorgat is 'n dompeltoets uitgevoer (Figuur 9.8). Die hidrouliese geleidingsvermoë waarde wat deur die Bouwer & Rice metode bepaal is, beteken 'n praktiese droë gat. Die boorgat het ook geen pomp nie. Die Cooper *et al*. metode is onbruikbaar weens die uiters stadige hersteltyd van die water in die boorgat en omliggende formasie.

Gevolgtrekking

Die diabaasintrusie as keerbank en sy verweerde oorgangsone tussen verweerde en onverweerde materiaal dien as ingeperkte akwifeer. 'n Verdere voordeel tot die ontwikkeling en aanvulling van die akwifeer is die helling van die sandsteen wat aanleiding gee tot 'n natuurlike vloeigradiënt na die noorde. Die aanwesigheid van die fontein dui ook op onderaardse ondeurlatende geologiese toestande, soos 'n keerbank. Die boorgat is waarskynlik ten suide van die intrusie geleë om die natuurlike vloei van water wat teen die keerbank opdam te onderskep.

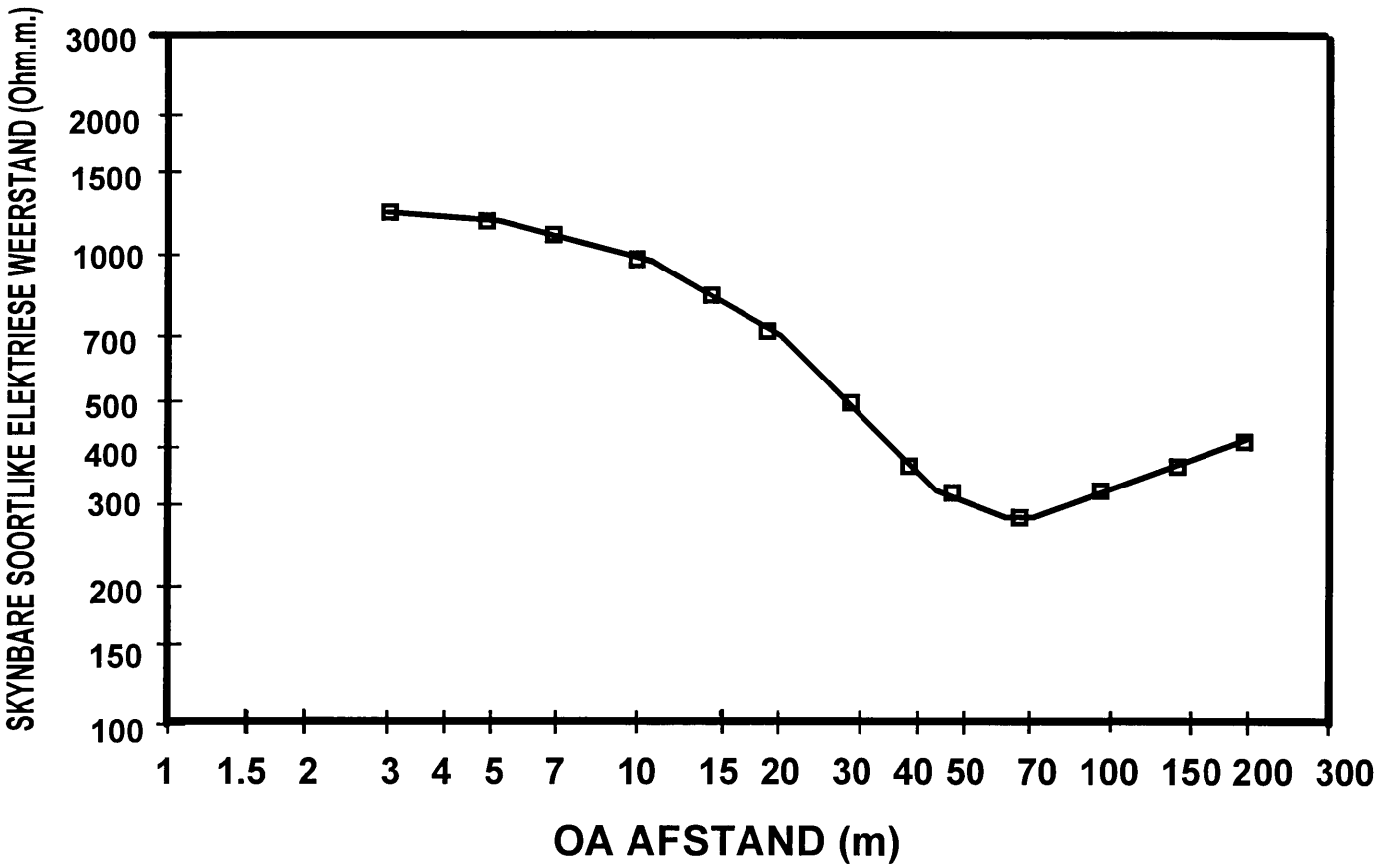
Die dompeltoets het aangedui dat die een ontoegeruste boorgat droog is. So ‘n dompeltoets is ‘n vinnige, goedkoop en handige manier om te bepaal wat ‘n onbekende boorgat se verwagte lewering is.

Enige boorposisie op hierdie plaas is ongeskik, soos die een droë boorgat uitwys. Waar kunsmatige geraas afwesig is, word (elektro)magnetiese tegnieke aanbeveel om diabaasintrusies mee op te spoor. Gelykstroom elektriese sonderings word uitgevoer by gunstige posisies volgens die (elektro)magnetiese data. Die sonderings sal die diepte na die intrusiekontak definieer indien die intrusie genoegsame dikte en omvang het. Optimale boorgatplasing word so verseker.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

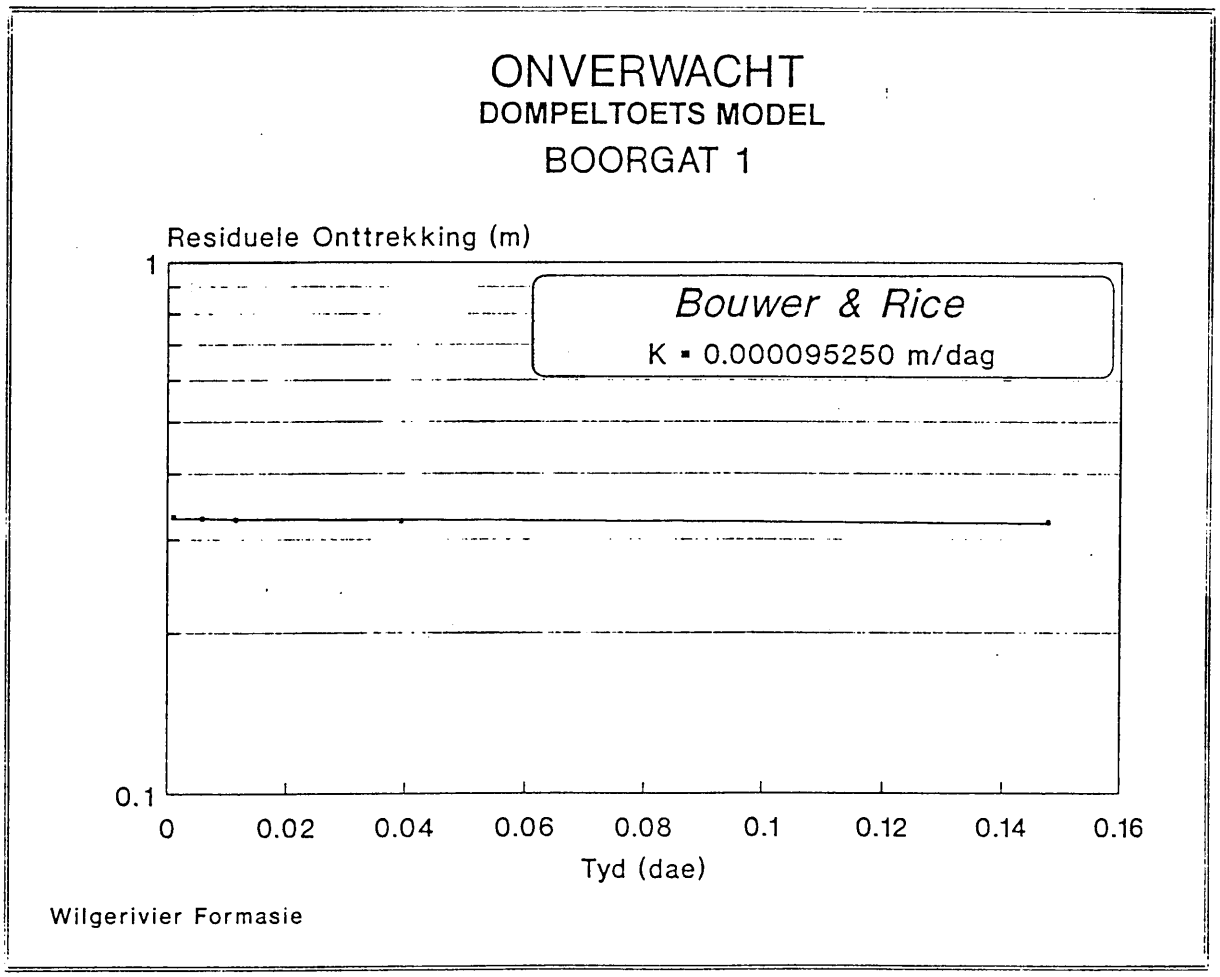
Krommepassingsfout : 1.482%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	980	823	319	148	487
$\rho_{(beste\ pas)}$	1360	1019	348	170	521
$\rho_{(maksimum)}$	1510	1342	375	202	663
$h_{(minimum)}$	*1.6*	*7.4*	*3.9*	*15.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.9*	*8.2*	*4.3*	*17.2*	
$h_{(maksimum)}$	*2.2*	*10.1*	*4.8*	*20.9*	

Figuur 9.7(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Onverwacht 532 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.8. Dompeltoets analitiese model van die getoetste boorgat te Onverwacht 532 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.6 Onspoed

Inleiding

Die plaas Onspoed 500 JR, geval 6 (Figuur 1), is 15km. oos-noordoos van Bronkhorstspruit geleë. Daar is drie boorgate wat bestudeer is. Boorgat 1 is geleë by 25º46'22" S. en 28º53'15" O. en lewer 13500 l/uur. Boorgat 2 (25º46'21" S. en 28º52'57" O.) lewer 22500 l/uur. Die derde boorgat (25º46'19" S. en 28º52'08" O.) lewer 9000 l/uur. Al die boorgate is 180m. diep met 'n statiese watervlak van 10 meter (eienaar: persoonlike kommunikasie). Daar is slegs gelykstroom elektriese sonderings uitgevoer, omdat die plaas na die vloede van 1996 totaal ontoeganklik was vir verdere opvolgwerk.

Geologie

Die hele plaas is geleë in die Wilgerivier Formasie kom. Die betrokke lugfoto wys dat die gebied ‘n aantal fotografiese lineamente het. Boorgatstate en dagsome by boorgate 1 & 2 was afwesig. Boorgat 3 is geleë in 'n kloof met sandsteendagsome. Die strekking van die gesteentes is van oos na wes.

Geomorfologie

Rante aan die noordekant kontrasteer die geomorfologie met die omliggende omgewing wat redelik gelyk is. Die Wilgerivier sny deur die plaas en vorm die noordoostelike grens, so 800m. van die boorgate af. Lineamente is duidelik sigbaar in die rante. 'n Geleidelike helling na die ooste word waargeneem.

Geobotanie

Die eerste twee boorgate (met die sterk lewerings) is geleë in 'n gifblaar, *Dichapetalum cymosum*, kamp wat ook geassosieer is met Rooisering bome.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Al drie die gelykstroom sonderings is in dieselfde rigting uitgevoer, parallel aan die strekking van die gesteentes. Die interpretasie is gedoen volgens die geologie en die geoëlektriese modelle.

Die eerste boorgat toon 'n vyf-laag aarde (Figuur 9.9). Die eerste laag word gekenmerk deur ongekonsolideerde sand wat oorgaan in 'n sandsteenlaag. Daaronder word 'n poreuse laag van hoofsaaklik sandsteen aangetref. Die statiese watervlak is ook hier geleë. Op 14.8m. word weer 'n sandsteenlaag aangetref wat oorgaan in 'n geleidende laag. Die geleier mag moontlik 'n intusiewe gesteente wees wat in 'n mate verweer het. Boorgat 2 (QQ-kromme) dui op 'n geleidende vloergesteente. Ongekonsolideerde sand definieer die eerste laag (Figuur 9.10). Namate elektriese geleiding in diepte toeneem, neem waarskynlik die voginhoud van die gesteentes ook toe. In die tweede laag is die statiese watervlak geleë, volgens die veldmeting. Laag twee en drie bestaan uit sandsteen. Op dieselfde diepte as boorgat 1 (30 meter) word 'n geleier aangetref, moontlik dieselfde intrusiewe gesteente.

Boorgat 3 toon 'n uitstekende geoëlektriese diepteprofiel (Figuur 9.11). 'n Dik laag van ongekonsolideerde grond of rivieralluvium word hier aangetref. Onder hierdie laag is 'n 145 meter dik geleidende materiaal. Dit kan 'n intens genate en gebroke sandsteen-/skalielaag wees met die assosiasie van 'n intrusiewe liggaam. Die vloergesteente is 'n besondere geleier wat op 'n water versadigde medium dui. 'n Verweerde diabaasplaat kan moontlik hier aanwesig wees.

Gevolgtrekking

Al drie die boorgate toon 'n geleier by 15 meter diep. 'n Besondere Q-tipe sonderingskromme met 'n uitsonderlike geoëlektriese diepteprofiel is by boorgat 3 verkry (Figuur 9.11). Indien al drie die boorgate op die lugfoto geplot word, is dit duidelik dat hulle min of meer in 'n lyn lê met mekaar en op 'n fotografiese lineament. By boorgat 3 kan moontlik twee lineamente mekaar kruis. Die ingeperkte akwifeer wat hier teenwoordig is, is moontlik 'n verweerde diabaasplaat en naatstelsels in die sandsteen. Die sterker lewerings van die eerste twee boorgate mag geleë wees in die moontlikheid dat 'n beter verwering en naatstelsels hier teenwoordig is. Die kruising van twee lineamente by boorgat 3 kan lei tot 'n vermindering in waterlewering kapasiteit, a.g.v. 'n toename in metamorfose. Die geobotaniese aspek moet ook in ag geneem word by die

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

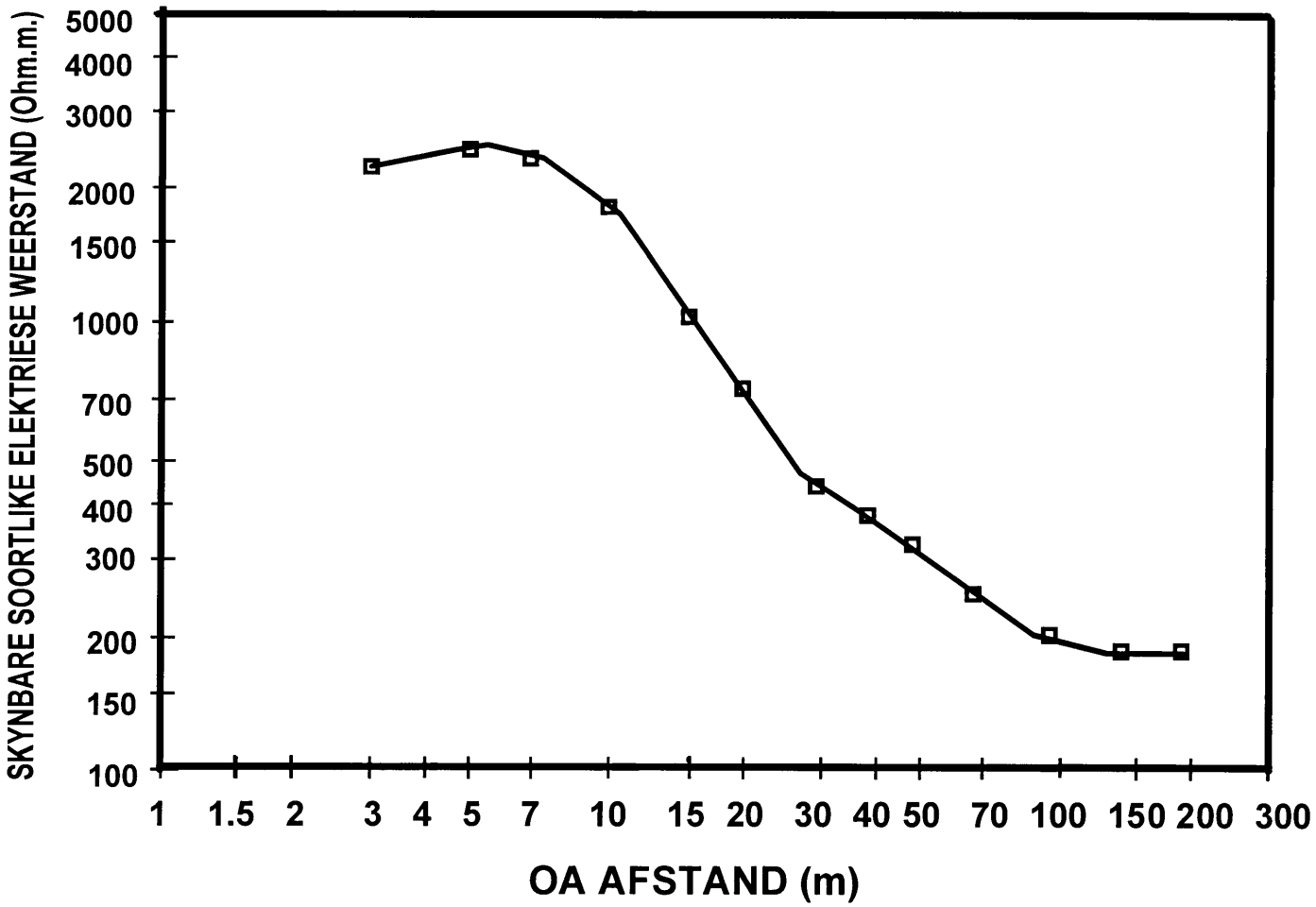
beoordeling van ander toekomstige gevallestudies. Die boorgate is nie geboor uit 'n hidrogeologiese perspektief nie, wat aanleiding mag gee tot die uitsonderlike diepte van al drie die gate. Die akwifeer hoef nie noodwendig by daardie diepte voor te kom nie. Die sondering by boorgat 3 (Figuur 9.11) wys egter wel op 'n geleidende laag by 'n diepte van 151 meter. Die totale AB/2 kabellengte was 200m. vir al drie sonderings. Hierdie lengte is te kort om die vloergesteente duidelik te definieer.
Al drie die boorgate lewer 'n uitsonderlike lewering vir die omgewing.

Enige boorposisie op die plaas is nie geskik nie, weens die swak waterdraende eienskappe van die sandsteen. Geofisiese tegnieke speel ‘n belangrike rol om intrusiewe gesteentes op te spoor wat as akwifere of keerbanke dien.
Die aanwesigheid van lineamente maak die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke wenslik. Gelykstroom elektriese sonderings word aanbeveel by uitgesoekte posisies langs die traverslyne van die (elektro)magnetiese tegnieke, veral omdat ‘n diep geoëlektriese profiel op die plaas verkry is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.287%

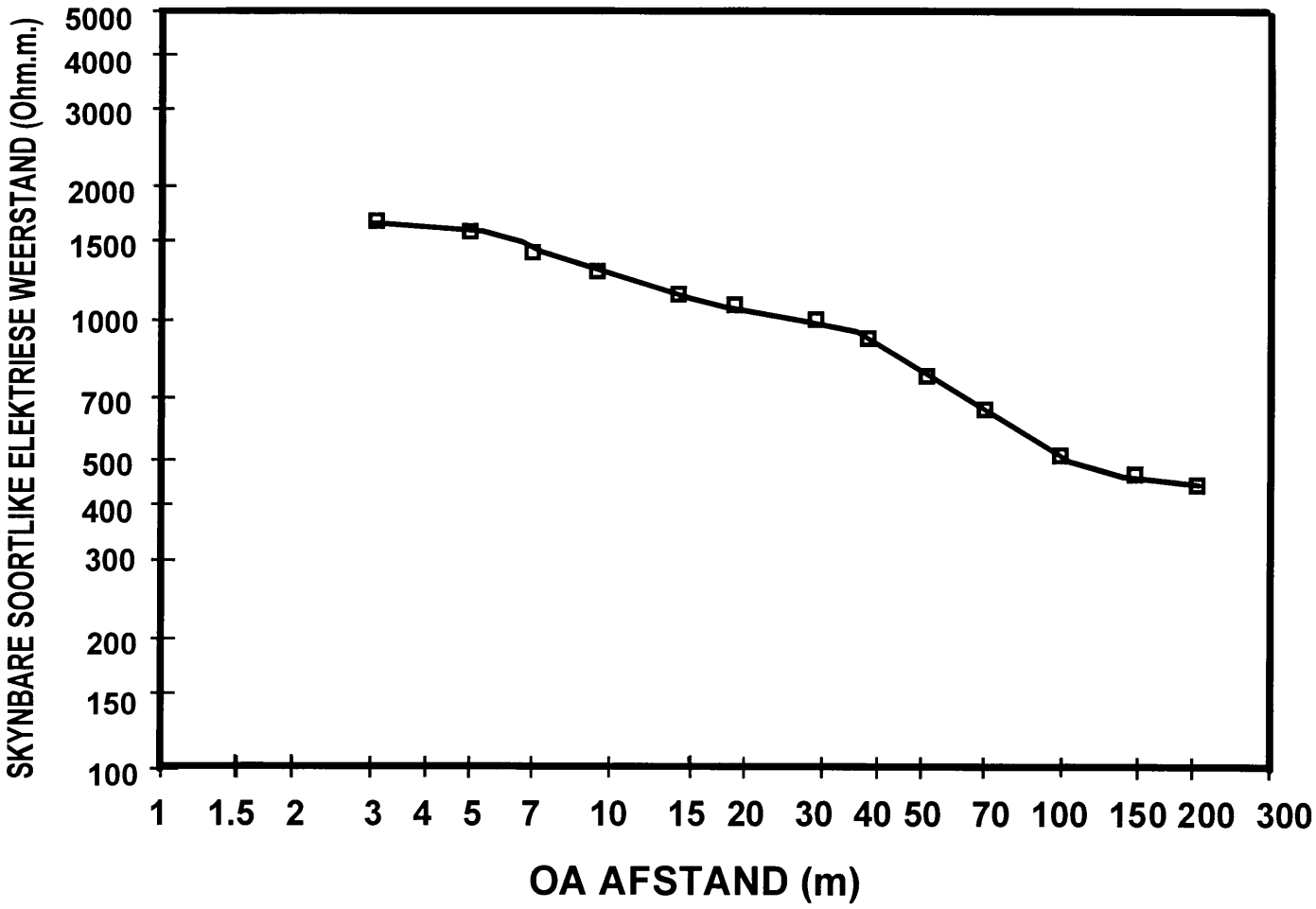
Laag	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1780	2300	205	370	170
$\rho_{(beste\ pas)}$	1860	3400	290	400	185
$\rho_{(maksimum)}$	2100	6700	410	605	205
$h_{(minimum)}$	*1.4*	*1.7*	*9.6*	*11.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*2.2*	*2.1*	*10.5*	*13.1*	
$h_{(maksimum)}$	*2.5*	*2.9*	*12.1*	*15.4*	

Figuur 9.9(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Onspoed 500 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.616%

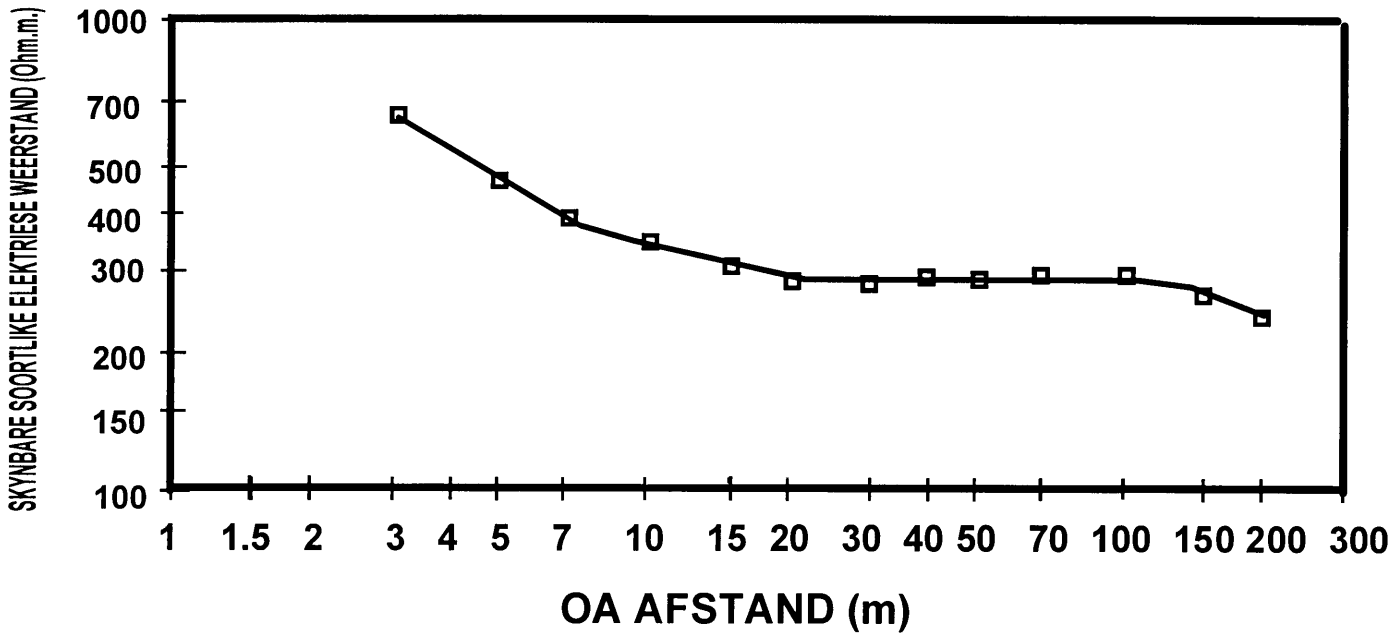
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	1540	1085	680	365
ρ(beste pas)	1610	1120	710	450
ρ(maksimum)	1690	1190	765	585
h(minimum)	*2.2*	*13.0*	*14.8*	
h(beste pas)	*2.3*	*13.6*	*15.5*	
h(maksimum)	*2.5*	*14.2*	*16.3*	

Figuur 9.10(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Onspoed 500 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 0.752%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	650	291	19.1
$\rho_{(beste\ pas)}$	720	294	78.4
$\rho_{(maksimum)}$	770	297	184
$h_{(minimum)}$	5.2	97.6	
$h_{(beste\ pas)}$	5.7	145.7	
$h_{(maksimum)}$	6.1	191.0	

Figuur 9.11(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Onspoed 500 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.7 Tweefontein

Inleiding

Op die plaas Tweefontein 491 JR, geval 7 (Figuur 1), is slegs een boorgat aangetref. Die boorgat is 30 meter diep met 'n lewering van ±7200 l/uur. Die betrokke gat is deur 'n stokkiewyser aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is geleë by 25º45'57" S. en 28º47'20" O. Ter plaatse is 'n gelykstroom elektriese sondering en magnetiese profiel gedoen.

Geologie

Die geologie bestaan uit 'n bedekking van die Dwyka Formasie oor die Wilgerivier Formasie. Ten weste van die boorgat is witterige sandsteendagsome. Alhoewel die boorgatstaat niks opgelewer het nie, kan daar gebruik gemaak word van die boorgatstate in die NGDB (1996). Fotografiese lineamente is afwesig op die lugfoto. Termiethope is waarneembaar in die veld. Hierdie termiethope was blykbaar die indikator vir grondwater vir die leek, wat die boorgat aangewys het. Die strekking van die gesteentes is oos-wes wat 10º na die noorde hel.

Geomorfologie

Die gebied is 'n plat grasvlakte met 'n effense helling van 8º na die ooste.

Geofisika

Die gelykstroom sondering is parallel aan die strekking van die gesteentes uitgevoer. Die sonderingskromme definieer 'n KQH-tipe kromme (Figuur 4.12). Aan die hand van die geologie en die NGDB (1996) is die volgende interpretasie moontlik: Die eerste laag is bo-grond en verweerde Dwyka skalie met 'n dikte van 0.9 meter. Daaronder word onversadigde sandsteen van die Wilgerivier Formasie aangetref wat oorgaan in 'n versadigde sandsteen by die piësometriese drukhoogte. Op 'n diepte van 14.1 meter word 'n geleidende laag aangetref wat dui op die teenwoordigheid van 'n diabaasintrusie met dikte van 34.7 meter en in 'n groot mate verweer is. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde diabaas.
'n Totale residuele amplitude van 56nT is oor die travers van 200 meter verkry (Figuur

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

4.13). Indien 'n geraasvlak van 20nT toegelaat word, is dit duidelik dat die omgewing van die travers magneties uniform is.
Die opname is gedoen deur die lugmagnetiese kaart (2528 Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal) te bestudeer voordat daar in enige rigting met 'n magnetiese traverslyn begin word. Die kaarte verskaf inligting oor magnetiese gradiënt, sodat die gesteentes se strekking loodreg gekruis kan word om 'n maksimum responsie te verkry.

Gevolgtrekking

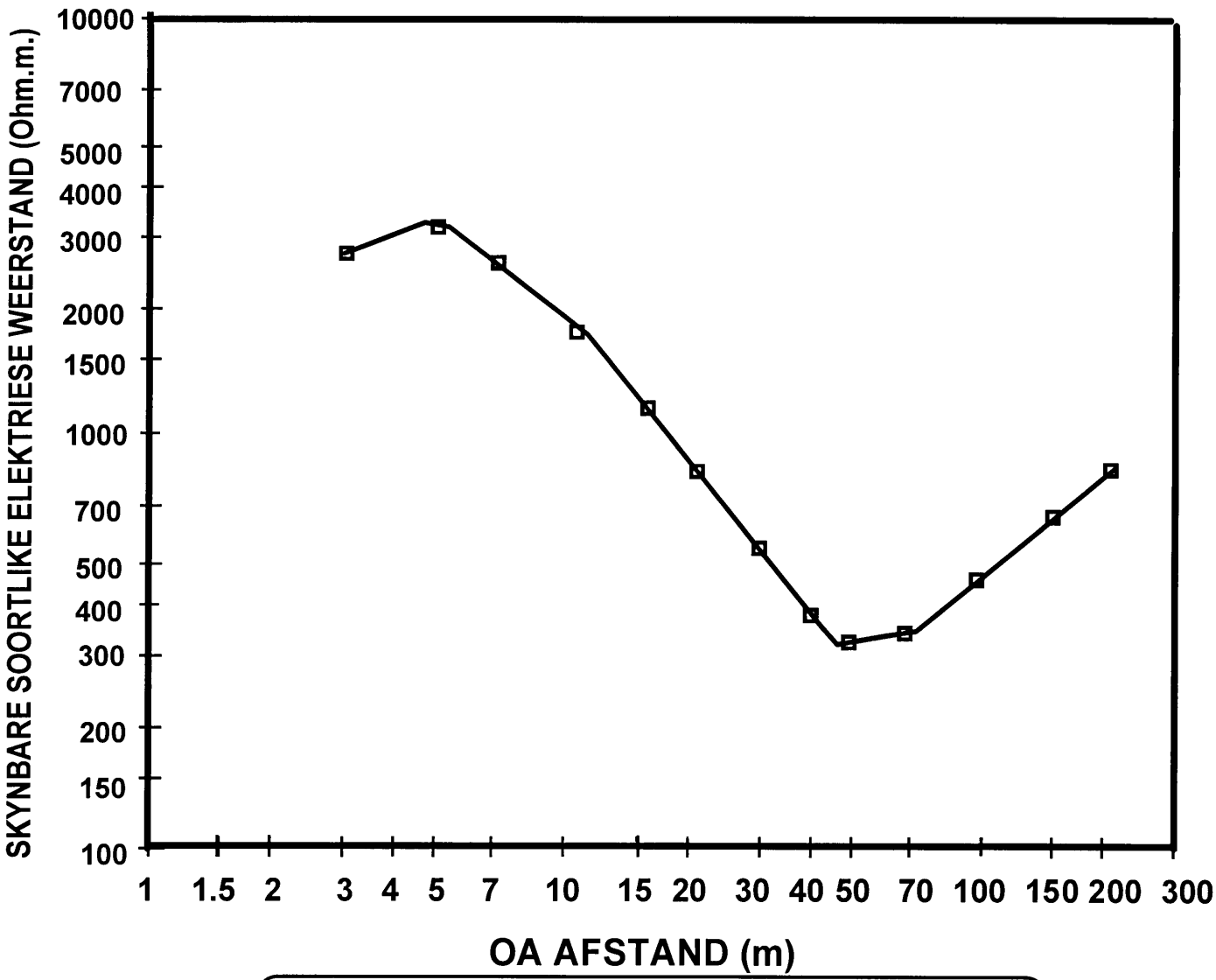
Die elektriese sondering (Figuur 9.12) dek die totale boorgatdiepte. Die ingeperkte akwifeer is geassosieer met die sandsteen/diabaaskontak. Die sondering het die akwifeer duidelik uitgewys, omdat die akwifeer genoegsame dikte het. Die 2528 Pretoria kaart (1978) wys d.m.v. interpolasie dat die totale gebied onderlê word deur 'n diabaasplaat. In gevalle waar die verweerde diabaas oorlê word deur sandsteen van die Wilgerivier Formasie ontstaan 'n potensiële akwifeer by die kontaksone van beide gesteentes. So 'n uitgestrekte plaat mag aanleiding gee tot 'n groot aanvullingsgebied vir die grondwater, sodat boorgate 'n sterk lewering kan besit. Die magnetiese profiel het geen noemenswaardige anomalieë opgelewer nie (Figuur 4.13). Die rede mag wees dat die totale omgewing onderlê word deur 'n diabaasplaat.

Die aanwesigheid van ‘n diabaasplaat in diepte, veroorsaak dat enige boorposisie op die plaas geskik kan wees.
Die geofisiese tegnieke het aangedui dat slegs gelykstroom sonderings met vrug op die plaas gebruik kan word. ‘n Boorgat wat m.b.v. geofisika geplaas word is verseker van ‘n optimale plasing in plaas van ‘n lukraak plasing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

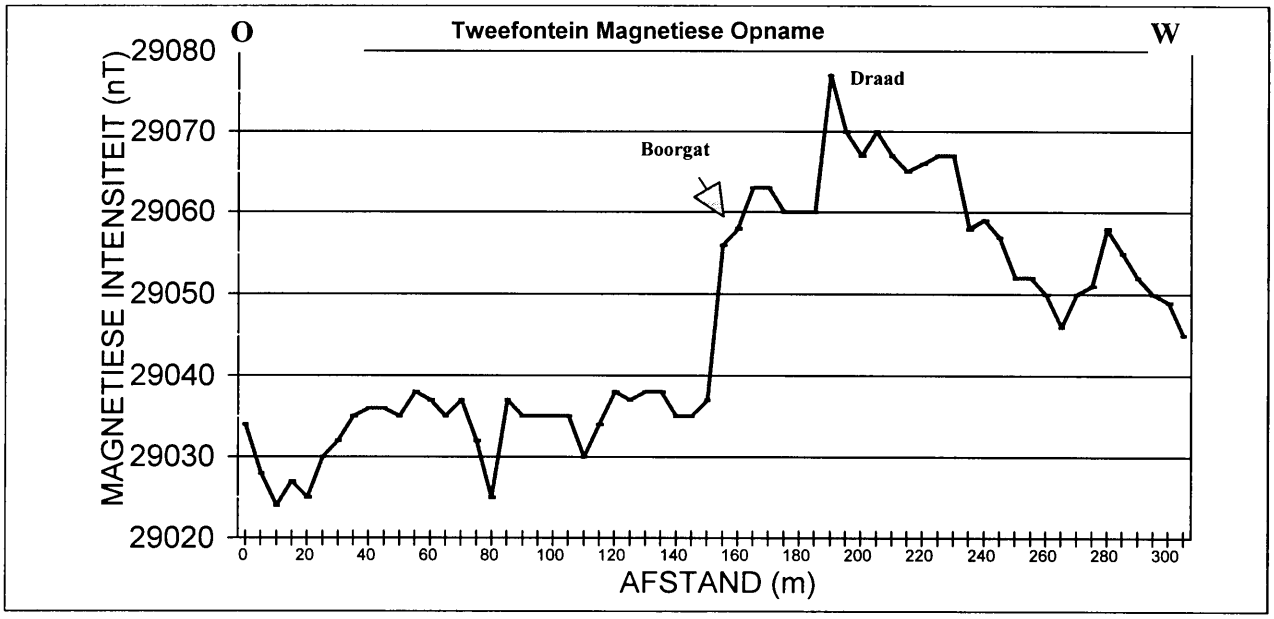
Krommepassingsfout : 0.962%

LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	710	5500	800	160	2500
ρ(beste pas)	1520	7200	870	178	5400
ρ(maksimum)	1700	10500	1040	240	15000
$h_{(minimum)}$	*0.6*	*1.6*	*10.0*	*31.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*1.7*	*11.5*	*34.7*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*1.8*	*13.0*	*40.1*	

Figuur 9.12(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Tweefontein 491 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.13. Magnetiese profiel langs die boorgat te Tweefontein 491 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.8 Bankfontein

Inleiding

Die plaas Bankfontein 375 JS, geval 11 (Figuur 1), is so 'n 9km. suidwes van die dorpie Selonsrivier af geleë. Die plaas Bankfontein 375 JS is 'n interessante geval, omdat hier gesteentes van die Wilgerivier Formasie en Loskop Formasie aangetref word en 'n lineament (2528 Pretoria, 1978). Die plaas Bankfontein is bekend vir sy hoë boorgat-lewering (mnr. A. Coetsee: persoonlike kommunikasie). Daar is in totaliteit vier gelykstroom elektriese sonderings uitgevoer by drie boorgate. Die lewerings is soos volg, met hul onderskeie boorgatdieptes; boorgat 1 (25º38'56" S. en 29º34'12" O.) lewer 7500 l/uur en is 35 meter diep; boorgat 2 (25º39'37" S. en 29º34'26" O.) lewer 6000 l/uur met 'n boorgatdiepte van 30m.; boorgat 3 (25º38'25" S. en 29º34'09" O.) is 60 meter diep en lewer 19000 l/uur. Boorgat 3 is in 'n sg. "tonnel" ingeboor (einaar: persoonlike kommunikasie). 'n Magnetiese profiel van by die 1100 meter is by die eerste boorgat uitgevoer.

Geologie

Die geologie wat op die plaas aangetref word, verskil plek-plek. Boorgate 1 & 3 is geleë op gesteentes van die Wilgerivier Formasie met die Loskop Formasie as vloergesteente (2528 Pretoria, 1978). Die kontak tussen beide formasies is diskordant volgens Visser (1989). Die tweede boorgat is geleë op gesteentes van die Loskop Formasie en sal onder daardie hoofstuk bespreek word. Sandsteen en kwartsitiese sandsteen kom voor ten noorde van boorgat 1. Fotografiese lineamente op die lugfoto is nie sigbaar nie.

Geomorfologie

Die gebied het 'n redelike geleidelike helling wat afwaarts hel na die Keeromspruit in die suide. Noord van die eerste boorgat word 'n fontein aangetref. 'n Aantal termiethope word by boorgat 1 aangetref.

Geofisika

Die eerste boorgat se sondering is 50m. oos van die gat uitgevoer weens obstruksies. Die boorgat se interpretasie word aan die hand van die geologie, geoëlektriese inligting

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

en die magnetiese model (Figuur 9.16) gedoen. Die vier-laag aarde toon 'n redelike geleidende gelaagde aarde (Figuur 9.14). Die eerste laag word gekenmerk deur ongekonsolideerde bo-grond wat oorgaan in 'n sandsteenlaag. Onder die sandsteenlaag word klei-houdende gesteentes en verweerde intrusiewe gesteentes aangetref met 'n dikte van 49.2 meter. Daaronder kom volgens die magnetiese profiel (Figuur 9.16) 'n hellende gangstruktuur voor. Die aanwesigheid van die gang word gestaaf deur die uitgestrekte anomalie wat verkry is (Figuur 9.16). Die traverslyn loop basies van suid na noord en die rigting is gekies volgens die Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal lugmagnetiese kaart (1973). Die anomalie het 'n besondere wye strekking van oos na wes op 'n regionale skaal (Lugmagnetiese opname: gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973). Die bo-punt van die intrusie word op 'n diepte van 68 meter aangetref. Die liggaam hel teen 45º na die noorde. Die sondering is so 'n 20 meter suid van die piek van die anomalie uitgevoer. Die totale residuele amplitude van die anomalie is 464nT.

Boorgat 3 is aansienlik hoër geleë as die eerste boorgat. Die sonderingskromme het 'n HKH-vorm met 'n dik vierde laag (Figuur 9.15). Hierdie boorgat word nie geassosieer met die lineament nie. Volgens die geologie en boorgatstate van omliggende boorgate in die NGDB (1996) kan die volgende interpretasie gemaak word: Die eerste laag is onversadigde los sand wat oorgaan in onderliggende sandsteen wat meer kwartsities van aard word in diepte. Net soos by die eerste boorgat word hier 'n dik geleidende laag aangetref. Die geleidende laag is 'n intense gebroke en genate sandsteen en skalie met dun diabaasintrusies. Dit kan die oorsaak wees dat daar 'n sg. "tonnel"-effek gedurende die boorproses ontstaan het. Die besondere dik laag is waarskynlik die akwifeer. Die laaste weerstandbiedende laag is basale konglomeraat met sandsteen.

Gevolgtrekking

Beide boorgate wat ontleed is het 'n sterk lewering. Beide akwifere is ingeperk en die tweede bespreekte boorgat penetreer 'n dik gelaagde akwifeer. Die besondere dik intrusie (Figuur 9.16) lewer redelik sterk volumes water in sy omvattende verweerde sone. In die praktyk is sulke dik intrusies meesal 'n swak grondwater ondersoek teiken. Die magnetiese modellering volgens Talwani het suksesvolle resultate opgelewer, al is die program hoofsaaklik bedoel vir klein intrusiewe liggame (Talwani, 1985). Die maksimum dikte vir laag drie by die eerste boorgat (Figuur 9.14) is die diepte na die bo-punt van die intrusie volgens Figuur 9.16. Die eerste boorgat se lewering kan verhoog

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

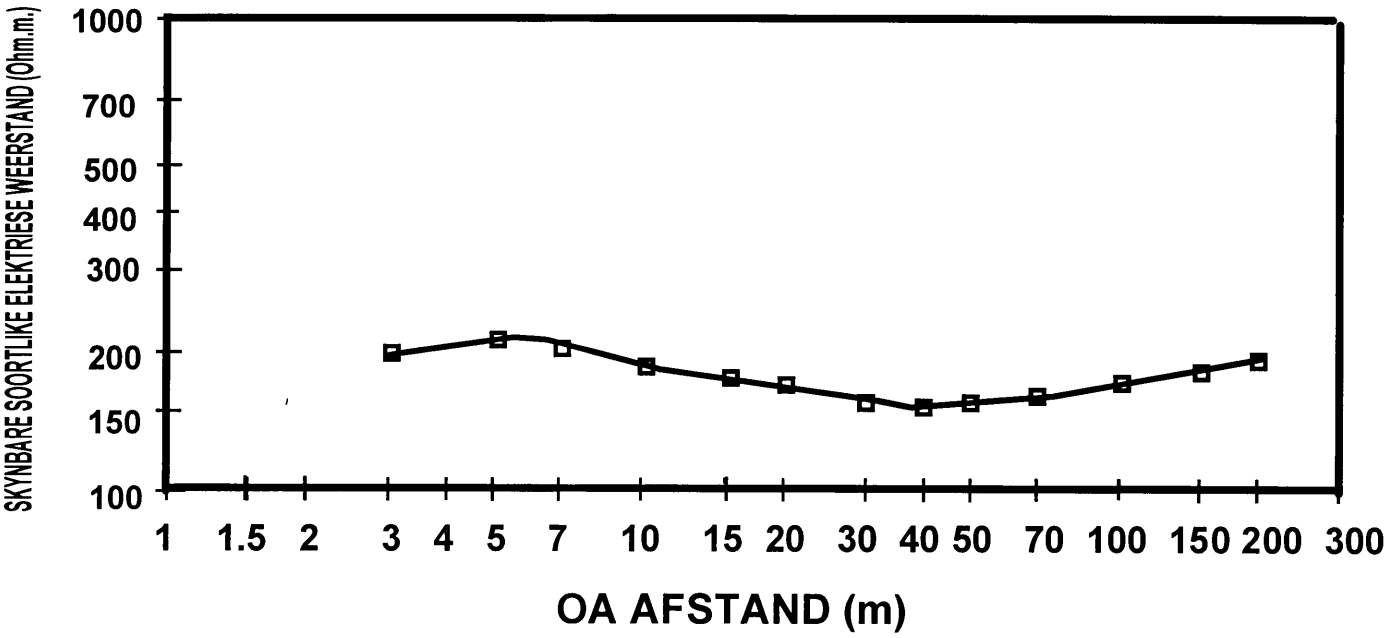
word deur dieper te boor na die onverweerde intrusiewe gesteentes toe.
Die dik vierde laag (intense gebroke en genate sandsteen en skalie met dun diabaasintrusies) by die derde boorgat (Figuur 9.15) lewer sterk water. Dit sal in verdere gevallestudies aangetoon word dat in die omgewing van Selonsrivier sulke dik lae meesal groot hoeveelhede water lewer.

Weens die groot verskeidenheid gesteentes wat ter plaatse aangetref word, word enige lukraak boorposisie afgeraai. Boorgatplasing d.m.v. geofisiese tegnieke sal 'n belangrike en hulpvaardige rol vervul.
Die (elektro)magnetiese tegnieke word aanbeveel vir verkenningsopnames op hierdie plaas, omdat verweringskomme, magnetiese kontaksones en verskillende gesteentes van verskillende ouderdomme op hierdie plaas voorkom. Gelykstroom sonderings word uitgevoer by waargenome anomalië op die traverslyne van eersgenoemde tegnieke om geoëlektriese profiele te verkry vir die beste boorgat plasing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.304%

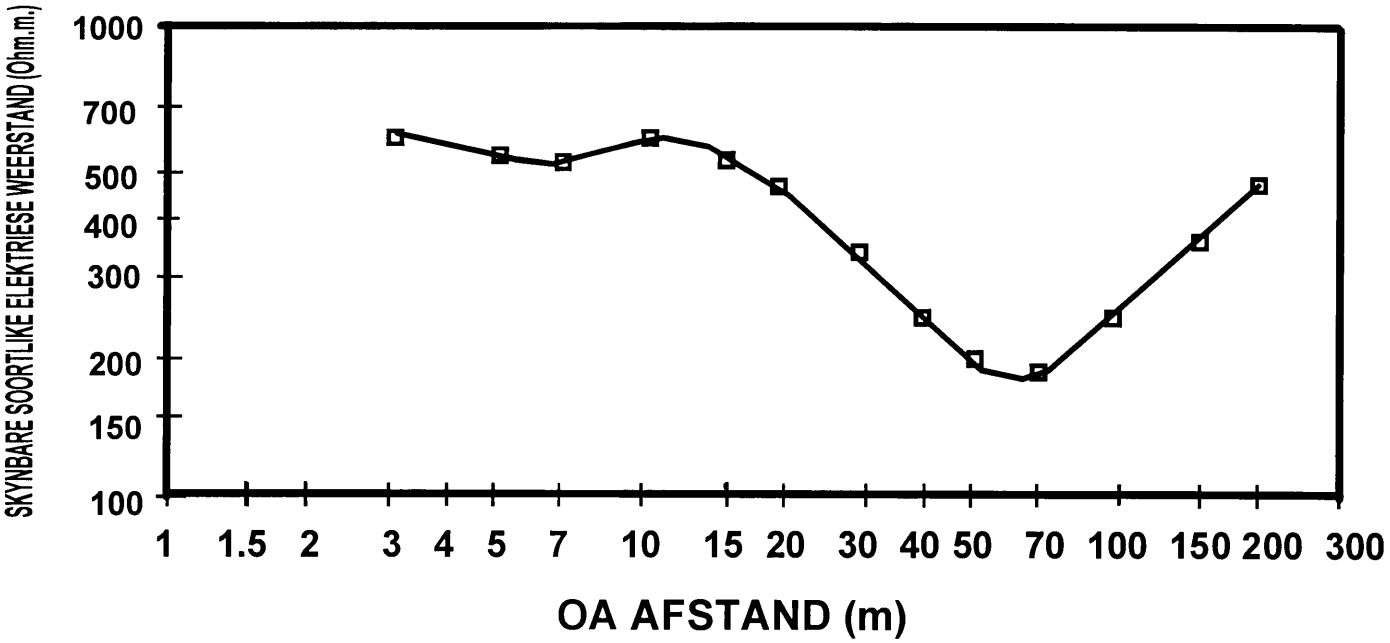
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	155	280	139	205
$\rho_{(beste\ pas)}$	170	320	143	215
$\rho_{(maksimum)}$	180	375	148	240
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*1.4*	*40.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.5*	*1.9*	*49.2*	
$h_{(maksimum)}$	*1.7*	*2.0*	*65.2*	

Figuur 9.14(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Bankfontein 375 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.901%

LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	920	620	1490	171	890
ρ(beste pas)	1180	660	2270	176	1620
ρ(maksimum)	2340	710	3950	180	2090
h(minimum)	*0.5*	*3.4*	*1.8*	*49.8*	
h(beste pas)	*0.6*	*4.0*	*2.2*	*61.4*	
h(maksimum)	*0.7*	*4.6*	*2.7*	*66.7*	

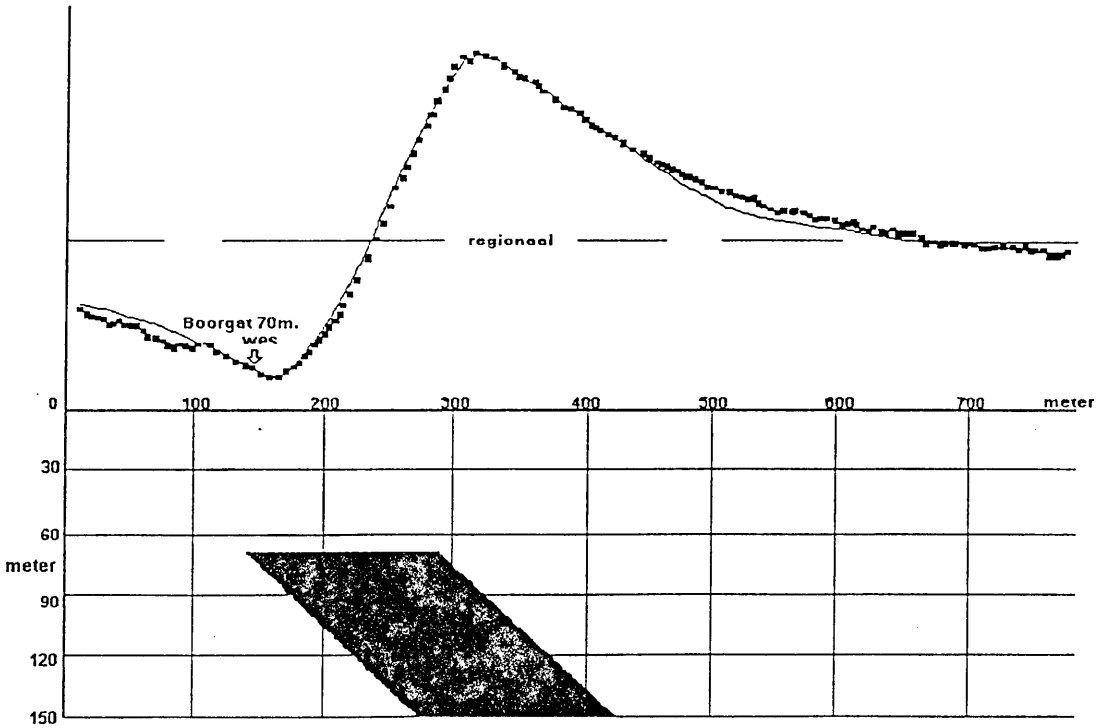
Figuur 9.15(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Bankfontein 375 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Liggaam nommer	1
Susseptibiliteit kontras	0.009
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	75
Remanente magnetisme	0
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	-
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	-

SSO NNW



Figuur 9.16. Magnetiese liggaam model te Bankfontein 375 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.9 Leeuwfontein

Inleiding

Die plaas Leeuwfontein 492 JR, geval 12 (Figuur 1), is 15km. noordoos van Bronkhorstspruit geleë. Op die plaas is ses boorgate bestudeer, waarvan een droog was. Die boorgate penetreer verskillende gesteentes. Boorgate 1 tot 4 lê almal min of meer in lyn en boorgate 5 en 6 lê weerskante van 'n rant. Boorgat 1 se ligging is 25º43'54" S. en 28º51'56" O.; boorgat 2 is geleë by 25º43'58" S. en 28º51'50" O.; boorgat 3 is geleë by 25º43'56" S. en 28º51'41" O.; boorgat 4 is geleë by 25º44'01" S. en 28º51'28" O.; boorgat 5 is geleë by 25º44'15" S. en 28º50'46" O. en die laaste boorgat se ligging is 25º44'29" S. en 28º51'32" O. Slegs die eerste boorgat se diepte is bekend. Dit is 60 meter diep. Die water is op 25 meter by boorgat 2 raakgeboor. Die eerste boorgat se ligging is d.m.v. 'n magnetometer gekies (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die gesteentes op die plaas kan in twee groepe ingedeel word, die Wilgerivier Formasie en 'n diabaasplaat. Volgens die geologie is die eerste vier boorgate geassosieer met 'n sandsteen/diabaaskontak en die laaste twee boorgate met 'n dik sandsteensuksessie. Die boorgatstaat by die eerste boorgat dui op lateriet, sandsteen en oorwegend diabaas. Sandsteendagsome kom by boorgate 1, 5 en 6 voor. Konglomeraat is ook by die eerste boorgat aangetref. Die Wilgerivier Formasie strek van oos na wes en hel teen 10º na die noorde.
'n Fotografiese lineament kan raakgesien word in die omgewing van boorgat 6 op die lugfoto.
By al ses die boorgate is gelykstroom elektriese sonderings uitgevoer. 'n Magnetiese profiel van by die 900 meter is by boorgat 1 uitgevoer.

Geomorfologie

Boorgate 1 tot 4 lê effens hoër in die noorde as die omliggende omgewing. Die hoër ligging is die gevolg van 'n sandsteenlaag. Ten suide van die boorgate kom 'n diabaasplaat voor. Termiethope is sigbaar by die eerste boorgat. Die vyfde boorgat is

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geleë aan die noordelike voet van 'n sandsteenrant. Aan die ander kant van die rant is boorgat 6 geplaas.

Geobotanie

Die diabaasplaat is duidelik sigbaar op die lugfoto en in die veld. Die plaat is ryklik begroei met *Acacia karroo* bome wat tipies is van 'n suur kleihoudende grond op die hoëveld. Die omliggende sandsteen van die Wilgerivier Formasie toon geen begroeiing nie. Indien daar wel plantegroei op sandsteenrante aanwesig is, is dit nooit *Acacia* spesies nie.

Geofisika

Al die gelykstroom sonderings is parallel aan die sandsteen se strekking uitgevoer.
Die interpretasie by die eerste boorgat is gedoen volgens die boorgatstaat. Die ander boorgate se interpretasies is gebaseer op die geologie en die boorgate se modelle (Figure 9.18-9.22).
Die eerste boorgat se HA-tipe sonderingskromme word voorgestel in Figuur 9.17. Die eerste laag met ρ_1 = 4800 Ω.m. dui op 'n onversadigde sandsteen en konglomeraat bolaag. Die laag gaan oor in sandsteen en verweerde diabaas. Waarskynlik is hier die piësometriese drukhoogte geleë. Die derde laag is swak verweerde/verbrokkelde diabaas. Die diabaasplaat definieer die vloergesteente.
Die magnetiese profiel toon 'n aanvanklike onversteurde magnetiese profiel tot 380 meter (Figuur 9.23). Na hierdie afstand word 'n magnetiese anomalie patroon verkry met 'n totale residuele amplitude van 362nT. Die invloed van drade is ook op die profiel aangedui. Die deel na 380 meter is 'n bewerkte land met diabaasrolstene.
Die profiel is uitgevoer deur eers die 2528 Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal gebied se lugmagnetiese kaart (1973) te bestudeer en die verwagte strekking van die gesteentes loodreg met die opname te kruis om ‘n sinvolle responsie te verkry oor ‘n verwagte liggaam.

Boorgate 2 tot en met 4 toon ook 'n vier-laag aarde (Figure 9.18-9.20), alhoewel die geoëlektriese model verskil van die eerste boorgat. Boorgate 2 en 4 het 'n HK-tipe sonderingskromme (Figure 9.18 & 9.20) en boorgat 3 'n QH-tipe kromme (Figuur 9.19). Boorgate 2 en 4 word derhalwe saambespreek. Die eerste laag is ongekonsolideerde bo-grond, konglomeraat en sandsteen wat oorgaan in 'n versadigde sandsteen-, skalie-

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

laag. Daaronder word 'n dun laag sandsteen aangetref. Die vloergesteente (vanaf 19.2-21.9m. vir boorgate 2 & 4 onderskeidelik) definieer 'n geleidende laag, wat klei en verweerde diabaas voorstel. Dit is op hierdie diepte van die vloergesteente waar die grondwater raakgeboor is. By die model van boorgat 4 is die maksimum dikte van die derde laag 86 meter (Figuur 9.20), wat redelik onwaarskynlik is i.v.m. die omliggende sonderings se derde laag dikte.
Boorgat 3 is 'n droë boorgat. Die boonste laag bestaan uit ongekonsolideerde bo-grond, konglomeraat en sandsteen. Daaronder word 'n graduele oorgang van klam sandsteen en skalie na versadigde skalie, klei en verweerde diabaas ondervind. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde diabaas op 'n diepte van 14.4 meter.

Boorgate 5 en 6 is by die rant geleë. Boorgat 5 is omtrent 40m. hoër geleë as boorgat 6. 'n Saamvallende patroon kan raakgesien word tussen beide boorgate wat die soortlike elektriese weerstande en sonderingskrommes betref (Figure 9.21 & 9.22). Boorgat 5 het 'n vyf-laag aarde model (Figuur 9.21). Die eerste drie lae is basies sandsteen wat verskil in voginhoud. Die vierde laag is 'n besondere dik konglomeraat, sandsteenlaag van meer as 54 meter dik. Onder hierdie dik laag word 'n besondere geleidende materiaal gevind wat 'n verweerde diabaasintrusie is.
Boorgat 6 (Figuur 9.22) het dieselfde geologie, alhoewel minder diepte verkry is. Waarskynlik is dieselfde diabaasplaat hier teenwoordig as by boorgat 5 op 'n diepte van ongeveer 15 meter.

Gevolgtrekking

Die sondering by boorgat 1 dui aan dat die ingeperkte akwifeer die sandsteen/diabaaskontak is (Figuur 9.17). Die magnetiese profiel (Figuur 9.23) toon dat die geologie drasties verskil 100 meter van die boorgat af. Die rede is dat daar nader en later oor die diabaasintrusie beweeg word met die opname, wat aanleiding gee tot die wisselende magnetiese intensiteit, wat sigbaar versteur is. Daar is nie dun magnetiese gange ondergronds teenwoordig nie, slegs 'n diabaasplaat.

Boorgate 2 en 4 besit 'n gesamentlike ingeperkte akwifeer wat deur die sandsteen-verweerde diabaas/onverweerde diabaaskontak gedefinieer word. Die droë boorgat 3 is 10 meter te ver suid geboor volgens sy fisiese posisie en sonderingsdata van die omliggende boorgate. Die geoëlektriese profiel (Figuur 9.19) dui daarop dat òf die verweerde diabaasplaat bokant die piësometriese drukhoogte eindig òf die akwifeer het

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

'n te hoë klei-inhoud wat die akwifeer eerder 'n watervashouer maak. Die moontlikheid om verder noord water raak te boor lyk belowend, omdat dit tussen boorgate 2 en 4 lê wat 'n gemeenskaplike akwifeer besit. Die akwifeer wat by boorgat 1 geïndentifiseer is, is moontlik dieselfde een as wat by boorgate 2-4 ter sprake is.

Boorgate 5 en 6 penetreer ook 'n gemeenskaplike ingeperkte akwifeer. Die kontak tussen die oorliggende sedimentêre gesteentes en die onderliggende verweerde intrusie skep 'n akwifeer.

By boorgate 2, 4, 5 en 6 is die onverweerde diabaasplaat of intrusie nie gedefinieer nie weens 'n ontoereikende AB/2-lengte van 200 meter.

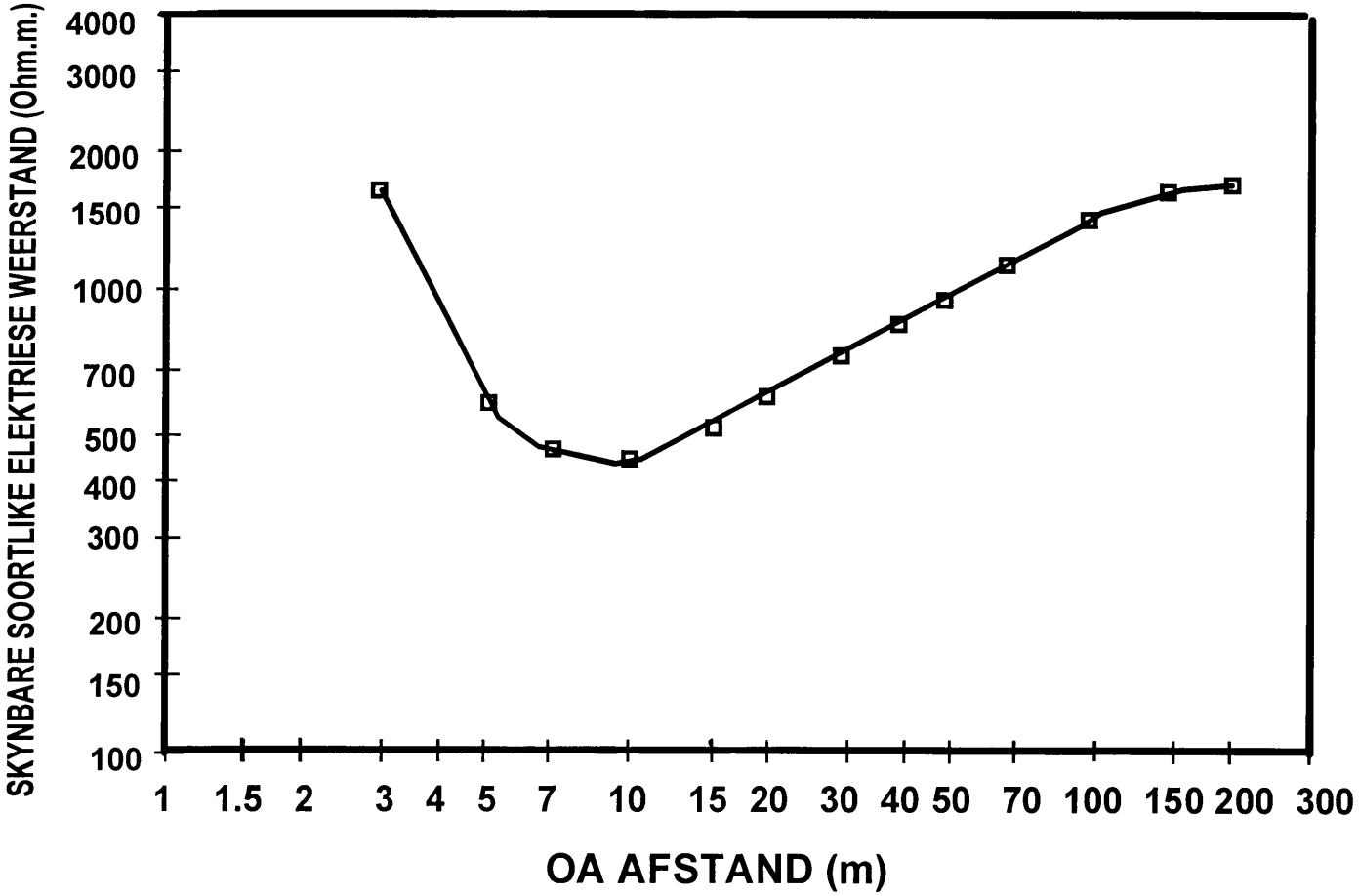
Die hele plaas se akwifere is ingeperk, wat primêr gevorm word deur die sandsteen/diabaaskontak. Die rede vir 'n geslaagde boorgat is dat die aanvanklike boorgat op sedimentêre gesteentes van die Wilgerivier Formasie moet berus en die verweerde intrusie in diepte onderkant die piësometriese drukhoogte raakgeboor moet word. Alhoewel die presiese lewerings van die boorgate onbekend is, word 'n gemiddelde waarde van 3000 l/uur aan hulle toegeken (onwetenskaplike toets).

Enige boorposisie op hierdie plaas is ongeskik weens die teenwoordigheid van onverweerde diabaas, wat naby die aardoppervlak dagsoom. Die diepte na die onverweerde diabaas, aanvulling van die akwifeer asook moontlike verwering is elemente wat akwifeerontwikkeling beheer en gelykstroom sonderings definieer die geoëlektriese seksie. Die volgende geofisiese ondersoekprogram kan gevolg word:
Effektiewe grondwater ondersoeke op hierdie plaas kan gedoen word d.m.v. die magnetiese tegniek om die kontaksones van die diabaasplaat vas te stel. Gelykstroom elektriese sonderings word by sekere posisies op die magnetiese traverslyn uitgevoer om verweringsdieptes te bepaal. Elektromagnetiese profileringsopnames is slegs nodig, indien probleme ondervind word met die opsporing van die intrusie en verweringskomme wat onwaarskynlik is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.010%

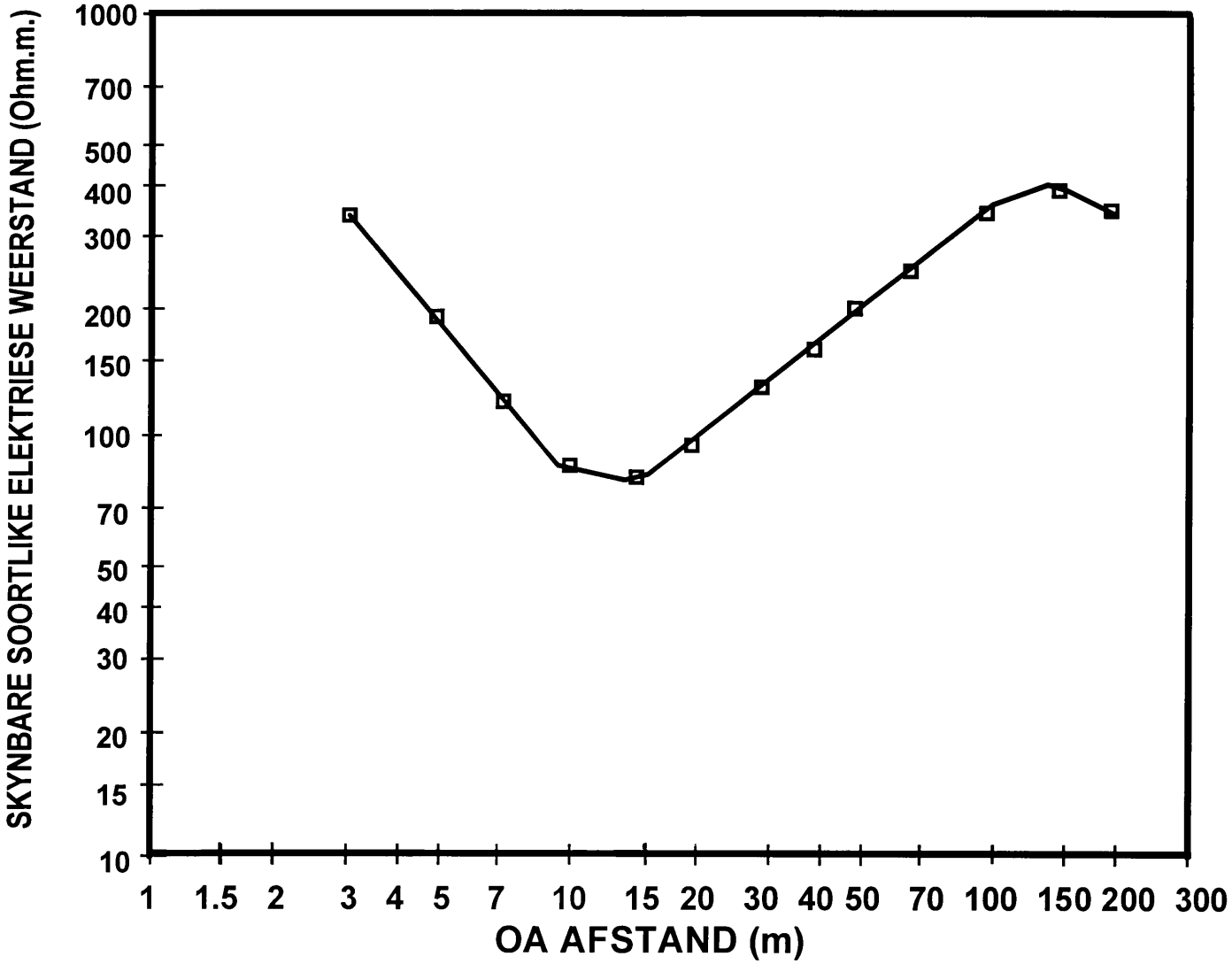
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	4400	380	900	1680
$\rho_{(beste\ pas)}$	4800	395	920	1740
$\rho_{(maksimum)}$	5300	420	950	1800
$h_{(minimum)}$	*1.8*	*7.3*	*20.3*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.9*	*8.1*	*22.4*	
$h_{(maksimum)}$	*2.0*	*9.1*	*25.1*	

Figuur 9.17(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.394%

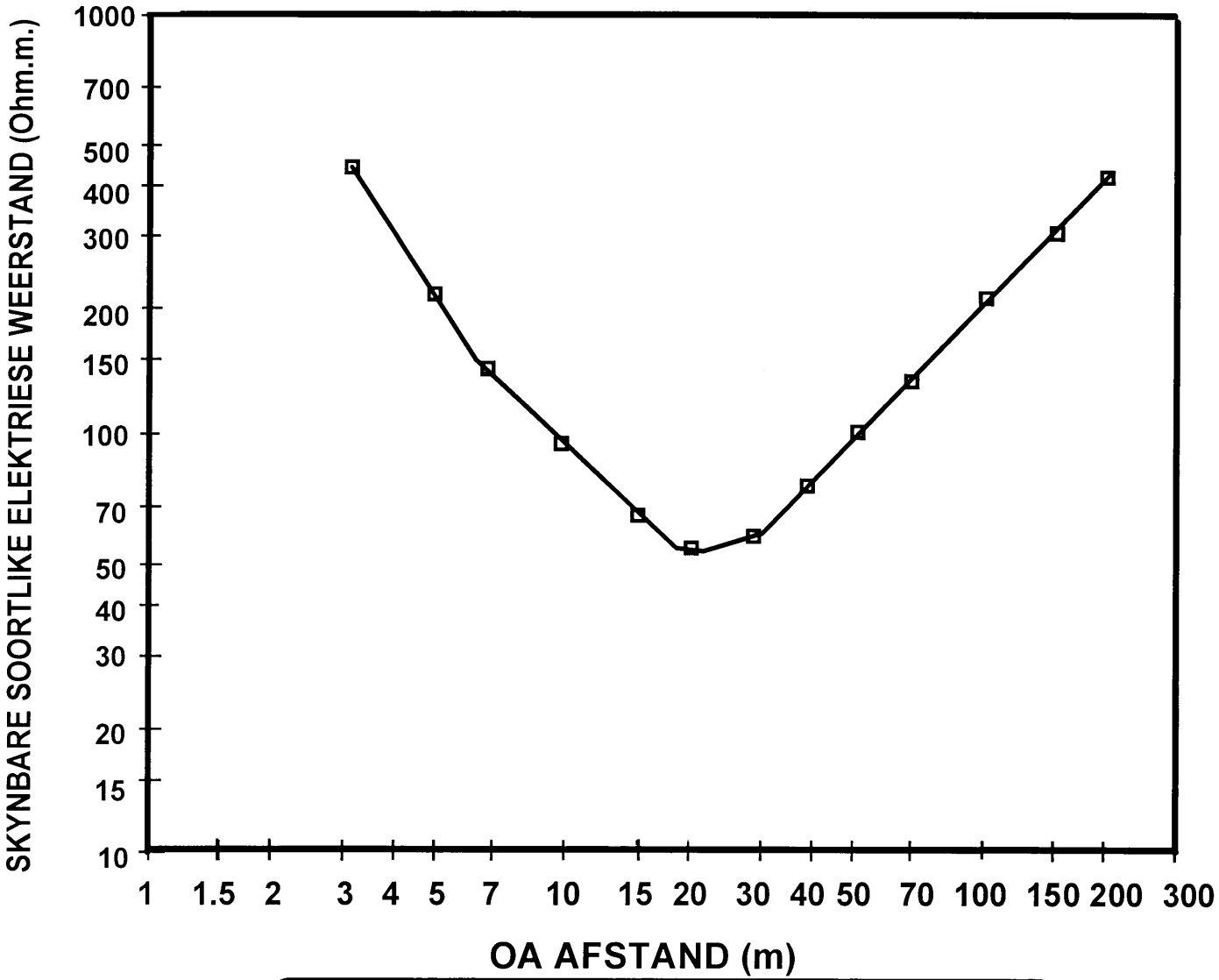
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	455	48.7	930	145
$\rho_{(beste\ pas)}$	480	54.3	3200	250
$\rho_{(maksimum)}$	495	57.1	8750	480
$h_{(minimum)}$	2.1	9.0	2.9	
$h_{(beste\ pas)}$	2.2	9.7	7.3	
$h_{(maksimum)}$	2.3	10.4	15.5	

Figuur 9.18(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.068%

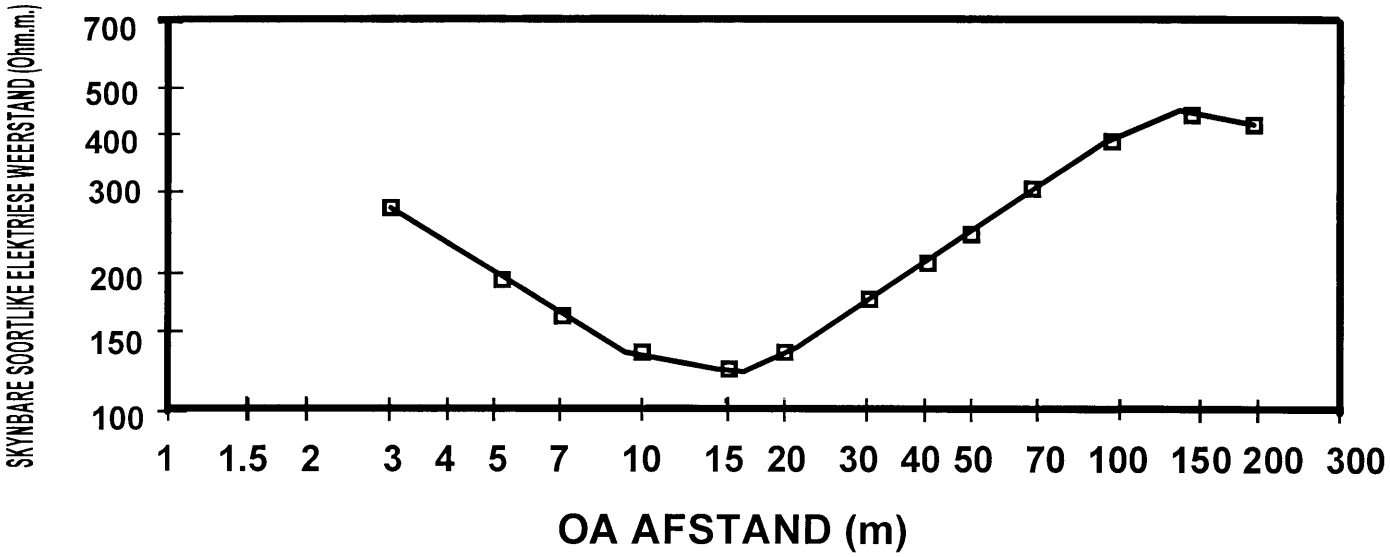
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	960	79.3	17.7	2560
$\rho_{(beste\ pas)}$	1310	85.0	20.4	5100
$\rho_{(maksimum)}$	1870	90.7	28.1	27300
$h_{(minimum)}$	*0.8*	*4.8*	*7.0*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.2*	*4.9*	*8.3*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*5.1*	*11.0*	

Figuur 9.19(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.774%

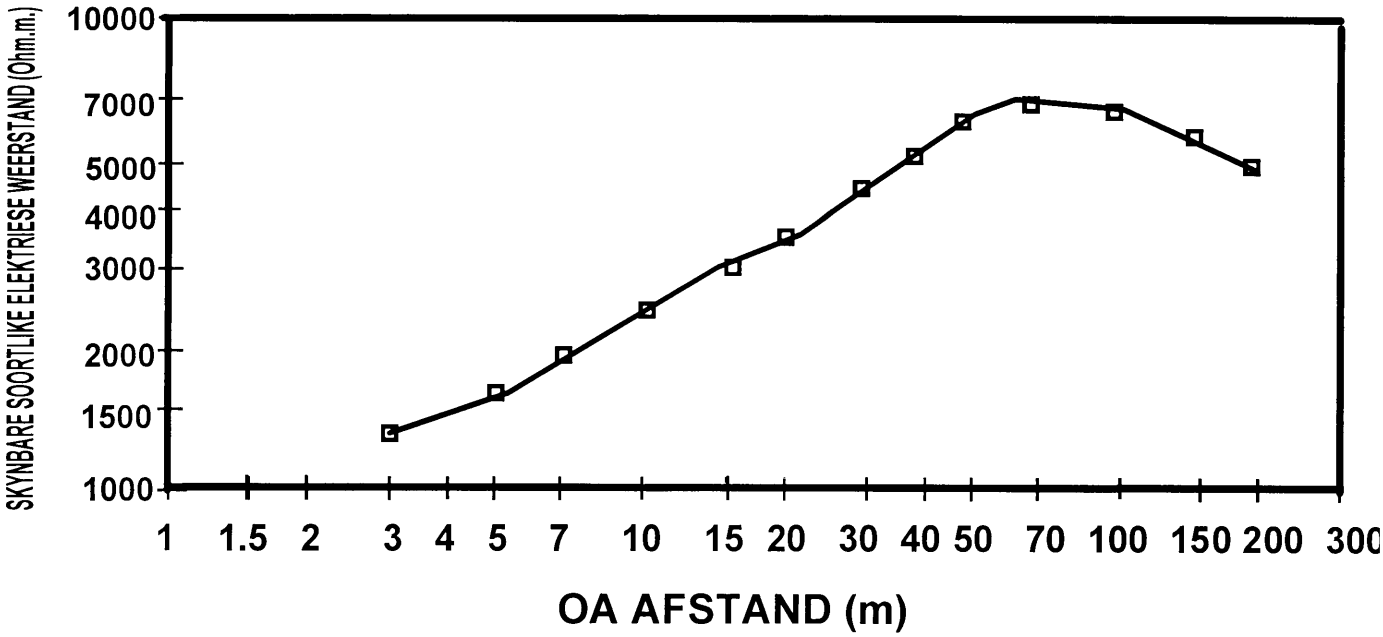
LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	294	98	462	182
ρ(beste pas)	308	109	908	394
ρ(maksimum)	315	114	3940	541
h(minimum)	*2.2*	*10.0*	*3.9*	
h(beste pas)	*2.4*	*13.9*	*5.6*	
h(maksimum)	*2.5*	*19.7*	*86.7*	

Figuur 9.20(a,b). Sonderingsdata van boorgat 4 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.217%

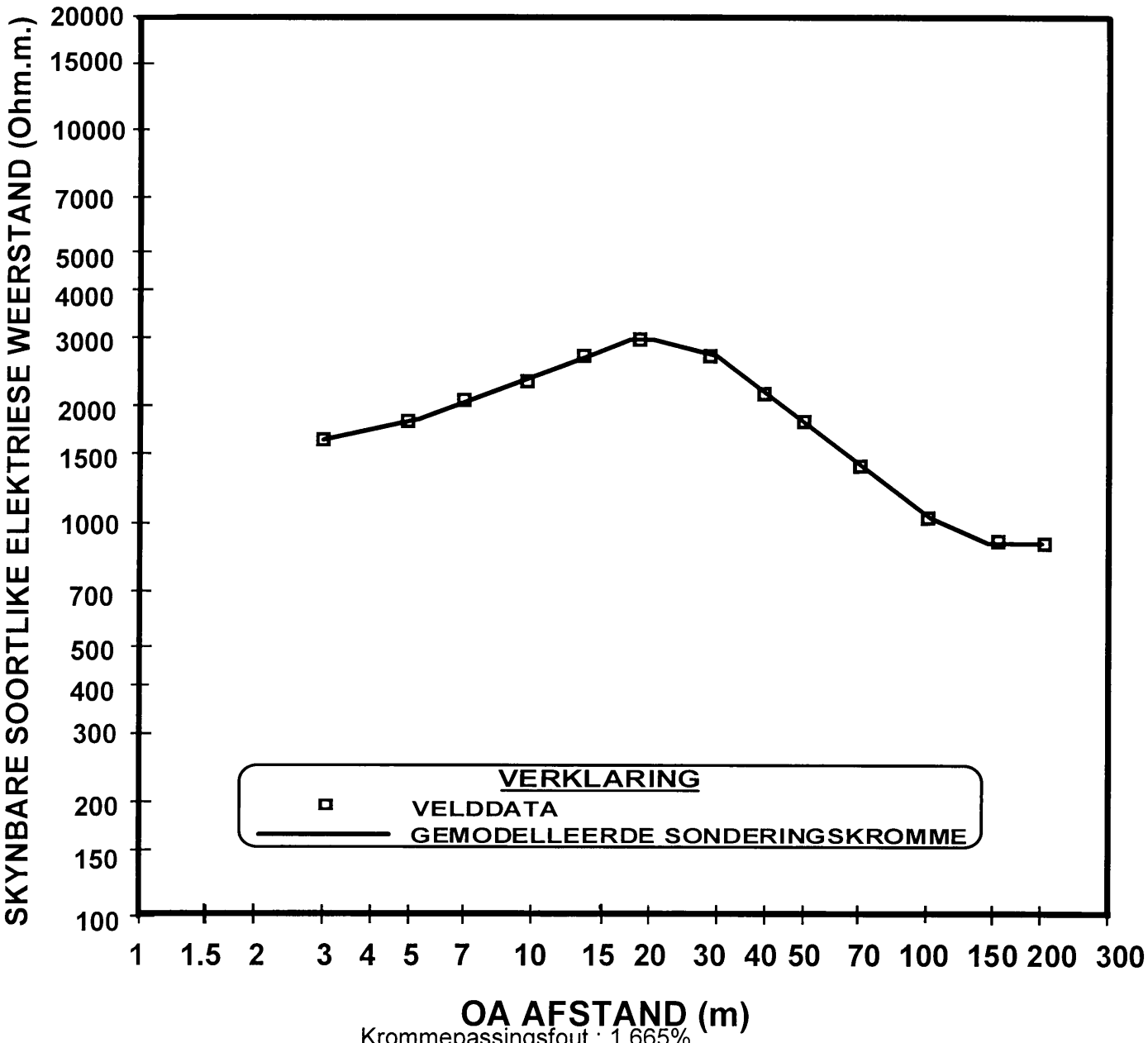
LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	1407	2162	1858	16400	199
ρ(beste pas)	1443	3014	2193	17235	200
ρ(maksimum)	1502	4049	3005	30843	894
$h_{(minimum)}$	*2.1*	*2.9*	*3.4*	*33.0*	
$h_{(beste\ pas)}$	*2.8*	*3.0*	*3.9*	*54.8*	
$h_{(maksimum)}$	*3.8*	*3.2*	*4.1*	*64.6*	

Figuur 9.21(a,b). Sonderingsdata van boorgat 5 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



Krommepassingsfout : 1.665%

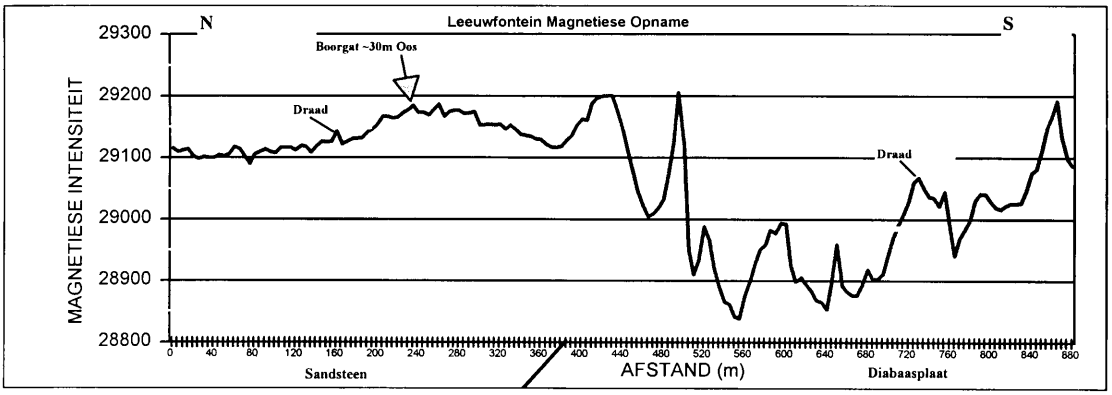
(b)

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	1597	1894	7123	892
ρ(beste pas)	1611	2713	13400	904
ρ(maksimum)	1623	4908	38300	926
h(minimum)	*3.6*	*1.1*	*2.3*	
h(beste pas)	*3.9*	*1.3*	*4.0*	
h(maksimum)	*4.8*	*1.4*	*6.6*	

Figuur 9.22(a,b). Sonderingsdata van boorgat 6 te Leeuwfontein 492 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.23. Magnetiese profiel langs boorgat 1 te Leeuwfontein 492 JR. Die sandsteen/diabaaskontak is geïnterpreteer volgens die geologie, magnetiese data en geobotanie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.10 Trigaardspoort

Inleiding

Die plaas Trigaardspoort 451 JR, geval nr. 13 (Figuur 1), is 5km. oos van die dorpie Vaalplaas geleë. Daar is een boorgat ondersoek met 'n diepte van 70 meter. Die statiese watervlak is ongeveer 3m. en die boorgatlewering is 3500 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die boorgat is 40 meter suid van 'n fontein af geleë, by 25º39'51" S. en 28º55'27" O. Die betrokke boorgat is deur 'n boorman uitgesoek deur na omliggende termiethope te kyk (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die oppervlak gesteentes is deel van die Wilgerivier Formasie met volop dagsome. Die sandsteen van die betrokke formasie strek van noordwes na suidoos en hel 5º na die noordooste. Grintsteen word ook plaaslik aangetref. Die NGDB (1996) lewer bewys van 'n dik soliede sandsteenlaag tot ten minste 72 meter diep. Die meeste gate in die omgewing is egter droog (NGDB, 1996).

Geomorfologie

'n Redelike geleidelike afwaartse helling na die noorde (Grootspruit) word waargeneem. Die gebied word duidelik op die lugfoto gekenmerk deur vleilande sonder lineamente.

Geofisika

Die sondering wat parallel aan die strekking uitgevoer is toon 'n drie-laag aarde. Die interpretasie is gedoen volgens die model in Figuur 9.24 en die NGDB (1996). Die eerste laag is verweerde sandsteen en los grond wat oorgaan in die versadigde sone by die statiese watervlak. Hieronder word slegs onverweerde sandsteen aangetref met droë nate, laagvlakke en krake, soos in die NGDB (1996) weerspieël word van omliggende boorgate.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

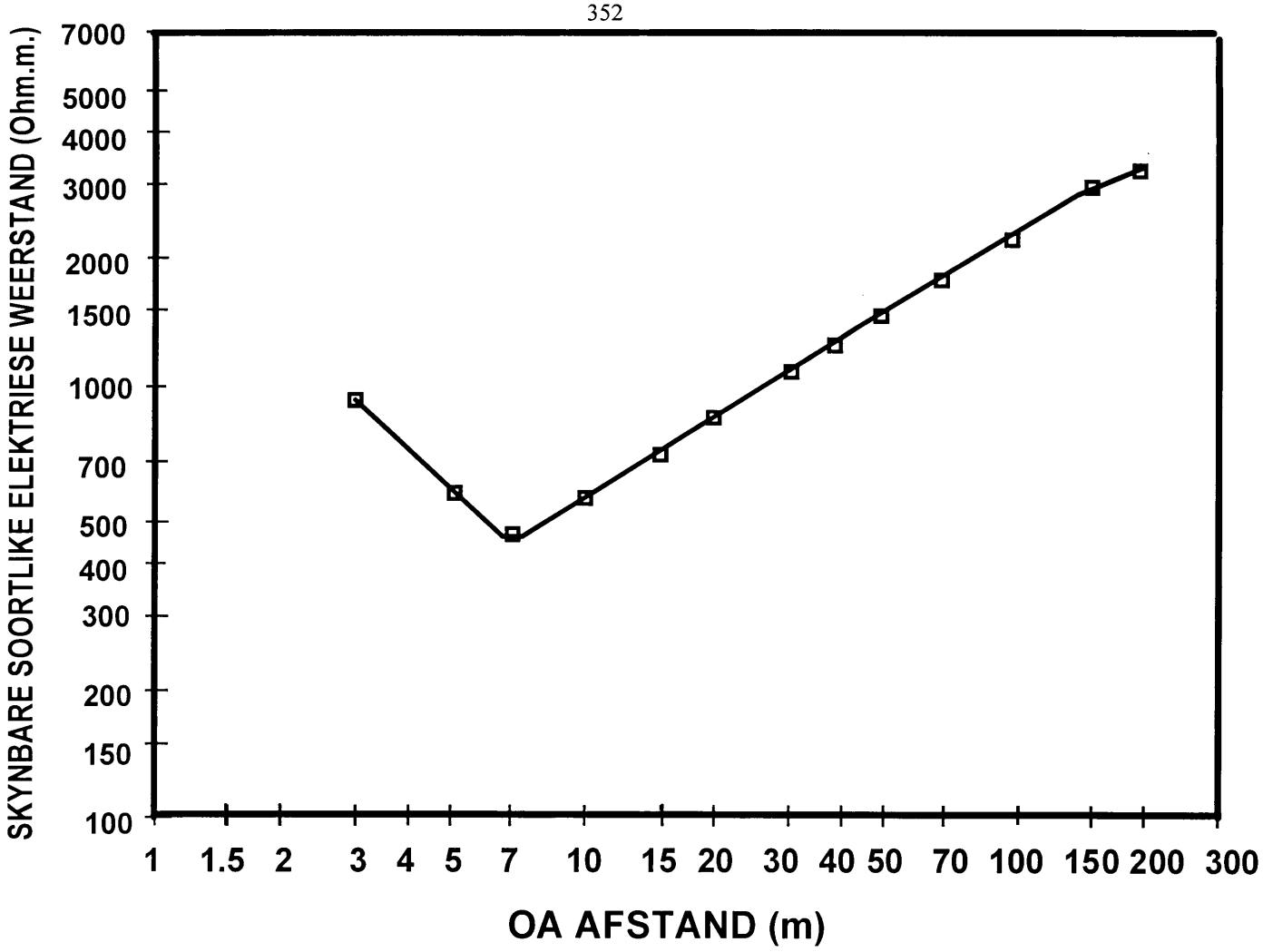
Die water wat uit die boorgat onttrek word, is hoofsaaklik fonteinwater a.g.v. die keël van drukontlasting, indien geen keerbank tussen die boorgat en spruit of fontein bestaan nie. Die fontein naby die boorgat dui op 'n keerbank in die ondergrond. Indien 'n lokale diabaasintrusie aanwesig is, wat ook bestaan in die omgewing onder die vleilande, sal dit as 'n keerbank dien. Die sandsteen lewer feitlik geen grondwater nie in hierdie omgewing volgens die NGDB (1996).

Slegs gelykstroom elektriese sonderings vir grondwater ondersoeke word aanbeveel op hierdie plaas, a.g.v. die groot hoeveelheid kunsmatige geruis teenwoordig. Die hoofsaaklike ondersoek teiken is verweerde diabaasintrusies, omdat die sandsteen ‘n baie swak akwifeer is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.083%

LAAG	1	2	3
ρ(minimum)	743	93.7	3985
ρ(beste pas)	1285	251	4127
ρ(maksimum)	2621	319	4504
h(minimum)	*1.2*	*3.6*	
h(beste pas)	*1.8*	*3.7*	
h(maksimum)	*2.8*	*8.7*	

Figuur 9.24(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Trigaardspoort 451 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.11 Vlakfontein

Inleiding

Die plaas Vlakfontein 453 JR, geval 14 (Figuur 1), is 18km. noord-noordoos van Bronkhorstspruit geleë. Daar is twee boorgate gevind en beide het dieptes van 50 meter en lewerings van 3500 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die eerste boorgat is geleë by 25º40'23" S. en 28º53'46" O., die tweede boorgat word 200 meter suid van hierdie gat af aangetref. Twee gelykstroom sonderings is uitgevoer en 'n pomptoets. 'n Dompeltoets was onmoontlik omdat die gate reeds volledig toegerus was. Die sonderingsdata en pomptoetsdata is van prof. P. J. Hattingh verkry.

Geologie

Die oppervlak gesteentes is deel van die Dwyka Formasie. Onderliggende gesteentes is sandsteen van die Wilgerivier Formasie en diabaas. Sandsteen en verweerde en onverweerde diabaas is by die boorgatstaat van die tweede gat aangetref. Die NGDB (1996) van die omgewing dui op 'n 20 meter sandsteenlaag voordat daar diabaas getref word. Dagsome is egter nie aangetref nie.

Geomorfologie

Die gebied is uitermate gelyk en met fonteine, vleilande en strome bedeel. 'n Gelyke helling van ongeveer 2º word na die noordweste ondervind.

Geofisika

Die gelykstroom elektriese sonderings is parallel aan die sandsteen se strekking gedoen. Die interpretasie van beide boorgate is gedoen aan die hand van die boorgatstaat, die geologie en die NGDB (1996).
Die sonderingskromme van die eerste boorgat dui op 'n KQH-tipe kromme (Figuur 9.25). Los bo-grond bedekking vorm die eerste dun laag. Daaronder word 'n onversadigde sandsteenlaag aangetref wat oorgaan in 'n versadigde sandsteenlaag, waar volgens die pomptoetsdata die statiese watervlak geleë is. Onder die statiese watervlak word verweerde diabaas aangetref met 'n dikte van 21.9 meter wat oorgaan in 'n soliede diabaasplaat.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Sondering 2 toon slegs 'n drie-laag aarde met 'n H-tipe vorm (Figuur 9.26). 'n Noemenswaardige dik tweede laag word aangetref. Die boorgatstaat by boorgat 2 bewys dat hierdie laag hoofsaaklik uit paleo-verweerde diabaas bestaan.

Akwifeerkarakterisering

In boorgat 1 is 'n konstante pomptoets op uitgevoer met 'n tydbestek van 8 uur. Die resultate word in Figuur 9.27 geïllustreer. Die data is op drie verskillende maniere ontleed. Die Hantush metode (ontleed deur prof. Hattingh), die Theis metode en die Cooper-Jacob metode. Die Hantush metode bereken 'n transmissiwiteit waarde (T) van 1.830 m^2/dag en 'n bergingskoëffisiënt (S) van $3.459x10^{-1}$. Die ander twee metodes bereken 'n T-waarde van $4.258x10^{-2}$ m^2/dag en 'n S-waarde van $5.351x10^{-3}$ (Figuur 9.27). Indien die empiriese verband T=Kb gebruik word, met b=10 meter, lewer beide oplossings 'n bevredigende oplossing vir 'n gebroke stollingsgesteente ingeperkte akwifeer volgens die tabelle van Freeze *et al.* (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al.* (1991). Die berekende S-waarde volgens die modelle van Theis en Cooper-Jacob is volgens Vegter (1993) verteenwoordigend van Suid-Afrikaanse toestande. 'n Gebroke en gedeeltelik verweerde waterdraer word deur die waardes uitgebeeld, met 'n maksimum dikte van 20 meter vir die akwifeer.

Gevolgtrekking

Beide die boorgate dui die aanwesigheid van 'n diabaasplaat aan. Die boorgatstaat by die tweede gat en die data uit die NGDB (1996) lewer bewys daarvan dat diabaas dominerend in die omgewing se geologie is. Die ingeperkte akwifere is weereens die sandsteen/verbrokkelde diabaaskontak. Die verweerde/verbrokkelde diabaas se dikte by boorgat 2 (Figuur 9.26) word te dik bereken volgens die boorgatstaat. Die elektriese geleier van die tweede laag kan ook watergevulde krake in die onverweerde diabaas wees, wat die weerstandbiedendheid van die onverweerde diabaas verlaag. Die boorgat is te vlak geboor om hierdie bewering te regverdig. Die pomptoetsanalise staaf die bewys dat die ingeperkte akwifeer 'n gebroke stollingsgesteente is.

Die teenwoordigheid van ‘n dik diabaasplaat wat onder die Dwyka Formasie en Wilgerivier Formasie op hierdie plaas bestaan maak dat enige boorposisie ongeskik is, a.g.v. die verskil in verwering van die plaat naby die aardoppervlak.
Die gebruik van die gelykstroom weerstandstegniek vir sonderings om die diepte van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

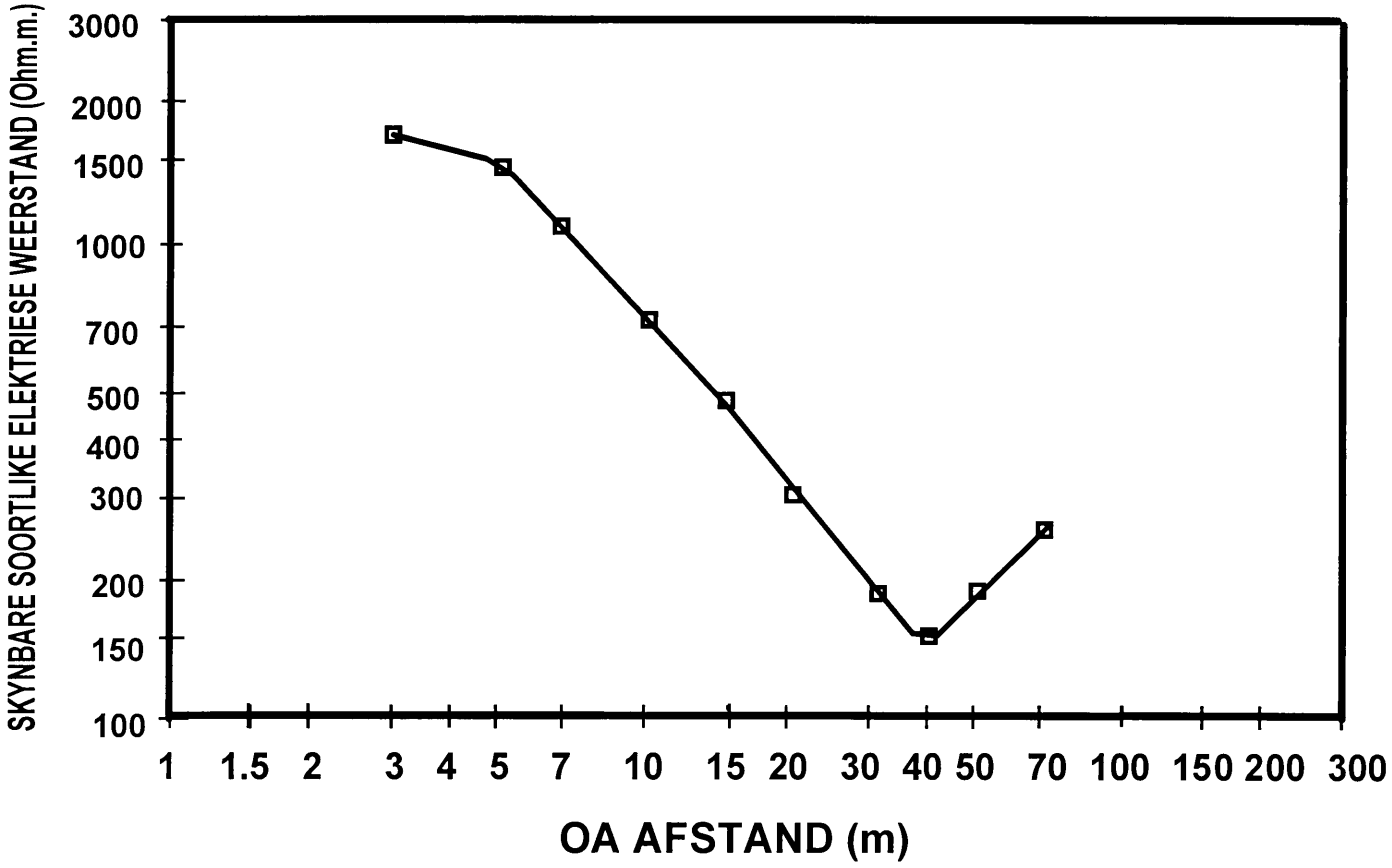
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verweringskomme te bepaal word aanbeveel. 'n Boorgat word geplaas by die diepste verwering. Elektromagnetiese -en magnetiese tegnieke kan agterweë gelaat word, omdat geen vertikale kontaksones van die diabaas op hierdie plaas verwag word nie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.374%

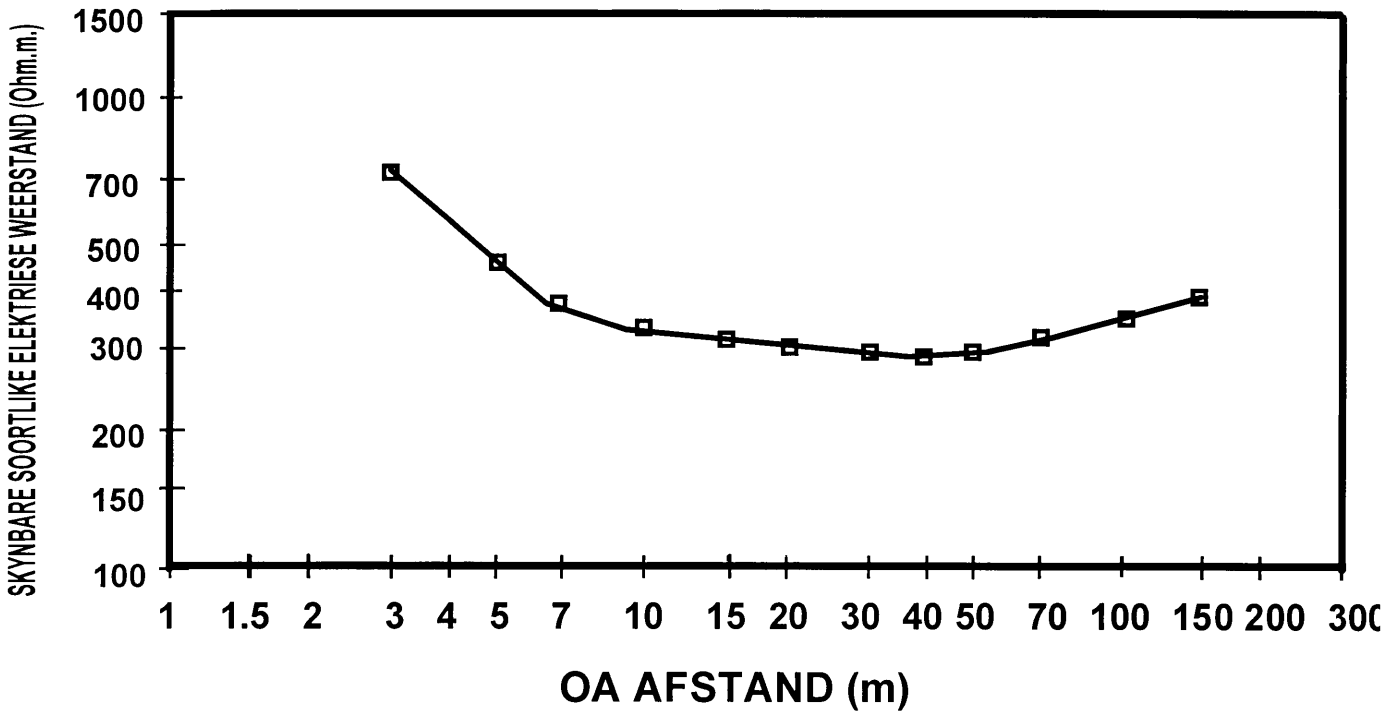
LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	737	2713	416	61.5	1456
ρ(beste pas)	1176	4072	488	82.8	4929
ρ(maksimum)	1563	6044	701	107	37341
$h_{(minimum)}$	*0.5*	*1.1*	*6.1*	*18.6*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.8*	*1.2*	*7.8*	*21.9*	
$h_{(maksimum)}$	*1.1*	*1.5*	*9.1*	*27.6*	

Figuur 9.25(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Vlakfontein 453 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

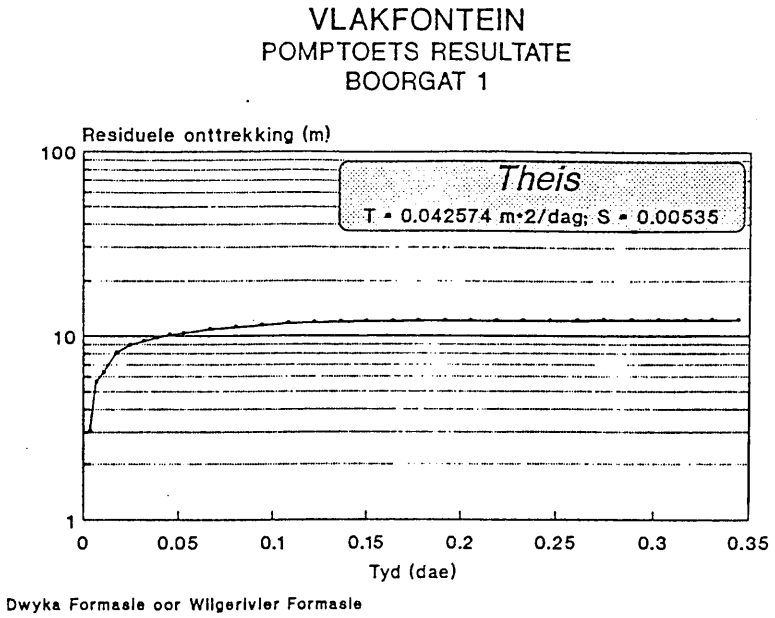
Krommepassingsfout : 1.620%

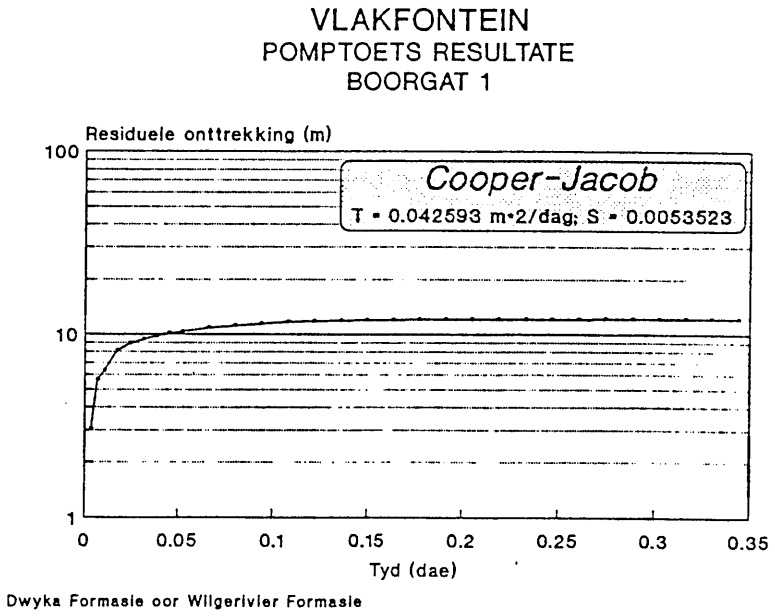
LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	847	318	358
$\rho_{(beste\ pas)}$	931	321	2921
$\rho_{(maksimum)}$	1015	329	91163
$h_{(minimum)}$	1.6	104.4	
$h_{(beste\ pas)}$	1.7	160.3	
$h_{(maksimum)}$	1.8	333.2	

Figuur 9.26(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Vlakfontein 453 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA





Figuur 9.27. Pomptoets analitiese model van boorgat 1 te Vlakfontein 453 JR.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.12 Blaauwpoort

Inleiding

Blaauwpoort 257 JS, geval 15 (Figuur 1), is 25km. noordwes van Witbank geleë. Die betrokke boorgat is geleë by 25º42'02" S. en 29º02'44" O. en is op 'n sandsteenrant geplaas. Die boorgat is 25 meter diep met 'n lewering van 2500 l/uur. Die betrokke boorgat is met 'n draad aangewys en blykbaar kruis onder die gat twee breuke of nate (eienaar: persoonlike kommunikasie). By die boorgat is een gelykstroom sondering uitgevoer, een elektromagnetiese profiel en een magnetiese profiel.

Geologie

Die hele gebied word oorlê deur die Wilgerivier Formasie. Sandsteendagsome is ten noorde van die boorgat volop. 'n Boorgatstaat was afwesig by die boorgat. Die strekking van die gesteentes is oos-wes. Fotografiese lineamente is sigbaar op die lugfoto weens die bergagtige aard van die omgewing, maar geen lineament op die lugfoto kan met die boorgat in verband gebring word nie.

Geomorfologie

Hierdie boorgat is bo-op 'n sandsteenrant geleë, wat ten noorde van die boorgat 'n steil afwaartse helling het. Die helling op die rant is baie gelyk.

Geobotanie

Gifblaar (*Dichapetalum cymosum*) en Rooisering (*Burkea africana*) kom by die boorgat voor.

Geofisika

Die gelykstroom sondering dui op 'n K-tipe kromme (Figuur 9.28). Die volgende interpretasie is moontlik volgens die model in Figuur 9.28, geologie en die (elektro)magnetiese data (Figure 9.29-30). 'n Weerstandbiedende laag van 5.2m. dik word aangetref op 'n diepte van 3.1 meter. Die boonste laag word gekenmerk deur

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

ongekonsolideerde los grond wat oorgaan in onversadigde konglomeraat en sandsteen. Daaronder bestaan versadigde sandsteen.
Die elektromagnetiese profiel dui 'n elektries weerstandbiedende omgewing aan met 'n hoofsaaklik horisontaal gelaagde aarde (sandsteen) (Figuur 9.29).
'n Uniforme magnetiese omgewing word geïmpliseer deur die magnetiese profiel (Figuur 9.30). Die anomalie tussen 0 en 15 meter word veroorsaak deur ysterdrade. Die maksimum residuele amplitude, buite die geruis, van die totale travers is slegs 27nT. Daar is geen noemenswaardige magnetiese gradiënt op die lugmagnetiese kaart (2528 Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal) te bespeur nie, sodat die travers in ‘n willekeurige en gerieflike rigting uitgevoer is.

Gevolgtrekking

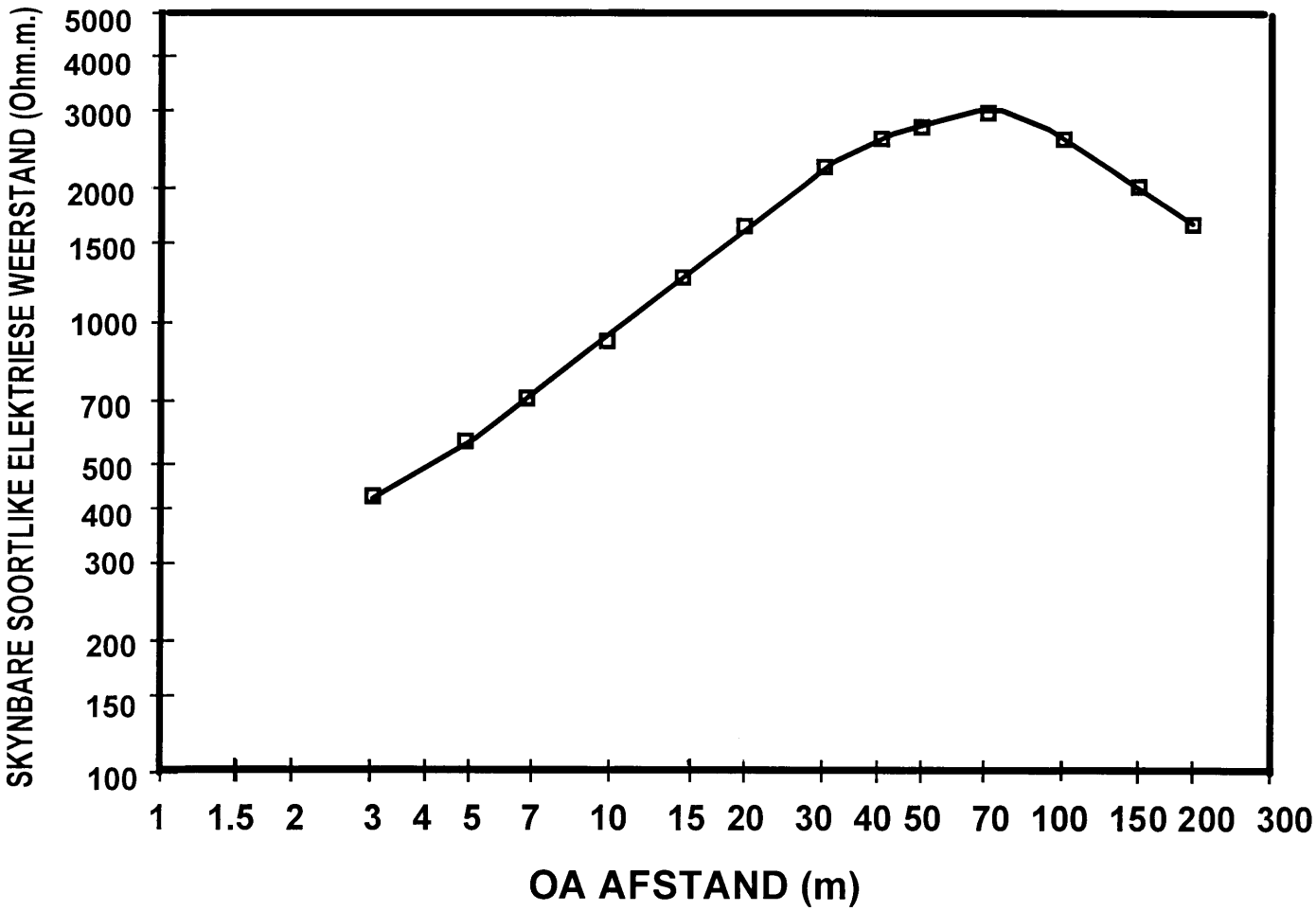
Geen intrusies bestaan naby die boorgat wat grondwater aan die boorgat kan lewer nie, soos aangedui deur die elektromagnetiese -en magnetiese profiele (Figure 9.29 & 9.30). Die bestaande ingeperkte akwifeer is genate en/of gelaagde sandsteen. Die boorgat is slegs 25 meter diep, sodat die sonderingskromme (Figuur 9.28) 'n redelike betroubare beeld van die versadigde en onverweerde sone na 8.3 meter skep.
Die totale AB/2-kabellengte was ontoereikend om die vloergesteente te kan definieer. Dit blyk dat ‘n dik elektriese geleier op ‘n diepte van 8.3 meter voorkom, wat die akwifeer definieer.

Omdat onversteurde sandsteen op die plaas voorkom kan nie op enige posisie geboor word nie. Die sandsteen is nie ‘n noemenswaardige akwifeer nie.
Die geofisiese ondersoek by die boorgat op die rant het aangedui dat slegs gelykstroom elektriese sonderings effektief is vir grondwater ondersoeke in die onversteurde sandsteen. In valleie en by posisies van lineamente kan al drie die tegnieke gebruik word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

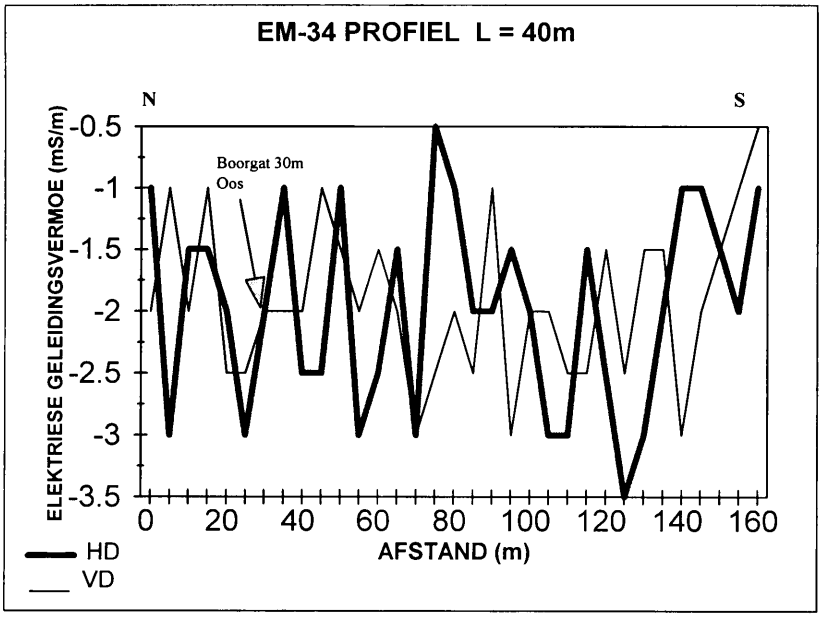
Krommepassingsfout : 1.115%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	306	17200	320
$\rho_{(beste\ pas)}$	334	56465	595
$\rho_{(maksimum)}$	351	1300000	913
$h_{(minimum)}$	2.6	3.9	
$h_{(beste\ pas)}$	3.1	5.2	
$h_{(maksimum)}$	3.4	20.0	

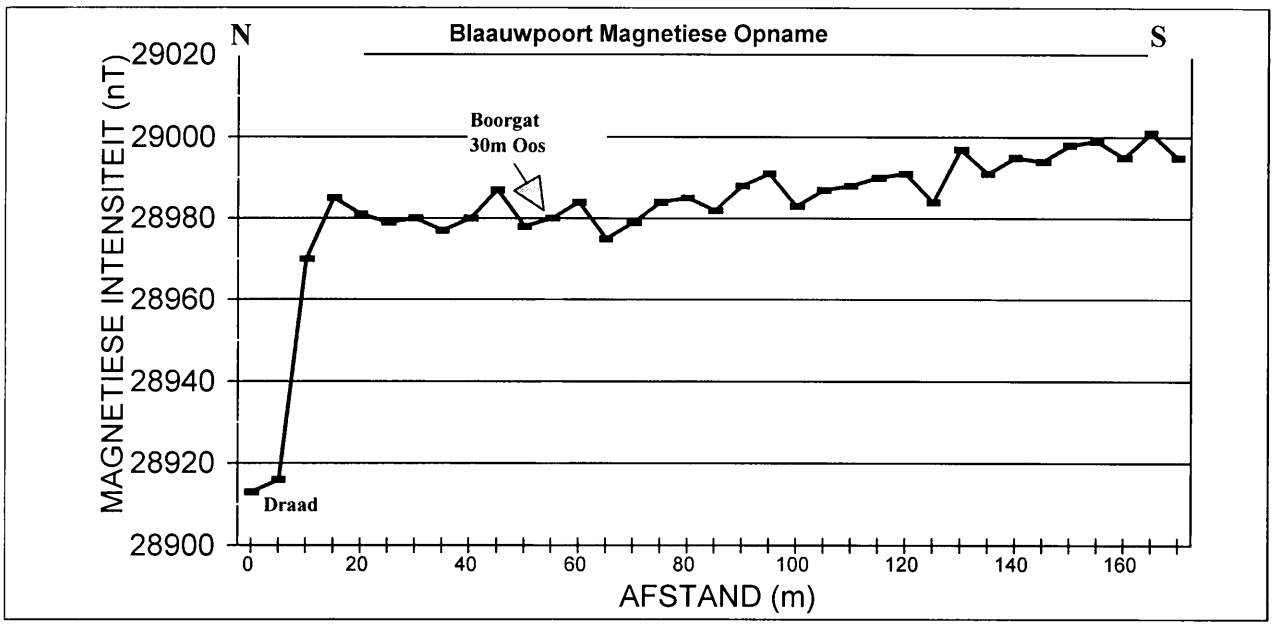
Figuur 9.28(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Blaauwpoort 257 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.29. Elektromagnetiese profiel langs die boorgat te Blaauwpoort 257 JS.



Figuur 9.30. Magnetiese profiel langs die boorgat te Blaauwpoort 257 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.13 Roodepoort

Inleiding

Die plaas Roodepoort 259 JS, geval 16 (Figuur 1), is halfpad tussen Witbank en Verena geleë. Die boorgat is in 'n bloekombos geleë en het 'n diepte van 45 meter, met 'n statiese watervlak by die 10m. en lewer 1500 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die ligging van die boorgat is 25º40'19" S. en 29º08'33" O. Daar is een gelykstroom elektriese sondering by die boorgat uitgevoer.

Geologie

Die gebied word oorlê deur gesteentes van die Dwyka Formasie. Dagsome van konglomeraat en sandsteen is aanwesig met 'n oos-wes strekking en hel 3º na die noorde. Die NGDB (1996) dui daarop dat in die gebied rioliet raakgeboor is. Die lugfoto wys dat die gebied deurkruis word met lineamente ten noorde en suide van die plaas.

Geomorfologie

Die omgewing is baie gelyk met volop dagsome van konglomeraat en sandsteen. Die plaas is op 'n uitloper geleë met rivierlope na die noorde, ooste en suide.

Geofisika

Die gelykstroom sondering is parallel aan die sandsteen en konglomeraat se strekking uitgevoer. Die interpretasie is gedoen volgens die geologie en die NGDB (1996).
Die sondering het 'n 7-laag aarde gedefinieer met 'n diepte van 28.6 meter bo die vloergesteente (Figuur 9.31). Die eerste laag bestaan hoofsaaklik uit witgrond en verweerde Dwyka skalie. 'n Dun tweede laag kenmerk onversadigde konglomeraat met daaronder 'n sandsteenlaag. Die vierde laag is konglomeraat wat oorgaan in 'n versadigde sandsteenlaag volgens die statiese watervlak. Die grondwater in die versadigde sone sal hoofsaaklik in krake, nate en laagvlakke bestaan. Die sesde laag is onverweerde konglomeraat en kwartsitiese sandsteen. Laag 7 bestaan uit verweerde rioliet, soos deur die NGDB (1996) aangedui.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

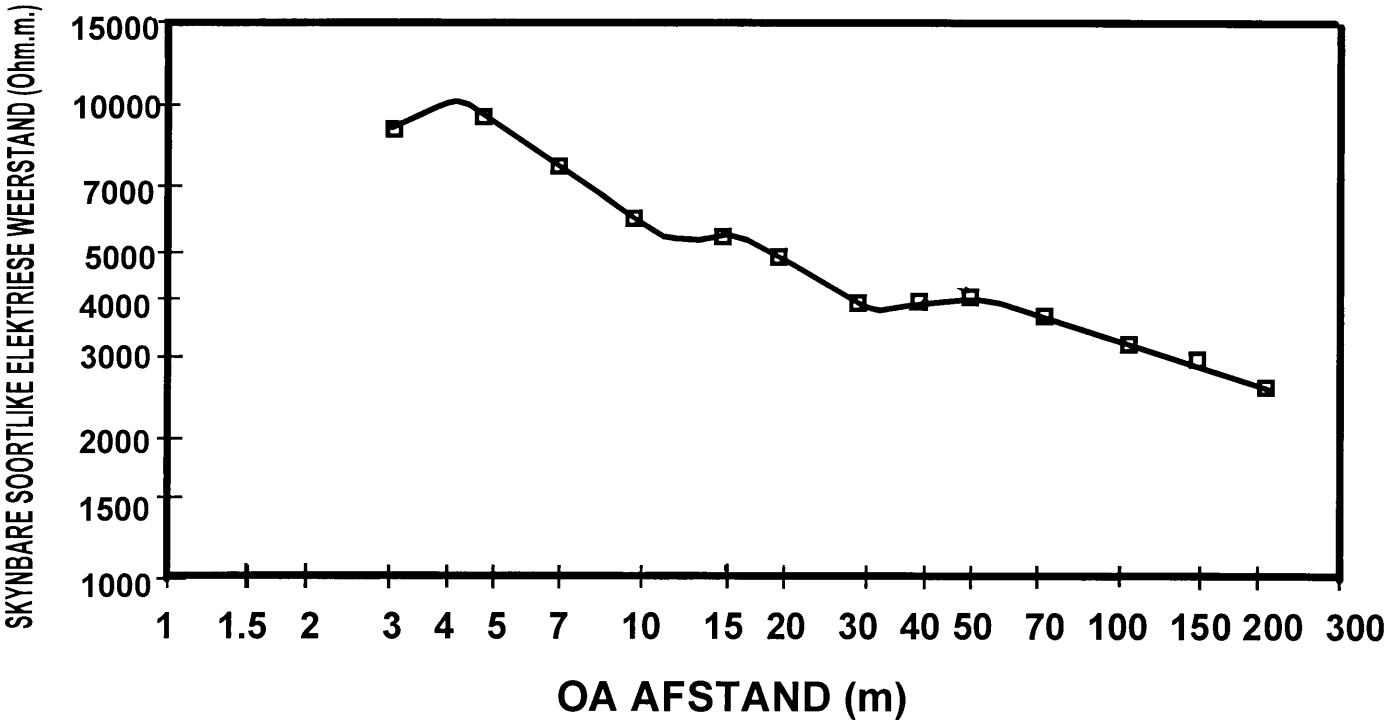
Die sondering dui op 'n multi-gelaagde aarde (Figuur 9.31). 'n Intergelaagde opeenvolging van sandsteen en konglomeraat word die eerste 20 meter waargeneem. Die vloergesteente bestaan uit rioliet volgens die NGDB (1996). Die diskordansie tussen die verweerde rioliet en konglomeraat (paleo-verweringsvloer), asook die sandsteen van die vyfde laag sal ingeperkte waterdraers uitmaak. Die beperkte AB/2-afstand van 200m. het nie die weerstandbiedende onverweerde riolietvloergesteente opgespoor nie. 'n Langer AB/2-afstand sal die probleem oplos, maar is egter nie noodsaaklik in lokale grondwater ondersoeke nie.

Indien 'n paleo-verweringsvloer by 'n diepte van 30 meter voorkom, sal dit die kanse verhoog om op enige posisie grondwater raak te boor.
Effektiewe grondwater ondersoek tegnieke berus egter in hierdie beboste plaas hoofsaaklik op gelykstroom sonderings tesame met die magnetiese tegniek. Die elektromagnetiese profileringstegniek is moeilik om toe te pas weens die digte bebossing wat die plasing van lusse sal bemoeilik en die interverbindingskabel sal verstrengel. Die diepte na die paleo-verweringsvloer word doeltreffend deur die sonderings vasgestel, sodat effektiewe boorgatplasing verseker word. Die moontlike aanwesigheid van intrusies word deur die magnetiese tegniek vasgestel en word opgevolg deur sonderings om verweringsdiktes te bepaal.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.655%

AAG	1	2	3	4	5	6	7
$\rho_{(minimum)}$	5183	12347	1628	14909	685	20197	314
$\rho_{(beste\ pas)}$	7246	32555	2352	34896	1101	33688	1000
$\rho_{(maksimum)}$	8451	51882	3763	53091	3123	60484	2121
$h_{(minimum)}$	*1.3*	*0.7*	*4.1*	*1.5*	*9.8*	*7.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.6*	*0.8*	*4.3*	*1.8*	*11.0*	*9.1*	
$h_{(maksimum)}$	*2.1*	*1.0*	*4.6*	*2.2*	*13.4*	*16.4*	

Figuur 9.31(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Roodepoort 259 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.14 Kwarsspruit I

Inleiding

Die plaas Kwarsspruit 261 JS, geval 17 (Figuur 1), is ongeveer 22km. noord van Witbank geleë. Die boorgat met ligging 25º40'50" S. en 29º12'59" O. is 55 meter diep met 'n lewering van 4000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Daar is een gelykstroom sondering gedoen parallel aan die gesteente strekking.

Geologie

Die hele gebied is oorlê met gesteentes van die Wilgerivier Formasie, met dun intrusiewe diabaasgange en lineamente. Die lugfoto van die plaas dui daarop dat die hele noordelike bergagtige deel van die plaas deurkruis is met lineamente. Die strekking van die sandsteen is van oos na wes en hel 3º na die noorde. Die boorgatstaat by die boorgat het slegs 'n paar sandsteenfragmente opgelewer.

Geomorfologie

Die boorgat is 75 meter suid van 'n fontein geleë. Die lokale helling is na die ooste. Die gebied om die boorgat is redelik gelyk, maar in die noorde is daar sandsteenrante. Die plaas word in die noordooste begrens deur die Olifantsrivier.

Geobotanie

Gifblaar (*Dichapetalum cymosum*) en Rooisering (*Burkea africana*) kom by die boorgat voor.

Geofisika

Die sondering toon 'n HKH-tipe sonderingskromme (Figuur 9.32). Die volgende interpretasie is moontlik volgens die boorgatstaat en geologie: Die eerste laag is slegs verweerde gesteentes en los bo-grond. Daarna volg twee lae van elk een meter dik van onderskeidelik skalie en sandsteen. Op 'n diepte van 2.7m. tot op 'n diepte van 45m. bestaan kleihoudende verweerde diabaas. Daaronder volg 'n onverweerde diabaasplaat.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

Die aanname dat diabaas teenwoordig is, berus op twee feite, naamlik dat in die omgewing vele plase fonteinwater gebruik wat direk i.v.m. 'n diabaasintrusie gebring kan word (2528 Pretoria, 1978). Voorbeelde is naby die plaas by Roodepoort 259 JS en Zaaihoek 260 JS aangetref. Die tweede feit is die valleie en vleilande wat kontrasteer met die sandsteenrante ook met 'n diabaasintrusie geassosieer kan word (2528 Pretoria, 1978). Die lugfoto toon die diabaasintrusies redelik, omdat hierdie liggame verantwoordelik is vir 'n donkerder tonasie op die lugfoto. Die donker tonasie is vogtige grondoppervlakke wat geassosieer is met fonteine, vleilande en strome.

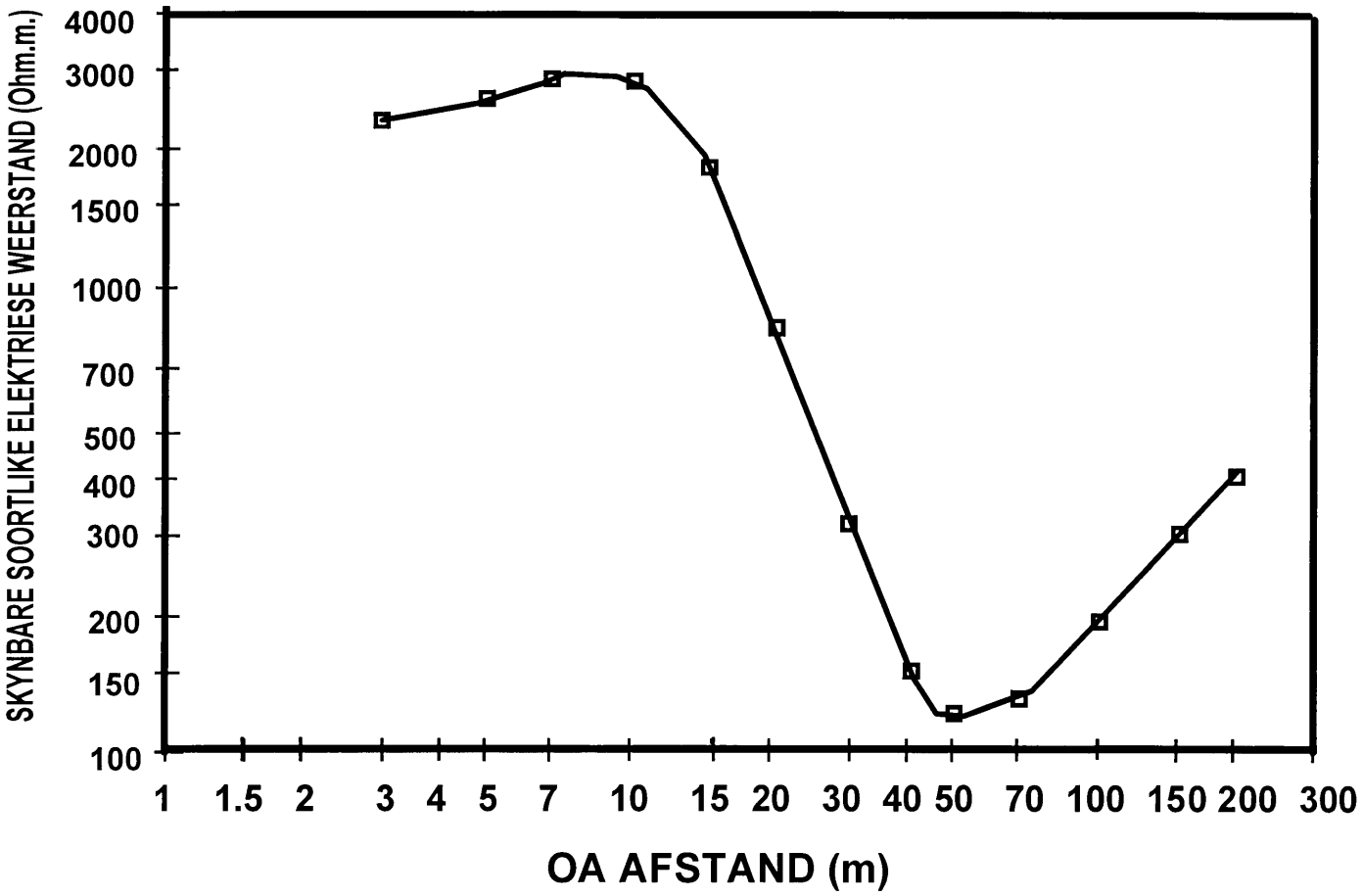
Die boorgat pomp water uit die elektries geleidende vierde laag met ρ_4 = 74.7 Ω.m. (Figuur 9.32). Volgens die model en interpretasie in Figuur 9.32, bestaan 'n dik ingeperkte akwifeer van verweerde diabaas met ‘n dikte van 42.3 meter bo die onverweerde diabaas.

Deur slegs van die geologie gebruik te maak, kan 'n boorgatposisie bepaal word. Dit is maklik om te onderskei tussen sandsteen en diabaas op hierdie plaas. Daar moet nog steeds van gelykstroom sonderings gebruik gemaak word om die geoëlektriese profiel te definieer om die dikte en diepte van verwering te bepaal vir die beste boorgatplasing.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 2.073%

LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	2978	583	18922	71.3	845
ρ(beste pas)	4432	1020	21401	74.7	9853
ρ(maksimum)	7670	1438	16100	79.4	11880
h(minimum)	*0.6*	*0.9*	*0.2*	*35.5*	
h(beste pas)	*0.7*	*1.0*	*1.0*	*42.3*	
h(maksimum)	*0.8*	*1.1*	*2.3*	*52.2*	

Figuur 9.32(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Kwarsspruit 261 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.15 Kwarsspruit II

Inleiding

Die plaas Kwarsspruit 261 JS, geval 18 (Figuur 1), is 5km. noord-noordoos van geval 17 geleë. Die boorgat is geleë by 25º39'37" S. en 29º14'23" O. en is slegs 10 meter diep, omdat dit eintlik 'n steenkool eksplorasiegat is. Die statiese watervlak is ongeveer 2m. en die boorgatlewering is 4000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Hierdie boorgat is 70m. hoër geleë as die boorgat in geval 17. By die boorgat is een gelykstroom sondering parallel aan die sandsteen se strekking gedoen en een magnetiese profiel van noordwes na suidoos.

Geologie

Die Wilgerivier Formasie met 'n oos-wes strekking oorlê die hele gebied. Intrusiewe diabaasgange en lineamente kom voor (2528 Pretoria, 1978). Lineamente kom in die omgewing vrywel algemeen voor, alhoewel die lugfoto nie enige lineamente by of naby die boorgat uitwys nie. Die rede mag wees dat die boorgat op 'n baie gelyke oppervlak geleë is, waar erosie en verwering minder aktief word.

Geomorfologie

Die boorgat is geleë bo-op 'n berg by trigonometriese baken nr. 34. Die gebied het 'n afwaartse helling na die suidweste. Termiethope wat noord-suid strek is aanwesig. Ten suide (+1km.) van die boorgat kom fonteine voor.

Geofisika

'n Vyf-laag aarde is verkry uit die gemodelleerde sonderingkromme (Figuur 9.33). Die interpretasie van die geoëlektriese model in Figuur 9.33 is gebaseer op die geologie. Die eerste laag word getipeer deur ongekonsolideerde bo-grond en sandsteen wat oorgaan in 'n versadigde tweede sandsteenlaag. Die statiese watervlak is op hierdie diepte geleë. Daaronder word 'n weerstandbiedende konglomeraatlaag aangetref. 'n Dik geleidende vierde laag van hoofsaaklik genate en gebroke sandsteen en skalie word aangetref tot op 'n diepte van 64 meter. Daaronder word 'n weerstandbiedende vloergesteente aangetref.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die magnetiese profiel dui op 'n uniforme magnetiese omgewing met 'n residuele amplitude van 65nT (Figuur 9.34). Kunsmatige geruis word naby die boorgat ondervind, maar die amplitude van die geraas is slegs 35nT. Die data dui daarop dat geen magnetiese diabaasintrusie bestaan nie.
Die opname is gedoen deur die lugmagnetiese kaart (2528 Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal) te bestudeer voordat daar in enige rigting met 'n magnetiese traverslyn begin word. Die kaarte verskaf inligting oor magnetiese gradiënt, sodat die strekking van die gesteentes loodreg gekruis kan word om 'n maksimum responsie te verkry oor 'n intrusie.

Gevolgtrekking

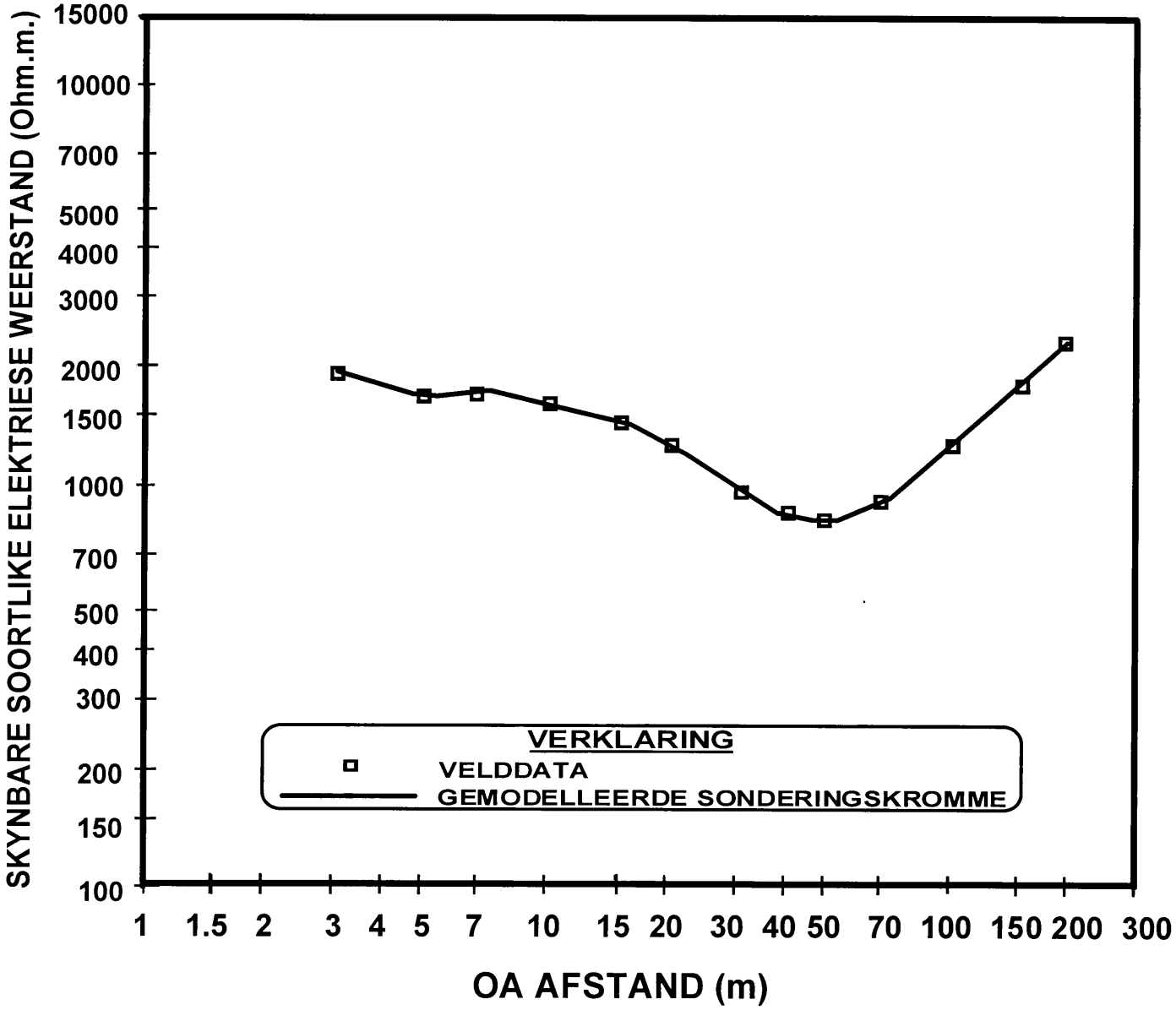
Die besondere vlak boorgat dui op 'n vlak statiese watervlak en gunstige hidrogeologiese omstandighede. Die akwifeer is slegs op 'n vlak diepte ingeperk vir die betrokke boorgat. Die grondwater word uit tektoniese en strukturele deformasies van die sandsteen onttrek. Die sondering wys 'n diep afwaartse strekking van hierdie laag, sodat meer water raakgeboor kan word indien dieper geboor sou word tot 'n diepte van 70 meter (Figuur 9.33). Die magnetiese profiel toon geen teken van enige magnetiese intrusie nie (Figuur 9.34).

Die feit dat grondwater op ‘n vlak diepte raakgeboor is wek die gevoel by ‘n persoon op dat by enige plek grondwater raakgeboor sal word. Die wisselvalligheid van die sandsteen as akwifeer het die gevolg dat so ‘n eksperiment onsuksesvol is met duur gevolge. ‘n Gelykstroom sondering verskaf ‘n geoëlektriese diepte profiel binne ‘n uur, sodat ‘n potensiële boorposisie goedkoop en wetenskaplik getoets kan word.
Op die gelykgedeeltes van die plaas word slegs gelykstroom elektriese sonderings aanbeveel, omdat die magnetiese tegniek daarop dui dat geen magnetiese intrusies bestaan nie. Aan die kante van die berg word (elektro)magnetiese tegnieke ook aanbeveel, omdat hier diabaasgange en lineamente voorkom volgens die lugfoto en 2528 Pretoria (1978) kaart.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

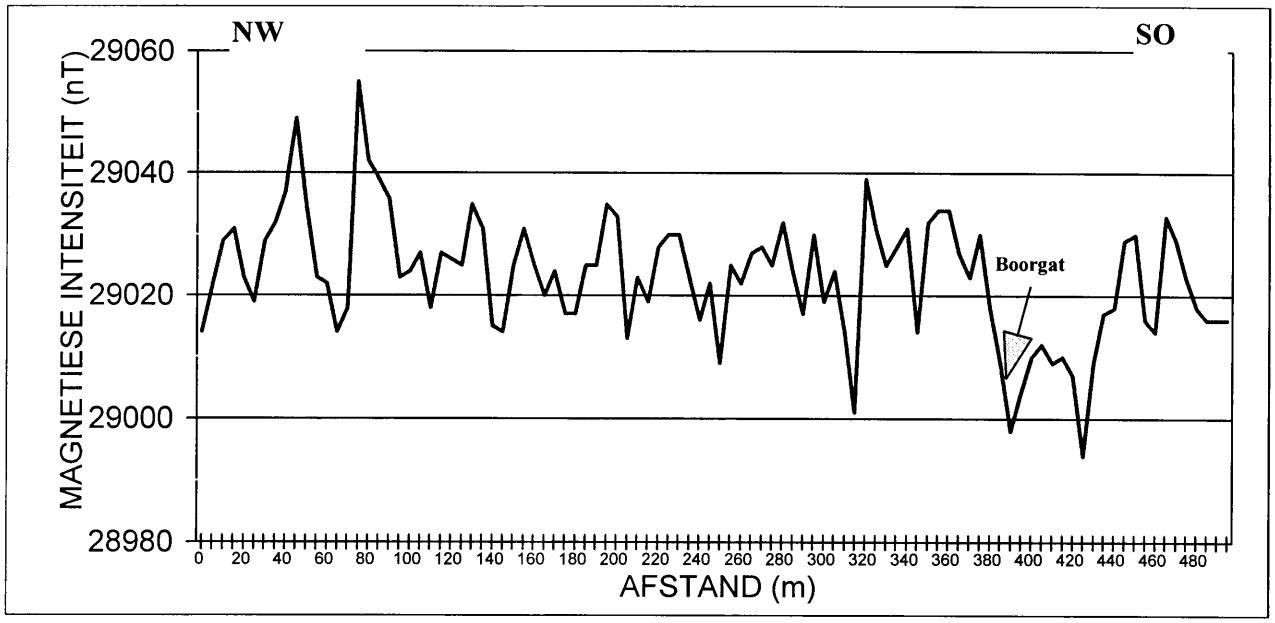
Krommepassingsfout : 2.585%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	2754	578	11246	617	9081
$\rho_{(beste\ pas)}$	2921	999	13095	685	9151
$\rho_{(maksimum)}$	6418	1223	38970	1939	9245
$h_{(minimum)}$	*1.3*	*1.8*	*0.4*	*47.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.4*	*2.0*	*0.7*	*59.9*	
$h_{(maksimum)}$	*1.6*	*2.2*	*1.1*	*109.9*	

Figuur 9.33(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Kwarsspruit 261 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.34. Magnetiese profiel langs die boorgat te Kwarsspruit 261 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.16 Klipfontein

Inleiding

Die plaas Klipfontein 498 JR, geval 19 (Figuur 1), is 19km. noordoos van Bronkhorstspruit geleë. Die boorgat is geleë by 25º44'24" S. en 28º54'07" O., en het 'n lewering van 4000 l/uur. Die boorgat is 58 meter diep en die water is reeds op 10 meter raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie en NGDB: 1996).

Geologie

Die geologie word hoofsaaklik gekenmerk deur 'n diabaasplaat in diepte. 'n Dun bedekking van die Dwyka Formasie en die Wilgerivier Formasie kom voor. Die strekking van die Wilgerivier Formasie is oos-wes en hel 10º na die noorde. Dagsome van grintsteen, sandsteen en lateriet word aangetref. Die NGDB (1996) se betrokke boorgatstaat dui dat van 0-15 meter grond aangetref word en van 15-58 meter diabaas. Die lugfoto van die plaas dui enkel op vleilande by die boorgat.

Geomorfologie

Die gebied is 'n vlei wat geleidelik hel teen 5º na die weste. Ten suidweste van die plaas word sandsteenrante aangetref.

Geofisika

Die gelykstroom elektriese sondering is parallel aan die sandsteen se strekking uitgevoer. Die interpretasie kan hoofsaaklik aan die hand van die NGDB (1996) se spesifieke boorgatstaat gedoen word.
Die eerste laag van die sonderingskromme bestaan uit ongekonsolideerde sand, verweerde Dwyka skalie en sandsteen (Figuur 9.35). Die volgende laag bestaan uit sandsteen, versadigde sandsteen by die statiese watervlak, klei en verweerde diabaas. Op 'n diepte van 24.6 meter word 'n dik onverweerde diabaasplaat aangetref, dieselfde plaat as in geval 12 volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

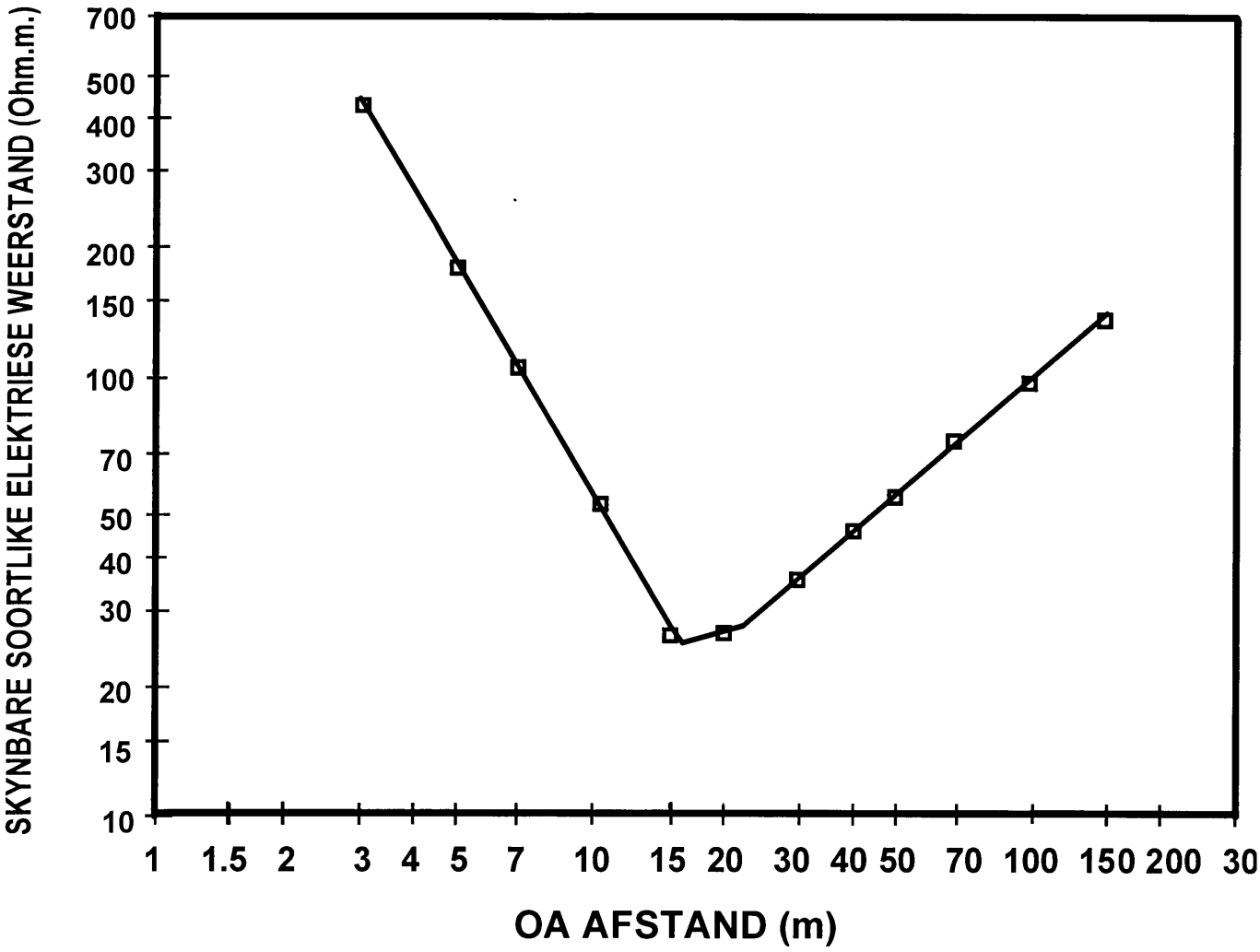
Die resultaat wat verkry is, is kenmerkend van 'n omvangryke diabaasintrusie; 'n tipiese H-kromme wat die oorgang tussen die verweerde -en onverweerde diabaas aandui (Figuur 9.35). Uit die sondering en uit die NGDB (1996) is dit duidelik dat slegs die boonste diabaaskontak raakgeboor is en is daar grondwater aangetref. Die akwifeer is ingeperk tussen die boonste materiaal en sandsteen en die onverweerde diabaas (keerbank).

Die probleem van ongenoegsame verweringsdieptes van die diabaas en diabaas-dagsome het die gevolg dat enige boorposisie ongeskik is.
Effektiewe grondwater ondersoeke op hierdie plaas kan gedoen word d.m.v. die magnetiese tegniek om die kontaksones van die diabaasplaat vas te stel. Gelykstroom elektriese sonderings word by posisies op die magnetiese traverslyn uitgevoer om verweringsdieptes te bepaal. Elektromagnetiese profileringsopnames is slegs nodig, indien probleme ondervind word met die opsporing van die intrusie en verweringskomme wat onwaarskynlik is.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.313%

LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	441	25.1	373
$\rho_{(beste\ pas)}$	496	25.6	1272
$\rho_{(maksimum)}$	517	26.0	10034
$h_{(minimum)}$	2.1	19.2	
$h_{(beste\ pas)}$	2.3	22.3	
$h_{(maksimum)}$	2.4	27.3	

Figuur 9.35(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Klipfontein 498 JR. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.17 Bankfontein

Inleiding

Die plaas Bankfontein 264 JS, geval 20 (Figuur 1), is ongeveer 20km. noordwes van Middelburg geleë. Die boorgat lewer 1800 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die ligging van die boorgat is by 25º38'53" S. en 29º19'17" O.

Geologie

Dagsome van konglomeratiese sandsteen is by die boorgat geleë. Die strekking van die sandsteen is oos-wes en hel 5º na die suide. Volgens die boorgatstaat is in konglomeratiese sandsteen, diabaas en rioliet geboor; die diabaas is egter min. Volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart is 'n aantal lineamente en diabaasintrusies plaaslik aanwesig. Die lugfoto dui op 'n aantal lineamente, maar die boorgat is nie op 'n lineament geplaas nie. Die NGDB (1996) dui daarop dat sandsteen tot op 'n diepte van 73 meter in die omgewing voorkom.

Geomorfologie

Die gebied is gelykliggend met klein rante na die noorde en suide. Die Olifantsrivier is ongeveer 1km. na die suide geleë. 'n Geleidelike helling afwaarts na die rivier word waargeneem.

Geofisika

Daar is slegs 'n enkele gelykstroom sondering parallel aan die strekking van die sandsteen uitgevoer. Die uitvoer van 'n magnetiese profiel was onmoontlik weens volop kunsmatige geruis.
'n Ses-laag geoëlektriese aarde is gemodelleer (Figuur 9.36) en die interpretasie is gebaseer op die boorgatstaat, die geologie en die NGDB (1996). Die bo-grond bestaan uit ongekonsolideerde sand wat oorgaan in konglomeratiese sandsteen tot op 'n diepte van 4.8 meter. Onder die onversadigde sandsteen word 'n versadigde sandsteen aangetref by die piësometriese drukhoogte en dan weer oorgaan in onverweerde

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

sandsteen. Op 'n diepte van 17.8 meter word 'n verweerde diabaasplaat aangetref, wat na 6.9m. oorgaan in onverweerde diabaas. Die rioliet wat raakgeboor is sal op 'n dieper diepte voorkom.

Gevolgtrekking

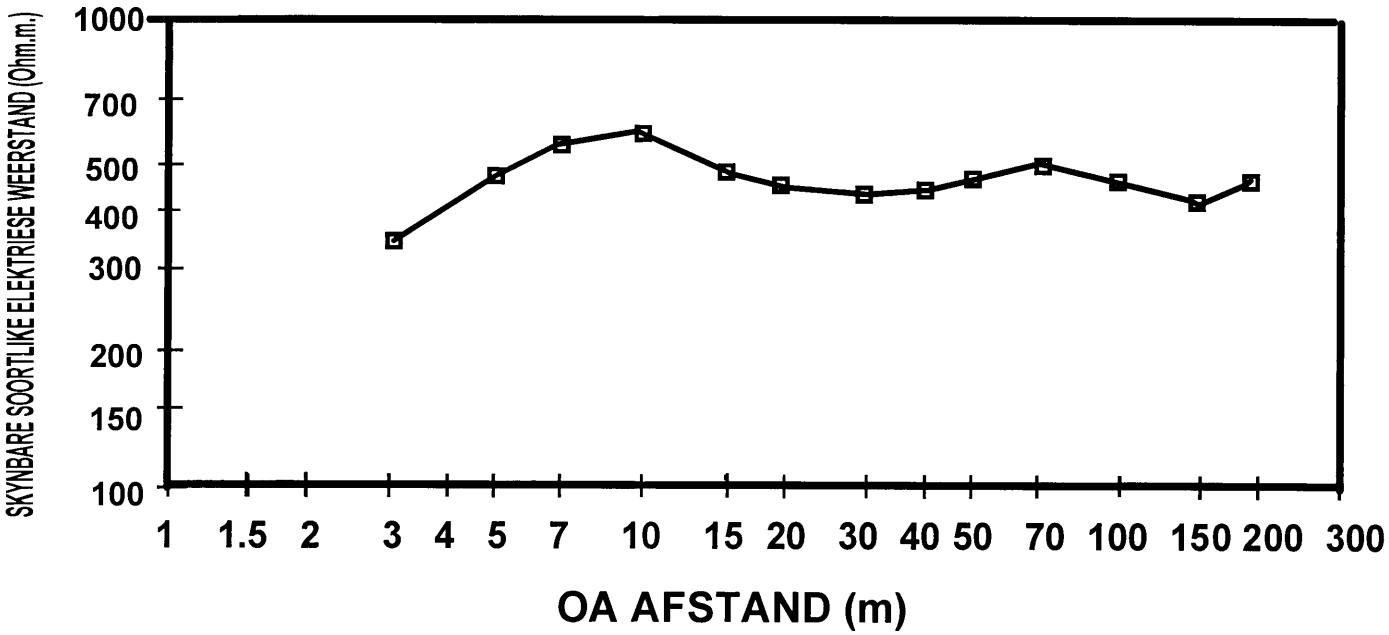
Die sondering dui op 'n afwisselende gelaagdheid van elektriese geleiers en isolators (Figuur 9.36), wat die diepte van stroompenetrasie beperk het, sodat die riolietvloergesteente nie gedefinieer is nie. Alhoewel die boorgatdiepte onbekend is, moet dit dieper as 75 meter wees volgens die NGDB (1996) om rioliet raak te boor. Die akwifeer bestaan tenminste uit genate sandsteen en verweerde diabaas. Die akwifeer is egter beperk in dikte, wat die grondwater voorsiening van die boorgat beperk tot 1800 l/uur. Die geologiese struktuur wat aangetref word is gunstig om in te boor in die Wilgerivier Formasie.

Optimale grondwaterondersoeke op hierdie plaas is om die volgende geofisiese tegnieke te gebruik, omdat die teenwoordigheid van intrusiewe gesteentes ‘n doelgerigte ondersoekprogram verlang.
In die afwesigheid van kunsmatige geruis, kan gelykstroom elektriese sonderings, elektromagnetiese profilering en die magnetiese tegniek gebruik word. Laasgenoemde twee tegnieke word gebruik vir die opsporing van intrusies en die diepte van verweringskomme. 'n Boorgat word geplaas by die posisie met die diepste verwering volgens die sonderings.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 0.921%

LAAG	1	2	3	4	5	6
$\rho_{(minimum)}$	77.7	1042	89.2	2281	14.3	2495
$\rho_{(beste\ pas)}$	156	1259	129	4937	15.6	5061
$\rho_{(maksimum)}$	208	1488	167	6023	102	16253
$h_{(minimum)}$	*0.6*	*3.3*	*5.6*	*6.3*	*6.4*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*3.8*	*6.6*	*6.4*	*6.9*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*4.3*	*8.0*	*6.9*	*44.3*	

Figuur 9.36(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankfontein 264 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.18 Wonderboom

Inleiding

Die plaas Wonderboom 249 JS, geval 21 (Figuur 1), is 8km. noord van geval 20 geleë. Ter plaatse is twee gelykstroom sonderings uitgevoer by twee boorgate met liggings 25º35'51" S. en 29º18'50" O. en 25º35'46" S. en 29º18'12" O. Die lewering van elke gat is 22750 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die eerste gat het 'n diepte van 27 meter en die tweede boorgat 'n diepte van 47 meter. Die gate is m.b.v. 'n mikstok aangewys en lewer die meeste boorgatwater van die omgewing (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die gebied word oorlê deur gesteentes van die Wilgerivier Formasie met dagsome van die Dwyka -en Vryheid Formasie ten noorde van die boorgate. Op die geploegde lande word kwartsitiese sandsteen en grys moddersteen gevind. Beide boorgatstate het net fragmente van diabaas getoon. Die strekking van die sandsteen is in 'n oos-wes rigting.

Geomorfologie

Die heuwelagtige gebied hel af na die suide. Vleilande met fonteine kom ten suide van die plaas voor en is sigbaar op die lugfoto. Die gebied het 'n rooi grondkleur wat op verweerde diabaas dui. 'n Waterskeiding word ten noorde van die plaas aangetref.

Geofisika

Die gelykstroom elektriese sondering (parallel aan die strekking) wat by die eerste boorgat uitgevoer is dui op 'n KQHK-tipe kromme met 'n totale geoëlektriese diepteprofiel van 44 meter (Figuur 9.37) bo die vloergesteente. Volgens die boorgatstaat en geologie kan die geoëlektriese model in Figuur 9.37 soos volg geïnterpreteer word. Die eerste laag bestaan uit los bo-grond met 'n dun laag moddersteen van die Dwyka Formasie wat oorgaan in onversadigde sandsteen van die Wilgerivier Formasie. Die derde laag bestaan uit versadigde sandsteen en word opgevolg deur 'n verweerde diabaas en klei-laag. 'n Onverweerde diabaasintrusie van 15.8 meter dik word op 'n

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

diepte van 28.6 meter aangetref. Die vloergesteente word gedefinieer deur 'n elektriese geleier, verweerde en verbrokkelde diabaas, wat die onderste kontaksone van die diabaas is.
Boorgat 2 toon slegs 'n vyf-laag aarde, maar met dieselfde vorm (KQH-tipe) as die eerste boorgat s'n (Figuur 9.38). Die interpretasie word ook gedoen aan die hand van die geologie en die boorgatstaat. Hieruit kan veronderstel word dat die geologie tussen die twee boorgate nie drasties verskil nie. Dieselfde interpretasie as in die eerste geval word voorgestel, behalwe dat die verweerde/verbrokkelde diabaas bo die onverweerde diabaasintrusie aansienlik dikker is en geen onderste verweerde/verbrokkelde diabaas-kontak gesien kan word uit die sonderingskromme nie (Figuur 9.38).

Gevolgtrekking

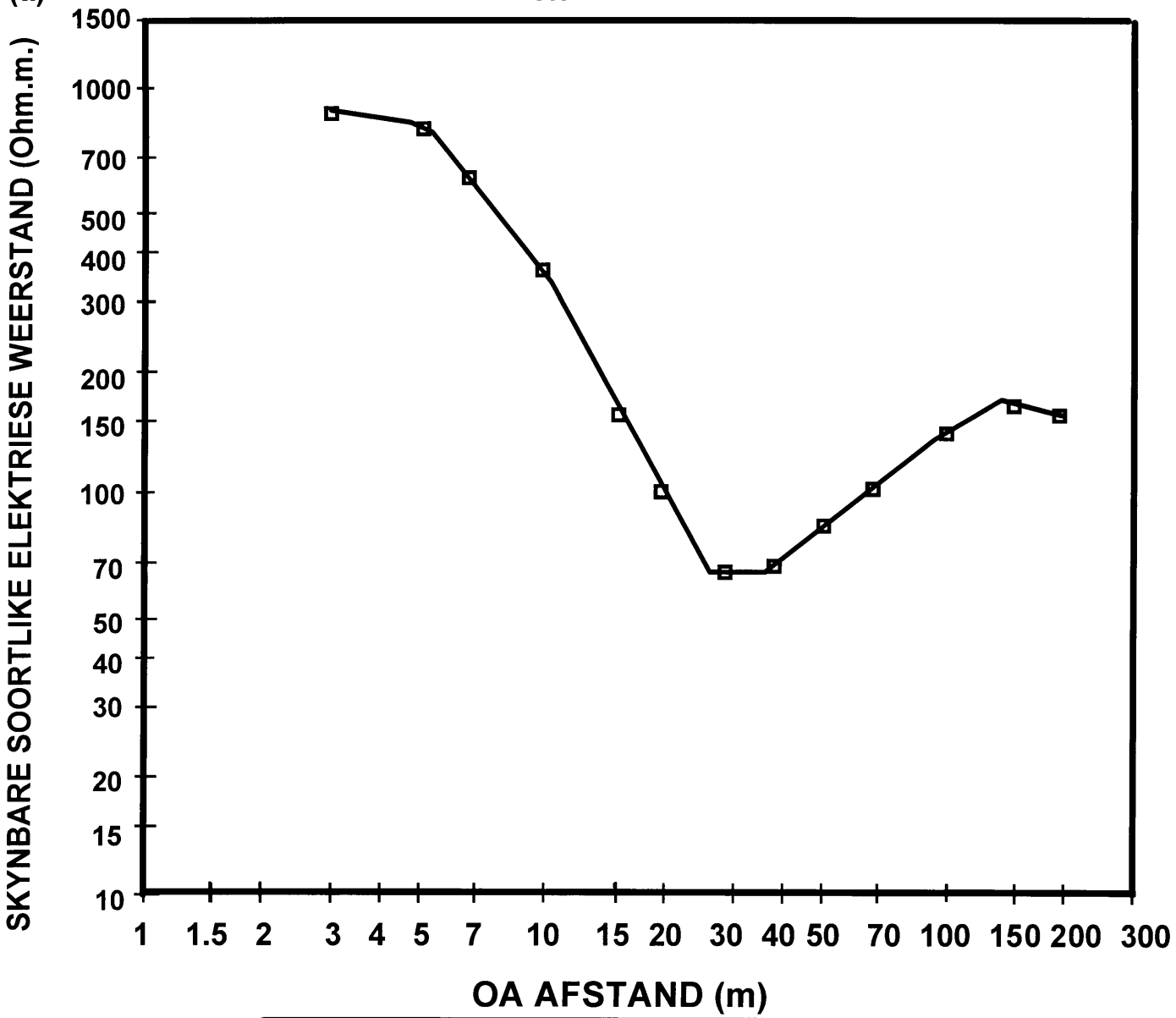
Beide sonderingskrommes is uitstekend gedefinieer wat die kromming en geïnterpreteerde diepteprofiel betref (Figure 9.37 & 9.38) t.o.v. die totale boorgatdiepte. Die minimum van die kromme is by AB/2 = 30 en 70 meter onderskeidelik. So 'n kromme dui meesal op 'n relatiewe diep en dik verweerde waterdraer. Die lewering van beide boorgate getuig hiervan.
Die eerste boorgat het moontlik twee ingeperkte akwifere, die boonste -en onderste diabaaskontak. Slegs die boonste diabaaskontak dien as 'n ingeperkte akwifeer in die tweede geval, maar met 'n aansienlike dikte. Die teenwoordigheid van die diabaasintrusie word weergegee deur die donker, rooi, klam, kleierige grond. Die uitermate sterk lewerings van beide boorgate word veroorsaak deur die dik verweringsprofiel van die diabaasintrusie, wat moontlik 'n trogvorm aanneem (vergelyk sondering 1 en 2). ‘n Weerstandbiedende vloergesteente is nie by die eerste sondering gedefinieer nie, omdat die AB/2-afstand van 200m. ontoereikend was. Hierdie afstand is egter ver genoeg om ‘n boorgatposisie te bepaal in hierdie terrein.
Die teenwoordigheid van diabaasplate in die Wilgerivier Formasie in hierdie gebied en in die volgende gevallestudies, word deur Visser (1989) beklemtoon.

Enige boorposisie op die plaas word afgeraai, omdat dit onbekend is wat die intrusie se omvang en totale verweringsprofiel is. In die afwesigheid van kunsmatige geraas, kan gelykstroom sonderings, elektromagnetiese profilering en die magnetiese tegniek gebruik word. Laasgenoemde twee tegnieke word gebruik vir die opsporing van intrusies en verweringskomme. Sonderings verskaf 'n geoëlektriese profiel van die ondergrond. 'n Boorgat word geplaas by die posisie met die diepste verwering.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.918%

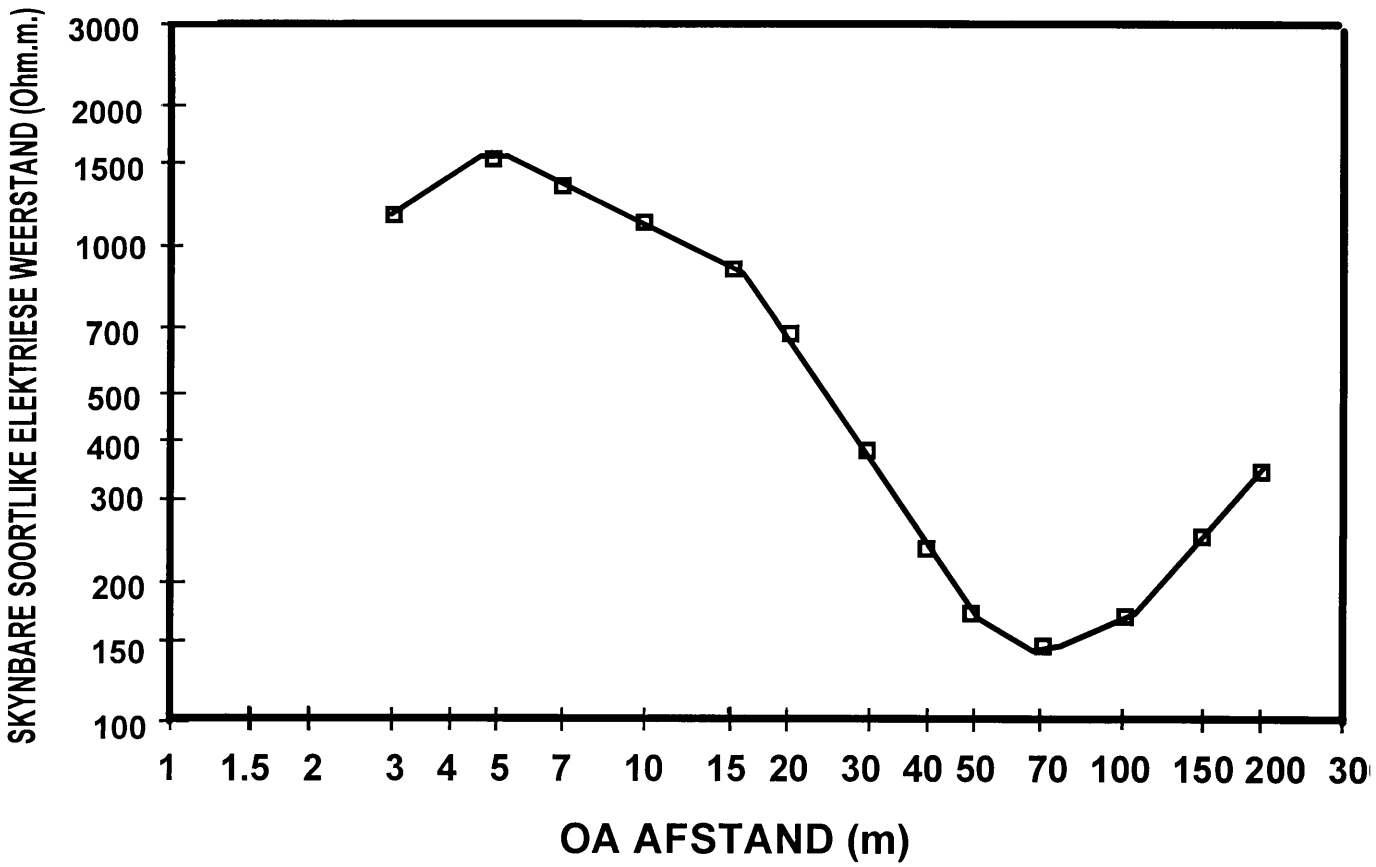
	1	2	3	4	5	6
$\rho_{(minimum)}$	269	2110	83.7	35.8	671	14.8
$\rho_{(beste\ pas)}$	451	3868	106	43.3	1448	35.4
$\rho_{(maksimum)}$	585	13416	164	57.4	12892	78.5
$h_{(minimum)}$	*0.8*	*0.7*	*3.9*	*19.5*	*15.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*0.8*	*7.2*	*19.7*	*15.8*	
$h_{(maksimum)}$	*1.0*	*1.0*	*10.0*	*24.1*	*39.6*	

Figuur 9.37(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Wonderboom 249 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.128%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	278	2994	688	79.1	3007
$\rho_{(beste\ pas)}$	640	3830	783	87.3	7798
$\rho_{(maksimum)}$	932	5459	861	94.6	41223
$h_{(minimum)}$	*0.6*	*1.4*	*10.9*	*36.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.8*	*1.5*	*11.7*	*42.7*	
$h_{(maksimum)}$	*1.0*	*1.9*	*12.4*	*49.4*	

Figuur 9.38(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Wonderboom 249 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.19 Tweefontein

Inleiding

Die plaas Tweefontein 236 JS, geval 22 (Figuur 1) is op die rant van die noordwestelike Wilgerivier Formasie kom geleë. Die boorgat by 25º32'52" S. en 29º16'08" O is geleë tussen sandsteendagsome met 'n oos-wes strekking wat effens hel na die suide. Die boorgat is deur 'n geoloog aangewys en enige verdere boorgatinligting is onbekend (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Dagsome van sandsteen, kwartsitiese sandsteen en konglomeratiese sandsteen word plaaslik aangetref. Die boorgatstaat dui op sandsteen en kwartsitiese sandsteen met baie min diabaas. Die 2528 Pretoria (1978) kaart dui op volop diabaasintrusies in hierdie omgewing. Die betrokke lugfoto dui ook op talle lineamente in die omgewing.

Geomorfologie

Die plaas lê op 'n waterskeiding wat geleidelik hel na die ooste en baie steil hel na die weste, na die Olifantsrivier. Die gebied na die weste staan bekend as "Die Hel" wat onderlê word deur gesteentes van die Loskop Formasie. Die omgewing is besonder ryk aan dagsome met 'n ryk plantegroei. Dit is egter nie nodig om enige geobotaniese verwantskappe daar te stel nie, omdat die hele berghang deur dieselfde begroeiing gekenmerk word.

Geofisika

Een gelykstroom elektriese sondering parallel aan die strekking van die sandsteen is gedoen. 'n Ses-laag sonderingskromme is uit die data verkry (Figuur 9.39). Die meeste lae het 'n weerstandbiedende geaardheid. Die volgende interpretasie kan gedoen word tesame met die boorgatstaat en die geologie: Die eerste laag wat betreklik dun is, bestaan uit oppervlaksand en verweerde sandsteen. Die tweede laag bestaan uit konglomeratiese sandsteen wat oorgaan in dikker sandsteen en kwartsitiese sandsteen lae. Op 'n diepte van 26.8 meter word 'n verweerde diabaasintrusie aangetref met 'n dikte van 29 meter. Onder die verweerde diabaasintrusie kom 'n weerstandbiedende

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

vloergesteente van diabaas voor.

Gevolgtrekking

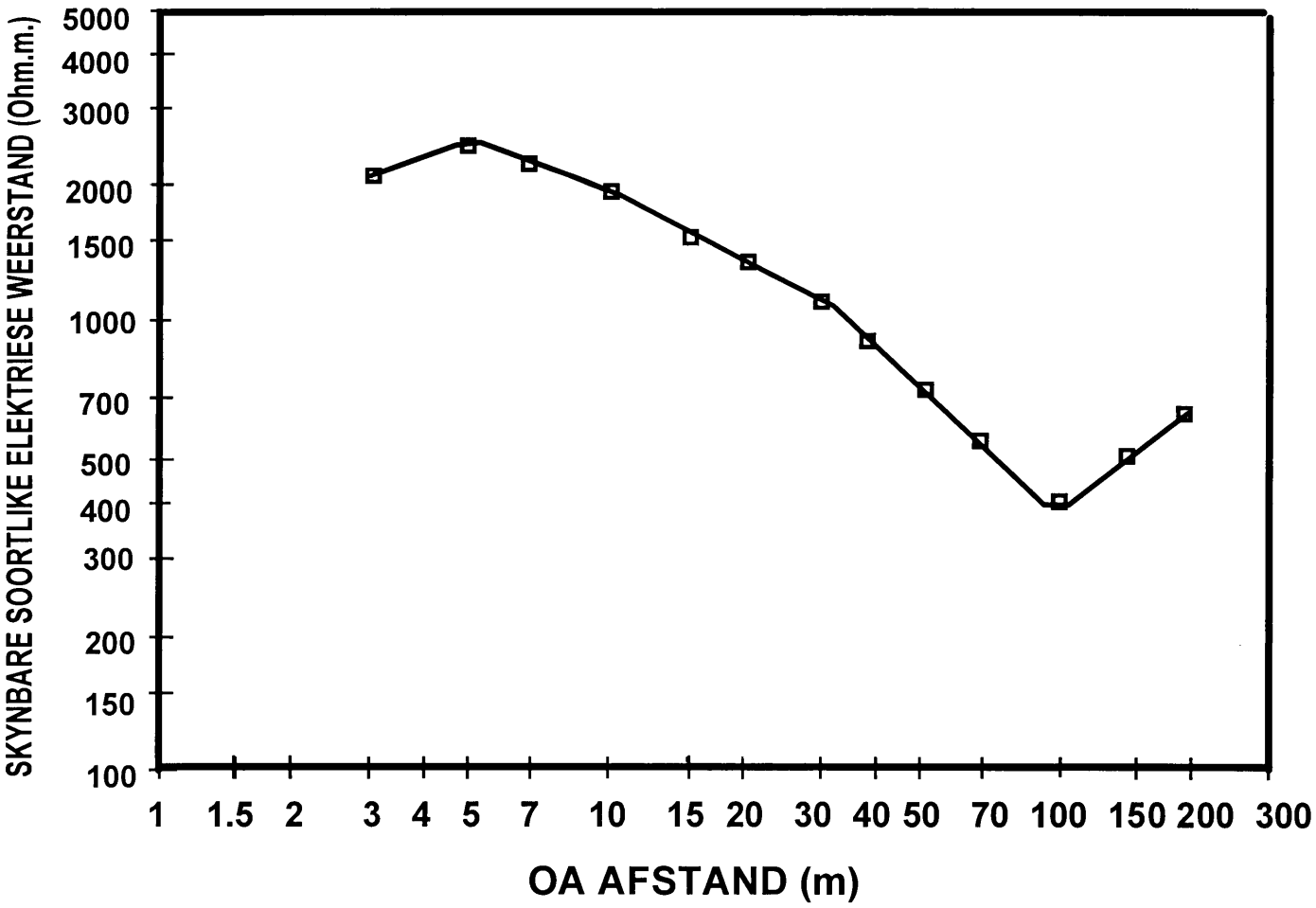
Die ingeperkte akwifeer is die verweerde diabaasintrusie met 'n redelike dikte. Die soortlike elektriese weerstand van die laag is egter hoog, wat daarop dui dat die diabaas swak verweer het en 'n lae permeabiliteit besit. Die sonderingskromme (Figuur 9.39) en boorgatstaat lewer bewys daarvan dat slegs die boonste diabaaskontak raakgeboor is, sodat die boorgat 'n maksimum diepte van 35 meter het. Dit is weereens 'n verweerde diabaasintrusie wat grondwater lewer aan die boorgat. Dit is onbekend indien lugfoto's 'n rol gespeel het in die professionele aanwysing van die betrokke boorgat.

Indien die verweerde diabaasintrusie oral op die plaas voorkom op ‘n redelike diepte sal enige boorposisie geskik wees, maar die onsekerheid wat hiermee gepaard gaan regverdig die aanwending van geofisiese tegnieke. Volgens die Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal lugmagnetiese kaart van 1973 is die meeste intrusies in hierdie omgewing gange, sodat ‘n magnetometer en/of elektromagnetiese apparaat vereis word in die opsporing van sulke liggame.
Die gebruik van die gelykstroom weerstandstegniek is moeilik, omdat veel dagsome in hierdie gebied voorkom en galvaniese kontak met die grond moeilik is.
'n Boorgat word geplaas by die posisie met die beste elektriese geleiding en diepste verwering.
Lugfoto's speel 'n belangrike rol in die soeke na grondwater op hierdie plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.984%

LAAG	1	2	3	4	5	6
$\rho_{(minimum)}$	177	3871	814	1303	76.9	1345
$\rho_{(beste\ pas)}$	839	5360	1145	1390	119	1691
$\rho_{(maksimum)}$	1452	7208	1580	1671	189	2894
$h_{(minimum)}$	*0.2*	*1.2*	*3.8*	*17.5*	*20.8*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.6*	*1.8*	*4.3*	*20.1*	*29.0*	
$h_{(maksimum)}$	*0.9*	*2.7*	*4.5*	*21.5*	*44.7*	

Figuur 9.39(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Tweefontein 236 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.20 Mooiwater

Inleiding

Die plaas Mooiwater 247 JS, geval 23 (Figuur 1), is 5km. wes van Lammerkop geleë. Die boorgat wat bestudeer is, met ligging 25º35'21" S. en 29º23'54" O., is 80m. diep en lewer slegs 900 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Die plaas verkry sy waterbehoeftes primêr van standhoudende fonteine met 'n Meinzer klassifikasie van vierde belangrikheid.

Geologie

Die oppervlakgesteentes word gekenmerk deur sandsteendagsome en rante in die noorde en 'n diabaasplaat ten suide van die boorgat. Die lugfoto dui die ligging van die diabaasplaat en omliggende sandsteen duidelik aan volgens tonasie en plant begroeiing. Die boorgatstaat het slegs op die teenwoordigheid van diabaas en sandsteen gedui. Die strekking van die sandsteen is oos-wes en hel 10º na die suide.

Geomorfologie

Die plaas is geleë op 'n waterskeiding, wat ook deur die lugfoto uitgewys word. 'n Geleidelike afwaartse helling na die suide word waargeneem.

Geofisika

Die gelykstroom elektriese sondering (parallel aan die sandsteen se strekking) wat ter plaatse uitgevoer is definieer 'n QHA-tipe kromme (Figuur 9.40). Die geoëlektriese profiel kan prakties in twee dele opgedeel word, volgens die geologie en boorgatstaat (i) 'n sandsteen gedeelte en (ii) 'n diabaas gedeelte. Die sandsteen deel maak die eerste 11.1 meter van die suksessie uit. Dit kan verder opgedeel word in 'n boonste sand en onversadigde verweerde sandsteen gedeelte en onderste versadigde sandsteen gedeelte. Die tweede deel begin met versadigde hoogs verweerde diabaas en klei wat oorgaan in minder verweerde diabaas. Na 'n diepte van 55 meter word onverweerde weerstandbiedende diabaas getref, met 'n aansienlike diepte as na die sonderingskromme se stygende 45º flank gekyk word (Figuur 9.40).

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Gevolgtrekking

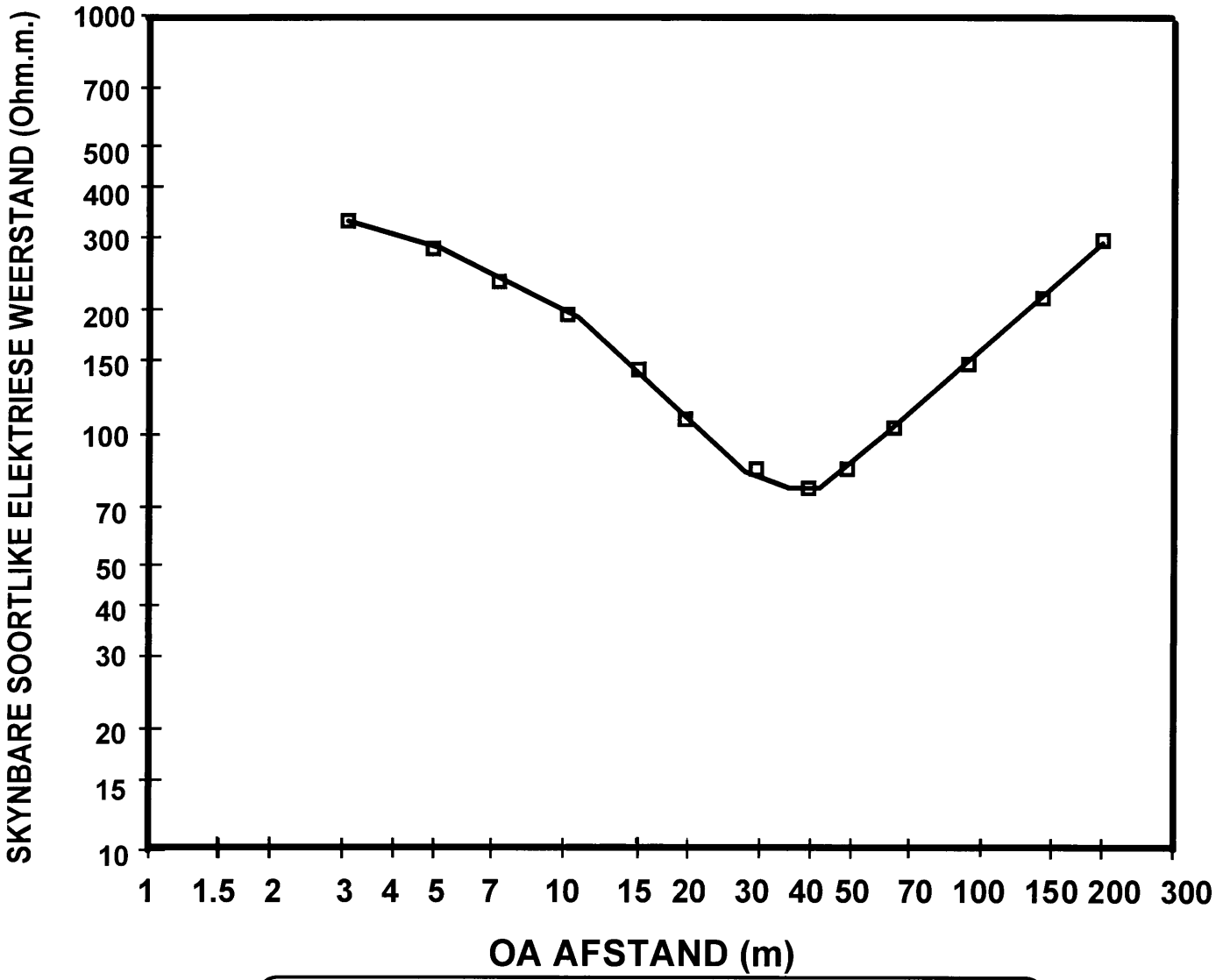
Volgens die model en interpretasie in Figuur 9.40, word 'n aansienlike dik (43.9m.) ingeperkte akwifeer van versadigde kleihoudende verweerde materiaal op die kontak van die onverweerde diabaasplaat aangetref. Die swak lewering van die akwifeer is te wyte aan 'n groot mate poreuse klei (lae permeabiliteit) en swak ontwikkelde naatstelsels of openinge. Die akwifeer kan daarom beter beskryf word as 'n watervashouer. Die opdeling van die geoëlektriese horisonne in twee dele (Figuur 9.40) word geregverdig deur die boorgatstaat en plaaslike geologie. Die boorgat penetreer na 55m. onverweerde diabaas tot 80m., wat die maksimum diepte van die boorgat is. Die grondwaterlewering kom slegs uit die boonste diabaaskontak.

Die feit dat die omgewing onderlê word deur 'n diabaasplaat het die gevolg dat enige boorposisie onsuksesvol sal wees. Selfs die boorgat wat ondersoek is, is vir praktiese doeleindes omtrent droog. Faktore wat akwifeerontwikkeling beheer is die diepte en graad van verwering van die diabaas. Die diepte van die piësometriese drukhoogte is waarskynlik naby die oppervlak, indien die omliggende fonteine en vleilande in ag geneem word. Dit sal beter wees om na die noordelike kant van die plaas te boor, omdat daar 'n sandsteen bedekking oor die diabaasplaat is. So 'n bedekking verseker meesal 'n beter aanvulling van die akwifeer en dat die verweerde diabaas onder die piësometriese drukhoogte geleë is, sodat 'n boorgat met 'n groter lewering geboor word. Dit is onnodig om (elektro)magnetiese tegnieke te gebruik vir grondwaterondersoeke om vertikale kontaksones en verweringskomme op te spoor vanweë die teenwoordigheid van die diabaasplaat. 'n Aantal gelykstroom sonderings sal 'n verweringsprofiel van die verweerde diabaas lewer, sodat geboor kan word by die dikste vertikale verweringsprofiel wat duidelik op die sonderingskromme sal uitwys.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.084%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	312	158	25.6	73.7	4879
$\rho_{(beste\ pas)}$	338	176	38.0	98.4	12333
$\rho_{(maksimum)}$	350	193	54.1	131	38925
$h_{(minimum)}$	*2.8*	*7.6*	*8.4*	*31.0*	
$h_{(beste\ pas)}$	*3.0*	*8.1*	*8.9*	*35.0*	
$h_{(maksimum)}$	*3.7*	*9.2*	*11.4*	*38.7*	

Figuur 9.40(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Mooiwater 247 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.21 Groenfontein I

Inleiding

Die plaas Groenfontein 266 JS, geval 24 (Figuur 1), is ongeveer 12km. noord van Middelburg op die Groblersdalpad geleë. Die plaas het slegs een boorgat in 'n motorhuis. Die ligging is 25º39'43" S. en 29º26'17" O. Die boorgat is net 30 meter diep met 'n lewering van 9000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die oppervlak gesteentes is deel van die Dwyka Formasie wat die Wilgerivier Formasie en diabaasintrusies oorlê (2528 Pretoria, 1978). Dagsome word plaaslik nie aangetref nie, alhoewel lateriet wel voorkom. 'n Uitgrawing dui op die teenwoordigheid van sandsteen. Die strekking van die sandsteen is in 'n oos-wes rigting. Die NGDB (1996) dui daarop dat die gebied onderlê word deur 'n uitgestrekte diabaasplaat.

Geomorfologie

Die gebied is in die algemeen gelyk. Suid van die plaas kom 'n fontein en stroompie voor, wat in hierdie geologiese omgewing i.v.m. 'n diabaasintrusie gebring kan word.

Geofisika

Die gelykstroom sondering wat plaaslik parallel aan die sandsteen se strekking uitgevoer is, dui op 'n QH-tipe kromme (Figuur 9.41). Die interpretasie is moontlik volgens die geologie en die NGDB (1996). Die eerste laag bestaan uit grond, verweerde Dwyka gesteentes en ander verweerde materiaal. Die tweede laag bestaan uit Dwyka moddersteen, Wilgerivier sandsteen en versadigde gesteentes. Die derde laag dui op 'n verweerde diabaasplaat wat oorgaan in 'n soliede diabaasplaat.

Gevolgtrekking

Die sonderingskromme (Figuur 9.41) en die NGDB (1996) dui op 'n verweerde diabaasintrusie wat verantwoordelik is vir die waterlewering. Hierdie verweerde intrusie

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

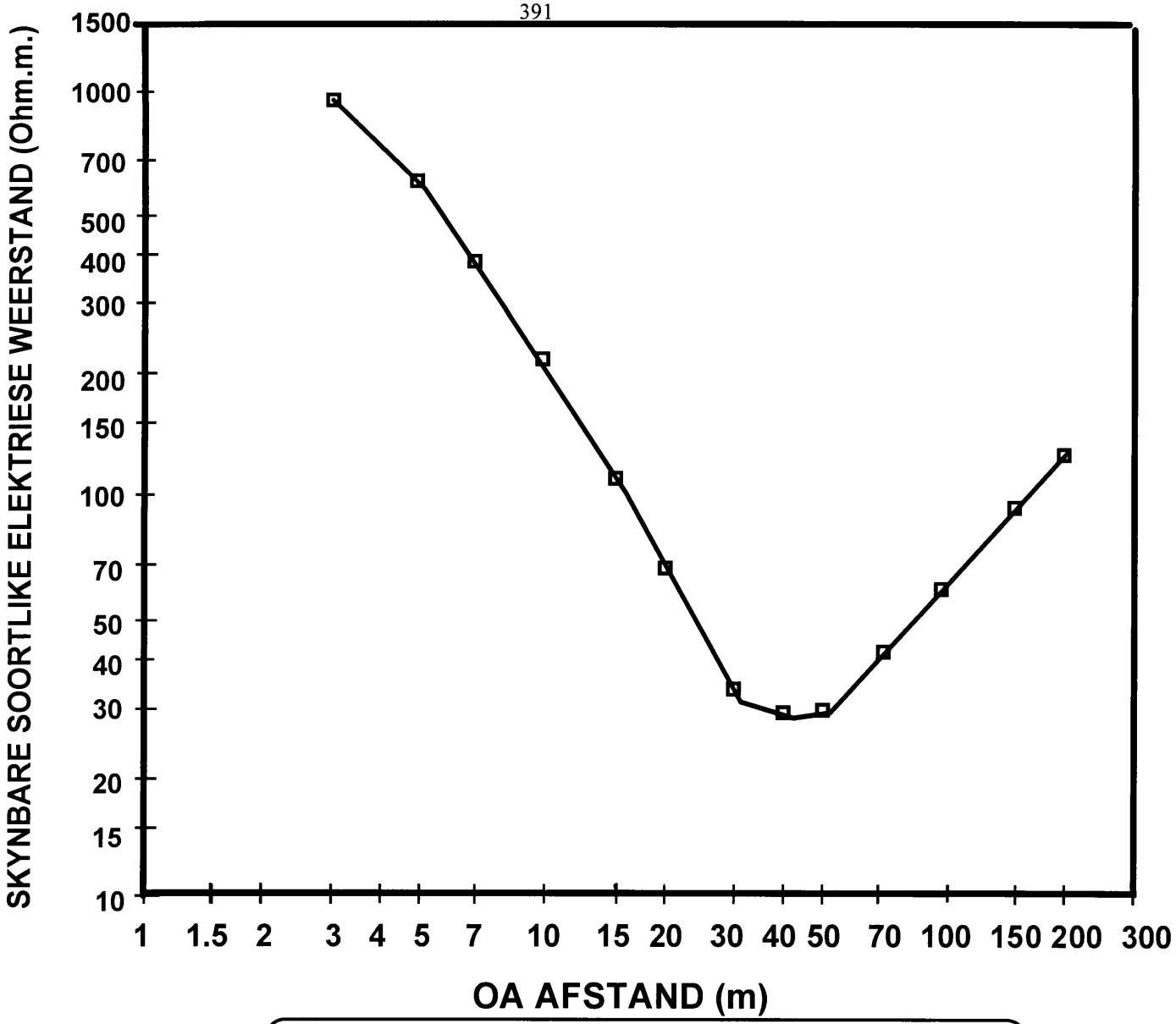
is 'n half-ingeperkte akwifeer. Die diabaasintrusie word deur min gesteentes van die Wilgerivier Formasie oorlê en is nader aan die oppervlak blootgestel as in die ander gevallestudies van die omgewing, wat die verwering van die diabaas aangehelp het.

Die hele plaas word onderlê deur 'n diabaasplaat, alhoewel enige boorposisie nie geskik sal wees nie a.g.v. die vlak verwering van die plaat in sekere gedeeltes. Daarom is dit onnodig om (elektro)magnetiese tegnieke te gebruik vir grondwaterondersoeke om vertikale kontaksones en verweringskomme op te spoor. 'n Aantal gelykstroom elektriese sonderings sal 'n verweringsprofiel van die verweerde diabaas lewer, sodat geboor kan word by die dikste vertikale verweringsprofiel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.201%

LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	1176	149	20.2	2283
$\rho_{(beste\ pas)}$	1209	173	22.6	9830
$\rho_{(maksimum)}$	1284	192	23.8	27532
$h_{(minimum)}$	*2.2*	*6.4*	*32.1*	
$h_{(beste\ pas)}$	*2.3*	*6.5*	*35.7*	
$h_{(maksimum)}$	*2.4*	*7.1*	*38.5*	

Figuur 9.41(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Groenfontein 266 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.22 Groenfontein II

Inleiding

Die tweede geval te Groenfontein 266 JS, geval 25 (Figuur 1), is omtrent 2km. noord van die vorige geval geleë. Op hierdie plaas is twee boorgate gevind. Die volgende inligting van die boorgate kan gestel word: boorgat 1 is geleë by 25º38'20" S. en 29º25'16" O., is 60 meter diep en lewer 5000 l/uur. Boorgat 2 is geleë by 25º38'14" S. en 29º25'15" O., is 78 meter diep en lewer 25000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Beide boorgate se boorgatstate word beskryf deur die NGDB (1996).
Op die plaas is by elke boorgat 'n gelykstroom sondering en 'n magnetiese profiel gedoen. Beide boorgate is langs diabaasgange geleë en is d.m.v. 'n magnetometer aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Dwyka Formasie oorlê gesteentes van die Wilgerivier Formasie en diabaasintrusies. Die 2528 Pretoria (1978) kaart toon ook 'n lineament met 'n oos-wes strekking. Dagsome is afwesig, maar oopgeploegde lateriet, sandsteen, grintsteen en geloogde skalie is teenwoordig. Die strekking van die Wilgerivier Formasie is van oos na wes. Die boorgatstaat van die eerste boorgat is volgens die NGDB (1996) van 0-18m. alluvium, 18-34m. verweerde graniet en 34-60m. gebroke graniet. Die tweede boorgatstaat dui op alluvium van 0-11m en 11-78m. op rioliet. Die benaminge graniet en rioliet moet waarskynlik diabaas wees, wat meer realisties vir die omgewing is op hierdie dieptes.
Op die lugfoto is lineamente wat geassosieer is met fonteine en vleilande, suid en wes van die plaas geleë.

Geomorfologie

Die gebied ten noorde van die plaas word gekenmerk deur 'n waterskeiding wat afwaarts hel na die suidweste. In die algemeen is die oppervlak van die plaas gelyk met weinig uitstaande topografiese kenmerke.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Die eerste boorgat se gelykstroom sondering dui op 'n QH-tipe kromme (Figuur 9.42). Volgens die boorgatstaat is die volgende interpretasie moontlik. Die eerste dik laag bestaan uit verweerde skalie van die Dwyka Formasie en sand. Die tweede laag bestaan uit skalie van die Dwyka Formasie, sandsteen (Wilgerivier Formasie) en versadigde sandsteen. Op 'n diepte van 7.7 meter word verweerde, kleihoudende diabaas aangetref. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde diabaas. Hierdie diabaas is redelik dik volgens die laaste deel van die sonderingskromme (Figuur 9.42).
Om 'n verwantskap te probeer verkry tussen die lineament en die oorspronklike magnetometeropname is daar 'n magnetiese profiel van by die 700m. uitgevoer om enige magnetiese anomalie op te spoor (Figuur 9.44). Die aanwesigheid van talle kunsmatige geraas faktore het die travers op verskeie plekke versteur. Buite invloede van kunsmatige geraas soos staal drade (geraas amplitudes tussen 33 en 51nT) toon die magnetiese profiel nie duidelike anomalieë nie, behalwe 'n drie stasie anomalie rond die 570 meter stasie. In Figuur 9.45 word 'n model gepas aan die waargenome data volgens Talwani (1985) se modellerings-algoritme, omdat die boorgat geplaas is op grond van magnetiese data. Die model dui op 'n uiters smal loodregte diabaasgang, met 'n dikte van 2 meter en bestaan op 'n diepte van 8 meter onder die grondoppervlak.
Die profiel (en die volgende een) is uitgevoer deur eers die 2528 Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal gebied se lugmagnetiese kaart (1973) te bestudeer en die verwagte gesteente strekking loodreg met die opname te kruis om ‘n sinvolle responsie te verkry oor ‘n verwagte liggaam.

Die tweede sondering by die tweede boorgat dui op 'n ses-laag aarde (Figuur 9.43). Die kromme is ‘n KQH-tipe. Die interpretasie van die model in Figuur 9.43 is ook aan die hand van die boorgatstaat, asook die geologie gedoen. Al bestaan die geoëlektriese model hier uit ses-lae, sal die model nie veel verskil van die eerste boorgat s'n nie. Daar kan nou 'n beter onderskeid gemaak word tussen ongekonsolideerde grond en gekonsolideerde grond. Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde materiaal wat oorgaan in gekonsolideerde materiaal soos skalie van die Dwyka Formasie en sandsteen van die Wilgerivier Formasie. Die derde laag bestaan uit versadigde sandsteen. Die vierde laag dui op verweerde diabaas met 'n besondere dikte van 61 meter. Die laaste laag is 'n onverweerde diabaasplaat, soos gedefinieer deur die 45º styging van die laaste flank.
'n Magnetiese profiel is in 'n noordoos-suidwes rigting uitgevoer oor 'n afstand van 325

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

meter (Figuur 9.46). Die profiel dui net op 'n afname in magnetiese intensiteit na die suidweste.

Gevolgtrekking

Indien na al drie die gevalle van Groenfontein gekyk word (Figure 9.41-9.43), kan gesien word dat al die sonderingskrommes 'n basiese QH-tipe vorm het. Die soortlike elektriese weerstande en laagdiktes is min of meer gelykstaande aan mekaar. Daaruit kan veronderstel word dat die geologie in die gebied basies dieselfde is. Die lokale geologie word onderlê deur 'n onverweerde diabaasplaat met ‘n verweerde kontaksone. Die NGDB (1996) data toon ooreenkomste met die geïnterpreteerde model. Boorgat 1 (Figuur 9.42) moet verweerde diabaas raakboor op 'n diepte van 18m. en onverweerde diabaas op 'n diepte van 34m. volgens die NGDB (1996). Die model stel 'n diepte van 35m. voor waar die onverweerde diabaas raakgeboor sal word. Die sondering maak geen duidelike onderskeid tussen die oorgang tussen versadigde sandsteen en verweerde diabaas nie. Dit moet in gedagte gehou word dat 'n sondering geoëlektriese horisonne definieer en nie geologiese horisonne nie.
Die tweede boorgat se modellering (Figuur 9.43) kan ook i.v.m. die NGDB (1996) data gebring word. Dit is egter jammer dat hierdie data slegs 'n betwyfelbare 2-laag aarde voorstel, wat nie inpas by die gemodelleerde data nie.

Die magnetiese profiele dui in die algemeen op 'n onversteurde geologiese omgewing (Figure 9.44 & 9.46). 'n Klein diabaasgang is gemodelleer by boorgat 1 (Figuur 9.45) en 'n afname in magnetiese intensiteit word rond boorgat 2 waargeneem, sonder definitiewe anomalieë.

Die ingeperkte akwifeer wat voorkom is identies dieselfde as by geval 24, so 'n 2km. suid, wat ook 'n boonste diabaaskontak is. Boorgat 1 kan ook water verkry van die diabaasgang. Die tweede boorgat se sterker lewering is geleë in die feit dat 'n dik verweerde diabaasprofiel bestaan en 'n dikker sedimentêre gesteente bedekking het; 'n dikker versadigde sone bo die onverweerde diabaas.
Dit is te betwyfel dat boorgat 2 grondwater onttrek vanuit 'n diabaasgang. Die boorgatstaat (NGDB, 1996), die sonderingskromme (Figuur 9.43) en die magnetiese travers (Figuur 9.46) dui net op 'n diabaasplaat.
Al drie die boorgate te Groenfontein lewer ‘n aansienlike hoeveelheid grondwater (+5000 l/uur). Dit is daarom belangrik dat so ‘n akwifeer korrek bestuur word om sy

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

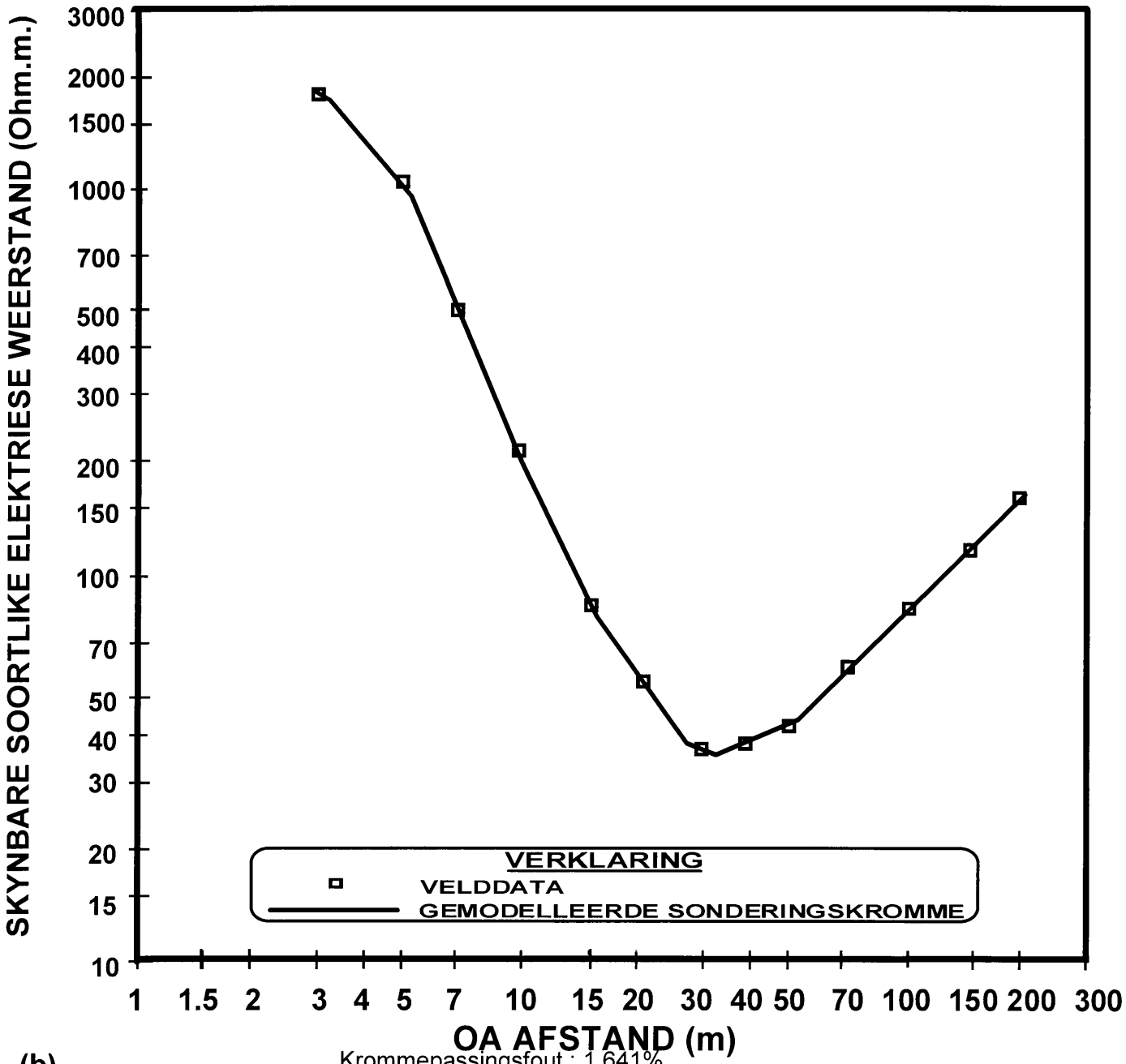
grondwaterbronne te beskerm.

Die hele plaas word onderlê deur 'n onverweerde diabaasplaat met ‘n bedekking van verweerde diabaas. Indien op enige posisie geboor sou word, kan grondwater getref word. Om egter boorgate te kry met ‘n bo-gemiddelde lewering word geofisiese tegnieke aanbeveel om verskillende posisies op die plaas met mekaar te vergelyk. Die verweringsprofiel is ‘n belangrike parameter wat by die sonderings bestudeer moet word. Elektromagnetiese profilerings -en magnetiese tegnieke word gebruik om intrusiewe gange en lineamente mee op te spoor. 'n Aantal gelykstroom sonderings sal 'n verweringsprofiel van die verweerde diabaasplaat lewer, sodat geboor kan word by die dikste vertikale verweringsprofiel.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.641%

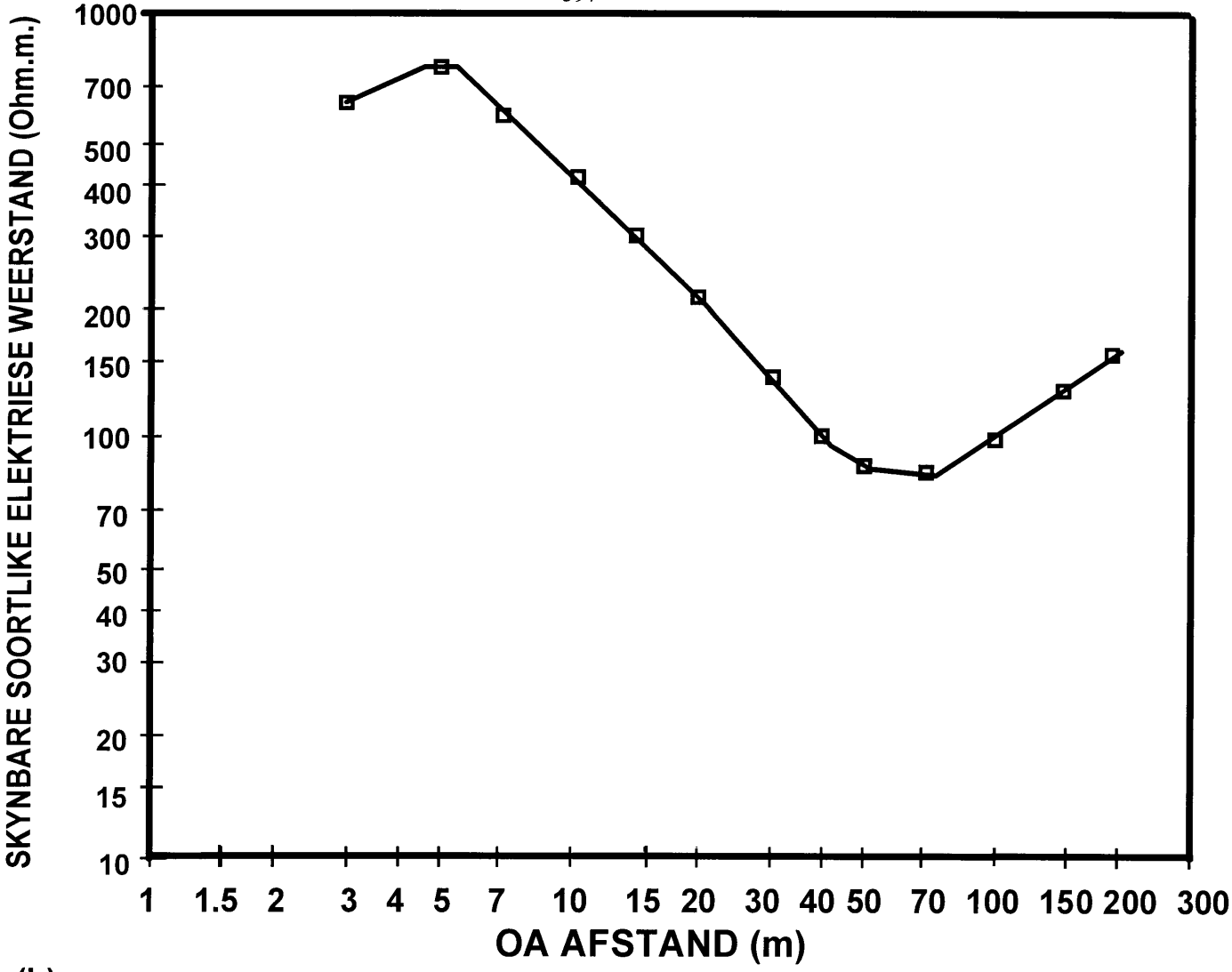
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	2093	92.6	17.3	1497
$\rho_{(beste\ pas)}$	2262	148	26.0	9706
$\rho_{(maksimum)}$	2348	191	29.8	51209
$h_{(minimum)}$	2.2	4.5	20.1	
$h_{(beste\ pas)}$	2.3	5.4	27.3	
$h_{(maksimum)}$	2.5	7.7	30.1	

Figuur 9.42(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Groenfontein 266 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

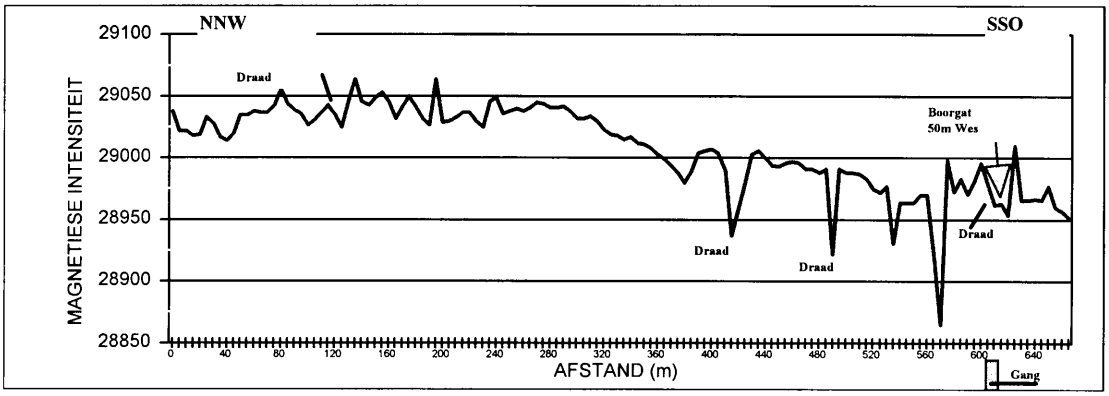
Krommepassingsfout : 0.953%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	249	1084	195	59.4	3381
$\rho_{(beste\ pas)}$	417	1602	219	71.9	16168
$\rho_{(maksimum)}$	526	2087	256	76.7	72054
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*1.5*	*9.5*	*55.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.9*	*1.7*	*11.2*	*61.2*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*2.3*	*13.3*	*65.4*	

Figuur 9.43(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Groenfontein 266 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

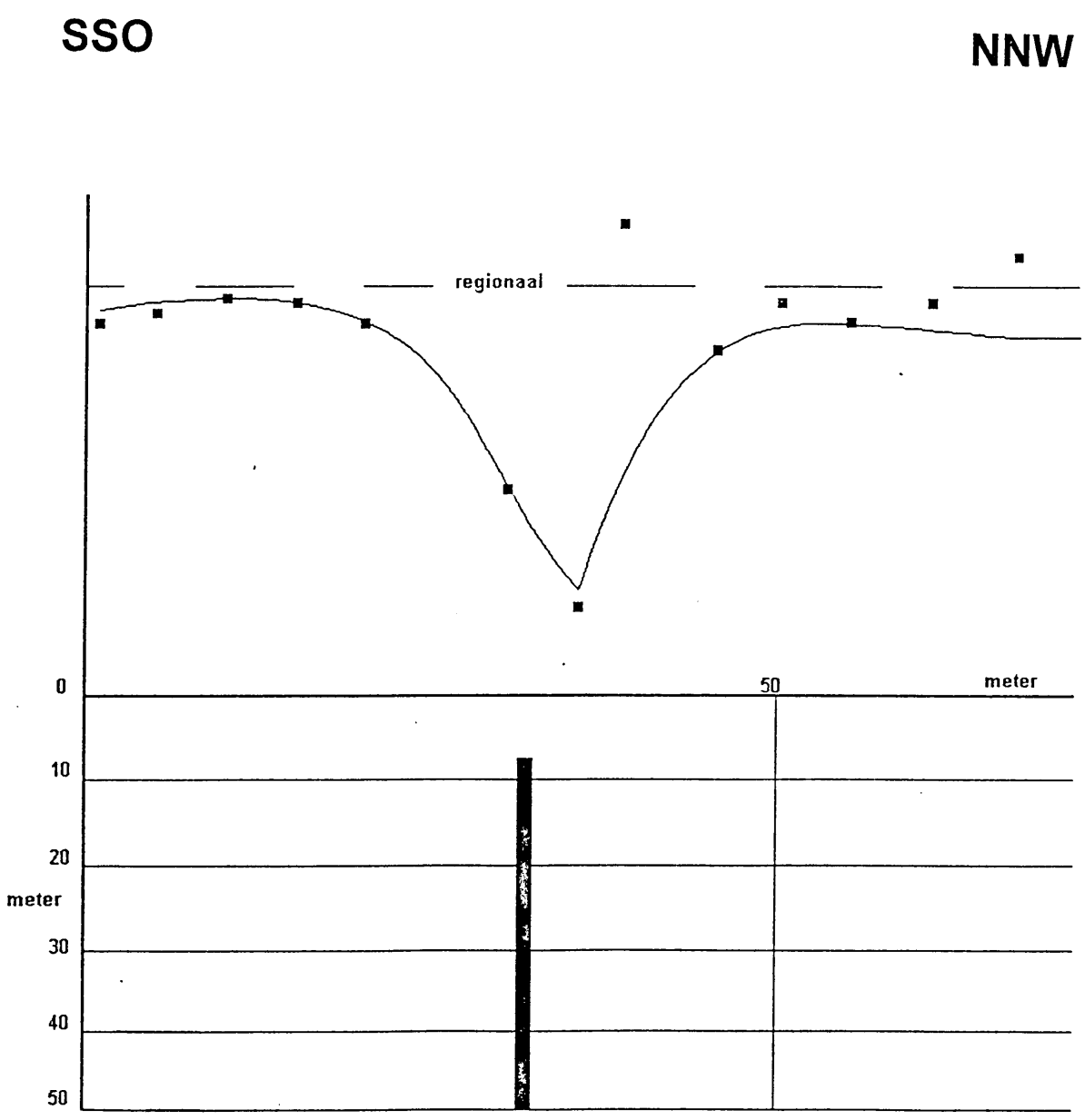


Figuur 9.44. Magnetiese profiel langs boorgat 1 te Groenfontein 266 JS. Die posisie van die gang is afgelei vanaf die magnetiese data en bestaande boorgatinligting.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

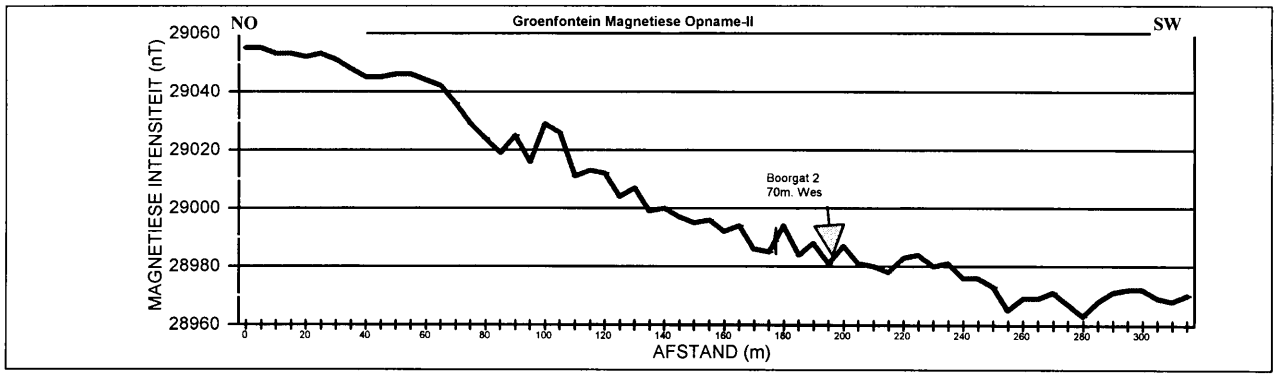
Susceptibiliteit kontras	0.009
Hoek tussen magnetiese noord en liggaam strekking	75
Remanente magnetisme	670
Inklinasie van liggaam se remanente magneetveld	60
Hoek tussen liggaam se remanente magneetveld en magnetiese noord	180



Figuur 9.45. Magnetiese liggaam model van boorgat 1 te Groenfontein 266 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.46. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Groenfontein 266 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.23 Bankplaats

Inleiding

Die plaas Bankplaats 239 JS of Môrester, geval 26 (Figuur 1), is 30km. noordwes van Middelburg geleë. Die plaas het weinig oppervlakwater en ‘n aantal droë boorgate. Die bestudeerde boorgat is geleë by 25º31'15" S. en 29º20'08" O., het 'n diepte van 50m. en lewer 2500 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die 2528 Pretoria (1978) kaart dui daarop dat die plaas oorlê word deur die Wilgerivier Formasie met 'n oos-wes strekking en 6º hel na die suide. Diabaasplate kom in riviervalleie voor. Die NGDB (1996) dui daarop dat diabaas in die omgewing redelik algemeen is. Diabaas en sandsteen dagsome is oos van die boorgat gevind. Die boorgatstaat dui op sandsteen, diabaas en rioliet.
Die lugfoto van die plaas wys dat die opstal en boorgat in 'n klofie lê, wat in hierdie omgewing op 'n diabaasintrusie dui.
Indien na die 2528 Pretoria (1978) kaart gekyk word, is dit duidelik dat die diabaasplate 'n ringvorm het. Dit kan moontlik wees dat die totale gebied onderlê word deur diabaas, wat ook duidelik is uit die gevallestudies van omliggende plase tot dusver.

Geomorfologie

Die omgewing bestaan uit rante wat 5º hel na die weste. Die grond is besonder donker rooi en kleihoudend. Die klofie, waarin die opstal en boorgat lê, strek van noord tot suid.

Geobotanie

Die plaas word hoofsaaklik ten weste van die boorgat dig begroei deur *Acacia karroo* bome, wat kenmerkend is van diabaasintrusies in die Wilgerivier Formasie.

Geofisika

'n Gelykstroom sondering parallel aan die strekking van die sandsteen is by die boorgat uitgevoer, wat 'n vyf-laag aarde gedefinieer het (Figuur 9.47). Die KHK-tipe kromme dui

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

op 'n afwisseling van elektries geleidende en weerstandbiedende lae. Die volgende interpretasie word gemaak volgens die boorgatstaat, die geologie en die NGDB (1996). Die eerste laag word beskryf as 'n dun kleihoudende grond. 'n Laagdikte van 2.7m. bestaan uit sandsteen wat daarna oorgaan in 'n dun verweerde, kleihoudende diabaaslaag. Die vierde laag bestaan uit onverweerde diabaas van 25m. dik. Die vloergesteente is 'n elektriese geleier wat verweerde rioliet is, soos deur die boorgatdiepte en -staat aangedui.

Gevolgtrekking

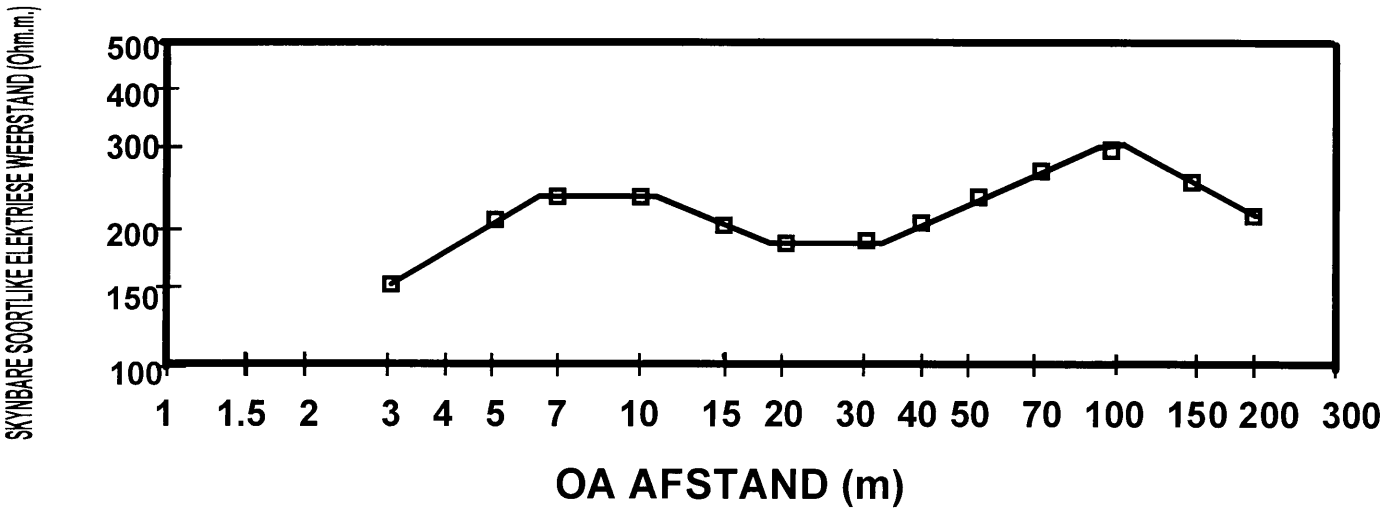
Die plaas word hoofsaaklik deur intrusiewe gesteentes onderlê, soos aangedui deur die diabaasintrusies in klowe, diabaasrolstene, geobotanie, boorgatstate en die grondkleur.
Die afwisseling van elektriese geleiers en isolators beperk die sonderingsdiepte (Figuur 9.47). Die akwifeer kan tweeledig van aard wees, aangesien die onverweerde diabaasintrusie 'n beperkte dikte het. Die ingeperkte akwifeer bestaan uit die dun verweerde/onverweerde diabaaskontak en die onverweerde diabaas/verweerde rioliet-kontak.
Die betreklike swak lewering van die boorgat in vergelyking met ander boorgate in hierdie formasie kan daarin geleë wees dat die akwifere betreklik dun met 'n lae permeabiliteit is en 'n beperkte aanvullingsgebied het. Verder bestaan die verweerde diabaas naby die oppervlak, sodat die verwering bokant die piësometriese drukhoogte kan eindig.
Die sondering se AB/2-kabellengte was te kort om die riolietvloergesteente te definieer, wat volgens die boorgatstaat hier teenwoordig is.

Die aanwesigheid van diabaasplate en talle droë boorgate maak dat die plaas ongeskik is vir lukraak boorwerk. Die magnetiese tegniek word aanbeveel om intrusies mee op te spoor. Gelykstroom sonderings word ingespan om die dikte en diepte van verweerde materiaal vas te stel. Parameters wat in ag geneem moet word is die diepte na die piësometriese drukhoogte en die diepte na die onverweerde diabaas. Waar ‘n dikker grondbedekking oor die onverweerde diabaas voorkom, moet verkieslik geboor word. Die elektromagnetiese tegniek is nie noodsaaklik nie, omdat die ander twee tegnieke reeds sukses behoort te haal op hierdie plaas.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.648%

LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	19.2	538	23.3	625	109
ρ(beste pas)	69.1	667	31.5	806	126
ρ(maksimum)	91.5	891	48.7	1280	151
$h_{(minimum)}$	*0.7*	*2.1*	*3.1*	*17.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.0*	*2.7*	*3.9*	*25.1*	
$h_{(maksimum)}$	*1.4*	*3.3*	*5.0*	*35.5*	

Figuur 9.47(a,b). Sonderingsdata van die boorgat te Bankplaats 239 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.24 De Voetpadkloof

Inleiding

Daar is drie boorgate bestudeer by die plaas De Voetpadkloof 113 JS, geval 27 (Figuur 1), wat omtrent 32km. noord van Middelburg geleë is. Hierdie plaas is naby die rant van die noordelike Wilgerivier Formasie kom geleë. Al drie die boorgate se boorgatstate word deur die NGDB (1996) beskryf. Die eerste boorgat met ligging 25º28'57" S. en 29º26'46" O. het 'n diepte van 144m. en lewer 910 l/uur. Die tweede boorgat is geleë by 25º28'59" S. en 29º26'51" O., is 107m. diep en lewer 2730 l/uur. Beide boorgate is bo-op 'n rant geleë, wat ongeveer 50 meter hoër is as die derde boorgat met ligging 25º28'54" S. en 29º27'00" O. Die derde boorgat is 102m. diep en lewer ook 2730 l/uur. 'n Ou boorgat op die plaas het tot 9000 l/uur gelewer, maar het a.g.v. onvoldoende voering inmekaar gestort a.g.v. modder op 'n diepte van 27 meter. Die modderlaag op hierdie diepte is 6m. dik (eienaar: persoonlike kommunikasie).
Die grondwater is op 'n diepte van 88m. raakgeboor by boorgat 1, by boorgat 2 is die diepte onbekend, en by boorgat 3 is water op 43m. raakgeboor (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die plaaslike geologie bestaan uit die Wilgerivier Formasie en 'n diabaasintrusie in die kloof. Die sandsteen van die Wilgerivier Formasie is duidelik aanwesig in die omsluitende kranse van die kloof. Die strekking van die sandsteen is oos-wes en 5º hel na die ooste. By beide boorgate op die rant is sandsteendagsome gevind, maar die derde boorgat word slegs deur diabaas omring. Die boorgatstate van die NGDB (1996) is soos volg:

Boorgat 1: 0-5m. verweerde sandsteen
5-20m. onverweerde sandsteen
20-144m. onverweerde graniet.
Boorgat 2: 0-8m. verweerde alluvium
8-107m. onverweerde graniet
Boorgat 3: 0-23m. kleihoudende alluvium
23-102m. onverweerde graniet

Die graniet by al drie die boorgate moet geïnterpreteer word as diabaas.
Die aanwesige boorgatstate (in die veld) by die laaste twee boorgate dui op: boorgat 2

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

penetreer sandsteen en diabaas en boorgat 3 is in sandsteen (min), diabaas en rioliet geboor.
Die gronddikte by boorgat 3 is ongeveer 2.4 meter en bestaan uit donker rooi kleihoudende grond.
Die lugfoto van die plaas dui op geen duidelike lineamente nie, alhoewel plantegroei in die kloof en om die kloof te sien is, wat op die teenwoordigheid van 'n diabaasintrusie dui.

Geomorfologie

Die plaas is in ranteveld (plaaslik bankeveld genoem) geleë, met tiperende sandsteen-terasse. Soos die naam van die plaas aandui, word die hele plaas omsluit deur 'n kloof. Uit hierdie kloof loop 'n spruit. Die gebied bo die kloof is redelik gelyk, maar het 'n afwaartse helling na die ooste.

Geofisika

Al die gelykstroom sonderings wat op die plaas uitgevoer is, is parallel aan die strekking gedoen. Die interpretasie van al die boorgate is gedoen aan die hand van die boorgate se boorgatstate (NGDB, 1996). Die eerste boorgat dui op 'n vyf-laag aarde (Figuur 9.48). Die eerste laag bestaan uit ongekonsolideerde grond, swak verweerde sandsteen en oppervlak alluvium. Die tweede laag is relatief meer elektries geleidend, wat op 'n versadigde sandsteen dui. Die daarop volgende lae dui op die teenwoordigend van gesteentes met 'n verskillende weerstandbiedenheid, wat oorgaan van sandsteen na verweerde diabaas. Die vyfde laag bestaan uit onverweerde diabaas.

Dit is belangrik om daarop te let dat boorgat 2 buite die opvangsgebied van die spruit geleë is, terwyl die eerste boorgat in die opvangsgebied lê.
Boorgat 2 (107m.) dui slegs op 'n vier-laag aarde (Figuur 9.49). Die sonderingskromme is 'n KQ-tipe. Die eerste laag dui op ongekonsolideerde grond, swak verweerde sandsteen en oppervlak alluvium. Die tweede laag is 'n elektriese isolator, onversadigde sandsteen, wat oorgaan op 31.3 meter in versadigde gesteentes. Die totale sonderingskromme se diepte profiel bestaan basies uit sandsteen.

'n Vyf-laag sonderingskromme is verkry uit die elektriese sondering wat by boorgat 3 uitgevoer is (Figuur 9.50). Kleihoudende grond en sandsteen maak die eerste laag uit

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

wat ook in die tweede laag aangetref word tesame met verweerde diabaas. Die derde laag bestaan uit swak verweerde diabaas met ρ_3 = 710 Ω.m. Onder die swak verweerde diabaas word nog 'n verweerde en kleihoudende diabaaslaag met gedeeltelik verweerde diabaas aangetref. Die laaste laag in die model is 'n onverweerde diabaasplaat.

Gevolgtrekking

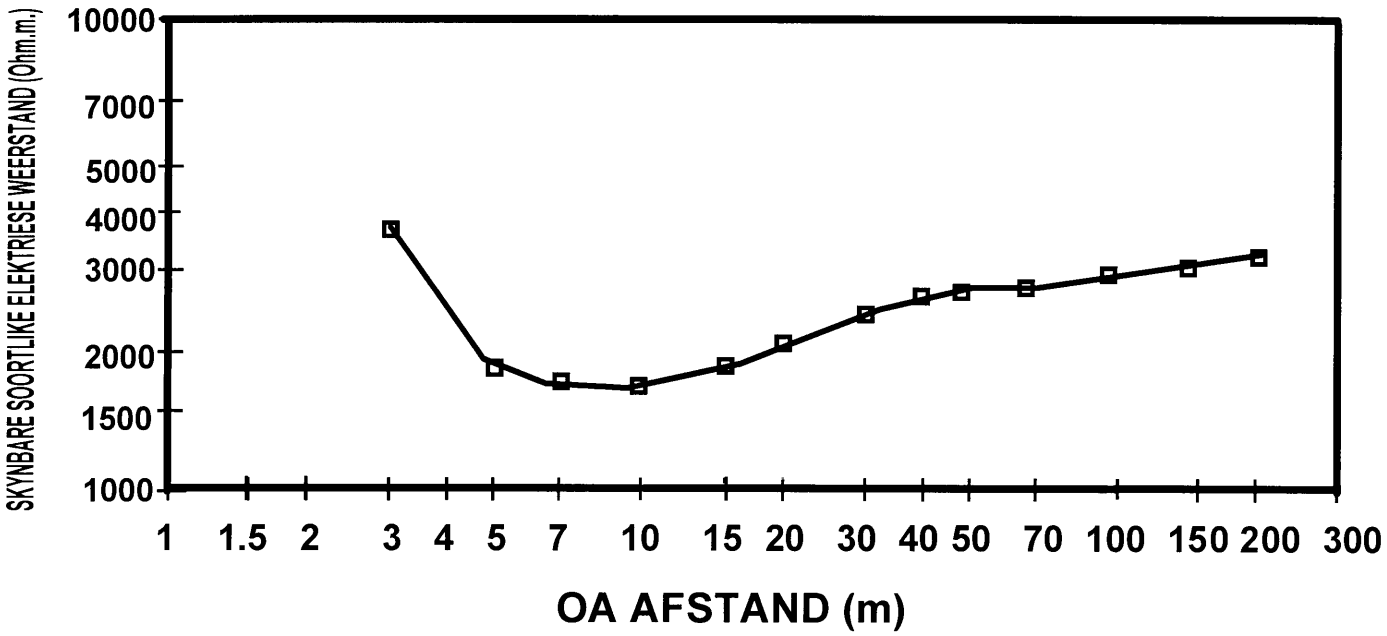
Hierdie geval het veel inligting omtrent die akwifere en geologie volgens die NGDB (1996). Dit moet in ag geneem word by die finale interpretasie dat diabaas in al drie die boorgate gevind is, en boorgat 3 bykans 50 meter laer lê as die eerste twee boorgate. Die besondere rede verklaar hoekom bo-op die berg die water 45m. dieper raakgeboor is as in die derde geval. Hierdie feit en die boorgatlewerings dui daarop dat die akwifeer in al drie die gevalle dieselfde akwifeer is. Die akwifeer is 'n ingeperkte akwifeer met 'n groot klei-inhoud, lae permeabiliteit, wat boorgatlewering en -ontwikkeling beperk. Uit die sondering van die derde boorgat (Figuur 9.50) wil dit voorkom dat die akwifeer die kontak tussen die verweerde en onverweerde materiaal is. Die verweerde materiaal dien eerder as 'n lekkende ingeperkte laag.
Die diep boorgate wat tot in die diabaasplaat penetreer en die ingeperkte akwifere lewer bewys daarvan dat die sandsteen as gesteente nie as 'n akwifeer dien nie.

Omdat al drie die boorgate dieselfde akwifeer penetreer, is dit waarskynlik dat op enige posisie op die plaas grondwater raakgeboor sal word. Omdat die lewerings van boorgate op hierdie plaas drasties verskil (900-9000 l/uur), word die gebruik van gelykstroom sonderings aanbeveel om die verskillende geoëlektriese profiele van die ondergrond te vergelyk met mekaar. Die verskil in boorgatlewering kan opgespoor word deur ‘n sondering deur o.a. te kyk na die dikte en diepte van verweerde materiaal, die klei-inhoud van die akwifeer en na moontlike verdere waterdraers in die suksessie.
Die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke kan agterweë gelaat word, omdat dit voorkom dat ‘n diabaasplaat (gemeenskaplike akwifeer) die plaas onderlê.
Indien veel modder op ‘n sekere diepte voorkom, moet die boorgat by daardie diepte met voering toegerus word om die stabiliteit van die boorgatwande te verhoog.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.680%

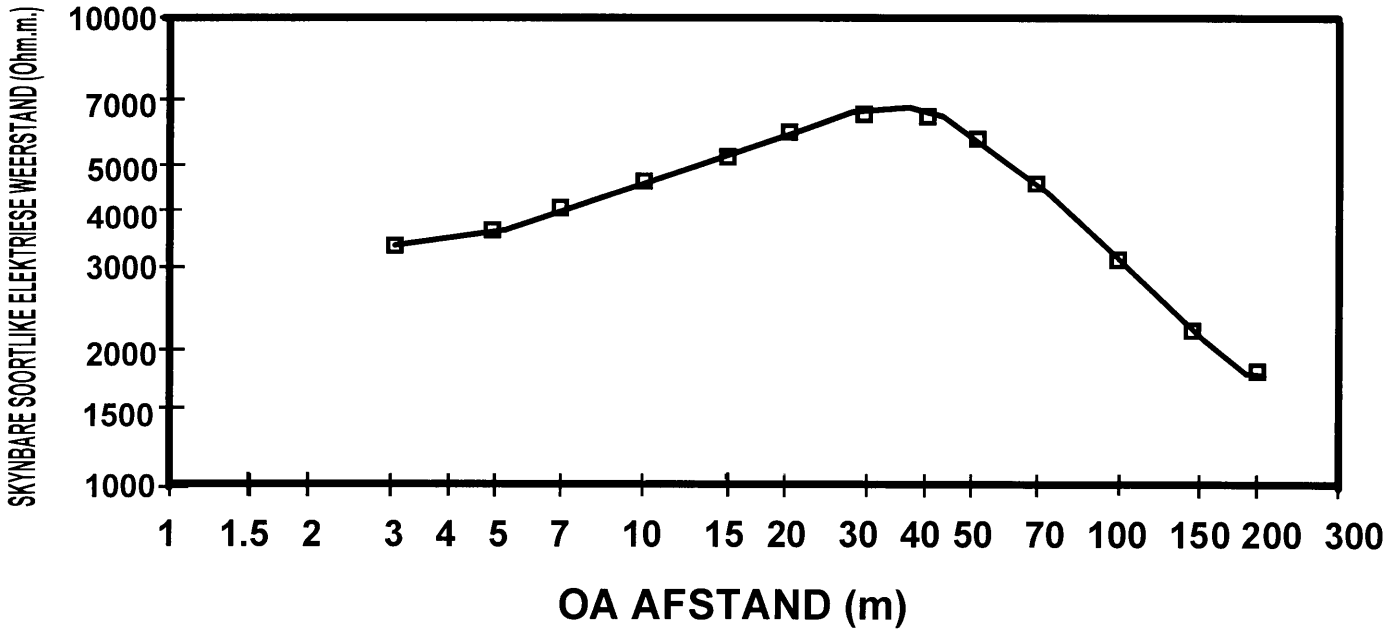
LAAG	1	2	3	4	5
ρ(minimum)	5094	1699	4456	943	3378
ρ(beste pas)	20928	1772	5889	2232	3450
ρ(maksimum)	37112	1854	6027	2418	3541
h(minimum)	*0.7*	*8.5*	*5.3*	*2.9*	
h(beste pas)	*0.8*	*10.7*	*6.1*	*4.2*	
h(maksimum)	*0.9*	*12.8*	*8.6*	*18.3*	

Figuur 9.48(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te De Voetpadkloof 113 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.655%

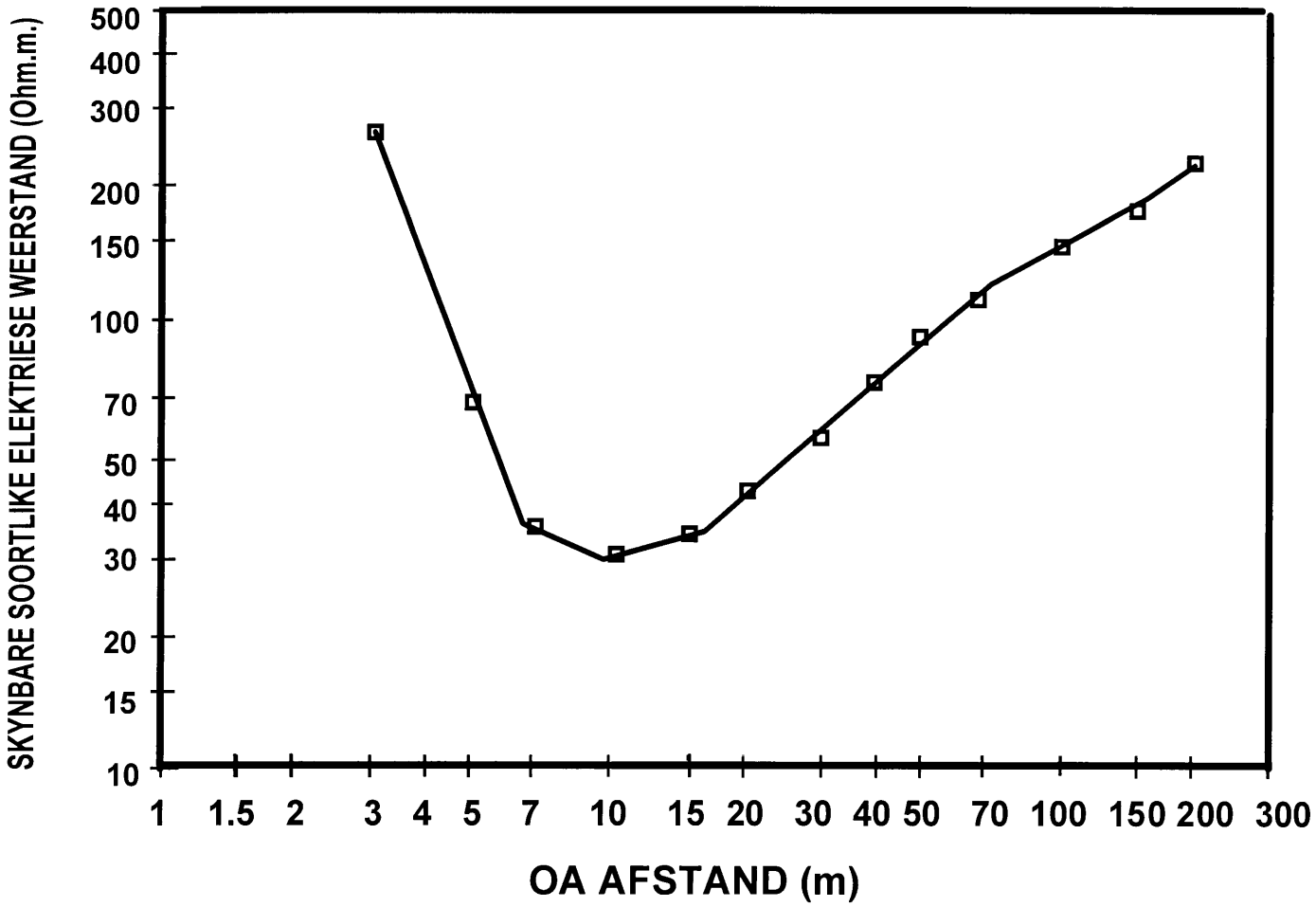
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	3126	7826	1789	1781
$\rho_{(beste\ pas)}$	3143	7892	2546	1840
$\rho_{(maksimum)}$	3184	7955	4133	1907
$h_{(minimum)}$	*3.4*	*25.0*	*11.2*	
$h_{(beste\ pas)}$	*3.6*	*27.7*	*14.4*	
$h_{(maksimum)}$	*4.0*	*30.6*	*25.6*	

Figuur 9.49(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te De Voetpadkloof 113 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.753%

LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	1246	25.6	338	2.3	1560
$\rho_{(beste\ pas)}$	982	26.8	710	23.0	7681
$\rho_{(maksimum)}$	876	27.7	2814	67.9	41062
$h_{(minimum)}$	*1.0*	*11.1*	*3.8*	*11.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.1*	*11.5*	*11.2*	*22.6*	
$h_{(maksimum)}$	*1.2*	*12.9*	*11.3*	*64.7*	

Figuur 9.50(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te De Voetpadkloof 113 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.25 Goedehoop

Inleiding

Hierdie geval se boorgate word ook beskryf deur die NGDB (1996). Die plaas Goedehoop 244 JS, geval 28 (Figuur 1), is 22km. noord van Middelburg geleë. Die geologiese kaart (2528 Pretoria, 1978) dui aan dat die plaas drie gesteente tipes het. Daar is twee boorgate bestudeer, een wat droog is en een wat 500 l/uur lewer. Die eerste boorgat is geleë by 25º35'03" S. en 29º29'44" O. en die tweede boorgat se ligging word gegee deur 25º35'04" S. en 29º29'37" O. Die eerste boorgat is droog en is 82m. diep. Die tweede boorgat is slegs 32m. diep en water is op 15 meter raakgeboor. Die huidige grondwatervlak het op 18m. gestaan (eienaar: persoonlike kommunikasie).
By elke boorgat is 'n gelykstroom sondering uitgevoer. 'n Magnetiese profiel is by die tweede boorgat gedoen.
Die twee boorgate is ongeveer 500m. van mekaar geleë.

Geologie

In die weste van die plaas word die Dwyka Formasie aangetref, 'n smal strook in die middel bestaan uit die Wilgerivier Formasie. 'n Diabaasplaat bestaan in die ooste. 'n Lineament kom suid van die plaas voor volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart. Rondom boorgat 1 kom sandsteen en konglomeratiese sandsteen voor. Diabaasfragmente word aangetref. Die strekking van die gesteentes is NNW-SSO en hel 4º na die OSO. Die NGDB (1996) gee die volgende inligting i.v.m. beide boorgate:
Boorgat 1: 0-8m. kleihoudende sand
8-82m. sandsteen
Die boorgatstaat by hierdie boorgat het egter op meer diabaas as sandsteen gewys.
Boorgat 2: 0-20m. klei
20-32m. graniet (diabaas?)
Die lugfoto dui die verskillende geologiese eenhede duidelik aan, volgens geohidrologie, geomorfologie en geobotanie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geomorfologie

'n Heuwelagtige omgewing kenmerk die gebied wat na die suide hel na 'n spruit. 'n Wye vlakte kom aan die ooste van die plaas voor. Die gebied suid en oos van die plaas word gekenmerk deur vleilande. Hierdie vleilande manifesteer op die geologiese kaart as 'n lineament en diabaasplaat onderskeidelik.

Geobotanie

Die plaas word aan die ooste welig begroei met *Acacia karroo* spesies wat 'n duidelike teken van 'n diabaasintrusie in die Wilgerivier Formasie is. In die omgewing is die Wilgerivier Formasie hoofsaaklik bedek met *Osyris lanceolata* (Bergbas). Die diabaas-intrusie is 'n laagte in teenstelling met die omliggende rante van sandsteen.

Geofisika

Beide sonderings is parallel aan die strekking van die sandsteen uitgevoer en die sonderingkrommes toon in beide gevalle 'n drie-laag aarde met 'n H-tipe vorm (Figure 9.51 & 9.52). Die interpretasie van beide boorgate se modelle (Figure 9.51-52) is gedoen aan die hand van die waargenome boorgatstate en die NGDB (1996).
Die eerste boorgat dui duidelik die oorgang van los bo-grond na verweerde diabaas aan, wat eindig in 'n onverweerde diabaasvloergesteente wat duidelik gedefinieer is in die 45º styging van die laaste flank van die sonderingskromme (Figuur 9.51). Dit is duidelik dat hierdie diabaas besonder dik is.

Die tweede sondering dui dieselfde geologie aan, met min of meer dieselfde dieptes (Figuur 9.52).
Die magnetiese profiel is vanaf die suidelike vleiland (lineament?) uitgevoer tot die tweede boorgat (Figuur 9.53). Kunsmatige geraas het die travers naby aan die boorgat beïnvloed. Die magnetiese profiel toon in die algemeen min verandering in magnetiese intensiteit en geen magnetiese anomalië kan hiervan afgelei word nie.

Gevolgtrekking

Die boorgate word onderlê deur 'n dik diabaasplaat (minstens 70m. dik, Figure 9.51 & 9.52) met 'n dun bedekking van ongekonsolideerde grond, verweerde Dwyka gesteentes

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

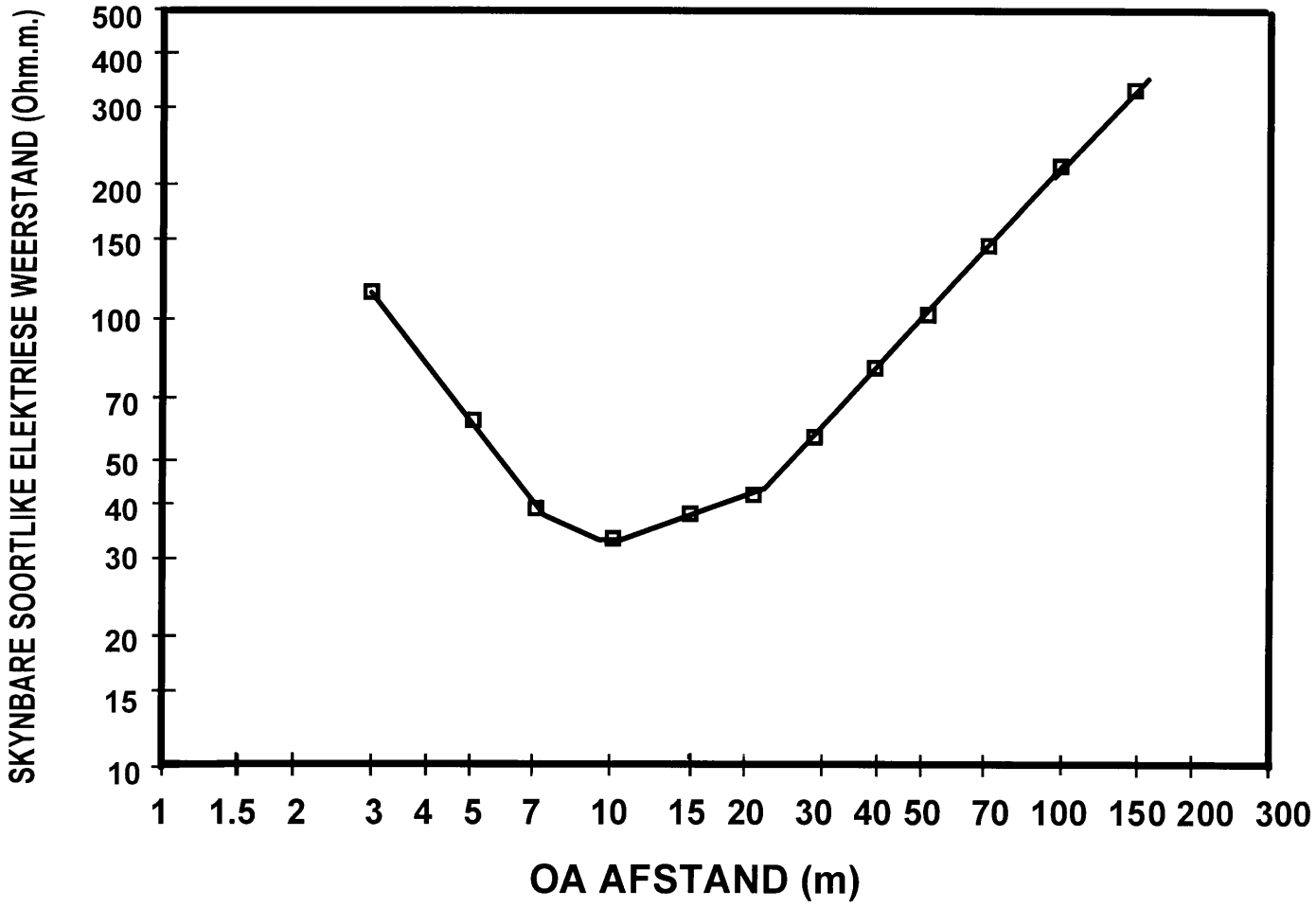
en sandsteen van die Wilgerivier Formasie. Die ingeperkte akwifeer wat bestaan is die kontaksone tussen verweerde en onverweerde diabaas. Boorgat 1 is droog vanweë 'n te vlak verwering wat bokant die statiese watervlak eindig. Alhoewel die tweede boorgat water voorsien, is dit uiters swak. Die boorgat lewer grondwater omdat die statiese watervlak nader aan die oppervlak geleë is en die gesteentes meer verweer is volgens die soortlike elektriese weerstand van die tweede laag (Figure 9.51 & 9.52). Beide boorgate het 'n vlak verweringsprofiel bokant die statiese watervlak, wat nadelig is vir akwifeerontwikkeling.
Die magnetiese profiel het geen teenwoordigheid van magnetiese anomalië getoon nie (Figuur 9.53). Die profiel is uitgevoer deur eers die 2528 Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal gebied se lugmagnetiese kaart (1973) te bestudeer en die verwagte gesteente strekking loodreg met die opname te kruis om ‘n sinvolle responsie te verkry oor ‘n verwagte liggaam.

Enige boorposisie op die plaas is ongeskik, a.g.v. die vlak verweringsdiepte van die diabaasplaat. Die bestaan van 'n dik diabaasplaat maak die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke onnodig om vertikale kontaksones mee op te spoor. Die tegnieke kan gebruik word om die posisie van die lineament mee te bepaal. Gelykstroom sonderings is effektief om op die plaas te gebruik om verweringskomme mee op te spoor wat dikker (>16m.) is as Figure 9.51 & 9.52 se dikte van die tweede laag.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 1.738%

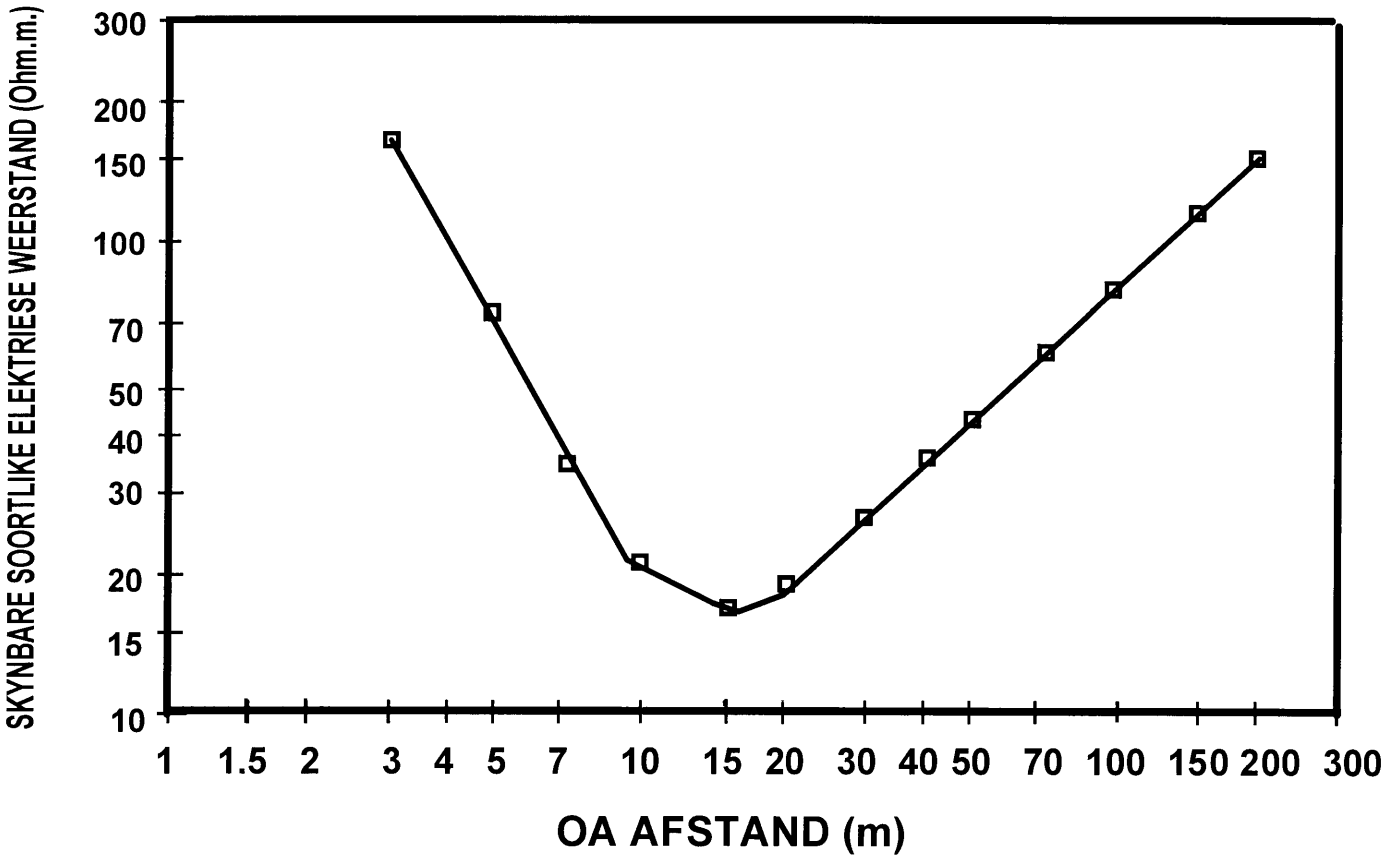
LAAG	1	2	3
$\rho_{(minimum)}$	179	29.4	4692
$\rho_{(beste\ pas)}$	193	30.0	17788
$\rho_{(maksimum)}$	217	30.6	52339
$h_{(minimum)}$	*1.5*	*14.7*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.6*	*15.9*	
$h_{(maksimum)}$	*1.7*	*17.0*	

Figuur 9.51(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Goedehoop 244 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

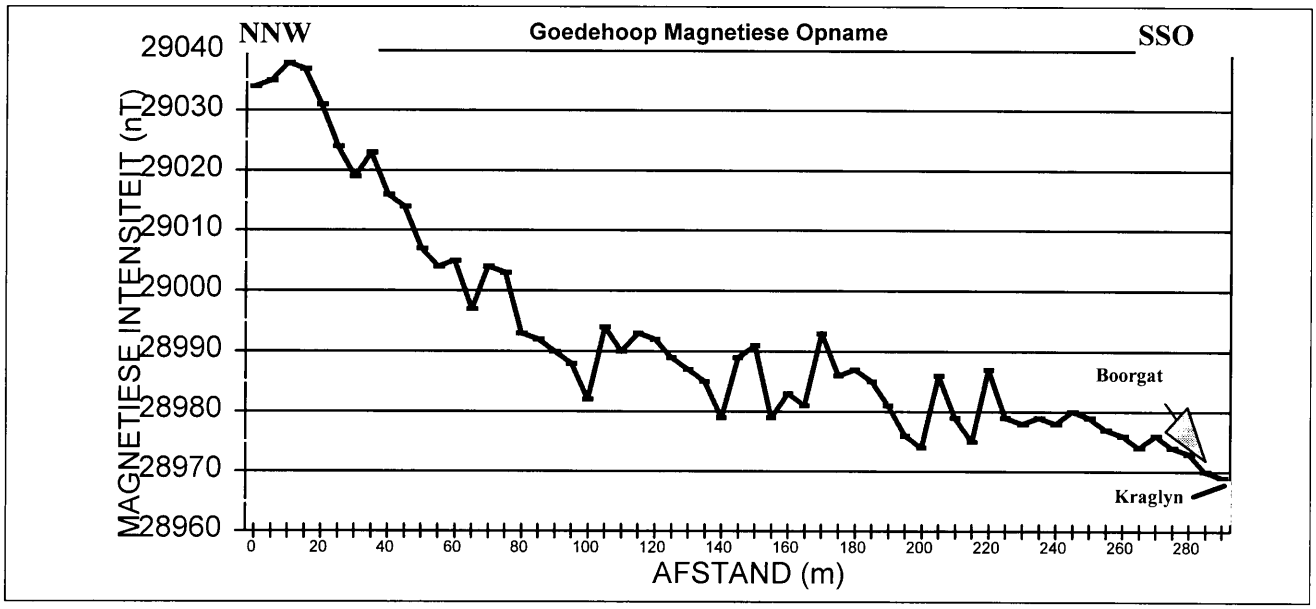
Krommepassingsfout : 1.099%

LAAG	1	2	3
ρ(minimum)	194	13.1	2457
ρ(beste pas)	204	13.7	9250
ρ(maksimum)	209	14.2	27145
h(minimum)	*1.9*	*14.1*	
h(beste pas)	*2.0*	*15.2*	
h(maksimum)	*2.1*	*16.5*	

Figuur 9.52(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Goedehoop 244 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



Figuur 9.53. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Goedehoop 244 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.26 Buffelskloof

Inleiding

Die plaas Buffelskloof 342 JS, geval 31 (Figuur 1), is ongeveer 20km. noord-noordoos van Middelburg geleë. Daar is vier boorgate aangetref, waarvan drie bestudeer is i.t.v. geoëlektriese horisonne en een is bestudeer i.t.v. akwifeerkarakteristieke. Die eerste boorgat by die opstal is geleë by 25º32'20" S. en 29º34'14" O. Die ander drie boorgate is ontoegerus en is in die veld geleë. Boorgat 2 se ligging is 25º32'12" S. en 29º34'11" O. Boorgat 3 is geleë by 25º32'10" S. en 29º34'13" O. Die vierde boorgat is gebruik vir akwifeerkarakterisering en hierdie boorgat se koördinate is 25º32'13" S. en 29º34'10" O. Boorgate 2 en 4 is omtrent 100 meter van mekaar geleë. Al die boorgate lewer 2250 l/uur en is tussen 24-30 meter diep. By al vier die boorgate is die grondwater op 5 meter getref (eienaar: persoonlike kommunikasie).
By boorgate 2 & 3 is ook elektromagnetiese -en magnetiese profiele gedoen.

Geologie

Die plaas word uitsluitlik oorlê deur sandsteen van die Wilgerivier Formasie. Sandsteen-dagsome kom wes van boorgate 2 en 4 voor. Ten ooste van hierdie boorgate kom verweerde diabaasrolstene voor op geploegde lande. Die strekking van die sandsteen is in 'n noord-suid rigting. Die boorgatstaat by boorgate 2 & 3 dui op min sandsteen en veel diabaas. Volgens die NGDB (1996) is die hele omgewing onderlê deur diabaas. Die lugfoto dui geen lineamente aan nie, net 'n vleiland ten ooste van die huis, wat op 'n diabaasintrusie dui in hierdie geologiese omgewing.

Geomorfologie

Die gebied is effens heuwelagtig wat afwaarts hel na die ooste, waar 'n fontein en spruit is. 'n Sandsteenrant is ten ooste van die plaas sigbaar.

Geobotanie

Die spesies *Dichapetalum cymosum* (Gifblaar) en *Burkea africana* (Rooisering) word by boorgate 2 tot 4 aangetref.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Geofisika

Al drie die gelykstroom sonderings is in 'n noord-suid rigting uitgevoer, parallel aan die sandsteen se strekking. Die boorgate se geoëlektriese profiel interpretasies word aan die hand van die boorgatstate, die geologie en die NGDB (1996) gedoen.
Die eerste boorgat se sonderingskromme dui op 'n KH-tipe kromme (Figuur 9.54). Die eerste laag bestaan uit kleihoudende sandgrond en verweerde sandsteen. Die tweede laag is net 1.5m. dik en bestaan uit sandsteen. Die derde laag is etlike meters dikker en dui op versadigde, kleihoudende, verweerde diabaas. Die vloergesteente is 'n onverweerde diabaasplaat wat goed gedefinieer word deur die laaste flank van die sonderingskromme (Figuur 9.54).

Die tweede boorgat se sonderingskromme dui ook op 'n KH-tipe kromme (Figuur 9.55). Dieselfde diepteprofiel as in die eerste boorgat se geval kan hier toegeskryf word, met 'n dikker laag van verwering.
Die elektromagnetiese profiel dui op 'n weerstandbiedende omgewing (Figuur 9.57). Die L = 40m. opstelling is gebruik omdat 'n dieper eksplorasiediepte verkry word . Uit die profiel is dit duidelik dat tussen boorgate 4 (dompeltoets boorgat) en 2 'n verandering van elektromagnetiese koppeling plaasvind. Die eerste 46 meter dui op 'n hoofsaaklik horisontaal gelaagde aarde wat na hierdie afstand in 'n vertikaal gelaagde aarde verander. 'n Toename in elektriese geleidingsvermoë word ook ondervind, vanaf -0.4 mS/m tot 2.7 mS/m vir die vertikale dipool opstelling, wat daarop dui dat 'n betere elektriese geleiding met diepte ondervind word.
Die magnetiese profiel dui op geen magnetiese distorsies nie, omdat die maksimum residuele amplitude uitwyking van die magnetiese veldintensiteit binne 65nT geleë is (Figuur 9.58).

Die derde boorgat se sonderingskromme is identies gelyk aan beide bostaande gevalle. Die derde laag is egter 24.6 meter dik (Figuur 9.56).
Die elektromagnetiese profiel dui vir die eerste 120 meter 'n gelaagde aarde situasie aan (Figuur 9.59). Die horisontale -en vertikale komponente is parallel aan mekaar. 'n Gesamentlike toename in elektriese geleidingsvermoë word ook ondervind. Die laaste flank van die profiel dui op 'n vertikale gelaagde aarde, omdat die horisontale dipool 'n beter koppeling as die vertikale komponent besit.
Die magnetiese profiel dui op 'n magnetiese kontoer verval van 29010nT tot 28950nT (Figuur 9.60). Die totale maksimum residuele amplitude is egter beperk tot 77nT. Dit is

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

duidelik dat die ystervoering van die boorgat 'n geruis van 32nT superimponeer op die sein (Figuur 9.60). Die vermindering in die magnetiese veldintensiteit kan toegeskryf word aan 'n veranderde geologiese omgewing, van 'n sandsteen bedekte diabaasplaat na 'n diabaasplaat wat dagsoom.

Akwifeerkarakterisering

In die vierde boorgat is 'n dompeltoets uitgevoer met 'n volledige hersteltyd binne 'n halfuur (Figuur 9.61). Die program Aqtesolv (Geraghty & Miller, 1989) het die verskillende parameters en waardes bereken. Die passing van 'n kromme is akkuraat gedoen en die korrelasie matriks het bevredigende resultate gelewer. Die gesteente materiaal om hierdie boorgat het 'n medium hidrouliese geleidingsvermoë van 4.846×10^{-2} m/dag volgens die Bouwer en Rice analitiese oplossingsmodel. Die Cooper *et al.* oplossingsmodel bereken 'n transmissiwiteit van 5.4762×10^{1} m^2/dag met 'n bergingskoëffisiënt van S = 0.005.

Gevolgtrekking

Al drie die sonderings het 'n KH-tipe kromme gedefinieer met ooreenstemmende laagdiktes (Figure 9.54-9.56). Die minimum van die H-tipe kromme word eers by AB/2 = 30m. bereik, wat op 'n dieper verwering dui. Al drie die sonderings is verteenwoordigend van die totale boorgatdiepte van elke boorgat. Die soortlike elektriese weerstande van die geoëlektriese horisonne verskil aansienlik. Die interpretasie vir al die gevalle berus op 'n eenvoudige geologiese model in die naby oppervlak. 'n Sandsteenlaag en ongekonsolideerde grondoppervlak bedek die boonste 2-4 meter van die topografie. Daaronder bestaan versadigde, verweerde diabaas met 'n gemiddelde dikte van 25m. wat oorgaan in 'n dik diabaasplaat wat goed gedefinieer word deur al drie die sonderingkrommes.

Die bestaan van verweerde diabaas word in 'n mate weerspieël deur die elektromagnetiese profiele waar daar 'n toename in elektriese geleidingsvermoë vir beide dipool opstellings ondervind word (Figure 9.57 & 9.59). Die magnetiese profiele dui nie op enige anomalie nie (Figure 9.58 & 9.60). Die oorgang van sandsteen bedekte diabaas na onbedekte diabaas kan in die veld waargeneem word. Die vermindering in amplitude oor die diabaas wat dagsoom teenoor die sandsteen bedekte diabaas kan geleë wees in die feit dat hierdie sandsteen ook ‘n klein bydrae tot die magnetiese

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

veldintensiteit lewer (Figure 9.58 & 9.60).

Die K -en T-waardes wat bereken is uit die akwifeerkarakterisering, vir die dompeltoets, is verteenwoordigend van die tipe akwifeer (Figuur 9.61). Tabelle van Freeze *et al.* (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al.* (1991) stem ooreen met die berekende waardes vir 'n gebroke stollingsgesteente akwifeer. Die lewering van die boorgate is gemiddeld vir die Wilgerivier Formasie. Dit is weereens die geval dat 'n diabaasintrusie verantwoordelik vir die vlak (<50m.) akwifeer ontwikkeling is.

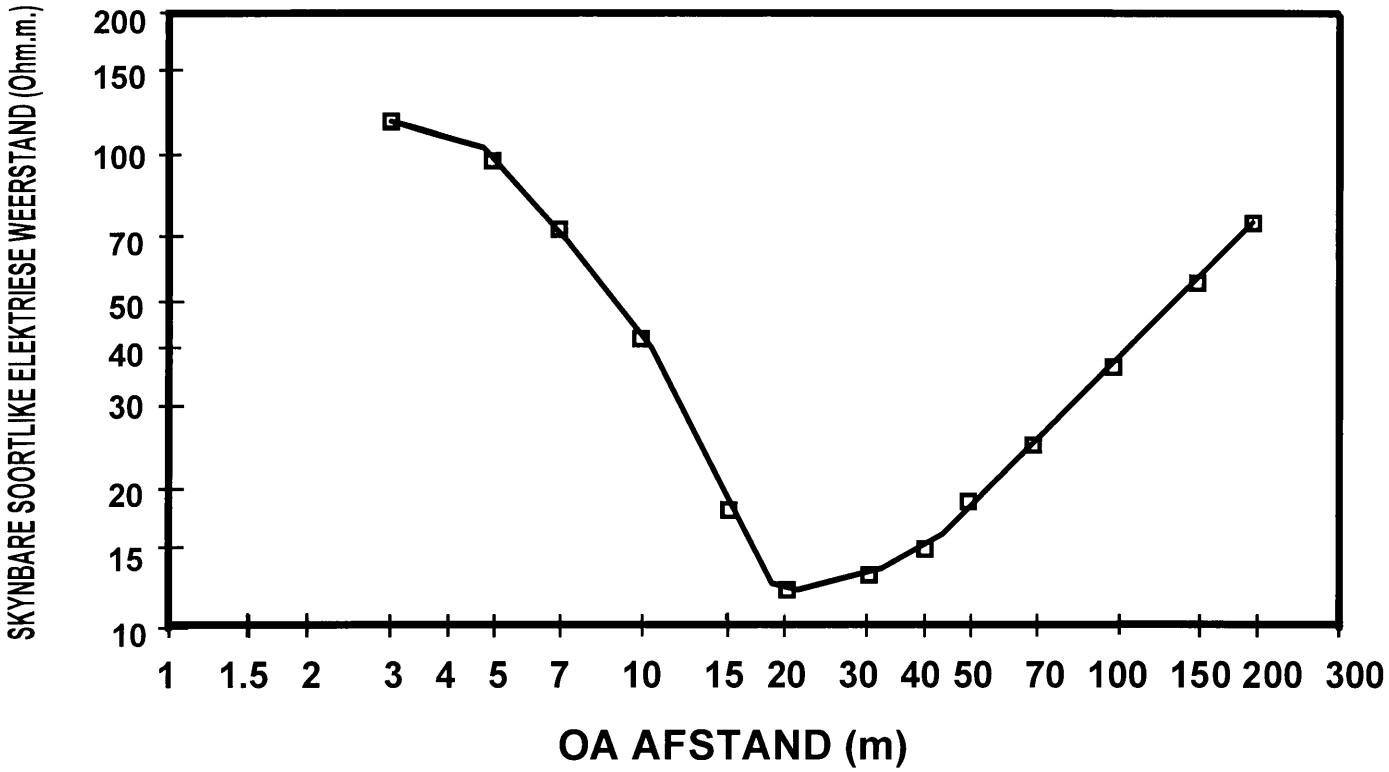
Die plaaslike akwifeer wat voorgestel word is 'n vlak ingeperkte (gebroke stollingsgesteente) akwifeer volgens al die resultate. Die akwifeer is geleë in die verweerde diabaas, omdat die water reeds hier (5m.) raakgeboor is. Dieselfde akwifeer bestaan oor die hele plaas. Hierdie feit word gerugsteun deur die verkryging van dieselfde sonderingkrommes vir al drie die gevalle, dieselfde boorgatdieptes en lewerings.

Enige boorposisie op hierdie plaas sal na alle waarskynlikheid suksesvol wees. In die omgewing waar diabaasrolstene waargeneem word, word gelykstroom sonderings aanbeveel om te gebruik om verweringskomme mee op te spoor en te definieer. Die dikte van verweringsprofiel is ‘n belangrike parameter wat hier in ag geneem moet word. Die bestaan van 'n dik diabaasplaat maak die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke onnodig om vertikale kontaksones mee op te spoor.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.855%

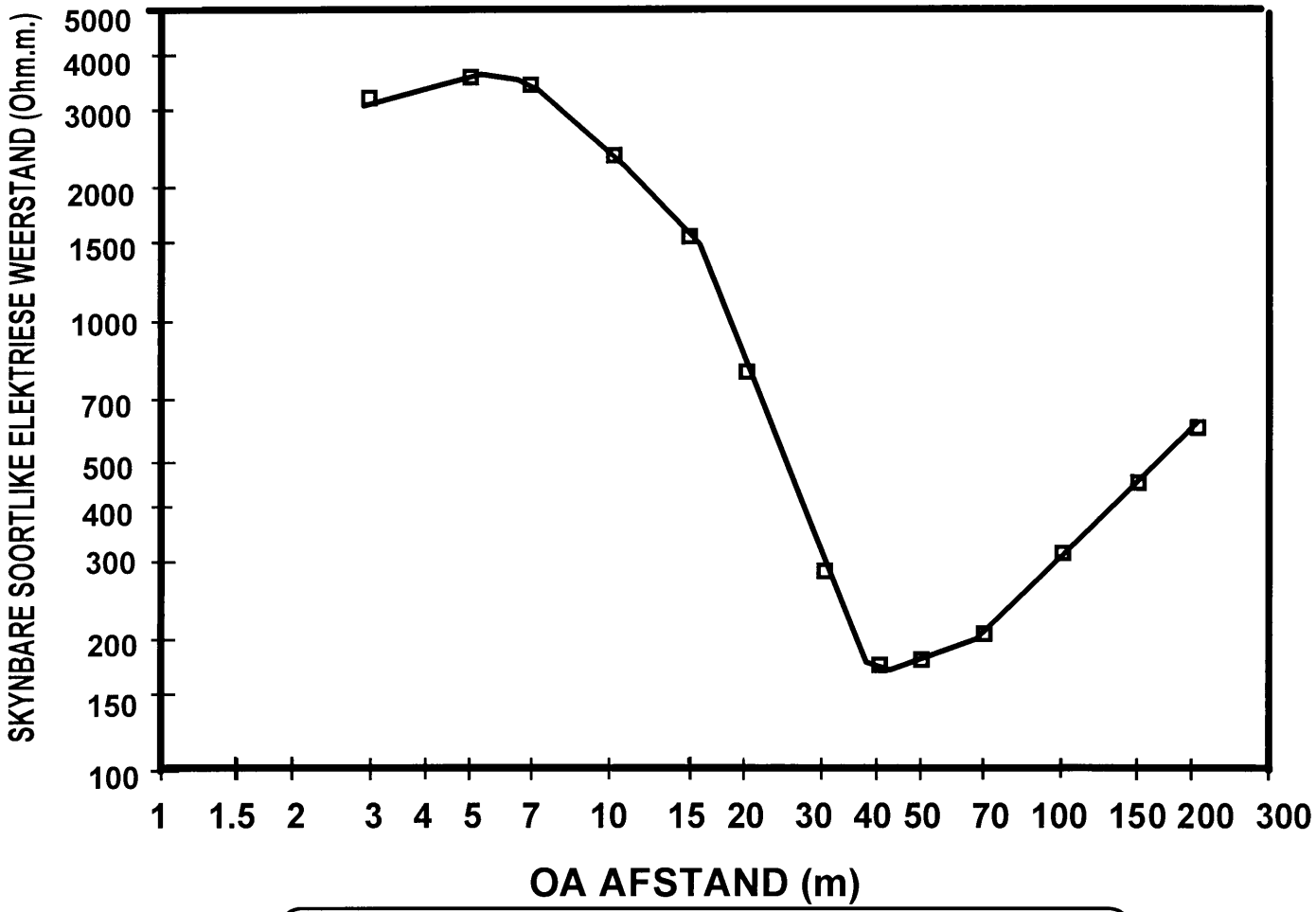
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	42.3	196	7.2	536
$\rho_{(beste\ pas)}$	65.0	273	7.9	4328
$\rho_{(maksimum)}$	101	375	8.2	14777
$h_{(minimum)}$	*0.5*	*1.4*	*19.5*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.8*	*1.5*	*22.1*	
$h_{(maksimum)}$	*1.1*	*1.8*	*23.9*	

Figuur 9.54(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Buffelskloof 342 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

Krommepassingsfout : 1.696%

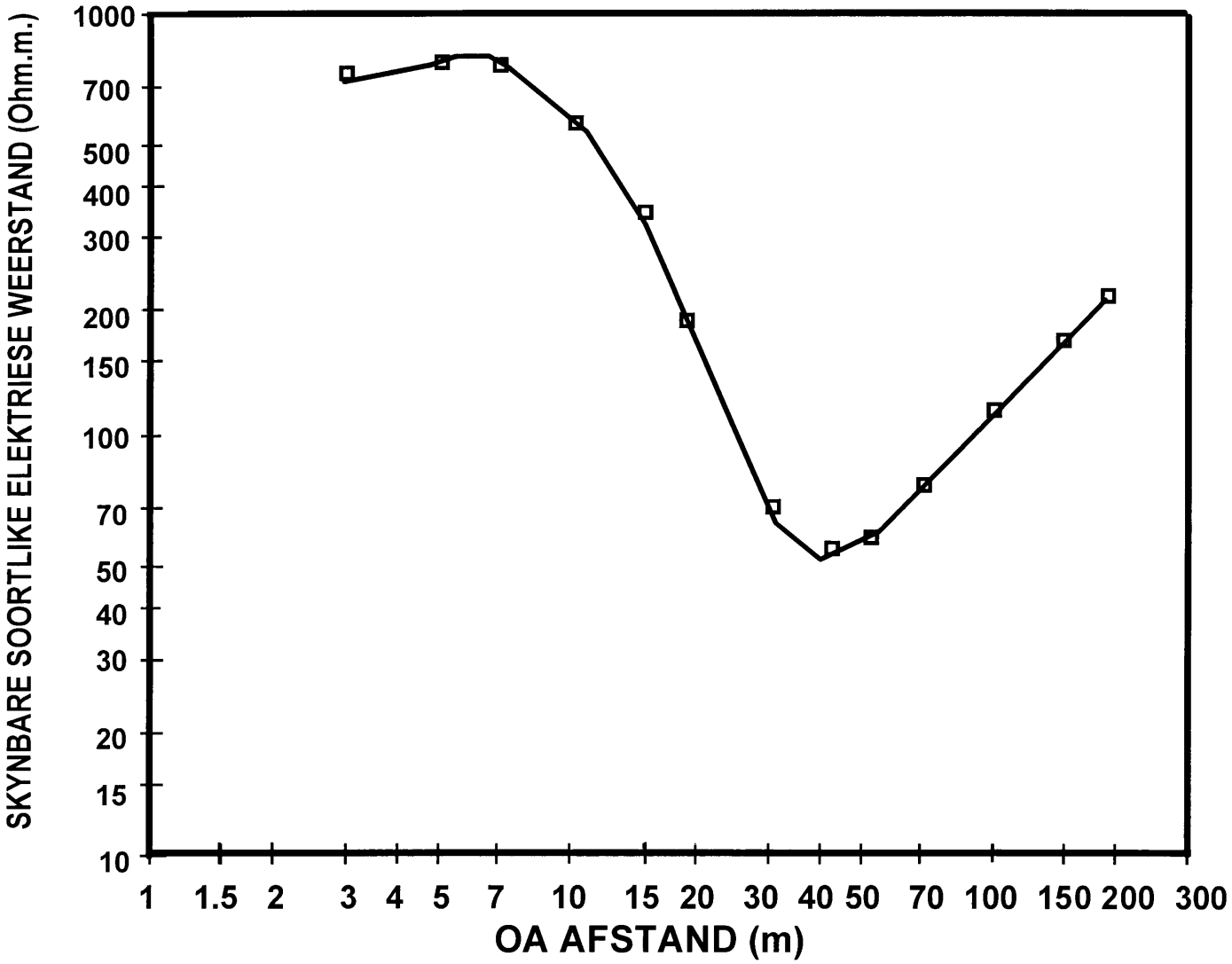
LAAG	1	2	3	4
$\rho_{(minimum)}$	2189	8894	142	17473
$\rho_{(beste\ pas)}$	2373	12876	149	90376
$\rho_{(maksimum)}$	2480	21088	157	265015
$h_{(minimum)}$	*1.4*	*1.4*	*43.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.6*	*1.7*	*47.3*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*1.9*	*49.7*	

Figuur 9.55(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

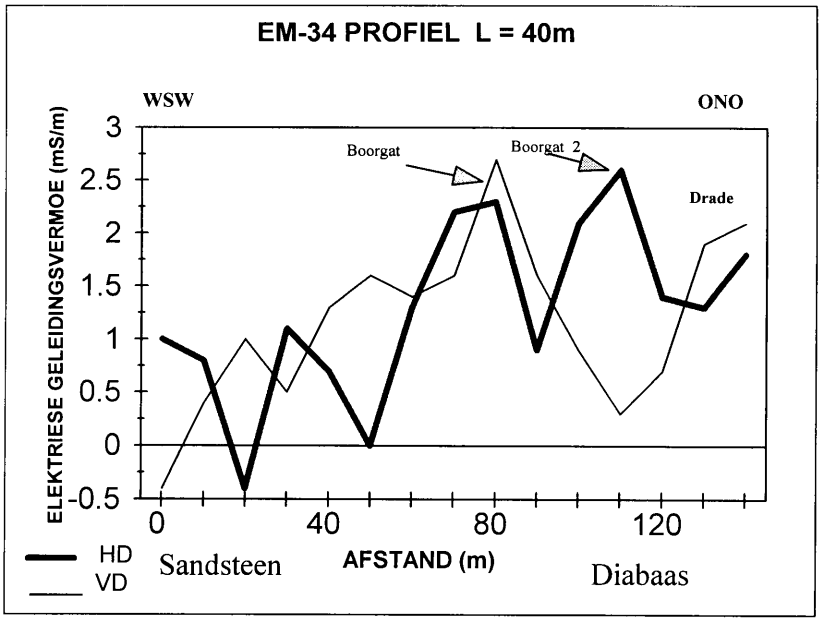
Krommepassingsfout : 2.030%

LAAG	1	2	3	4
ρ(minimum)	607	1295	26.9	39587
ρ(beste pas)	614	1407	33.5	86675
ρ(maksimum)	619	1469	39.1	151290
h(minimum)	*1.6*	*3.0*	*20.7*	
h(beste pas)	*1.8*	*3.1*	*24.6*	
h(maksimum)	*2.0*	*3.4*	*27.8*	

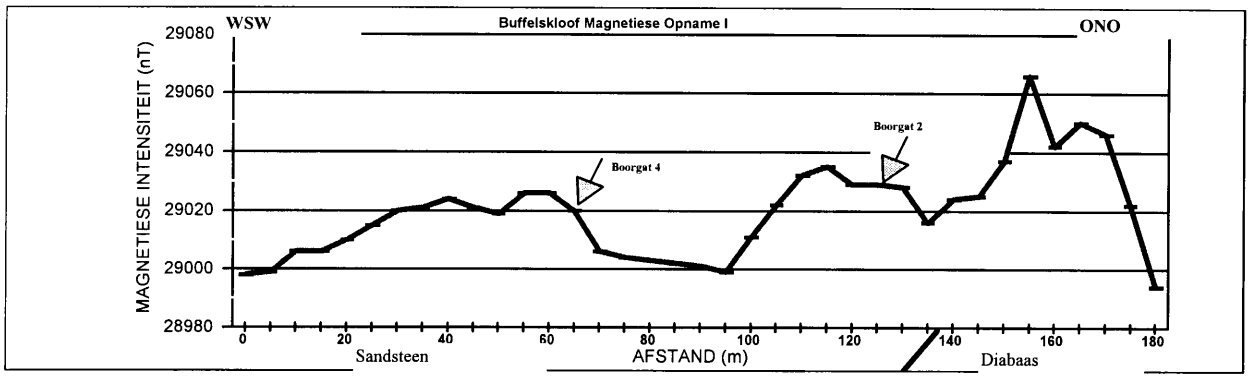
Figuur 9.56(a,b). Sonderingsdata van boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



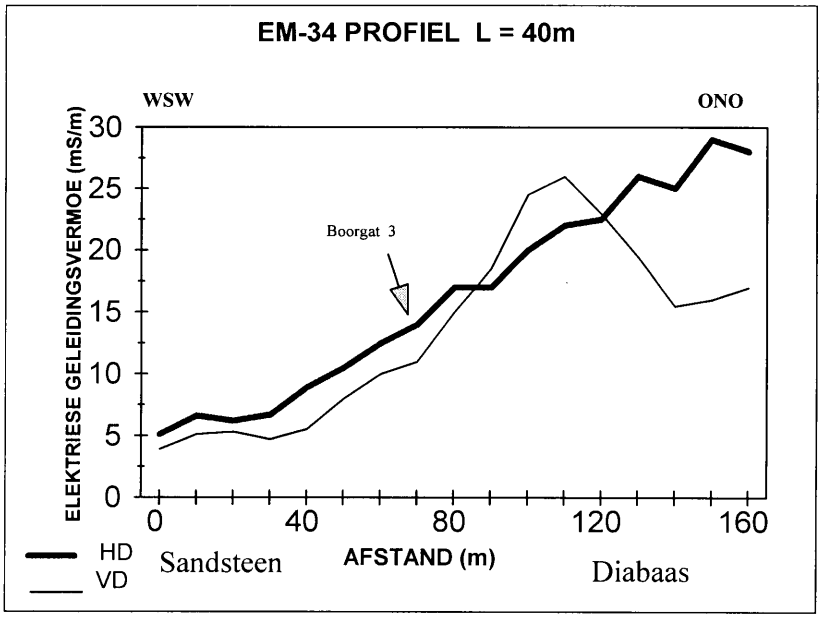
Figuur 9.57. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld.



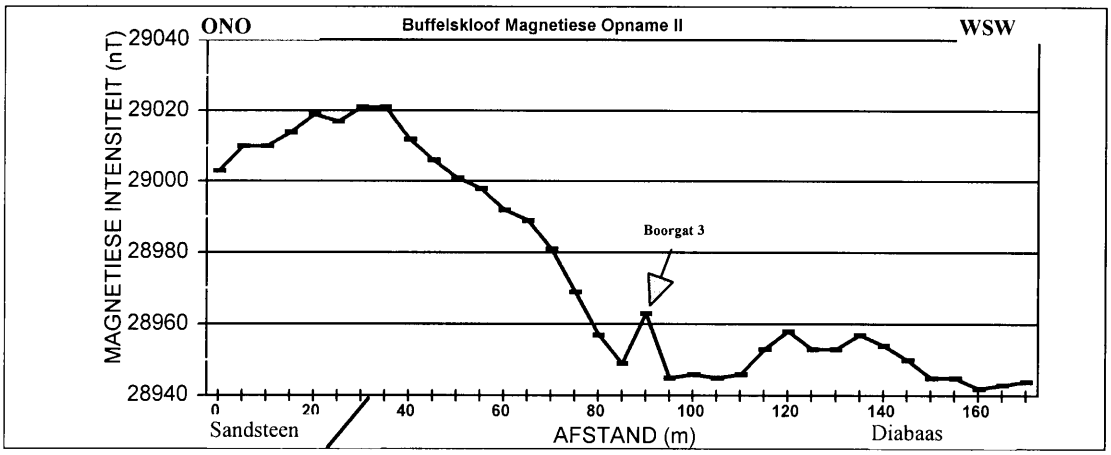
Figuur 9.58. Magnetiese profiel langs boorgat 2 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



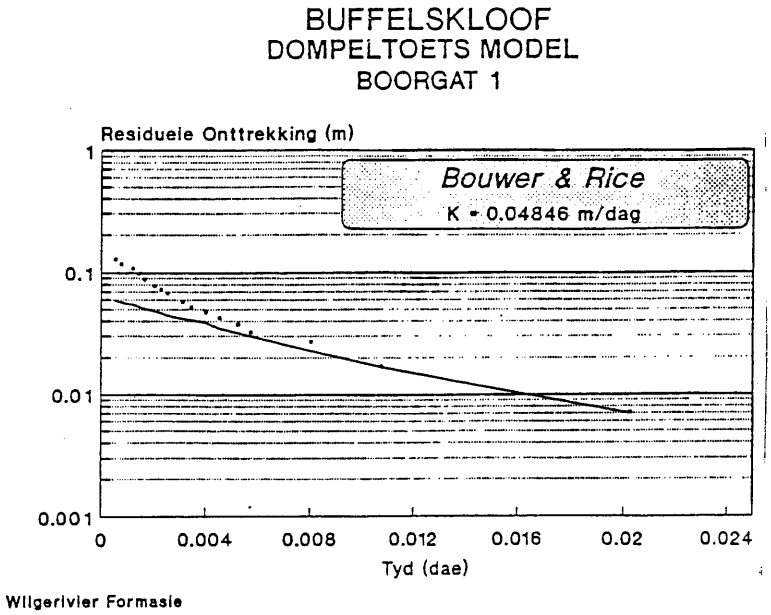
Figuur 9.59. Elektromagnetiese profiel langs boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld.

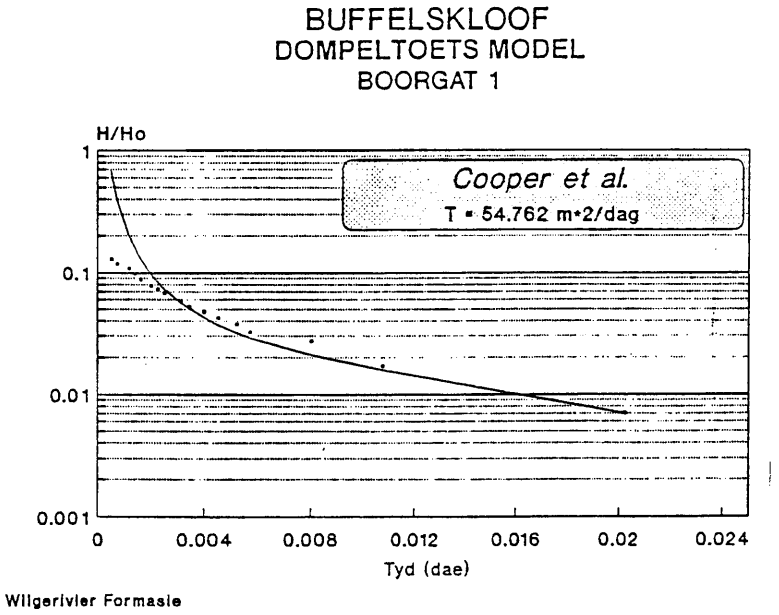


Figuur 9.60. Magnetiese profiel langs boorgat 3 te Buffelskloof 342 JS. Die posisie van die sandsteen en diabaas is afgelei vanaf dagsome in die veld. Die invloed van die yster boorgatvoering op die magnetiese data kan duidelik waargeneem word by stasie 90 meter.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA





Figuur 9.61. Dompeltoets analitiese model van boorgat 4 te Buffelskloof 342 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.6.27 Tweefontein

Inleiding

Die plaas Tweefontein 370 JS, geval 32 (Figuur 1), is 5km. wes van die dorpie Selonsrivier geleë. Op die plaas is twee boorgate bestudeer d.m.v. gelykstroom sonderings en dompeltoetse. Die eerste boorgat is geleë by 25º35'15"S. en 29º34'43" O.; is 85m. diep en lewer 12,000 l/uur. Daar is water op 18m. getref. Die tweede boorgat met ligging 25º35'19" S. en 29º34'42" O. is ook 85m. diep maar lewer 53,000 l/uur (eienaar: persoonlike kommunikasie). Beide boorgate is d.m.v. 'n magnetometer aangewys (eienaar: persoonlike kommunikasie).

Geologie

Die Wilgerivier Formasie word oorlê deur die Dwyka Formasie en gesteentes van die Loskop Formasie bestaan in die ooste. Geen dagsome van gesteentes is gevind nie. Die strekking van die sandsteen volgens die 2528 Pretoria (1978) kaart is noordoos-suidwes en hel 5º na die noordweste. Die eienaar (persoonlike kommunikasie) se opgetekende boorgatstaat dui op die volgende:

Boorgat 1: 0-20m. klei
20-85m. vulkanies
Boorgat 2: 0-30m. klei
30-85m. vulkanies

Die boorgatstaat by die tweede boorgat dui op min granofier, sandsteen, diabaas en veel rioliet. Steenkool is ook aanwesig.
Die NGDB (1996) van die omgewing dui op 'n groot hoeveelheid skalie in die omgewing.

Geomorfologie

Die gebied is redelik gelyk wat effens afwaarts hel na die noordweste. Die lugfoto dui op 'n vleiland ten noorde van die plaas.

Geofisika

Die gelykstroom sonderings by beide boorgate is parallel aan die strekking van die sandsteen uitgevoer. Beide interpretasies is gebaseer op die boorgatstaat, geologie en

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

NGDB (1996). Die eerste boorgat dui op 'n KQH-tipe sonderingskromme (Figuur 9.62). Die eerste laag bestaan uit onversadigde verweerde skalie van die Dwyka Formasie, verweerde sandsteen van die Wilgerivier Formasie en bo-grond. Die weerstandbiedende tweede laag is 'n onversadigde sandsteenlaag. Die derde laag is versadig en die statiese watervlak word hier aangetref (veldmeting). Hierdie laag bestaan uit klei en verweerde diabaas, asook die volgende laag. Die vierde laag het 'n laer soortlike elektriese weerstand as die derde laag, wat kan dui op 'n groter versadiging en meer kleihoudende materiaal. Die laaste gedeelte van die sonderingskromme dui op 'n 45º styging oor ten minste vier stasies. 'n Onverweerde stollingsgesteente soos diabaas sal vir hierdie styging verantwoordelik wees.

Die tweede sondering toon 'n KHA-tipe kromme (Figuur 9.63). Die eerste laag bestaan uit verweerde skalie en weinig steenkool van die Dwyka Formasie, verweerde sandsteen van die Wilgerivier Formasie, asook ongekonsolideerde sand. Hierdie laag is slegs 0.7 meter dik. Die tweede laag is onversadigde sandsteen van die Wilgerivier Formasie wat oorgaan in 'n versadigde, kleihoudende verweerde materiaal volgens die veldmeting van die statiese watervlak. Die materiaal is heel moontlik verweerde diabaas. 'n Vierde laag van dieselfde materiaal bestaan op 'n diepte van 18.5m. Die gesteente materiaal in hierdie laag is waarskynlik minder gebroke en swakker verweer as die vorige laag, omdat die soortlike elektriese weerstand 'n faktor 6 groter is. Die vierde laag, wat waarskynlik die grondwater lewer, is 'n enorme 81 meter dik. Dit is waarskynlik dat die grondwater in lae drie en vier voorkom. Die vloergesteente bestaan uit onverweerde diabaas, intrusiewe granofier en rioliet. Hierdie bewering word gegrond deur die feit dat 100% van die boorgatdiepte by hierdie boorgat gedek is en die boorgatstaat op hierdie gesteentes dui. Oos van die boorgat kom dagsome van die Rashoop Granofier Suite voor, sien Hoofstuk 6, wat die granofier teenwoordigheid in die boorgatstaat kan verklaar.

Magnetiese –en elektromagnetiese profiele is nie uitgevoer nie, omdat groot bronne van kunsmatige geraas by elke boorgat bestaan.

Akwifeerkarakterisering

Die dompeltoets wat in die eerste boorgat uitgevoer is, toon dat die statiese watervlak in 6 minute volledig herstel het. Beide die oplossings is verkry m.b.v. die Aqtesolv (Geraghty & Miller, 1989) program. 'n Hoë transmissiwiteits -en hidrouliese

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geleidingsvermoë waarde word aan die boorgat gekoppel, nl. $6.6055x10^{1}$ m^2/dag en $2.21778x10^{-1}$ m/dag onderskeidelik, volgens die Cooper *et al.* en Bouwer en Rice analitiese oplossingsmodelle (Figuur 9.64).
Die tweede boorgat is ook bestudeer d.m.v. 'n dompeltoets, maar die totale hersteltyd van die statiese watervlak was binne 30 sekondes. So 'n vinnige hersteltyd dui op 'n sterk lewerende boorgat (+30,000 l/uur) volgens Vivier *et al.* (1995a).

Gevolgtrekking

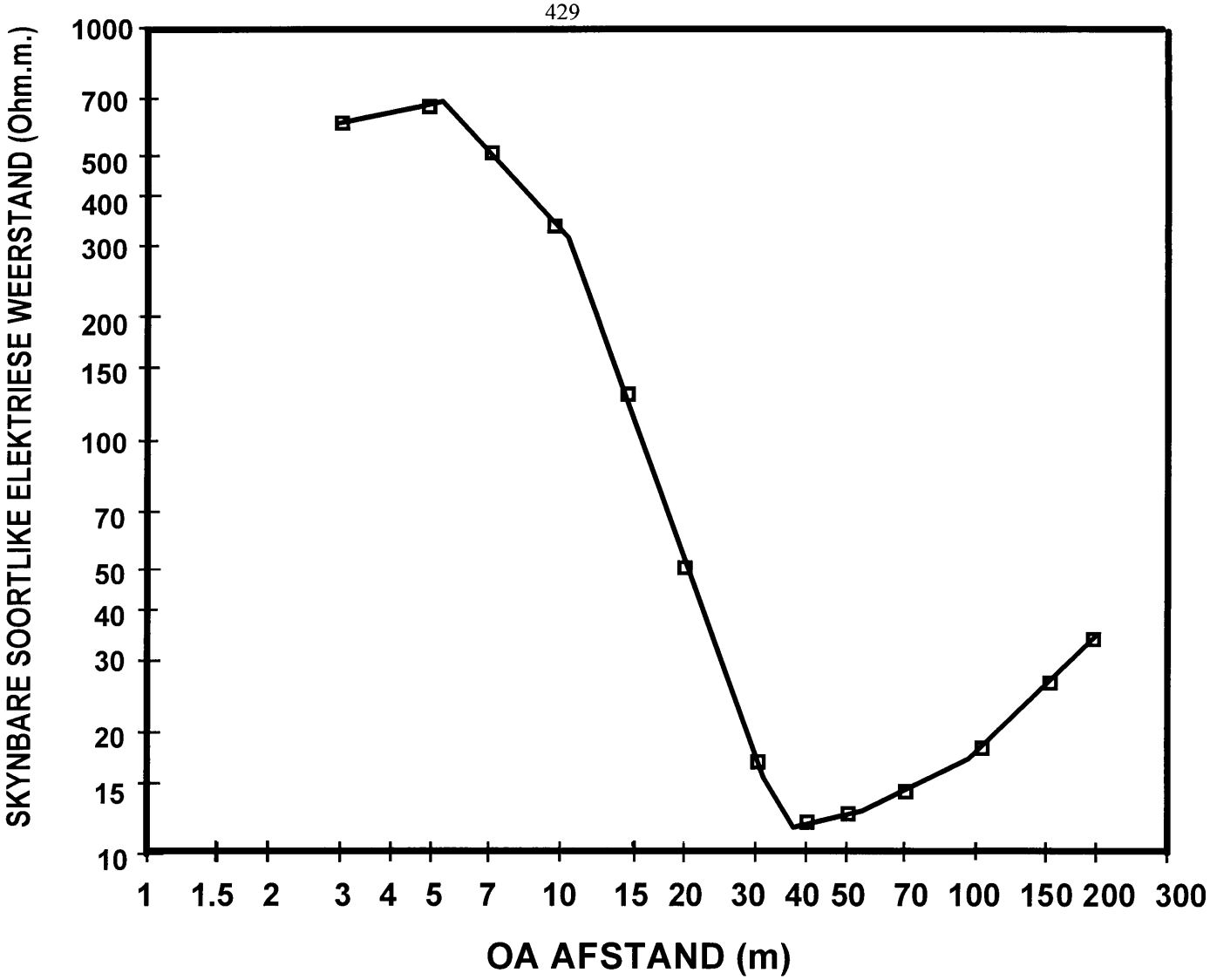
Beide boorgate het min of meer dieselfde geoëlektriese seksie, behalwe dat sekere soortlike elektriese weerstande hoër of laer is (Figure 9.62 & 9.63). Die vierde laag by die tweede boorgat is besonder dik. Uit die sonderingkrommes en geïnterpreteerde modelle kan aangeneem word dat die geologie tussen beide boorgate (700m. apart) dieselfde is. Die absolute minimum by AB/2 = 40m. in die sonderingkrommes dui op dieper verwering (sterker boorgatlewerings). Die aanwesigheid van 'n verweerde/verbrokkelde diabaasintrusie wat as akwifeer optree is weereens duidelik.

Beide dompeltoets resultate dui daarop dat die boorgatlewerings besonder sterk is, indien na die vinnige hersteltye gekyk word (Figuur 9.64). Die tabelle van Freeze *et al.* (1979), Driscoll (1989) en Dawson *et al.* (1991) dui op 'n intensief gebroke stollingsgesteente akwifeer, wat groot hoeveelhede water kan voorsien. Die ingeperkte, gebroke (verweerde) stollingsgesteente akwifeer is moontlik volgens die sonderingsmodelle en boorgatstate. Die akwifeer is hoofsaaklik gekonsentreer in die verweerde en gebroke intrusiewe materiaal. Die Wilgerivier Formasie oorlê die oppervlak met omtrent 2 meter, waarna kleihoudende materiaal bestaan. Die gebied word onderlê deur 'n diabaasintrusie, intrusiewe granofier en rioliet. Die sterk lewerings van beide boorgate word toegeskryf aan 'n diep en dik verweringsprofiel, veral i.v.m. boorgat 2 wat 'n dikker verweringsprofiel het as die eerste boorgat.

Omdat die verweringsprofiel en –dikte van die diabaas op hierdie plaas onbekend is, word gelykstroom sonderings aanbeveel vir boorgatplasing. Die sonderingskromme en geoëlektriese model sal ‘n goeie aanduiding van die verwagte akwifeer se dikte en gesteente materiaal gee, wat weer ‘n aanduiding is van die lewering van so ‘n akwifeer.
Elektromagnetiese –en magnetiese tegnieke kan agterweë gelaat word, omdat die sonderings alleen reeds suksesvolle resultate behoort te behaal weens die teenwoordigheid van ‘n diep verweerde diabaasintrusie.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

(a)



(b)

VERKLARING
VELDDATA
GEMODELLEERDE SONDERINGSKROMME

Krommepassingsfout : 2.148%

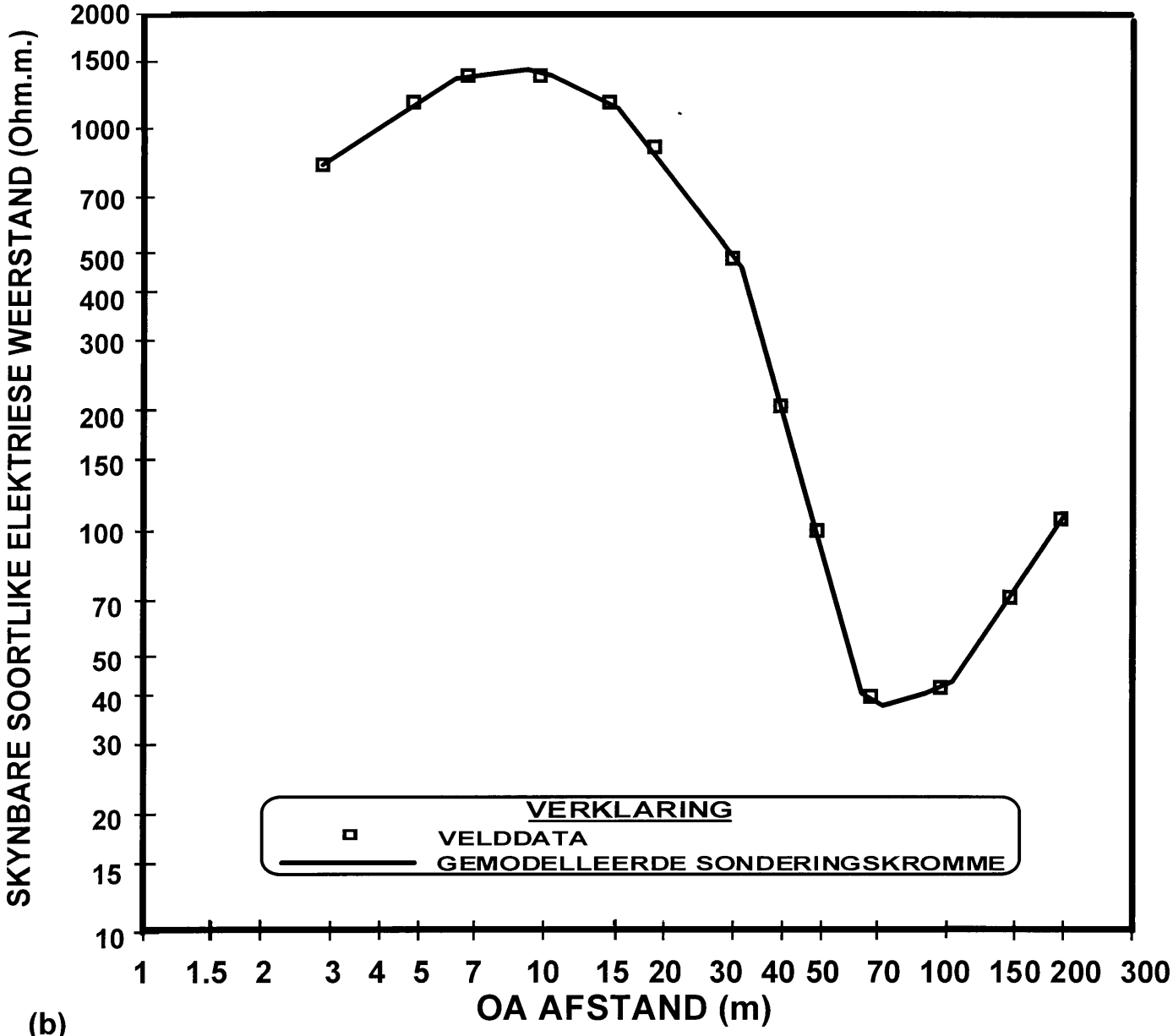
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	312	1196	11.8	2.4	1084
$\rho_{(beste\ pas)}$	442	1647	14.5	5.7	9138
$\rho_{(maksimum)}$	570	3429	18.7	10.2	31265
$h_{(minimum)}$	*1.1*	*1.0*	*12.1*	*20.0*	
$h_{(beste\ pas)}$	*1.4*	*1.6*	*17.6*	*22.6*	
$h_{(maksimum)}$	*1.9*	*2.0*	*26.5*	*29.7*	

Figuur 9.62(a,b). Sonderingsdata van boorgat 1 te Tweefontein 370 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(a)



(b)

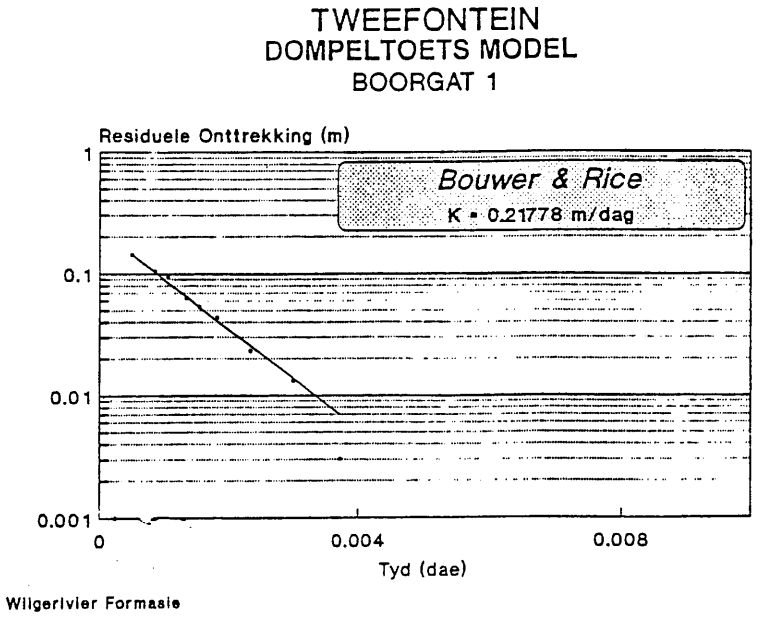
Krommepassingsfout : 1.407%

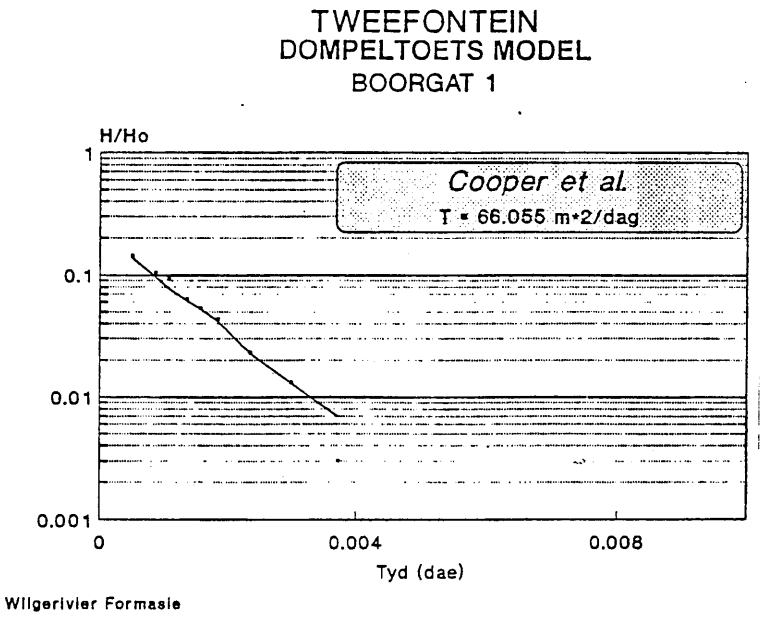
LAAG	1	2	3	4	5
$\rho_{(minimum)}$	114	8455	5.4	47.8	7313
$\rho_{(beste\ pas)}$	207	10260	12.0	70.8	9449
$\rho_{(maksimum)}$	312	51099	22.3	112	60041
$h_{(minimum)}$	*0.5*	*0.8*	*8.5*	*56.9*	
$h_{(beste\ pas)}$	*0.7*	*1.6*	*16.2*	*81.7*	
$h_{(maksimum)}$	*0.8*	*3.3*	*35.6*	*81.8*	

Figuur 9.63(a,b). Sonderingsdata van boorgat 2 te Tweefontein 370 JS. (a) Die gemete sonderingskromme. (b) Die geoëlektriese model.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA





Figuur 9.64. Dompeltoets analitiese model van boorgat 1 te Tweefontein 370 JS.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

9.7 GEVOLGTREKKINGS

Uit al die gevalle wat ondersoek is en wat geleë is op die Wilgerivier Formasie met intrusiewe diabaasplate –en gange volg dat:

- Die grondwater word op verskillende dieptes raakgeboor. Dit wissel aansienlik tussen 2 en 88 meter. Die gemiddelde statiese grondwatervlak bereken vanaf 41 boorgate is 15 meter. Die piësometriese drukhoogte is meesal 'n afbeelding van die topografie.
  Volgens Frommurze (1937) se beknopte ondersoek in hierdie gebied was die diepte waar grondwater raakgeboor was destyds 32 meter en die statiese watervlak het op 7 meter gestaan. Beide waardes is ‘n gemiddeld van 8 boorgate wat in diabaas en sandsteen geboor is.
- Geobotaniese verskynsels kom duidelik te vore in verskillende geologiese formasies. Diabaasintrusies word uitnemend gekenmerk deur begroeiing van *Acacia karroo*, wat geheel en al afwesig is op gesteentes van die Wilgerivier Formasie. Die verwantskap tussen *Dichapetalum cymosum* (Gifblaar) en *Burkea africana* (Rooisering) kan ook op die teenwoordigheid van ondergrondse waterreserves dui.
- Om die invloed van anisotropie te beperk, behoort sonderings parallel m.b.t. die strekking van die gesteentes uitgevoer te word.
- Die aanwesigheid van kunsmatige geruis beperk die uitvoering van sinvolle elektro-magnetiese -en magnetiese opnames rondom bestaande boorgate in sekere gedeeltes van die gebied.
- Swak elektriese geleidingsvermoë van ongeveer 3mS/m word met die elektromagnetiese apparaat ondervind in die sandsteen van die Wilgerivier Formasie, maar uitstekende geleiding in die orde van 30 mS/m word ondervind in die diabaasintrusies. Hierdie kontras maak die elektromagnetiese tegniek 'n handige manier om kontakte van beide formasies mee op te spoor. Verweringskomme in die diabaas kan ook so opgespoor word.
- Die hoë elektriese geleidingsvermoë in verweerde diabaas verhoog die opname snelheid, maar die aanwesigheid van sekere geleiers soos klei kan die penetrasie diepte van die elektromagnetiese tegniek beperk en sodoende sal dieper liggende teikens nie waargeneem word nie.
- Dit word aanbeveel dat lugmagnetiese kaarte (2528 Gebied Pretoria-Pienaarsrivier-Groblersdal, 1973) bestudeer word voordat daar in enige rigting met 'n traverslyn begin word. Die kaarte verskaf inligting oor die verwagte strekking van die gesteen-

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

tes, sodat teiken liggame se strekking loodreg gekruis kan word om 'n maksimum responsie te verkry.

- Gelykstroom sonderings word gebruik om die geoëlektriese profiel te bepaal om boorgatposisies aan te wys.
  Die uitvoer van sonderings is dikwels ‘n nodige vereiste, omdat elektriese geleiers veral as ‘n dik H- en A-gedeelte van ‘n sonderingskromme gemanifesteer word. Boorgate met ‘n sterker grondwaterlewering kan so aangewys word.
  In sekere gevalle is die sedimentêre gesteentes wat die verweerde/verbrokkelde diabaas oorlê te dun, sodat die verweerde sone bokant die piësometriese drukhoogte lê. Om in sulke strata te boor is ongewens. Die probleem kan opgelos word deur gelykstroom sonderings.
- Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in die studiegebied, is hoofsaaklik kombinasies van KH, HA en QH-tipe krommes. 'n Algemene sonderingskromme vorm is die HKH -en KHK-tipes. ‘n H-gedeelte op die sonderingskromme wat uit verweerde/verbrokkelde diabaas bestaan met genoegsame dikte, lewer bo-gemiddelde grondwater aan boorgate vir hierdie gebied (+10,000 l/uur). Sulke gevalle word veral in die Middelburg gebied waargeneem.
- Soortlike elektriese weerstande vir akwifere wissel tussen 7 Ω.m. en 2480 Ω.m. Akwifere met sterk lewerings se ρ-waarde varieer tussen 10-185 Ω.m. Die manifestasie van die sonderingskromme en die definiëring van sy minima is van absolute belang in die uitkenning van 'n moontlike sterk waterdraer. 'n Absolute minimum met AB/2 $\geq$ 20 meter is ‘n meesal goeie aanwyser vir sterk grondwater in die studiegebied.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

- Die volgende indeling, Tabel 9.1, kan gemaak word vir die Wilgerivier Formasie in die studiegebied.

Tabel 9.1. Frekwensie tabel volgens boorgatlewering.

AANTAL BOORGATE	LEWERING (l/uur)	GEMIDDELDE-BOORGAT DIEPTE (m)	GEMIDDELDE ρ (Ω.m.)	δ_ε (±95%)
5	0-1000	98	959	457
5	1000-2000	51	572	216
13	2000-3000	61	347	84
6	3000-4000	49	240	90
2	4000-5000	50	23	-
1	5000-6000	70	124	-
0	6000-7000	-	-	-
2	7000-8000	33	161	-
2	8000-9000	105	51	-
0	9000-10000	-	-	-
3	10000-20000	108	124	-
4	20000-30000	83	162	112
1	+30000	85	41	-

'n Standaardfout (δ_ε) by 'n 95% vertrouevlak is bereken om die gemiddelde soortlike elektriese weerstand van die akwifeer, indien genoeg datapunte beskikbaar is. Dit is waarneembaar dat die akwifeer se gemiddelde soortlike elektriese weerstand afneem van swak lewerende boorgate na sterker lewerende boorgate.
Die boorgatlewerings en -dieptes in die Bronkhorstspruit en Witbank-Middelburg omgewings is min of meer dieselfde. Geen definitiewe verwantskappe vir 'n omgewing m.b.t. hierdie saak kan gemaak word nie. Al die sterk lewerende boorgate is gemiddeld dieper as die ander boorgate.
In 1937 was die gemiddelde boorgatdiepte van 8 boorgate 30 meter met 'n lewering van 2500 l/uur (Frommurze, 1937).

- Om 'n korrelasie tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, ρ_a, die boorgat-lewering, l/uur, en/of die boorgatdiepte, h, te vind, is daar van regressie

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verwantskappe gebruik gemaak, Tabel 9.2.
Die geofisiese parameter is aan die hand van Coetsee (1994) as onafhanklike parameter gebruik.

Tabel 9.2. Resultate van 'n ondersoek na die interafhanklike eienskappe van die akwifeer soortlike elektriese weerstand (ρ_a), boorgatlewering (l/uur) en boorgatdiepte (h).

Onafhanklik	Afhanklik	Beste regressie verband	Betekenisvol	Aantal data punte
ρa	l/uur	R = 0.22	Nee	44
ρa	h	[illegible]	Nee	44
h	l/uur	R = 0.16	Nee	44

Uit die tabel volg dat geen statistiese betekenisvolle korrelasies bestaan nie.
Regressie verbande tussen die skynbare soortlike elektriese weerstand, met limiete van ρ van 0 tot 500 Ω.m. en 35 data punte, en die boorgatlewering het slegs 'n swak regressie verband opgelewer van R = 0.05.
Hieruit volg dat geen betekenisvolle gevolgtrekking gemaak kan word uit die data nie. Die vorige gevolgtrekkings in hierdie verband moet daarom versigtig gebruik en slegs as ‘n riglyn gesien word.

❖ Verweerde/verbrokkelde diabaasintrusies is hoofsaaklik vir die bestaan van 'n (half)-ingeperkte akwifeer verantwoordelik met redelik sterk lewerings. Diabaas-gange is in die gevallestudies minder volop as diabaasplate, sodat verwerings-komme in die plate ‘n belangriker eksplorasieteiken is.
Die sandsteen van die Wilgerivier Formasie sonder enige intrusies vorm ‘n swak akwifeer.
In die Middelburg omgewing vorm die paleo-verweringsvloer van rioliet ook soms ingeperkte akwifere.
Akwifere kan volgens die skema van Parsons (1995) in Enigste Bron Akwifeer Sisteem en Ondergeskikte Akwifeer Sisteem, vir swak lewerende boorgate waarvan die huishouding nie primêr afhanklik is nie, ingedeel word.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 10

GEVOLGTREKKING

Die Karoo Opeenvolging is redelik isotroop, sodat die uitplasing van AB-elektrodes in enige rigting kan geskied, behalwe waar steil hellende kontaksones bestaan.
Goeie elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat ondervind wat die opname snelheid versnel, maar die aanwesigheid van sekere geleiers soos klei kan die penetrasie diepte van die elektromagnetiese tegniek beperk en sodoende sal dieper liggende teikens nie waargeneem word nie.
Dolerietintrusies wat volop voorkom word uitstekend gedefinieer deur die magnetiese tegniek met 'n klein stasie spasiëring.
Alhoewel op sekere plase dit wil voorkom dat op enige posisie geboor kan word, is die uitvoer van gelykstroom sonderings dikwels 'n nodige vereiste om boorgate met 'n sterker grondwaterlewering aan te wys. Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in die studiegebied, is hoofsaaklik HA, HK en AK-tipe krommes. Akwifere met sterk lewerings se soortlike elektriese weerstand varieer tussen 60-70 Ω.m.
Die gemiddelde boorgatlewering (~3000 l/uur) is gelykstaande aan die bevindinge van Frommurze (1937).
Die waterdraerende strukture wat hoofsaaklik in die studie aangetref word, is kontak sones van sedimentêre -en stollingsgesteentes; moddersteen/sandsteen kontakte; steenkoollae en pre-Karoo diskordansies en verweringskomme. Verweerde kontaksones van dolerietgange is hoofsaaklik vir die sterk lewering van boorgate verantwoordelik.

Die Loskop Formasie het die volgende punte uitgelig wat belangrik is m.b.t. grondwater-ondersoeke in hierdie gebied:
Die aanwesigheid van kunsmatige geraas in hierdie gebied beperk oor die algemeen die uitvoering van sinvolle elektromagnetiese -en magnetiese opnames.
Gelykstroom sonderings slaag daarin om geoëlektriese horisonne tot op 'n redelike diepte (> 50 meter) te definieer in hierdie geologiese omgewing. Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in hierdie formasie, is hoofsaaklik H en HA-tipe krommes vir verweerde noriet en/of rioliet naby die oppervlak en HKH-tipe krommes vir verweerde noriet/rioliet wat bedek word deur sedimentêre gesteentes.
Die piroklastiese gesteentes toon tipiese HKH-tipe krommes.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Akwifere met sterk lewerings se soortlike elektriese weerstand is tussen 60-85 Ω.m. Die soortlike elektriese weerstand vir akwifere in piroklastiese gesteentes is ongeveer 580-1760 Ω.m. Die akwifeer word duidelik gedefinieer deur die HKH-tipe kromme.
'n Regressie verband toon dat 'n toename in die akwifeer soortlike elektriese weerstand gepaard gaan met 'n drastiese afname in die verwagte boorgatlewering.
Die akwifere wat in die Loskop Formasie in die Middelburg omgewing redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat hoofsaaklik uit verweerde noriet en/of -rioliet bestaan. Die piroklastiese gesteentes se ingeperkte akwifere bestaan uit nate, kraakstelsels en laagvlakke, alhoewel die magnetiese profiel aangedui het dat kontaksones van intrusies by bosgroepe ook moontlike akwifere is.

Die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite toon die volgende eienskappe:
Die Nebo Graniet is isotroop. Die uitplasing van AB-elektrodes kan in enige rigting geskied, behalwe waar steil hellende intrusies en steil hellende vloergesteentes bestaan. Gemiddelde elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat ondervind wat die verval van die elektromagnetiese golwe versnel en 'n dieper eksplorasiediepte verseker.
Die goedkoop en vinnige magnetiese tegniek kan op die meeste plase toegepas word, a.g.v. die teenwoordigheid van dun intrusiewe gange in die Nebo Graniet en Rashoop Granofier Suite.
Alhoewel op sekere plase dit wil voorkom dat op enige posisie geboor kan word, is die uitvoer van gelykstroom sonderings dikwels 'n nodige vereiste, omdat goeie geleiers, soos 'n dik H-gedeelte op 'n sonderingskromme, goed gedefinieer word. Boorgate met 'n sterk grondwaterlewering word so aangewys. Die onderskeid tussen swak lewerende boorgate en sterk lewerende boorgate is 'n laer skynbare soortlike elektriese weerstand waarde vir die H-deel van die sonderingskromme by sterk lewerende boorgate.
Akwifere met sterk lewerings se gemiddelde soortlike elektriese weerstand is om en by 140 Ω.m.
'n Regressie toon dat 'n toename in die akwifeer soortlike elektriese weerstand gepaard gaan met 'n drastiese afname in die verwagte boorgatlewering (l/uur).
Die waterdraerende strukture wat hoofsaaklik in die studie aangetref word, is kontaksones van verweerde/verbrokkelde graniet/granofier; gangkontakte en verweringskomme.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Uit die gevallestudies kan die volgende gevolgtrekkings oor die Pretoria Groep gemaak word:

Die aanwesigheid van kunsmatige geraas beperk die uitvoering van sinvolle elektromagnetiese -en magnetiese opnames in hierdie studiegebied.

Gelykstroom sonderings word effektief gebruik om die geoëlektriese profiel te bepaal om boorgatposisies aan te wys. Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in die Pretoria Groep in die gebied, is hoofsaaklik H, QH, KH en HKH-tipe krommes. Die gemiddelde soortlike elektriese weerstand vir ‘n akwifeer wissel tussen 7.9 Ω.m. en 49.5 Ω.m. in verweerde/verbrokkelde diabaas. Lae soortlike elektriese weerstande vir die akwifeer (< 20 Ω.m.) moet vermy word, omdat dit op klei dui wat as ‘n watervashouer optree.

Die akwifere wat in die Pretoria Groep redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat uit verweerde/verbrokkelde diabaasplate en verweerde/onverweerde diabaaskontakte met omgewingsgesteentes. Die diabaas is redelik wydverspreid en is intrusief in die meeste sedimentêre gesteentes.

Die Selonsrivier Formasie toon die volgende eienskappe in die studiegebied:

Die invloed van anisotropie op sonderingsdata in die Selonsrivier Formasie is beperk, solank die helling van die gesteentes kleiner as 20° is.

Swak elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat oorwegend ondervind wat lei tot 'n vinniger verval van die elektromagnetiese golwe in aardkors, sodat 'n dieper eksplorasiediepte verkry word.

‘n Algemene probleem in hierdie formasie is dat akwifere swak deur die gelykstroom sonderings gedefinieer word a.g.v. die beginsel van onderdrukking en/of dat die akwifeer ‘n kontaksone is met ‘n helling groter as 45º. Sonderingkrommes wat geassosieer is met redelik sterk boorgatlewerings in hierdie formasie, is hoofsaaklik H, A, AA en QH-tipe krommes.

Akwifere met sterk lewerings se soortlike elektriese weerstand wissel van 180 tot 420 Ω.m. Hierdie waardes is hoër as in ander bestudeerde formasies en groepe, omdat die waterdraers dun en beperk in omvang is, soos krake en intrusiewe kontakte.

Die akwifere wat in die Selonsrivier Formasie redelik algemeen aangetref word is ingeperkte akwifere wat uit gebroke rioliet bestaan. Diabaasintrusies skep kontaksones tussen die rioliet en diabaas wat ook as 'n akwifeer optree.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Uit al die gevalle wat ondersoek is en wat geleë is op die Wilgerivier Formasie met intrusiewe diabaasplate –en gange volg dat:
Om die invloed van anisotropie te beperk, behoort sonderings parallel m.b.t. die strekking van die gesteentes uitgevoer te word.
Swak elektriese geleidingsvermoë word met die elektromagnetiese apparaat ondervind in die sandsteen van die Wilgerivier Formasie, maar uitstekende geleiding word ondervind in die diabaasintrusies. Hierdie kontras het tot gevolg dat die elektromagnetiese tegniek 'n handige tegniek is om kontakte van beide formasies mee op te spoor. Verweringskomme in die diabaas kan ook so opgespoor word.
Die teenwoordigheid van diabaasintrusies maak die gebruik van die magnetiese tegniek noodsaaklik.
Die uitvoer van gelykstroom sonderings is dikwels ‘n nodige vereiste, omdat elektriese geleiers veral as ‘n dik H- en A-gedeelte van ‘n sonderingskromme gemanifesteer word. Boorgate met ‘n sterker grondwaterlewering kan so aangewys word. Sonderingkrommes wat geassosieer is met sterk boorgatlewerings in die studiegebied, is hoofsaaklik kombinasies van KH, HA en QH-tipe krommes.
Akwifere met sterk lewerings se soortlike elektriese weerstand varieer tussen 10-185 Ω.m.
Verweerde/verbrokkelde diabaasintrusies is hoofsaaklik vir die bestaan van 'n (half)-ingeperkte akwifeer verantwoordelik met redelik sterk lewerings. Diabaasgange is in die gevallestudies minder volop as diabaasplate, sodat verweringskomme in die plate ‘n belangriker eksplorasieteiken is. Die sandsteen van die Wilgerivier Formasie sonder enige intrusies vorm ‘n swak akwifeer. In die Middelburg omgewing vorm die paleo-verweringsvloer van rioliet ook soms ingeperkte akwifere.

Die studie het aangedui dat gelykstroom sonderings by die meederheid gevalle noodsaaklik is. Die gelykstroom sonderings verskaf ‘n persepsie van moontlike akwifeer toestande in die aarde. Die effektiwiteit waarmee hierdie toestande op gespoor word is ‘n funksie van die akwifeer se dikte, diepte vanaf die oppervlak en die invloed van onderdrukking en ekwivalensie op die sonderingskromme.
Die gepubliseerde sonderingskrommes is verder ‘n nuttige geofisiese databasis om verdere sonderingskrommes wat in die gebied verkry word mee te vergelyk.

Die gebruik van (elektro)magnetiese tegnieke berus op die afwesigheid van kunsmatige geraas en verwagte geologiese toestande, soos aangedui op geologiese en lugmagnetiese kaarte en die waargenome geologie ter plaatse. In die geval van

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

intrusies, verweringskomme, geologiese kontaksones en vlak kraakstelsels kan (elektro)magnetiese tegnieke met sukses gebruik word.

Die aanwending van gelykstroom sonderings tesame met elektromagnetiese (EM-34) – en/of magnetiese profileringstegnieke om akwifere mee op te spoor is goedkoop, vinnig en doeltreffend.

Akwifeerkarakterisering is by sekere gevalle toegepas, maar meer inligting van elke afsonderlike formasie of groep is nodig om bruikbare verwantskappe daar te stel.

Die verwantskap tussen geobotanie en grondwater is in sekere gevallestudies bespreek. Die gevolgtrekking wat aan die einde van elke gevallestudie hoofstuk gemaak is in hierdie verband, geld vir die hele formasie of groep wat uit dieselfde gesteentes bestaan.

Daar is gepoog om korrelasies te verkry tussen die akwifeer soortlike elektriese weerstand, boorgatlewering en boorgatdiepte. Opgestelde regressie verbande by sekere formasies of groepe is ‘n funksie van die berekende korrelasie koëffisiënt en die hoeveelheid betroubare datapunte. Regressie verbande is verkry in formasies waar die geologie benaderd homogeen is, of waar tussen geologiese heterogeniteite maklik onderskei kan word.

Verdere studies kan net die gevolgtrekkings wat by elke gevallestudie gemaak is aanvul of verbeter.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

HOOFSTUK 11

BEDANKINGS

Die outeur wil graag die volgende persone en instansies bedank:

1. My ouers vir hul morele bystand en finansiële steun.
2. Die Stigting vir Navorsingsontwikkeling (SNO) vir 'n ruim skenking wat die studie moontlik gemaak het.
3. Prof. P. J. Hattingh vir onmisbare leiding en hulp met die studie en die verskaffing van geofisiese apparaat.
4. Mnr. E. Bertram van die Afdeling Hidrologie van die Departement Waterwese en Bosbou (DWAF) vir die voorsiening van Nasionale Grondwater Data Basis (NGDB) data van die totale studiegebied.
5. Mnr. H. Barnard van die Departement Waterwese en Bosbou (DWAF) in verband met inligting deurgegee aangaande geohidrologiese kaarte van die studiegebied.
6. Mnr. T. Reynders van die Waternavorsingskommissie (WNK) wat relevante leesstof kosteloos verskaf het.
7. Dr. B. de Winter van die Nasionale Botaniese Instituut (NBI) te Pretoria vir sy insette i.v.m. geobotanie.
8. Mnr. I. Marais van die Wetenskaplike en Nywerheidsnavorsingsraad (WNNR) te Hartebeeshoek wat my toegelig het oor die gebruike van satellietbeelde vir grondwaterondersoeke.
9. Dr. L. van Rooy verbonde aan die Departement van Geologie van die Universiteit van Pretoria (UP) vir positiewe kommentaar oor die afdeling van afstandwaarneming.
10. Dr. E. Stettler van die Raad vir Geowetenskap te Silverton vir die beskikbaarstelling van die EM-34 apparaat.
11. Dr. VdA Coetsee van Geo Hidro Tegnologie (GHT) te Pretoria vir die beskikbaarstelling van die EM-34 apparaat en dompelaar.
12. Mnr. M. van Schoor vir die beskikbaarstelling van die program RESIXP.
13. Prof. G. Grantham verbonde aan die Departement van Geologie van die Universiteit van Pretoria (UP) vir die beskikbaarstelling van 'n stereoskoop.
14. Die verskillende werkers wat my getrou gehelp het by al die gevallestudies.
15. Die plaaseienaars wat my onbaatsugtig gehelp het en ten volle in my studie geïnteresseerd is. Sonder hulle sou die studie 'n mislukking gewees het.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

16. Die volgende boormanne wat my van nuttige inligting verskaf het oor boortoestande, akwifere en grondwaterondersoeke in 'n sekere gebied:

- Mnr. J. Schoen (Bronkhorstspruit)
- Mnr. A. Coetsee (Wonderhoek-Middelburg)
- Mnr. G van Heerden (Witbank)
- Mnr. D Milner (Zusterstroom-Verena)

17. Mev. H. van der Merwe wat my gehelp het met die proeflees van die verhandeling.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

APPENDIKS A
Opsomming van Gevallestudies

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

'n Skematiese uiteensetting van die gevalle wat ondersoek is word in die onderstaande tabel aangedui. Die geologiese ligging van die plase word in Figuur 1 uitgebeeld.

Plaasnaam	Paragraaf	Geval	Geologiese Eenheid	Bladsy
Alexander 102 IS	4.6.9	41	Karoo Opeenvolging	146
Bankfontein 264 JS	9.6.17	20	Wilgerivier Formasie	376
Bankfontein I 375 JS	5.6.1	9	Loskop Formasie	172
Bankfontein II 375 JS	5.6.2 & 9.6.8	11	Loskop Formasie & Wilgerivier Formasie	176 & 333
Bankfontein III 375 JS	5.6.4	30	Loskop Formasie	183
Bankplaats 239 JS	9.6.23	26	Wilgerivier Formasie	401
Blaauwpoort 257 JS	9.6.12	15	Wilgerivier Formasie	359
Boschmanskraal 184 IS	4.6.11	45	Karoo Opeenvolging	152
Buffelskloof 342 JS	9.6.26	31	Wilgerivier Formasie	416
De Voetpadkloof 113 JS	9.6.24	27	Wilgerivier Formasie	404
Doornnek 88 JS	8.6.5	55	Selonsrivier Formasie	294
Doornrug 387 JS	9.6.3	3	Wilgerivier Formasie	312
Dorstfontein 71 IS	4.6.7	39	Karoo Opeenvolging	136
Eenzaamheid 534 JR	6.6.3	49	Balmoral Graniet	212
Elandslaagte 368 JS	6.6.1	30	Rashoop Granofier Suite	204
Elandslaagte 368 JS	8.6.2	10	Selonsrivier Formasie	276
Geluk 226 IS	4.6.12	46	Karoo Opeenvolging	155
Goedehoop 244 JS	9.6.25	28	Wilgerivier Formasie	410
Goedvertrouwd 499 JR	9.6.1	1	Wilgerivier Formasie	305
Groenfontein I 266 JS	9.6.21	24	Wilgerivier Formasie	389
Groenfontein II 266 JS	9.6.22	25	Wilgerivier Formasie	392
Heuvelfontein 215 IR	4.6.14	51	Karoo Opeenvolging	162
Janpieta 51 IS	8.6.4	47	Selonsrivier Formasie	286
Klipfontein 498 JR	9.6.16	19	Wilgerivier Formasie	373
Klipfontein 256 JS	6.6.8	60	Nebo Graniet	232
Kromdraai 263 IR	4.6.3	35	Karoo Opeenvolging	116
Kwarsspruit I 261 JS	9.6.14	17	Wilgerivier Formasie	366
Kwarsspruit II 261 JS	9.6.15	18	Wilgerivier Formasie	369
Leeuwfontein 492 JR	9.6.9	12	Wilgerivier Formasie	339
Luipaardsfontein 444 JS	8.6.3	43	Selonsrivier Formasie	281

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Mooiwater 247 JS	9.6.20	23	Wilgerivier Formasie	386
Nooitgedacht 525 JR	7.6.2	53	Pretoria Groep	261
Nooitgedacht 345 JS	5.6.3	29	Loskop Formasie	180
Nooitgedacht 417 JS	6.6.2	44	Rashoop Granofier Suite	207
Ongezien 105 IS	4.6.5	37	Karoo Opeenvolging	127
Ongezien 365 JS	8.6.1	8	Selonsrivier Formasie	272
Onspoed 500 JR	9.6.6	6	Wilgerivier Formasie	323
Onverwacht 532 JR	9.6.5	5	Wilgerivier Formasie	319
Rhenosterkop I 452 JR	5.6.5	59	Loskop Formasie	187
Rhenosterkop II 452 JR	5.6.6	62	Loskop Formasie	194
Roodepoort 259 JS	9.6.13	16	Wilgerivier Formasie	363
Rooipoort 144 IS	4.6.4	36	Karoo Opeenvolging	123
Schoongezicht 225 IR	4.6.1	33	Karoo Opeenvolging	107
Spitskop 533 JR	6.6.4	50	Balmoral Graniet	216
Straffontein 252 IR	4.6.2	34	Karoo Opeenvolging	113
Trigaardspoort 451 JR	9.6.10	13	Wilgerivier Formasie	350
Tweefontein 491 JR	9.6.7	7	Wilgerivier Formasie	329
Tweefontein 541 JR	7.6.1	52	Pretoria Groep	256
Tweefontein 236 JS	9.6.19	22	Wilgerivier Formasie	383
Tweefontein 370 JS	9.6.27	32	Wilgerivier Formasie	426
Vlakfontein 72 IS	4.6.8	40	Karoo Opeenvolging	143
Vlakfontein 453 JR	9.6.11	14	Wilgerivier Formasie	353
Waschbank I 497 JR	9.6.2	2	Wilgerivier Formasie	308
Waschbank II 497 JR	9.6.4	4	Wilgerivier Formasie	315
Witbank 80 IS	4.6.6	38	Karoo Opeenvolging	132
Witklip 539 JR	7.6.3	54	Pretoria Groep	265
Witrand 103 IS	4.6.10	42	Karoo Opeenvolging	149
Wonderboom 249 JS	9.6.18	21	Wilgerivier Formasie	379
Yzervarkfontein 106 IS	4.6.13	48	Karoo Opeenvolging	158
Zusterstroom I 447 JR	6.6.5	56	Nebo Graniet	219
Zusterstroom II 447 JR	6.6.6	57	Nebo Graniet	226
Zusterstroom III 447 JR	6.6.9	61	Nebo Graniet	243
Zwartkopje 444 JR	6.6.7	58	Nebo Graniet	229

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Verklaring van die geologiese kaart (Figuur 1)

Afkorting	Geologiese Eenheid	Beskrywing
~	-	Alluvium
do/Jd	-	Doleriet
Pe/Pv	Vryheid Formasie-Ecca Groep-Karoo Opeenvolging	Skalie, sandsteen, grintsteen, steenkool
Pd/C-Pd	Dwyka Formasie-Karoo Opeenvolging	Tilliet, skalie
di/Vdi	-	Diabaas
Mw	Wilgerivier Formasie-Waterberg Groep	Sandsteen, konglomeraat
Mn	Nebo Graniet-Lebowa Graniet Suite-Bosveld Kompleks	Graniet
Mr	Rashoop Granofier Suite-Bosveld Kompleks	Granofier
Vls/Vlo	Loskop Formasie	Skalie, sandsteen, konglomeraat, piroklastiese lawa
Vs/Vse	Selonsrivier Formasie-Rooiberg Groep	Rioliet, andesiet, agglomeraat
Vdr/Vda	Damwal Formasie-Rooiberg Groep	Rioliet
Vr	Rayton Formasie-Pretoria Groep	Kwartsiet, skalie, subgrouwak
Vm	Magaliesberg Formasie-Pretoria Groep	Kwartsiet, horingfels
Vsi	Silverton Formasie-Pretoria Groep	Skalie, horingfels, chert
Vdq/Vd	Daspoort Formasie-Pretoria Groep	Kwartsiet
_____f	-	Verskuiwing
.....	-	Lineêre struktuur

*Die afkorting Vs/Vse dui op die verskillende afkortings wat vir die geologiese eenheid gebruik word op die 2528 Pretoria kaart (1978) en 2628 East Rand kaart (1986) onderskeidelik.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

BRONNELYS

ARCONE, S. A., (1981). Some field studies of the correlation between electromagnetic and direct current measurements of ground resistivity. *Underground Corrosion*, ASTM STP 741, 92 - 110.

BARNARD, H. C., (1995). Grondwater: Kaarte het groot voordele. *Landbouweekblad*, **Vol. 77, nr. 900**, 42-43.

BENNETTS, K. P. en PIETERSE, J. J., (1963): Bulk-density-apparent porosity relationship in Transvaal flint clays. Annale van die Geologiese Opname, Vol. 2, Staatsdrukkker, Pretoria, 153-160.

BHATTACHARYA, P. K. en PATRA, H. P., (1968). Direct current geoelectric sounding. Methods in geochemistry and geophysics, Vol. 9, Elsevier, Amsterdam, 135pp.

BHIMASANKARAM, V. L. S., (1975). Application of electromagnetic and seismic methods for groundwater exploration in hard rock terrain. In: R. N. ATHAVALE (Redakteur), Approaches and methodologies for development of groundwater resources. Proceedings of Indo-German workshop 26-30 Mei 1975, National Geophysical Research Institute, Hyderabad, Swaarajya Printing Institute, Padmanagar, 141 - 151.

BLAKELY, R. J., (1995). Potential theory in gravity & magnetic applications. Cambridge University press, New York, 441pp.

BOTHA, J. F., (1993). Aquifer tests in hard-rock aquifers. In: Africa needs ground water-an international ground water convention, Johannesburg, 6-8 September 1993, Vol.2, artikel 35.

BOTHA, W. J., WIEGMANS, F. E., VAN DER WALT, J. J. en FOURIE, C. J. S., (1992). Evaluation of electromagnetic exploration techniques in groundwater exploration. WRC Report no. 212/1/92, 214pp. plus appendix A & B.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

BOUWER, H. en RICE, R. C., (1976). A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. *Water Resources Research*, **12-3**, 423-428.

BOWEN, R., (1980). Groundwater (Eerste Uitgawe), Applied Science Publishers Ltd, Essex, 227pp.

BOWEN, R., (1986). Groundwater (Tweede Uitgawe), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, Essex, 227pp.

BREDENKAMP, D. B., BOTHA, L. J., VAN TONDER, G. J. en VAN RENSBURG, H. J., (1995). Manuel on quantitative estimation of groundwater recharge and aquifer storativity. WRC Report no. TT 73/95, 363pp. plus appendix A & B.

CARRIGAN, C. R. en GUBBINS, D., (1979). The source of the earth's magnetic field. *Scientific American*, **240-2**, 92-101.

CARRUTHERS, V., (1997). Die natuurlewe van Suider-Afrika. Southern Boekuitgewers (Edms) Bpk, Halfweghuis, 310pp.

COETSEE, V. d. A., (1987). Ekwivalensie in tydbestek EM-sonderings vir 'n vertikale magnetiese dipoolbron. MSc verhandeling, ongepubliseerd, Universiteit van Pretoria, 167pp.

COETSEE, V. d. A., (1994). Hidrogeofisiese verwantskappe vir akwifeer parameter identifikasie. PhD proefskrif, ongepubliseerd, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein, 137pp.

COETSEE, V. d. A. en VAN DER LINDE, G., (1996). Geohydrological evaluation environmental management programme report for Kromdraai 486 JS coal project. Draft GHT report no. EMPR/95/007, 137pp.

COOKS, J., (1987). Basiese geomorfologie. J. Cooks, Menlopark, 317pp.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

COOPER, H. H. en JACOB, C. E., (1946). A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. *American Geophysical Union Transactions*, **27**, 526-534.

COOPER, H. H., BREDEHOEFT, J. D. en PAPADOPULOS, S. S., (1967). Response of a finite diameter well to an instantaneous charge of water. *Water Resources Research*, **3-1**, 263-269.

DARRACOTT, B. W. en RICHARDS, D. J., (1975). An interesting example of ambiguity in the interpretation of magnetic data. Annale van die Geologiese Opname, Vol.10, Staatsdrukker, Pretoria, 111-114.

DAVIS, S. N. en DEWIEST, R. J. M., (1966). Hydrogeology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 463pp.

DAWSON, K. J. en ISTOK, J. D., (1991). Aquifer testing: Design and analysis of pumping and slug tests. Lewis Publishers, Chelsea, 344pp.

DE VILLIERS, S. B., (1961). Boorplekaanwysing vir water in Suidwes-Transvaal. Bulletin 34, Geologiese Opname, Staatsdrukker, Pretoria, 68pp.

DRISCOLL, F. G., (1989). Groundwater and Wells. Johnson Division, St. Paul, 1089pp.

DRURY, S. A., (1987). Image interpretation in geology. Allen & Unwin, London, 243pp.

EARL, T. A. en MEISER, E. W., (1984). Use of fracture traces in water-well location. In: international conference on ground water technology, Johannesburg, Nov. 1984, Vol. 2, 341-364.

ENSLIN, J. F., (1963). The hydrological interpretation of electrical resistivity depth-probe surveys. Annale van die Geologiese Opname, Vol.2, Staatsdrukker, Pretoria, 169-180.

FETTER, C. W., (1994). Applied hydrogeology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 691pp.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

55
58
27
26
22
29
31
28
57
60
62
59
56
61
23
21
32
30
10
8
25
24
11
9
20
18
17
16
13
15
14
19
12
7
6
2
4
1
5
3
50
49
53
54
43
44
LOSKOPDAM
MIDDELBURG
WITBANK
Klipfontein
Landau
Clewer
Bronkhorstspruit
Witbank
Doringpoortdam
Arlone Dam
Vaalbank dam
Doringpoort Dam
Middelburg Dam
Witbank Dam
Klipspruit
Olifantsleegte
Boerspruit
Rietkuil
Rietvlei
Rietspruit
Kruisfontein
Tweefontein
Bosmansspruit
Kwaggaslaagte
Kleinfontein
Moolfontein
Koppermyn
Ongezien
Rietfontein
Rietkuil
Rietvlei
Rietspruit
Rietvlei
Rietkuil
Rietfontein
Rietvlei
Rietkuil
Rietfontein
Rietvlei
Rietkuil
Rietfontein

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

WITBANK

MIDDELBURG

Bronkhorst Spruit

Clewer

Klipfontein

Landau

Kendal

Ogies

Springbok

Hendrina

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 1. Die geologie van die studiegebied met die gevallestudies (kolletjies) aangedui.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Figuur 1. Die geologie van die studiegebied met die gevallestudies (kolletjies) aangedui.

Digitised by the Department of Library Services in support of open access to information, University of Pretoria, 2022