

DIE BOSVELD KOMPLEKS EN SY VLOERGESTEENTES
IN DIE OMGEWING VAN
NIETVERDIEND,
WES-TRANSSVAAL

deur

JOHANN PIETER ENGELBRECHT

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die vereistes
vir die graad
PHILOSOPHIAE DOCTOR
in die Fakulteit Wis- en Natuurkunde,
Universiteit van Pretoria,
Pretoria

Oktober 1986



Frontispies: 'n Noordwaartse blik vanaf Nooitgedacht 100 JP, in die rigting van Enzelsberg. Hekpoortlawas kom in die voorgrond voor. Die lae koppie wat net bo die boomtoppe uitsteek, bestaan uit magnetiet-kwartsiet van die Dwaalheuwel Formasie. Aan die hange van Enzelsberg is grafitiese lei, cordieriet-andalusiethoringfelse en dun kwartsietlagies van die Silverton Formasie, asook intrusiewe diabaasplate van die Marico Hipabissale Suite. Die top van die berg bestaan uit cordieriet-andalusiethoringfelse en 'n dik kwartsietlens van die Silverton Formasie.

SAMEVATTING

'n Dagsoomkaart (skaal 1:100 000) en 'n struktuurkaart (skaal ongeveer 1:225 000) van die geologie van die Maricodistrik, is saamgestel. 'n Verskeidenheid van afsettings- gesteentes van die Transvaal Opeenvolging vorm die vloer van die Bosveld Kompleks. 'n Toename van grofklastiese afsettingsgesteentes in die noord-weste, getuig van 'n aanvoerrigting van die afsettings vanuit hierdie rigting. Die groot diktes van meta- pelitiese gesteentes ten ooste van Enzelsberg wys op diepwater- afsettings in hierdie gebied. Getyvlakke-afsettings en lokale magnetietkwartsiete in die noord-weste, getuig van klein afgeskernde sub-komme. Plooistrukture in die vloer en verskuiwings- dekblaaie het ontstaan deur gravitasieglyding van die ongekonsolideerde sedimente, van wes na oos. Meerveranderlike statistiese tegnieke soos hoofkomponente-ontleding, trosontleding en diskriminantontleding, word algemeen toegepas op die chemiese data. Die Hekpoortlawas van die Wes- en Oos-Transvaal asook die Ongeluklawas van die Noord-Kaap, word chemies onderling vergelyk. Hulle word geklassifiseer as intrakratoniese andesiete. Tussen- gelaagde tuwe en . . . graderingsgelaagde cherte dui op die onderwaterse afsetting van die lawa in die Wes-Transvaal. Die paleogrand wat deurgaans hierdie lawa oorlê, het gevorm deur die chemiese uitloging van die . . . onderliggende vulkaniese gesteentes. Die Marico Hipabissale Suite bestaan hoofsaaklik uit dun amfibolitiese en noritiese plate wat tussengelaagd met die Transvaal Opeenvolging voorkom. Die noriete is jonger, en kom nader aan die Bosveld Kompleks voor, as die amfiboliete. Die amfiboliete het gevorm deur hidrasie tydens metamorfisme van die noriete. Die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite is 814 m dik in die Nietverdiendomgewing, en bestaan uit sikliese eenhede met oliviennoriet, noriet en gabbroïese noriet. In hierdie omgewing word geen hipabissale ekwivalent van die randsones aangetref nie. Die sikliese eenhede van die daaropvolgende laer sone en kritieke sone bestaan uit duniet, harzburgiet, chromitiet en bronsitiet. In die laer sone is dik lae van duniet en harzburgiet ontwikkel, terwyl chromitiete tipies is van die kritieke sone. Volgens definisie begin die kritieke sone aan die basis van die LG-1 chromitietlaag. Die LG-1 tot LG-5

chromietlaag word uitgeken in die gebied. Die siklisiteit, saam met die patroon van die chemiese veranderlikes langs die boorgatprofiel word verklaar aan die hand van 'n proses van progressiewe reaksie, gevolg deur 'n proses van progressiewe kristallisatie. Die "omgekeerde" differensiasieneiging van die randsones en 'n gedeelte van die laer sone word deur hierdie meganisme verklaar. Op hierdie wyse word daar deurgaans geïntegreer onder die samestellings- en die temperatuurkurwe. 'n Kinetiese kristallisasiemodel vir die ontstaan van die chromietkonsentrasies, word aan die hand gedoen. Hiervolgens het die chromiet voortdurend uitgesak, terwyl die olivien en ortopirokseen teen wisselende tempo's gekristalliseer het. 'n Maksimum metamorfe temperatuur van 610 °C en druk van 4.25 kb is bereken vir die granofelse ten ooste van Zelikatskop. Die druk tydens die inplasing van rand- laer en kritieke sone was ongeveer 2 kb, maar het toegeneem met die inplasing van verdere magma van die Bosveld Kompleks. Die temperatuur van die vloer- gesteentes het gedurende hierdie tydperk nie gestyg het nie.

ABSTRACT

An outcrop map (scale 1:100 000), together with a structural map (scale approximately 1:225 000) of the geology of the Marico district, is presented. The floor of the Bushveld Complex is made up of a variety of rocks belonging to the Transvaal Sequence. An abundance of coarse-grained sedimentary rocks in the north-western part of the area is evidence of material transport from this direction. The presence of a significant thickness of metapelitic rocks to the east of Enzelsberg points to deep-water deposition in this area. Intertidal deposits and locally distributed magnetite quartzites, represent protected, small sub-basins. Fold structures and slides formed due to gravitation sliding of the soft sediments from west to east. The chemical data are subjected to multivariant statistical techniques such as principal components analysis, discriminant analysis, and cluster analysis. The chemical relationships between the Hekpoort volcanics of the western and eastern Transvaal, as well as the Ongeluk volcanics of the northern Cape, are investigated. All the lavas are classified as intracratonic andesites. Interlayered tuffs and graded cherts in the lavas of the western Transvaal favour a sub-aqueous extrusion. The paleo-soil which commonly overlies the lavas formed by the chemical leaching thereof. The Marico Hypabyssal Suite is composed mainly of thin amphibolite and norite sills intrusive into the Transvaal Sequence. The amphibolites originated from the norites during metamorphism and hydration. The marginal zone of the Rustenburg Layered Suite is 814 m thick in the Nietverdiend area and is composed of cyclic units of olivine norite, norite and gabbroic norite. No hypabyssal equivalent of the marginal zone was found in this area. The cyclic units of the lower and critical zones are composed of dunites, harzburgites, chromitites and bronzitites. Thick layers of dunite and harzburgite are developed in the lower zone, while chromitite is typical of the critical zone. By definition, the critical zone commences at the base of the LG-1 chromitite layer, and the LG-1 to LG-5 chromitite layers are identified in the area. The cyclicity together with the chemical trends along the borehole profile is explained by a process of progressive reaction, followed by a process of progressive

crystallization. The "reversed" differentiation seen in the marginal zone and a part of the lower zone is explained by this mechanism. In this way there is a continual integration under the composition and temperature curves. A kinetic crystallization model for the origin of the chromite concentrations is proposed. According to this, the chromite was deposited at a constant speed, while the olivine and the orthopyroxene crystallized at fluctuating rates. A maximum metamorphic temperature of 610 °C and pressure of 4.25 kb was calculated for the gneisses to the east of Zelikatskop. During the formation of the marginal, lower and critical zones, the pressure was approximately 2 kb, but increased with the emplacement of the rest of the Bushveld Complex. The temperature in the floor-rocks did not increase during this time.

INHOUDSOPGAWE

1.	INLEIDING	1
1.1	DIE LIGGING EN OMVANG VAN DIE GEBIED	1
1.2	VROEËRE KARTERING	1
1.3	ONLANGSE KARTERING, BOORWERK EN DOELSTELLINGS	3
2.	LITOLOGIE, STRATIGRAFIE, EN AFSETTINGSTOESTANDE	7
2.1	DIE STRATIGRAFIE VAN DIE TRANSVAAL OPEENVOLGING ...	7
2.1.1	Malmani Subgroep van die Chuniespoort Groep.	7
2.1.2	Penge Formasie	8
2.1.3	Rooihoogte Formasie	8
	a. Bevetse konglomeraatlid	8
	b. Ysterryke lei	9
	c. Folo Groundlid	9
2.1.4	Timeball Hill Formasie	10
	a. Onderste leilid	10
	b. Die kwartsietlid	10
	c. Boonste leilid	11
2.1.5	Boshoek Formasie	12
2.1.6	Hekpoort Formasie	12
2.1.7	Dwaalheuwel Formasie	13
2.1.8	Strubenkop Formasie	13
2.1.9	Daspoort Formasie	14
2.1.10	Silverton Formasie	15
	a. Horingfels en lei	15
	b. Kwartsiete	15
	c. Grafietryke lei	16
	d. Chertkonglomeraat	16
	e. Marmer	16
2.1.11	Magaliesberg Formasie	17
	a. Magnetietkwartsiet	17
	b. Lei, horingfels en kalksilikaatgesteentes	17
	c. Marmer met kalksilikaatgesteentes	18
	d. Kwartsiet	18
2.2	DIE SEDIMENTÊRE OMGEWING EN FASIES	19
2.3	DIE MARICO HIPABISSALE SUITE	22

2.4	DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE	23
2.5	DIE WATERBERG GROEP	24
2.6	DIE GOUDINI KOMPLEKS	24
3.	DIE TEKTONIESE PLASING EN STRUKTUUR	25
3.1	DIE GEOTEKTONIEK VAN DIE VLOERGESTEENTES	25
3.2	DIE INPLASING VAN DIE BOSVELD EN GOUDINI KOMPLEKS..	31
3.3	KLEINER VERSKUIWINGS EN PLOOIE	33
3.4	DIE OORSPRONG VAN DIE VLOERSTRUKTURE	34
4.	DIE HEKPOORT EN DIE ONGELUK FORMASIE	36
4.1	LITOLOGIE EN PETROGRAFIE	36
4.2	PETROCHEMIESE KARAKTERISERING VAN DIE LAWAS	40
4.2.1	Histogramme	40
4.2.2	Korrelasiematriks	43
4.2.3	Die FMA-diagram	43
4.3	MINERALOGIESE KLASSIFIKASIE VAN DIE LAWAS	43
4.3.1	Klassifikasie volgens modale samestelling .	43
4.3.2	Klassifikasie volgens norms	47
4.4	KLASSIFIKASIE VOLGENS CHEMIESE HOEVEELHEDE	52
4.5	DEFINISIE VIR INTRAKRATONIESE ANDESIETE	63
4.6	DIE SELDSAME AARDMETALE	64
4.7	CHEMIESE SIKLISITEIT VAN VULKANISME	66
4.8	KANONIESE DISKRIMINANTONTLEDING VAN DIE LAWAS	66
5.	DIE MARICO HIPABISSALE SUITE EN DIE RANDSONE	71
5.1	DIE MARICO HIPABISSALE SUITE	71
5.1.1	Diabase en oliviendiabase	72
5.1.2	Noriete en oliviennoriete	75
5.2	DIE RANDSONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE ...	81
5.2.1	Die oliviennoriet	81
5.2.2	Gabbroïese noriet, noriet, websteriet ..	82

5.3	VORIGE KLASSIFIKASIESTELSELS	85
5.4	MINERALOGIE	87
5.5	NORMATIEWE MINERAALINHOUD VAN DIE RANDSONE	90
5.6	NORMATIEWE SAMESTELLING VAN DIE MARICO HIPABISSALE SUITE	92
5.7	DIE CHEMIE VAN DIE GESTEENTETIPES	93
5.7.1	Algemene aard van die rou chemiese data ...	93
5.7.2	Grafiese voorstellings van die rou data ...	95
5.7.3	Korrelasiematriks	101
5.7.4	Die Irvine en Baragar klassifikasie	103
5.7.5	FMA-diagram	104
5.7.6	Integrasie van temperatuur en samestelling .	109
5.7.7	Die Or-Ab-An-diagram	113
5.7.8	Trosontleding	115
5.7.9	Hoofkomponente-ontleding	119
5.7.10	Variasie in spoorelementsamestellings	122
5.8	DIE INFLASING VAN DIE MARICO HIPABISSALE SUITE ...	126
5.9	DIE RANDSONE AS "KILSONE"	127
5.10	VERGELYKING MET ANDER DELE VAN DIE BOSVELD	131
6.	DIE LAER EN KRITIEKE SONE	133
6.1	DIE LAER SONE	135
6.2	DIE KRITIEKE SONE	135
6.3	PETROGRAFIE VAN DIE GESTEENTES	136
6.4	MINERALOGIE VAN DIE LAER SONE EN KRITIEKE SONE ...	140
6.4.1	Die piroksene en olivien van die boorkern .	140
6.4.2	Die bronsiete van dagsome	141
6.5	PETROCHEMIE VAN DIE HEELGESTEENTES	143
6.5.1	Die FMA-diagram	150
6.5.2	Variasie in heelgesteentesamestelling	152

6.6	INFLASING VAN DIE LAER EN KRITIEKE SONE	152
6.7	VERGELYKING MET ANDER DELE VAN DIE BOSVELD	157
7.	DIE CHROMIET VAN DIE NIETVERDIENDKOM	160
7.1	CHROMIET GEASSOSIEER MET DIE SILIKATE	160
7.2	CHROMIET VAN DIE CHROMITIETLAE	169
7.3	DIE CHEMIE VAN DIE CHROMITIETLAE	172
7.4	HOOFKOMPONENTE-ONTLEDING	181
7.5	KRISTALLISASIEVERLOOP VAN SILIKATE EN CHROMIETE ..	184
7.6	KINETIESE KRISTALLISASIEMODEL	190
8.	PETROCHEMIE VAN METASEDIMENTÊRE GESTEENTES	194
8.1	MINERAALASSOSIASIES VAN ALUMINOSILIKAATGESTEENTES .	196
8.2	KALK- EN KALKSILIKAATGESTEENTES	196
8.3	HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS VAN ALUMINOSILIKAAT- GESTEENTES	199
8.4	HOOFKOMPONENTE-ONTLEDING VAN ALUMINOSILIKAAT- GESTEENTES	201
8.5	DIE FMA-DIAGRAM VAN THOMPSON	204
8.6	GEOLOGIESE BAROMETERS	204
8.7	GEOLOGIESE TERMOMETERS	207
8.8	MINERAALREAKSIES VAN DIE ALUMINOSILIKATE	210
8.9	DIE PETROGENETIESE RUITDIAGRAM	211
8.10	DIE PETROGENETIESE LUS	214
9.	ALGEMENE OORSIG EN GEVOLGTREKKINGS	216
	BEDANKINGS	219
	VERWYSINGS	222
	BYLAAG 1-1	229
	BYLAAG 4-1	234
	BYLAAG 4-2	238
	BYLAAG 4-3	241

BYLAAG 5-1	.....	244
BYLAAG 5-2	.....	247
BYLAAG 5-3	.....	248
BYLAAG 5-4	.....	249
BYLAAG 5-5	.....	250
BYLAAG 6-1	.....	257
BYLAAG 6-2	.....	260
BYLAAG 6-3	.....	262
BYLAAG 6-4	.....	263
BYLAAG 6-5	.....	267
BYLAAG 7-1	.....	270
BYLAAG 7-2	.....	272
BYLAAG 7-3	.....	275
BYLAAG 7-4	.....	282
BYLAAG 8-1	.....	317
BYLAAG 8-2	.....	321

LYS VAN FIGURE

<u>Fig. 1-1</u> : Lokaliteitskaart van die verskeie karteerders in die Maricodistrik	4
<u>Fig. 3-1</u> : LANDSAT-beeld van die Maricodistrik	26
<u>Fig. 4-1</u> : Lokaliteitskaart van die steekproefgebiede vir die Hekpoortlawas in die Wes-Transvaal [WT] en Oos-Transvaal [OT], asook die Ongeluklawas van die Noord-Kaap [NK]	37
<u>Fig. 4-2</u> : Mikrofoto's van die Hekpoortlawas in die Wes- en Oos-Transvaal, asook die Ongeluklawas van die Noord-Kaap	38
<u>Fig. 4.3</u> : Histogramme van hoofelementoksiede vir al 112 lawas asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	41
<u>Fig. 4.4</u> : Histogramme van spoorelementhoeveelhede vir al 112 lawas, asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	42
<u>Fig. 4-5</u> : FMA-diagram waarop al 112 lawas gestip is. Die verdelingskurwe tussen tholeiities en kalk-alkalies is volgens Irvine en Baragar (1971)	45
<u>Fig. 4-6</u> : (Na_2O+K_2O) teen SiO_2 , gestip vir al 112 lawas. Die verdelingslyn tussen subalkalies en alkaliese veld is volgens Irvine en Baragar (1971)	48
<u>Fig. 4-7</u> : Al_2O_3 teen normatiewe plagioklaas, gestip vir al 112 lawas. Die verdelingslyn tussen die tholeiitiese en kalk-alkaliese veld is volgens Irvine en Baragar (1971)	49
<u>Fig. 4-8</u> : Normatiewe kleurindeks teen normatiewe plagioklaassamestelling, gestip vir 112 lawas. Die velde vir die verskeie lawatipes is volgens Irvine en Baragar (1971)	50
<u>Fig. 4-9</u> : Ortoklaas-albiet-anortiet diagram, gestip vir al 112 lawas. Die verdeling in "K-arm", "Gemiddeld" en "K-ryk" velde is volgens Irvine en Baragar (1971)	51
<u>Fig. 4-10</u> : K_2O teen SiO_2 , gestip vir die gemiddeldes van elk van die steekproefgebiede. Die verdeling van die velde vir verskillende tipes andesiete is volgens Gill (1981)	55
<u>Fig. 4-11</u> : Tellings vir diskriminantfunksie F2 teen F1, gestip vir al 112 lawas. Die funksies en velde is volgens Pearce (1976) .	56
<u>Fig. 4-12</u> : Tellings vir diskriminantfunksie F3 teen F2, gestip vir al 112 lawas. Die funksies en velde is volgens Pearce (1976) .	57
<u>Fig. 4-13</u> : $Ti/100-Zr-Sr/2$, gestip vir al 112 lawas. Die velde is volgens Pearce en Cann (1973)	59
<u>Fig. 4-14</u> : $Ti/100-Zr-Y.3$, gestip vir al 112 lawas. Die velde is volgens Pearce en Cann (1973)	60

<u>Fig. 4-15</u> : Die diskriminantfunksie R2 teen R1 gestip vir al 112 lawas. Die velde vir die verskillende magmatipes is volgens De la Roche et al., (1980). Die gestippelde dele van die diagram dui op voorgestelde omlynings vir intrakratoniese andesiete en basalte	61
<u>Fig. 4-16</u> : Die seldsame aardmetale, gestip vir 3 sub-steekproewe van 5 monsters elk, van die drie gebiede, asook die gemiddelde en omlyning vir al 15 lawas. Alle konsentrasies is tov. chondriet genormaliseer (Sharpe et al, 1983)	65
<u>Fig. 4-17</u> : Normatiewe anortiet (An) en enstatiet (En) asook V en Ni, gestip langs 'n profiel van 513 m lawa in die Wes-Transvaal om die periodisiteit van vulkanisme te illustreer	67
<u>Fig. 4-18</u> : Komponente-tellings gestip vir kanoniese komponent 2 teen kanoniese komponent 1 vir al 112 lawas, om die groepering volgens chemiese hoeveelhede van die drie steekproewe te illustreer	69
<u>Fig. 5-1</u> : Mikrofoto's van diabase en noritiese diabase van die Marico Hipabissale Suite	73
<u>Fig. 5-2</u> : Mikrofoto's van diabase en noritiese diabase van die Marico Hipabissale Suite	76
<u>Fig. 5-3</u> : Mikrofoto's van noriete en oliviennoriete van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite	79
<u>Fig. 5-4</u> : Mikrofoto's van oliviennoriete, noriete en gabbroïese noriete van die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite	83
<u>Fig. 5-5</u> : Boorgatprofiel deur die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in samestellings van ortopirokseen, olivien, klinopirokseen en plagioklaas aangedui. Die dubbelyn vir die plagioklaas stel die omgekeerde sonebou voor	89
<u>Fig. 5-6</u> : Boorgatprofiel deur die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in normatiewe mineraal-samestellings aangedui	91
<u>Fig. 5-7</u> : Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van hoofelementoksiede, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	96
<u>Fig. 5-8</u> : Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van hoofelementoksiede, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	97

<u>Fig. 5-9</u> : Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van spoorelemente, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	98
<u>Fig. 5-10</u> : Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van spoorelemente, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval	99
<u>Fig. 5-11</u> : FMA-diagramme vir die dagsoommonsters (a) en boorgatmonsters (b). Die verdelingskurwe tussen die kalk-alkali en tholeiitiese veld is volgens Irvine en Baragar (1971)	105
<u>Fig. 5-12</u> : Die persentasie FeO in die FMA-diagram en die persentasie normatiewe anortiet in die ortoklaas-albiet-anortiet-sisteem, vir die boorgatprofiel (G1) van die randsonne, om die siklisiteit aan te dui	107
<u>Fig. 5-13</u> : 'n Diagrammatiese voorstelling van die meganisme van progressiewe reaksie en progressiewe kristallasie, om die aard van die siklisiteit te verklaar	111
<u>Fig. 5-14</u> : Die ortoklaas-albiet-anortiet-diagram, afsonderlik vir die dagsoommonsters (a) en die boorgatmonsters (b). Die "K-arm", "Gemiddeld" en "K-arm" velde is volgens Irvine en Baragar (1971)	114
<u>Fig. 5-15</u> : Dendrogram wat 'n skematiese voorstelling is van die trosontleding, uitgevoer op die chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite	117
<u>Fig. 5-16</u> : Komponente-tellings gestip vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1, om die natuurlike chemiese groeperings van die gesteentes van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite aan te dui	121
<u>Fig. 5-17</u> : Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoorelementkonsentrasies aangedui	123
<u>Fig. 5-18</u> : Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoorelementkonsentrasies aangedui	124
<u>Fig. 5-19</u> : Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoorelementkonsentrasies aangedui	125
<u>Fig. 5-20</u> : Die Anortiet-Forsteriet-Silika ternêre diagram, waarop die geweegde gemiddelde samestelling van die randsonne asook die verskillende litologiese eenhede daarvan aangedui word	130

<u>Fig. 6-1</u> : Boorgatprofiel van die laer sone en kritieke sone met die Mg/(Mg+Fe)-verhoudings van ortopiroksene, klinopiroksene en oliviene, soos in die boorgat G1 en DS3/1 aangetref	134
<u>Fig. 6-2</u> : Mikrofoto's van gesteentes van die laer sone, en intrusiewe plate	138
<u>Fig. 6-3</u> : Histogramme van die hoofelementsamstellings van ortopirosene van die dagsoombronsitiete van die laer sone en kritieke sone	144
<u>Fig. 6-4</u> : Histogramme van die spoorelementsamstellings van ortopiroksene van die dagsoombronsitiete van die laer sone en kritieke sone	145
<u>Fig. 6-5</u> : 'n Benaderde profiel van die ortopiroksene van die dagsoombronsitiete, met die variasie in Mg/(Mg+Fe)-verhouding, asook Co- en Cr-konsentrasies aangedui	147
<u>Fig. 6-6</u> : 'n Benaderde profiel van die ortopiroksene van die dagsoombronsitiete, met die variasie in spoorelementsamstellings aangedui	148
<u>Fig. 6-7</u> : FMA-diagram vir die heelgesteente-ontledings van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, soos in die boorgatprofiel G1 aangetref. Die kurwe tussen die tholeiitiese en kalk-alkaliveld is volgens Irvine en Baragar (1971)	151
<u>Fig. 6-8</u> : Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in hoofelementoksiede aangedui	153
<u>Fig. 6-9</u> : Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoorelemente aangedui	154
<u>Fig. 6-10</u> : Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in normatiewe mineraalsamstelling en M/(M+F+A)-persentasie aangedui	155
<u>Fig. 6-11</u> : Vergelykende profiele van die laer sone en kritieke sone in die Nietverdiendomgewing, die Vlakfontein- (Vermaak, 1970, 1976) en Ruighoekomgewing (MacDonald, 1967), asook die Jagdlust-Winterveldomgewing (Cameron, 1978, 1980)	158
<u>Fig. 7-1</u> : Katioonverhoudings van chromiete omsluit deur ortopirokseen- en olivienkorrels, langs die boorgatprofiel ..	163
<u>Fig. 7-2</u> : Katioonverhoudings van tussenkorrelse chromiete, langs die boorgatprofiel	167
<u>Fig. 7-3</u> : Snit deur die LG-1 chromitietlaag in 'n mynbougroef op Goudini 30 JF	170
<u>Fig. 7-4</u> : Mikrofoto's van chromitiete	173
<u>Fig. 7-5</u> : Profiel deur die LG-chromitietlae, met die variasie in katioonhoeveelhede aangedui	177

<u>Fig. 7-6</u> : Profiel deur die LG-chromitietlae met die variasie in katioonverhoudings aangedui	178
<u>Fig. 7-7</u> : Variasie in Cr ₂ O ₃ -persentasie vir die chromitietlae, langs 'n benaderde noord-suid lyn van die Nietverdiendkom ...	182
<u>Fig. 7-8</u> : Komponente-tellings gestip vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1, vir die chromitietlae	183
<u>Fig. 7-9</u> : Boorgatprofiel met die variasie in Fe ³⁺ /Fe ²⁺ -verhouding, vir chromiete omsluit in olivien en bronsiet asook tussenkorrelrige chromiet	188
<u>Fig. 8-1</u> : ACF-diagram, met die velde van aluminosilikate en kalksilikate benaderd omlyn	195
<u>Fig. 8-2</u> : Mikrofoto's van metamorfe gesteentes	197
<u>Fig. 8-3</u> : Komponente-tellings gestip vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1, vir die aluminosilikaatgesteentes	203
<u>Fig. 8-4</u> : FMA-diagram van Thompson vir die aluminosilikaatminerale, deur die muskoviëtpunt geprojekteer	205
<u>Fig. 8-5</u> : Petrogenetiese ruitdiagram en petrogenetiese lus, om die metamorfe druk- en temperatuurtoestande tydens metamorfisme te omlin en die metamorfe geskiedenis te volg	212

LYS VAN TABELLE

<u>Tabel 4-1</u> : Korrelasiekoëffisiënte vir die chemiese hoeveelhede van die Hekpoort- en Ongeluklawas	44
<u>Tabel 4-2</u> : Indeling van lawas volgens Irvine en Baragar (1971)	47
<u>Tabel 4-3</u> : Gemiddelde samestellings en standaardafwykings vir die drie individuele steekproefgebiede	53
<u>Tabel 4-4</u> : Gemiddelde samestellings met die klassifikasiestelsel van Le Maitre (1976 b) vir die drie steekproefgebiede	62
<u>Tabel 4-5</u> : Die kanoniese eienvektore vir die drie suites lawas	68
<u>Tabel 5-1</u> : Die gemiddelde ortopirokseensamestellings van die Marico Hipabissale Suite (MHS) sowel as die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite (RGS)	87
<u>Tabel 5-2</u> : Die anortietinhoud van sonëre plagioklase van die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite	90
<u>Tabel 5-3</u> : Gemiddelde samestellings vir die "diabase" en "noriete" van dagsoommonsters	92
<u>Tabel 5-4</u> : Gemiddelde waardes vir die chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite, vergeleke met 'n "gemiddelde" noriet, pirokseniet en peridotiet (Cox <u>et al</u> , 1979)	94
<u>Tabel 5-5</u> : Korrelasiekoëffisiënte vir chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite	102
<u>Tabel 5-6</u> : Opsomming van die klassifikasie van Irvine en Baragar (1971)	103

<u>Tabel 5-7</u> : Sikliese eenhede van die randsones	109
<u>Tabel 5-8</u> : Eigenwaardes vir die eerste 5 hoofkomponente	119
<u>Tabel 5-9</u> : Eigenvektore vir die eerste 5 hoofkomponente	120
<u>Tabel 5-10</u> : Geweegde gemiddelde samestellings van die gabbroïese noriete, noriete, oliviennoriete en die totale randsones	129
<u>Tabel 6-1</u> : Gemiddelde ortopirokseenontledings van bronsitiete en harzburgiete	141
<u>Tabel 6-2</u> : Samestelling van gemiddelde ortopirokseen van bronsitiete van dagsome	142
<u>Tabel 6-3</u> : Korrelasiekoëffisiënte van chemiese hoeveelhede van die bronsitiete van dagsome	146
<u>Tabel 6-4</u> : Gemiddelde gesteentesamestellings van die laer sone en kritieke sone	149
<u>Tabel 7-1</u> : Gemiddelde samestellings van chromietkorrels omsluit deur olivien, vir die verskeie gesteentetipes	162
<u>Tabel 7-2</u> : Gemiddelde samestellings van chromietkorrels omsluit deur ortopirokseen, vir verskeie gesteentetipes	164
<u>Tabel 7-3</u> : Gemiddelde samestellings van tussenkorrelse chromietkorrels vir die verskeie gesteentetipes	165
<u>Tabel 7-4</u> : Gemiddeldes en standaardafwykings vir chromietkorrels omsluit deur olivien en ortopirokseen, asook tussenkorrelse chromiet	166
<u>Tabel 7-5</u> : Gemiddelde samestellings, katioongetalle en katioonverhoudings van 23 saamgestelde chromietmonsters	175

<u>Tabel 7-6</u> : Verandering van katioongetalle tussen chromitietlae	179
<u>Tabel 7-7</u> : Eigenwaardes vir die eerste 3 hoofkomponente	..... 184
<u>Tabel 7-8</u> : Eigenvektore vir die eerste 3 hoofkomponente	..... 184
<u>Tabel 8-1</u> : Algemene mineraalassosiasies by die aluminosilikaat-gesteentes	..... 196
<u>Tabel 8-2</u> : Algemene mineraalassosiasies by die kalksilikaat-gesteentes	..... 199
<u>Tabel 8-3</u> : Gemiddelde samestellings vir die metasedimentêre gesteentes	..... 200
<u>Tabel 8-4</u> : Hoofkomponente eigenvektore en persentasie variansie	202
<u>Tabel 8-5</u> : Termobarometer volgens Hensen en Green (1972)	.... 206
<u>Tabel 8-6</u> : Biotiet-granaatgeotermometers	..... 208
<u>Tabel 8-7</u> : Cordieriet-granaatgeotermometers	..... 209
<u>Tabel 8-8</u> : Twee-veldspaatgeotermometer (Brown en Parsons, 1981)	210

1. INLEIDING

1.1 DIE LIGGING EN OMVANG VAN DIE GEBIED

Die navorsingsgebied beslaan 'n oppervlakte van ongeveer 4850 km² in die verre Wes-Transvaal. Dit sluit die gesteentes van die sogenaamde Nietverdiend lob van die Bosveld Kompleks tesame met die vloer bestaande uit gesteentes van die Transvaal Opeenvolging in (Voublad 1).

Die gebied word begrens deur Botswana in die weste, die Maricorivier in die ooste en die 25°30' breedte lyn in die suide. Dit strek noordwaarts tot in die dolomiet van die Chuniespoort Groep ten noorde van die Dwarsberge, by ongeveer die 24°48' breedte lyn.

Geografies kan die gebied in drie streke verdeel word, eerstens die ranteveld van Enzelsberg en die Tshwenyaneberge in die suide, tweedens die soortgelyke ranteveld van die Dwarsberge in die noorde, waar beide gebiede uit gesteentes van die Transvaal Opeenvolging bestaan, en derdens die vlaktes tussenin wat hoofsaaklik onderlê word deur gesteentes van die Bosveld Kompleks. Die vloergesteentes van die Pretoria Groep steek plek-plek deur as koppies of geologiese vensters.

Die dreinerings in die gebied is hoofsaaklik van suid na noord. Hier speel die Maricorivier in die ooste en sy takriviere soos die Doringrivier, Klein Maricorivier, Rooisloot, Klipspruit, Sandsloot en Brakfonteinspruit die belangrikste rol. Die lope van hierdie sytakke word dikwels ingeperk deur die oos-wes strekkende rante van gesteentes van die Pretoria Groep. Die ander is die kleiner Ngotwanerivier naby die Botswanagrens in die weste.

1.2 VROEËRE KARTERING

Die eerste verslag en voorlopige sketskaart van die gebied is gepubliseer deur Hatch in 1904. Dit is gevolg deur 'n geologiese kaart saam met 'n publikasie deur Holmes (1905).

Vier bladkaarte wat op die Maricogebied betrekking het is

gepubliseer deur die Geologiese Opname van die eertydse Departement van Mynwese; die hedendaagse Departement van Minerale- en Energiesake. Die Marico-kaart (nr. 9) op 'n skaal van 1:148706 wat die gebied tussen Botswana in die weste, die 26°30' lengtelyn in die ooste en tussen die 25°30' en 25°00' breedte-lyne insluit en wat dus die suidelike ongeveer twee-derdes van hierdie gebied dek, tesame met die meegaande bladkaartbeskrywing is gepubliseer in 1911 (Humphrey, 1911). Die "Crocodile Pools"-kaart (nr. 15) wat die gebied noord van die 25°00' breedte-lyne dek op dieselfde skaal, tesame met sy bladkaartbeskrywing het in 1920 verskyn (Kynaston en Humphrey, 1920). Laasgenoemde gebied vorm ook die westelike gedeelte van die meer onlangse 2426 Thabazimbi-bladkaart op 'n skaal van 1:250 000 wat in 1974 gepubliseer is. Die suid-oostelike ongeveer een kwart van die navorsingsgebied vorm 'n deel van die 2526 Rustenburg-bladkaart op dieselfde skaal wat in 1981 gedruk is. Hierdie gedeelte van bogenoemde kaart is saamgestel vanaf karterwerk wat gedoen is deur persone van die Departement Geologie van die Universiteit van Pretoria op 'n kontrak van die Geologiese Opname, en vorm dus 'n gedeelte van hierdie navorsingsprojek.

'n Aantal kleinere karterprojekte is op die gebied afgehandel. Die heel suidwestelike rand is gekarter deur Kingsley (1961). Tydens die ondersoek van alluviale andalusiet in die vallei van die Doringrivier het Van Rooyen (1948) 'n sketskaart van die betrokke gebied gemaak.

Liebenberg (1942) het 'n mineralogiese en petrografiese studie gemaak van die mafiese gesteentes van die plaas Brakfontein 132 KP, en ook 'n eenvoudige sketsplan van die betrokke gebied voorgelê. Tydens 'n grondwateropname in die vlaktes, het Boardman en Van Rooyen (1949) die niertjievormige, sogenaamde "poel" van harzburgitiese en piroksenitiese gesteentes van die Rustenburg Gelaagde Suite gekarter en beskryf. Die chromitietlae is ondersoek deur MacGregor (1964) en 'n kaart van die suidelike deel van die "niertjie" is gegee. Die toename in mynbou-aktiwiteite en die blootstelling van die chromitietlae in die sentrale gedeelte van die kom, het gelei tot die kartering van hierdie gebied deur Kruparz en Van Rensburg (1965).

Die Goudini Kompleks is in detail gekarter deur Verwoerd (1967)

maar hierdie aspek van die geologie van die Nietverdiendomgewing is nie tydens hierdie ondersoek weer nagevors nie.

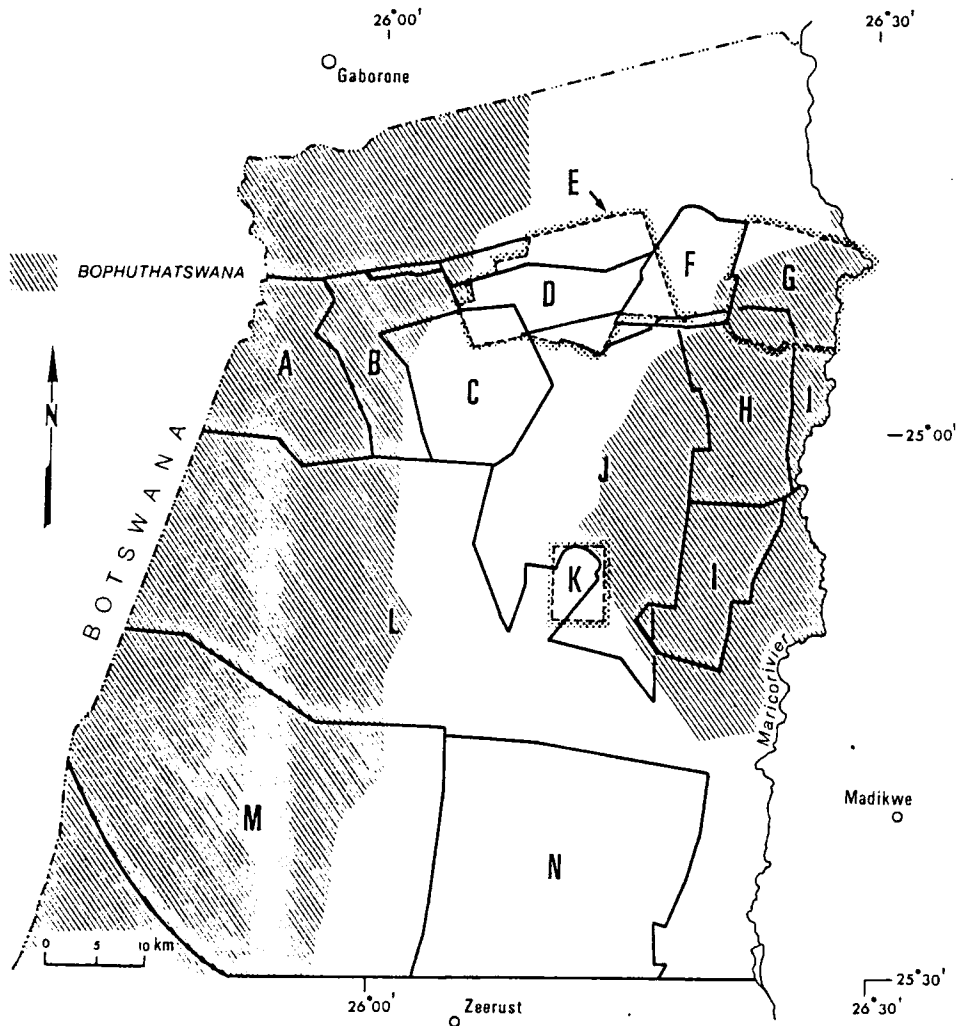
Melding kan gemaak word van die karteerwerk en tektoniese ontleding van die westelike rand van die Bosveld Kompleks in Botswana deur Crockett (1971).

Vier ongepubliseerde kaarte van mynmaatskappye is geraadpleeg tydens hierdie ondersoek, naamlik 'n 1:50 000 interpretasiekaart van die chromitiete en die omliggende gesteentes deur Anglo American Corporation, 'n 1:10 000 dagsoomkaart van een derde van die plaas Goudini 30 JP deur Rio Tinto Exploration, 'n 1:15 000 dagsoomkaart van die plaas Roode Kopjes Put 32 JP deur Falconbridge Explorations Ltd. en 'n 1:7 500 dagsoomkaart van gedeeltes van die plase Strydfontein 12 JP en Turfbult 10 JP deur Verref Mining Company.

1.3 ONLANGSE KARTERING, BOORWERK EN DOELSTELLINGS

Die huidige navorsing in die gebied het 'n aanvang geneem met twee M.Sc.-projekte, die eerste synde die kartering van die Pretoria Groep in die Enzelsbergomgewing (Fig.1-1, N) en die daaropvolgende ondersoek van hoofsaaklik die mineralogie, petrografie en metamorfisme (Engelbrecht, 1973). Die tweede M.Sc.-gebied word onderlê deur gesteentes van die Pretoria Groep, met die bykomstige formasies laer af in die Transvaal Opeenvolging, tot in die Chuniespoort Groep. Dit strek weswaarts vanaf die eersgenoemde karteergebied tot teen die Botswanagrens (Fig.1-1, M), en behalwe die kartering het die ondersoek gegaan oor hoofsaaklik die petrografie, metamorfisme, sedimentologie en struktuur in die gebied (Klop, 1978).

Gedurende 1975 is 'n aanvang gemaak om die gebied suid van die 25°00' breedtelyn en wes van die 25°30' lengtelyn te karteer, na aanleiding van 'n kontrak aangegaan tussen die Geologiese Opname en die Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks. Die veldwerk is gedoen deur 'n aantal voorgraadse studente in die Departement Geologie, onder toesig van die outeur (Fig.1-1, L). 'n 1:50 000 Kaart wat oor ses topografiese bladkaarte strek en wat die twee genoemde M.Sc.-kaarte insluit, is in 1977 gekompileer deur die



- A. Vermaak, A.H. B.Sc (Hons)projek 1982
- B. Steyn, A. v. C. B.Sc (Hons)projek 1982
- C. Van der Merwe, J.J. B.Sc (Hons)projek 1982
- D. Coetzee, C.J. B.Sc (Hons)projek 1979
- E. Geologie IIB karteerkamp 1979
- F. Thompson, K.E. B.Sc (Hons)projek 1979
- G. Botha, P.A. B.Sc (Hons)projek 1979
- H. Grobler, P.G. B.Sc (Hons)projek 1980
- I. Res, M. B.Sc (Hons)projek 1981
- J. Engelbrecht, J.P. 1979-82
- K. Verwoerd, W.J., 1967
- L. Kontrakartering, Van Hoepen, W., Van Deventer, J.L., Van Rooyen, D.J.,
Emberger, L., Van Dam, C.L. 1975 - 1977.
- M. Klop, A.A.C., M.Sc, 1978
- N. Engelbrecht, J.P., M.Sc 1973

Fig. 1-1: Lokaliteitskaart van die verskeie karteerders in die Maricodistrik.

Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks, om sodoende die kontrakverpligtinge af te handel.

Die kern van die boorgat G1 wat in 1964 op die plaas Goudini 30 JP tot 'n diepte van 1850 m gesink is deur die Anglo American Corporation, is beskikbaar gestel vir hierdie projek. Aangesien die dagsome van Bosveldgesteentes uiters min en swak is, was hierdie inligting van primêre belang by die vasstelling van die aard van die gelaagde indringing in hierdie lob van die Bosveld Kompleks. Hierdie kern is aangevul deur materiaal van die boorgat DS3/1 op die plaas Strydfontein 12 JF, wat in 1980 deur Verref Mining Company tot 'n diepte van 250 m in die kritieke sone geboor is. Die laasgenoemde kern sluit bo aan by, en oorvleuel tot 'n geringe mate met die gesteentes van die eerste boorgat.

In 1979 is besluit om die navorsingsgebied uit te brei tot noord van die 25⁰⁰⁰' breedte lyn, om sodoende 'n geheelbeeld van die westelike lob van die Bosveld Kompleks en die vloergesteentes te kry. Die bestaande kaarte van die rand-, laer en kritieke sone deur Kruparz en Van Rensburg (1965) en ander, is interpretasiekaarte, en het die neem van dagsoommonsters bemoeilik. Dagboumynmetodes in die gebied het sedertdien meer van die chromitietlae blootgelê. Om hierdie redes en ook om eerstehandse kennis van hierdie gesteentes te verkry, is die gebied (Fig.1-1, J) herkarteer in die tydperk 1979-82, en 'n 1:50 000 dagsoomkaart saamgestel. Die vloergesteentes wat die Dwarsberge in die noorde uitmaak asook die strook in die noordooste teen die Maricorivier (Fig.1-1, A,B,C,D,F,G,H en I) is oor die tydperk 1979-82 deur agt B.Sc.(Hons.) studente as projekte gekarteer onder leiding van die outeur. Die outeur, saam met Dr. C A Smit het verder in Junie 1979 'n tweedejaarskarterekamp na die gebied gelei (Fig.1-1, E).

Die bogenoemde kartering is gedoen op monochroom lugfotos op 'n skaal van 1:30 000 en daarna oorgedra na 1:50 000 topografiese bladkaarte.

Om 'n oorsigtelike beeld van die gebied te kry, is daar in 1982-83 'n 1:100 000 dagsoomkaart saamgestel vanaf die 1:50 000 kaarte hierbo genoem (Voublad 1). Daar is verder 'n interpretasiekaart van die gesteentes van die Rustenburg Gelaagde Suite gemaak, wat

grotendeels die blokke H, I en J op Figuur 1-1 behels (Engelbrecht, 1985).

Sedert 1977, toe die eerste kompilasiekaart voltooi is deur die Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks, tot 1981, is in die gebied gesteentemonsters geneem (Voublad 3). Daar is dagsoommonsters geneem van die metasedimentêre gesteentes (M-reeks), die lawas (WT-reeks) in die suidelike vloergesteentes, die ganggesteentes en gesteentes van die randsonne (DN-reeks), die pirokseniete (P-reeks) van die Rustenburg Gelaagde Suite, en die chromitietlae (CR-reeks).

Voortspruitende uit die bogenoemde kan die doelstellings van hierdie navorsingsprojek as volg saamgevat word:

1. Om 'n 1:100 000 dagsoomkaart, gebasseer op veldwerk gedoen met behulp van lugfotos, vir die gebied saam te stel.
2. Om 'n oorsig te gee van die litologie van die gebied, en 'n stratigrafiese indeling volgens die dagsome en boorkernbevindings vir die gesteentes voor te stel.
3. Om 'n benaderde sedimentologiese model vir die afsettingskom voor te lê.
4. Om 'n uitleg te probeer vind vir die geotektoniese en ander strukturele verskynsels in die gebied.
5. Om 'n petrografiese studie te maak van die metasedimentêre en stollingsgesteentes, insluitende die chromitietlae.
6. Om die geochemie van die meta-argilliete, lawas, ganggesteentes en plutoniese gesteentes te ondersoek, gebasseer op ontledings uitgevoer op 'n X-straalfluoressensiespektrometer (BYLAAG 1-1).
7. Om die mineralogiese variasies aan te stip, op grond van mineraalontledings uitgevoer op 'n elektronmikrosonde (BYLAAG 1-1).
8. Om die chemie van die chromitietlae in detail te ondersoek.
9. Om die metamorfisme in die gebied te bestudeer, en om geotermometriese en geobarometriese berekings uit te voer op die mineraalassosiasies.
10. Om met behulp van die bogenoemde inligting 'n beeld te verkry van die prosesse wat aanleiding gegee het tot die ontstaan van die verskeidenheid intrusiewe en metamorfe gesteentes in die gebied.

2. LITOLOGIE, STRATIGRAFIE EN AFSETTINGSTOESTANDE

In die gebied kom daar hoofsaaklik twee suites van gesteentes voor, naamlik die Transvaal Opeenvolging en die daaropvolgende indringing van die Bosveld Kompleks (Voublad 1). Die eersgenoemde vorm die ranteveld, en aangesien die dagsome redelik goed is, kan daar 'n goeie beeld verkry word van die vertikale opeenvolging asook laterale variasies wat voorkom. Litologiese beskrywings van die suidelike vloergesteentes is tevore gegee deur Engelbrecht (1973, 1976) en Klop (1978) en inligting vir dié deel van die gebied is uit hierdie verwysings verkry. Die beskrywing van die stratigrafie wat hier gegee word wys veral op verskille tussen die suidelike en noordelike rantevelde, asook variasies van oos na wes in elke geval.

Die dagsome van die gesteentes van die Bosveld Kompleks, daarenteen, is swak. In hierdie geval is hoofsaaklik van gegewens van die twee boorgate, naamlik G1 op die plaas Goudini 30 JP en DS3/1 op die plaas Strydfontein 12 JP, gebruik gemaak. Dit is in hierdie geval moeiliker om enige laterale variasies te bepaal.

2.1 DIE STRATIGRAFIE VAN DIE TRANSVAAL OPEENVOLGING

Die legende van die Voublad 1 gee 'n bondige oorsig van die gesteente-opeenvolging in die gebied. Die verskillende formasies word bespreek en daar word op die laterale variasies gewys.

2.1.1 Malmani Subgroep van die Chuniespoort Groep (Vma)

Die gesteentes kom voor in die suidwestelike hoek van die gebied, asook noord van die Dwarsberge.

In die suide bestaan die groep uit dolomiet met tussengelaagde chert en 'n laag van koolstof- en talkdraende lei.

In die noorde bestaan die formasie uit dolomiet met tussengelaagde chert, algematte en stromatoliete. Bekende landsbakens soos Abjaterskop en Lotteringskop bestaan uit gesteentes van hierdie Subgroep. Dit blyk dat die chert juis daarvoor verantwoordelik was dat die twee genoemde koppe weerstand gebied het teen erosie en uitstaan bo die omliggende plat dolomietlandskap. Swart mangaanaarde kom voor in die gesteentes. 'n Rooskleurige dolomiet

verder na die ooste dui op die teenwoordigheid van mangaan, en word bevestig deur ongeveer 5% MnO volgens chemiese ontledings. Tremolietnaalde in die dolomiet is van metamorfe oorsprong. Die teenwoordigheid van die chert en stromatoliete dui daarop dat die gesteentes in alle waarskynlikheid aan die Eccles Formasie behoort.

2.1.2 Penge Formasie (Vp)

In die suide wissel hierdie gesteentes aansienlik. In die ooste is die formasie 'n gebande ystersteen met tussengelaagde chert en breksie, met 'n totale dikte van 50 m. Dit gaan lateraal oor na 'n ysterryke of glimmerryke lei en kwartsiet, met 'n totale dikte van 100 m in die weste.

In die noorde vorm dit afwisselende lae rooi en bruin gebande ysterryke lei van 150 m dikte waarin magnetietkorrels sigbaar is. Dit gaan soms oor na 'n ligpers sliksteen. Op die plaas Secheli's Oude Stad 6 KO is die gesteente 'n fyngelamineerde ysterryke lei wat plooistrukture toon, moontlik a.g.v. versakking van die onderliggende dolomiet. Verder na die ooste op die plaas Kalkfontein 111 KP en nader aan die mafiese gesteentes van die Bosveld Kompleks is hierdie gesteente gemetamorfoseer na 'n groen chloriet-, chloritoïed- en antofillietlei.

2.1.3 Rooihoogte Formasie (Vrs)

Hierdie formasie bestaan tipies uit drie gesteentelae nl. die Bevetse konglomeraatlid onder, gevolg deur 'n ysterryke lei in die middel, en 'n kwartsietdraende laag, die sogenaamde Polo Groundlid, bo aan.

a. Bevetse konglomeraatlid:

In die suide bestaan hierdie gesteente uit goedaferonde, swakgesorteerde chert rolstene, tot 70 mm in deursnee, in 'n matriks van chert en rooi ysteroksied. Nader aan die Botswanagrens gradeer die laag opwaarts oor in 'n chloriet-kwartsiet van ongeveer 5 m dikte. Die lid vorm 'n nie-deurlopende laag wat wissel in dikte van 5-50 m. In die ooste bevat die matriks metamorfe horingblende, terwyl in die weste die laergraadse klinozoisiet voorkom. Klein hoeveelhede kopersulfied is op sommige plekke waargeneem.

In die noordweste vorm die konglomeraat prominente koppies en kan die laag tot 250 m dik wees. Verder na die ooste soos op die plase Rooderand 117 KP en Genadendal 116 KP knyp die laag uit om weer te verskyn nader aan die Maricorivier teen die noordoosgrens van die gekarteerde gebied. Oor die algemeen is die gesteente soortgelyk as dié in die suide maar op die plaas Buitenkuil 11 KO teen die Botswanagrens en ook oos daarvan, bevat die gesteente swakker afgeronde chert rolstene in 'n chert grondmassa. Ook hier is sulfiede in die gesteente opgemerk. Die soms swak afronding en swak sortering asook die ondeurlopendheid van die laag, dui op kort afstande van vervoer en vinnige afsettingstoestande. Dit word veronderstel dat die chert van die onderliggende Chuniespoort Groep die herkoms vir die rolstene is.

b. Ysterryke lei:

In die suide is hierdie gesteente 'n gebande ysterryke chlorietlei of 'n chloriet(-chloritoïed)-serisietlei wat op dagsoom wissel van 10-90 m in dikte. Meer na die ooste het die mineraal gruneriet in die gesteente gekristalliseer.

In die noordwestelike deel, vanaf Zwartkopfontein 7 KO tot Lekkerdorst 104 KP, kom dagsome van 'n groen chloriet(-chloritoïed)-lei en 'n rooibruin ysterryke tot swart mangaanryke fyngelaagde lei voor, met 'n maksimum dikte van ongeveer 150 m. Geen dagsome is verder na die ooste gevind nie.

c. Polo Groundlid:

In die suidooste dagsoom die gesteente as 'n kwartsiet. Naby die Botswanagrens bevat die lid tussengelaagde lei, chert en stromatolitiese dolomiet en dit is die laasgenoemde gesteentetipe waarmee die Gopane mangaanafsettings in die gebied geassosieer word. Bykomstige hoeveelhede serisiet, chloriet, karbonaat en sulfiede kom soms voor in die gesteentes. Die laag wissel van 2-10 m in dikte.

In die noorde dagsoom die lid slegs vanaf Secheli's Oude Stad 6 KO tot by Lekkerdorst 104 KP, en het dit na skatting 'n dikte van 2-5

m. Die gesteente dagsoom as 'n kwartsiet of 'n swart gemanganiseerde chertbreksie.

2.1.4 Timeball Hill Formasie (Vt)

Die formasie bestaan normaalweg uit drie lede nl. 'n onderste lei, gevolg deur die kwartsiet en 'n boonste lei.

a. Onderste leilid (Vt1):

In die suide is dit normaalweg 'n dungelaagde rooibruin ysterryke glimmer-chiastolietlei wat in die rante direk noord van Zeerust as opvallende trapvormige banke dagsoom. Aan die top van die lei en net onder die kwartsiet, kom 'n laag van sagte sanderige sliksteen voor. Teen die Botswanagrens bestaan die lid aan die basis uit 'n koolstofryke lei met tussengelaagde karbonaat- en chertbandjies. Die eienskappe van die lei is standhoudend verder na die weste, behalwe dat chiastolietnaalde afwesig is as gevolg van die afname van metamorfisme in die rigting. Die totale dikte vermeerder van 300 m in die ooste tot 450 m in die weste.

In die noorde is die laag ongeveer 500 m dik en bestaan naby die wesgrens op die plaas Zwartkopfontein 7 KO, uit 'n groen lei wat opwaarts oorgaan na 'n rooibruin glimmerryke lei. Teen die hange van die koppie wat oor die Botswanagrens sny op die plaas Buitenkuil 11 KO, dagsoom hierdie glimmerryke lei goed. Bo aan die suksessie word die gesteente ligkleurig, meer massief en die glimmer verdwyn. Verder ooswaarts verskyn die mineraal chiastoliet weereens, soos die graad van metamorfisme toeneem. Geen dagsome van die formasie is in die noordoostelike gedeelte van die gebied gevind nie.

b. Die kwartsietlid (Vt2):

In die suidelike gebied is die laag 'n onsuiwer groen tot blou kwartsiet, waar die onsuiwerhede ysteroksiede, chloriet, piriët, sirkoon of toermalyn kan wees. Die kwartsiet bevat tafelvormige kruisgelaagdheid en golfriffels. Tussengelaagde koolstofryke chloriet(-chiastoliet)lei kom soms voor, terwyl daar sporadiese swakontwikkelde konglomeraatlense aan die basis van die kwartsiet

gevind word. Op Moilwaslokasie is 'n enkele voorkoms van 'n riffelgemerkte magnetietkwartsiet naby die basis van die groen kwartsiet gevind. Die totale dikte neem toe van 80 m tot 300 m van oos na wes.

In die noorde is daar 'n opvallende sedimentêre fasiesverandering langs die strekking van die laag. Dit bereik 'n maksimum geskatte dikte van 500 m op die plaas Middelrand 122 KP en verdun ooswaarts totdat dit uitknyp op die plaas Boschrand 109 KP. Dit verskyn weer as dun bandjies op die plase Genadendal 116 KP en Lotteringskop 115 KP, in die ooste. Naby, of aan die basis bevat die groen Timeball Hillkwartsiet 'n swart magnetietkwartsiet met opvallend baie tafelvormige kruisgelaagdheid en riffelmerke. In die noordwestelike hoek op die plaas Zwartkopfontein 7 KO, is die normale groen kwartsiet afgestroop deur erosie en die kruin van die koppie met die magnetietkwartsiet is blootgelê. Hierdie kwartsiet is na skatting 5 m dik en kom so vër oos voor as die plaas Lekkerdorst 104 KP. Tussengelaagd met die kwartsiet kom lense van moddersteen met modderkrake voor.

c. Boonste leilid (Vt3):

In die suide is die laag tipies 'n sagte, verweerde koolstofdraende lei. In die ooste en tot ongeveer 4.5 km wes van Palmietfontein 92 JP, bestaan die hoër gemetamorfoseerde gesteentes uit chiastoliet-biotiet-muskovietlei, terwyl die chiastoliet afwesig is in die weste. Daar is 'n verdikking van die lae van oos na wes, vanaf 220 m tot 300 m.

Hierdie laag is swak blootgestel in die noorde, met geringe dagsome op die plase Middelrand 122 KP, Heimwehberg 121 KP en Lotteringskop 115 KP. Dit wissel in dikte vanaf 'n maksimum van 500 m op Heimwehberg 121 KP tot 200 m en minder na die ooste en weste daarvan. Op hierdie genoemde plaas begin hierdie gesteentes onder met 'n blou of groen redelike massiewe lei gevolg deur 'n chiastoliet-glimmerlei en 'n chloritoëdlelei. Op die plaas Lotteringskop 115 KP in die ooste dagsoom 'n laag cordieriet-horingfels op die ekwivalente horison.

2.1.5 Boshhoek Formasie (Vb)

In die suide vorm hierdie gesteente 'n baie standhoudende laag van 5-10 m dikte. In die ooste hiervan bestaan dit uit 'n onsuier, bruin, trogkruisgelaagde, riffelgemerkte kwartsiet. Dit toon sagtesedimentvervorming, wat toegeskryf kan word aan destabilisasie deur die daaropvolgende vulkanisme. Na die middel van die gebied kom 'n grintlagie met ertjiegrootte kwartsietrolsteentjies aan die basis voor. Verder weswaarts word die laag geleidelik vervang deur 'n chert- en leirolsteenkonglomeraat met goed afgeronde rolstene, tot 50 mm in deursnee, met tussengelaagde kwartsiet. 'n Erosiekanaal, ongeveer 300 m breed en 20 m diep wat deur hierdie gesteente sny, word beskryf deur Klop (1978) in die weste van die gebied. Aan die bokant van die kwartsiet kom sporadiese lei of horingfelslagies voor, soos op die plase Nooitgedacht 100 JP en Doornrivier 98 JP. Saam met die onderliggende konglomeraatlaag dui dit op 'n opwaarts fynerwordende siklus.

In die noorde kom 'n konglomeraatlaag met sporadiese oorliggende asook tussengelaagde kwartsiet voor, vanaf die plaas Lekkerlach 8 KO tot net binne die grens van Droogedal 120 KP. Die rolstene van hoofsaaklik redelik goed gesorteerde en afgeronde chert, ongeveer 50 mm in deursnee, kom voor in 'n sanderige grondmassa.

2.1.6 Hekpoort Formasie (Vh)

Hierdie redelike eentonige vulkaniese opeenvolging stem in die suidelike en noordelike gebiede met mekaar ooreen. Die dikte varieer vanaf 510 m in die Enzelsberg- en Moilwaslokasie-omgewings tot 600 m in beide die Palmietfontein 92 JP- en Dwarsberge-omgewings. In die suidelike gebied is die dagsome goed en kan verskillende lawa-uitvloeiings op lugfotos onderskei word terwyl hulle swakker ontwikkel en meer puinbedek is in die noorde. Beide 'n meer massiewe tipe sonder amandels asook 'n amandelryker tipe lawa word aangetref. Die teenwoordigheid van tussengelaagde, graderingsgelaagde chert en tuwe getuig van die uitvloeiing onder water. Die afwesigheid van erupsiesenters dui op "stil" tipe uitvloeiings, heelwaarskynlik langs splete wat deur onderliggende diabaasgange verteenwoordig word. Die lawa is deurgaans gemetamorfoseer na 'n amfibool-plagioklaasgesteente.

'n Besondere aaneenlopende en eenvormige 5 m dik aluminaryke laag bedek die lawas, en word beskou as die produk van uitloging van die lawa-oppervlak deur die oorliggende water onder geskikte chemies-fisiese toestande (Engelbrecht, 1976). In die suidooste en noordooste is dit gemetamorfoseer na 'n liggroen andalusiet-muskovietgesteente terwyl dit in die weste en verder vanaf die invloed van die Bosveld Kompleks, geen andalusiet bevat nie.

2.1.7 Dwaalheuwel Formasie (Vdw)

Dit is in die suide 'n standhoudende laag van magnetietkwartsiet, 10 m in dikte. Aan die basis daarvan en tussengelaagd kom daar plek-plek 'n granaat-andalusiet(-chloritoïed)horingfels voor, terwyl aan die basis en top 'n lokale fyn modderpilkonglomeraat gevind is. Noord van Gopane kom 'n lagie diamiktiet aan die basis van die magnetietkwartsiet voor.

In die noorde varieer die gaardheid van die formasie. In die sentrale ongeveer helfte van die gebied is dit 50 m dik met 'n 5 m dik konglomeraatlaag aan die basis. Die laag dagsoom in die ooste op die plaas Genadendal 116 KP en is ononderbroke tot net wes van Heimwehberg 121 KP. Die konglomeraatlaag is dun in die ooste en weste maar verdik op die plase Ophir 133 KP en Brandwacht 118 KP. Dit is lensagtig op plekke, soos byvoorbeeld die Heimwehberg 121 KP-Droogedal 120 KP grens. Die rolstene bestaan uit chert, kwartsiet, lawa, aarkwarts, jaspis en gebande ystersteen en die bindmiddel is ryk aan ysteroksied. Die magnetietkwartsiet vertoon kenmerkend stroom- en golfriffels, asook kruisgelaagdheid. Tussengelaagd met die magnetietkwartsiet kom lagies ysteroksiedryke lei voor wat soms, soos in die suidelike gebied, opgebreek en afgerond is om 'n kleipilkonglomeraat te vorm.

2.1.8 Strubenkop Formasie (Vst)

'n Verskeidenheid van leie en horingfelse kan in die formasie onderskei word. Suid van Enzelsberg bestaan dit direk bokant die magnetietkwartsiet uit 'n harde andalusiet-granaat(-chloritoïed)-horingfels gevolg deur 'n sagte massiewe biotiet-granaat-andalusiet

-lei wat opwaarts meer dungelaagd word. 'n Dun bandjie van wit kwartsiet kom tussengelaagd hiermee voor op die plaas Kareepoortfontein 86 JP. Verder weswaarts en soos die graad van metamorfisme afneem, bestaan die formasie onder uit 'n biotiet-andalusiethoringfels wat opwaarts oorgaan in 'n gelaagde serisietlei. Noord van Gopane bevat die laag sagtesedimentplooing en 'n modderpilkonglomeeraat. Die formasie handhaaf in die suide 'n totale dikte van 135 m.

In die noorde is hierdie formasie ongeveer 100 m dik, toon 'n laer graad van metamorfisme en bestaan deurgaans uit 'n ligroos, pers, tot bruin fynkorrelrige serisietlei of sliksteen, wat meer gelaagd is hoër in die opeenvolging. Dit bevat sedimentêre strukture soos graderingsgelaagdheid, riffelmerke en modderkrake. Op die plaas Heimwehberg 121 KP is die lei soms gespikkel as gevolg van fyn limoniet pseudomorf na piriët. Sandlense en riffelmerke kom voor in die lei. Flaserigelaagdheid is algemeen hoog op in hierdie formasie, soos op Heimwehberg 121 KP en Droogedal 120 KP gesien. As gevolg van die lae verweringsbestandheid van die gesteenteformasie, vorm 'n vallei tussen die magnetietkwartsiet en die Daspoortkwartsiet, al op die rante langs. Op die plaas Van Tondershoek 10 KO in die weste knyp die formasie struktureel uit as gevolg van 'n verskuiwing, sodat die Daspoortkwartsiet direk op die magnetietkwartsiet van die Dwaalheuwel Formasie rus.

2.1.9 Daspoort Formasie (Vd)

Dit bestaan uit 'n wit kwartsiet wat in beide die suidelike en noordelike gebiede verdik vanaf ongeveer 120 m in die ooste na 220 m in die weste. In die suide is dit 'n skoon goedgesorteerde kwartsiet wat in die weste swakgesorteerde chertkorreltjies en grintlagies bevat. Trogkruisgelaagdheid, tafelvormige kruisgelaagdheid en stroomriffels is algemeen in die kwartsiet, en dui op 'n groter volwassenheid vir die afsetting in die gebied.

In die noorde kom bogenoemde sedimentêre strukture deurgaans voor en dun lagies horingfels of lei is tussengelaagd aangetref in die kwartsiet. Die sogenaamde Dwarsberge as sulks word in die ooste van die noordelike ranteveld opgebou uit hierdie kwartsiet.

2.1.10 Silverton Formasie (Vsi)

Intense laterale sedimentêre fasiesveranderinge in beide hierdie sowel as die oorliggende Magaliesberg Formasie, bemoeilik korrelasie tussen verskillende gebiede, soos byvoorbeeld tussen die gesteentes van die Enzelsbergomgewing en die ekwivalente gesteentes wes daarvan, of in die Dwarsberge. In die suidooste kan die skeidingsvlak tussen die twee formasies ook nie met sekerheid bepaal word nie aangesien albei hier uit lei of horingfels bestaan. Die dikte van die formasie verminder vinnig van ongeveer 800 m in die Enzelsbergomgewing tot 400 m direk ten weste daarvan, wat die dikte bly tot teen die Botswanagrens. In die Dwarsberge is die totale dikte ook ongeveer 800 m.

a. Horingfels en lei:

In die Enzelsbergomgewing dagsom cordieriet- en almandien-grunerietoringfelse direk bokant die Daspoortkwartsiet. Daarop volg grafietryke lei en dun kwartsiete, en daarna grotendeels cordieriet(-andalusiet)horingfelse, op die kruin van Enzelsberg. Die gesteentes strek weswaarts waar dit die suidelike hange van die Tswenyaneberge uitmaak en oorgaan in chloriet-glimmerlei nader aan die Botswanagrens. Die dikte van hierdie horingfelse en leie is deurgaans ongeveer 420 m.

In die Dwarsberge kom redelike goeie dagsome van hierdie gesteentes voor vanaf Ruitjesvlakte 1 JO in die weste tot by Welgevonden 126 KP. Na 'n onderbreking dagsom slegs die boonste gedeelte daarvan as cordierietoringfelsingies vanaf Ophir 133 KP tot Eerstespoort 136 KP. Na skatting is die leie en horingfelse tot soveel as 600 m dik. Op Koedoesrand 9 KD bestaan daar drie lae van ysteroksiedryke glimmerlei wat van mekaar geskei word deur magnetietkwartsiet, asook chertkonglomeraat en marmer.

b. Kwartsiete:

Vier verskillende kwartsiete kom tussengelaagd in die Silverton Formasie voor. Die eerste is dun grafitiese kwartsietlagies wat aan die onderkant van die ondergenoemde grafietryke lei voorkom en slegs suid van Enzelsberg aangetref word. Die tweede is 'n magnetietkwartsiet wat as dun onderbroke lagies voorkom op

Rietfontein 89 JP en Braklaagte 90 JP suidwes van Enzelsberg en op Moilwaslokasie naby die Botswanagrens. Megariffels met 'n golflengte van ongeveer 150 mm is in die kwartsiet opgemerk.

Die tweede is 'n dun onsuier kwartsiet met 'n tussengelaagde diabaas, aan die oostelike hang van Enzelsberg.

Die derde vorm 'n dun, aaneenlopende, donkerbruingekeurde kwartsiet wat soms golfriffels bevat, vanaf Koedoesrand 9 KO tot Welgevonden 126 KP in die Dwarsberge,.

Die vierde laag is 'n dik lens van wit kwartsiet wat die kruin van Enzelsberg uitmaak en tussengelaagd met die horingfelse voorkom. Die liggaam kan vir 13 km langs strekking en 3 km langs helling gevolg word en bereik 'n maksimum dikte van ongeveer 150 m.

c. Grafietryke lei:

Hierdie lensvormige laag met 'n geskatte maksimum dikte van 280 m kom lokaal voor met goeie dagsome langs die suidelike en oostelike hange van Enzelsberg. Behalwe vir 'n enkele baie klein dagsoom op die plaas Welverdient 24 JO, kom dagsome van die gesteentetipe slegs oos van die plaas Braklaagte 90 JP, tot in die vlaktes van die Maricorivier voor. Geen soortgelyke gesteente is in die Dwarsberge-omgewing gevind nie.

d. Chertkonglomeraat:

Op die plase Koedoesrand 9 KO en Grootpoort 123 KP in die westelike deel van die Dwarsberge dagsoom 'n konglomeraat met goedgesorteerde, goedafgeronde rolstene van chert, tot 20 mm in deursnee, in 'n matriks van kwarts en ysteroksiede.

e. Marmer:

Die gesteente dagsoom kort onderkant die Magaliesbergkwartsiet teen die Botswanagrens in die suidweste. Dit vorm verder 'n redelike ononderbroke laag in die Dwarsberge en neem 'n dikte van 100 m aan op die plaas Koedoesrand 9 KO, en verdun tot ongeveer 5 m op Ophir 133 KP en in die rigting van die Maricorivier na die ooste. Die

gesteente is gelaagd en bevat soms paleosinkgate met instortingsbreksies. Dit toon oor die algemeen die tipiese olifantveltekstuur. Deurkruisende kwartsare kom soms voor. Op ander lokaliteite soos Putfontein 2 JP, suid van die Dwarsberge, is dit 'n aktinoliet-draende kalksilikaatgesteente.

2.1.11 Magaliesberg Formasie (Vm)

Die bogenoemde laterale fasiesveranderinge met die swak dagsome van die leie en horingfelse, asook die onsekerheid van die posisie van die oorgang vanaf die onderliggende Silverton Formasie, maak dit moeilik om diktes vir die formasie aan die oostekant van die afsettingskom te bepaal. In die Enzelsbergomgewing word 'n dikte van 320 m geskat en dit verdun na ongeveer 120 m teen die Botswanagrens. In die westelike deel van die Dwarsberge is dit 150 m dik, maar verder ooswaarts is die dagsome van die metapeliete te swak om 'n dikte vas te stel.

a. Magnetietkwartsiet:

Dun lagies magnetietkwartsiet, afgewissel met die normale wit kwartsiet, kom naby die onderkant van die formasie voor in die westelike deel van die Dwarsberge op die plase Ruitjesvlakte 1 JO, Van Tondershoek 10 KO en Koedoesrand 9 KO. Oos hiervan gaan die magnetietkwartsiet oor in 'n rooikleurige Magaliesbergkwartsiet.

b. Lei, horingfels en kalksilikaatgesteentes:

Die teenwoordigheid, aard en dikte van hierdie lae wissel aansienlik oor die gebied. Noord en noordwes van Enzelsberg is hulle die beste ontwikkel. Hier gaan die Magaliesbergkwartsiet grotendeels oor in metapelitiese gesteentes soos cordieriet-horingfelse en horingblende(-diopsied)kalksilikaatgesteentes, as gevolg van laterale sedimentêre fasiesveranderinge. Wes hiervan oorheers kwartsiet, en slegs enkele dun bandjies van die metapeliete is gevind. In die Dwarsberge-omgewing op Grootpoort 123 KP en Welgevonden 126 KP is ook horingfelsbandjies tussengelaagd met die kwartsiet aangetref.

c. Marmer en kalksilikaatgesteentes:

'n Kalsitiese marmerbandjie, wat soms oorgaan in 'n kalksilikaatgesteente van enkele meter dik, dagsoom in die sentrale deel van die Tshwenyaneberge tussengelaagd met metapelitiese gesteentes in die kwartsiete.

In die Dwarsberge waar die Magaliesbergkwartsiet goed ontwikkel is vorm dit 'n onderbroke laag van ongeveer 1 m in dikte. Die gesteente is gelaagd en bevat stromatoliete. Limonietkubusse pseudomorf na piriet kom op Ruitjesvlakte 1 JO en Koedoesrand 9 KO voor.

d. Kwartsiet:

Die opvallende eienskap van hierdie wit kwartsiet in die gebied is die skielike variasies in dikte, met die samehangende laterale oorgange na metapeliete. In die suidooste teen die Maricorivier is daar slegs dun onderbroke bandjies van Magaliesbergkwartsiet wat noordwes van Enzelsberg skielik toeneem in dikte na 75 m op die plaas Bergfontein 60 JP en na 100 m op Moilwaslokasie. Die dikte word gehandhaaf tot suidwes van Witkleigat 13 KO waar dit weereens verdun. In die westelike Dwarsberge neem die dikte aansienlik toe en diktes van 150 m is langs profiele op Ruitjesvlakte 1 JO, Koedoesrand 9 KO en Logaga 124 KP gemeet. Die laag word vinnig dunner en verdwyn op Brakfontein 132 KP, verdik na 150 m op Doornhoek 134 KP en verdwyn weer op Eerstespoort 136 KP teen die Maricorivier.

Die kwartsiet het 'n suikeragtige tekstuur met kruisgelaagdheid en asimmetriese golfrieffels. Dun konglomeraatlagies kom in die suidweste tussengelaagd met die kwartsiet voor.

In die vlaktes steek vlôergesteentes van die Silverton en die Magaliesberg Formasie uit. Twee "riwwe" van sulke gesteentes kan in die gebied onderskei word. Die eerste strek noord-suid, benaderd saam met die loop van die Maricorivier. Die tweede is meer uitgebreid en strek in 'n suidwestelike rigting, vanaf die plaas Brakfontein 132 KP na Moilwaslokasie. Die weerstandbiedende aard van die Magaliesbergkwartsiet teen erosie is verantwoordelik vir landmerke, soos Zelikatskop en Piet Zyn Kop in die vlaktes.

Crockett (1971) het die gesteentelae wat bokant die Magaliesbergkwartsiet in hierdie gebied voorkom as die Rayton Formasie beskou. Dit is besluit dat hulle weens die swak en onderbroke dagsome en ook die feit dat hulle slegs dun lae uitmaak, nie as 'n afsonderlike formasie beskou kan word nie. Hulle word dus as Magaliesberg Formasie geklassifiseer. Metapeliete bokant die Magaliesbergkwartsiet word aangetref op die plase in die noordooste van die gebied terwyl soortgelyke gesteentes ook op die bodem van boorgat G1 aangetref is. Die sedimentêre fasiesveranderinge wat die Magaliesberg Formasie ondergaan het, bemoeilik die taak om die grenslyn met die Silverton Formasie te bepaal.

2.2 DIE SEDIMENTÊRE OMGEWING EN FASIES

Dit is geensins die doel van hierdie projek om 'n volledige studie van die sedimentologie te maak nie, en geen detail profiele is opgemeet nie. Aangesien die afsettingsgesteentes opvallende variasies toon, word hier nogtans 'n afsettingsmodel soos vanaf die kartering gesien, voorgestel. Die gebied verleen hom uitstekend tot 'n sedimentologiese studie en toekomstige navorsingsprojekte in die rigting kan beslis vrugte afwerp.

Die volgende punte is van belang by die interpretasie van die sedimentologiese geskiedenis van die gebied:

1. Die dolomitiese en kalsitiese marmers met die stromatoliete en tussengelaagde algematte van die Eccles, Rooihoogte, Silverton en Magaliesberg Formasie, getuig van 'n lae energie afsettingsomgewing op 'n vastelandsplatform slegs enkele meters diep (Reading, 1978). In die geval van die laasgenoemde drie lae, waar die omvang van die lae beperk is, mag ons te doen hê met strandmeer- of getyvlaktetoestande.

2. Magnetietkwartsiet is tipies van die Dwaalheuvel Formasie, maar kom ook in die Enzelsbergomgewing tussengelaagd met die grafietryke lei van die Silverton Formasie voor. In die westelike Dwarsberge dagsoom dun lagies van beperkte omvang naby die basis van die Timeball Hill- en die Magaliesbergkwartsiete. Die konglomeraat van die Dwaalheuvel Formasie in hierdie noordelike ranteveld het ook 'n

ysteroksiedryke bindmiddel.

In die geval van die Dwaalheuwel Formasie, waar die magnetietkwartsiet en konglomeraat wydverspreid en direk bokant die Hekpoort Formasie voorkom, word dit aanvaar dat die yster van vulkaniese oorsprong is. Dit word hieronder uiteengesit hoe die muskoviet(-andalusiet)gesteente en die oorliggende magnetietkwartsiete en -konglomerate bokant die lawas, geneties verwant is aan mekaar. Tussengelaagde cherte en graderingsgelaagde tuwe in die lawas dui aan dat die lawa moontlik onder water uitgevloei het. Ekshalatiewe vulkaniese dampe ryk aan sure en suuroksiede en yster, kon die gevolg vir 'n aanvanklike bedekking van die lawa deur suur ysterryke oplossings direk na afloop van die vulkaniese episode gewees het. In teenstelling met die paleogronde idee van Button (1979), word hierdie wydverspreide aluminiumryke gesteente aan die top van die Hekpoortlawas as 'n onderwaterse uitlogingsproduk van die vulkaniete deur latere effense alkaliese oplossings beskou. Hier word gepostuleer dat die karbonaat-gesteentes van die Eccles Formasie as brongebied vir kalsiumkarbonaat gedien het. Die chertkonglomerate van die Boshok en Dwaalheuwel Formasie in die Dwarsberge, is 'n bewys vir die opheffing van die Eccles en Penge Formasie voor en na die Hekpoort vulkanisme. Die karbonaat het langamerhand die suuroplossing geneutraliseer en die water alkalies gemaak tot met pH waardes tussen 8.4 en 9.9 (Krauskopf, 1979, bl. 51-54). Onderwaterse verwerking van die lawa oppervlak het tot gevolg gehad dat montmorilloniet kon vorm (Krauskopf, 1979, bl. 152-154). Latere stadige omskakeling na illiet het plaasgevind deur die reaksie van die montmorilloniet met K^+ uit die seewater. Tydens metamorfisme is die illiet omskep na die bestaande muskoviet(-andalusiet)gesteente.

Dieselfde effense alkaliese oplossings was die oorsaak dat ysteroksiede of ysterhidroksiede chemies kon presipiteer saam met die sand en konglomeraat (Krauskopf, 1979, Fig.9-3, 9-5), om die uiteindelijke magnetietkwartsiet en -konglomeraat te vorm. By hierdie gesteentes kon bykomstige yster afkomstig gewees het van normale verweringsprosesse. Die beperkte omvang van die lae dui op strandmeertoestande tydens afsetting. Die magnetietkwartsiet tussengelaagd met die grafietryke lei van die Silverton Formasie is

verder vanaf die strand in effens dieper water (ongeveer 3-10 m) afgeset, soos wat die teenwoordigheid van megariffels getuig (Reading, 1979, Fig. 7.12, 7.16).

3. Die verspreidingspatroon van die klastiese gesteentes gee 'n aanduiding van die aanvoerrigtings asook afsettingsomgewings in die gebied. Vier chertkonglomeraatlae, waarvan drie in wese slegs in die noordwestelike Dwarsberge voorkom, dui op die volgende aspekte. Die eerste is dat die chertryke Eccles Formasie as brongebied gedien het vir die konglomerate. Dit impliseer dat die Chuniespoort Groep alreeds gekonsolideer was en dat daar 'n diskordansievlak tussen die Fenge en die oorliggende Rooihoogte Formasie moet wees. Die tweede aspek is dat die rolstene van die Bevetse konglomeraat wissel van goed na swak afgerond, wat dui op hoë energie afsetting met onvolledige herwerking. Alhoewel dit onderbroke voorkom is dit nogtans wydverspreid. Die feit dat die ander drie konglomeraatlae slegs 'n beperkte voorkoms in die noordweste het, getuig van 'n afgeskermdde afsettingskom, waar seestrome nie die primêre konglomeraatafsetting verstrooi het nie. 'n Derde aspek is dat die blote teenwoordigheid van meer konglomeraat in die noorde, op growwerwordende afsettings in die rigting dui. Hierdie gebied lê in alle waarskynlikheid nader aan die brongebied, en derhalwe was die aanvoerrigting vanuit die noordweste.

Feitlik elke afsettingslaag tussen die top van die Bevetse konglomeraat en die onderkant van die Silverton Formasie verdik na die noordweste. Sommige lae kom slegs in die westelike Dwarsberge voor. Dit dui daarop dat tydens hierdie periode van afsetting, die gebied van herkoms moontlik nader hieraan geleë was.

4. In die Enzelsbergomgewing is daar 'n aantal aanduidings vir 'n lokale afgeskermdde dieperwordende kom op die vastelandsplatvorm, na afloop van die afsetting van die Daspoortkwartsiet. Die eerste is die lensvormige dik (maksimum 280 m) grafietryke lei wat dui op 'n kom waarin organismes oor 'n lang tydperk kon versamel. 'n Biogenetiese oorsprong vir die grafiet word dus gepostuleer. Die alreeds genoemde magnetietkwartsiet met die megariffels is die tweede getuienis vir 'n dieper lokale kom. Die derde is die lens van wit Silvertonkwartsiet (maksimum dikte 150 m) wat die top van die berg aan die noordekant uitmaak, en 'n verhoogde energie vir

die brongebied voorstel. Die vierde is die dik laag metapeliëte bokant hierdie kwartsiet wat weswaarts lateraal oorgaan na, en vervinger met die Magaliesbergkwartsiet.

5. In teenstelling met ander dele van die Transvaalkom toon die Magaliesbergkwartsiet in die Maricodistrik 'n groot wisseling in dikte. Dit word toegeskryf aan die feit dat hierdie sektor 'n afgeskermd subkom voorstel waar gety- en branderwerking 'n rol gespeel het maar waar laterale herwerking deur seestrome deurgaans beperk was.

6. Die modderpilkonglomeraat saam met die riffelmerke, graderingsgelaagdheid, modderkrake en sandlense van die Strubenkop Formasie is getuënis van 'n getyvlakte-omgewing.

2.3 DIE MARICO HIPABISSALE SUITE

Die benaming van Marico Hipabissale Suite word nie aangegee in "Stratigraphy of South Africa" (SACS, 1980) nie, maar is voorgestel deur Klop (1978) en word hier deur die skrywer aanvaar. Dit sluit plate en gange in wat tussengelaagd voorkom of diskordant oor die gesteentes van die Transvaal Opeenvolging sny. Hulle wissel vanaf die ouer amfiboolhoudende tipes wat meer volop laer in die opeenvolging voorkom tot noriete wat meer algemeen is nader aan die kontak met die Bosveld Kompleks (Engelbrecht, 1973; Klop, 1978). In die noordelike ranteveld is daar beperkte dagsome in die omgewing van die Maricorivier, asook tussengelaagd met die Magaliesbergkwartsiet op Welgevonden 126 KP en verder weswaarts tot by Logaga 124 KP. Onsekerheid bestaan of hulle minder voorkom in die noordelike gebied en of die dagsome soveel swakker is. Die plate kom ook tussengelaagd met die gesteentes van die Silverton en Magaliesberg Formasie wat in die vlaktes dagsoom, voor. In die vlaktes kan drie dagsoomgebiede vir hierdie suite onderskei word. Die eerste is in die weste naby die Botswanagrens op die plase Witkleigat 13 KO, Kalkpan 3 JO, Rietpan 6 JO en verder suid daarvan, die tweede grens aan die onderste noriete van die randsones op Brakfontein 132 KP, en die derde, soortgelyk aan die tweede, kom voor aan die suidekant van die randsonedagsome in die omgewings van Petrusdam 56 JP, Zandfontein 35 JP en Witfontein 10 JO. Die gesteente vorm dikwels skedes om die metasedimentêre xenoliete.

2.4 DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

Hier word twee gesteentesuites op 'n informele grondslag van mekaar onderskei, naamlik eerstens die gabbroïese en noritiese gesteentes van die randsones en tweedens die pirokseniete, duniëte en harzburgiete van die laer en kritieke sone.

Die randsonegesteentes lê in kontak met vloergesteentes van die Pretoria Groep. Die prominente Maaierskraalkop op die plaas Rooderand 41 JP, bestaan uit 'n noriet tussengelaagd met bronsiet wat albei aan 'n oorgangsones aan die onderkant van die laer sone behoort.

Die hoofliggaam van laer en kritieke sone word in die ooste en weste ingeperk deur Piet Zyn Kop en Zelikatskop onderskeidelik, terwyl daar 'n loslap van veldspatiese bronsiet van die laer sone wes van Piet Zyn Kop voorkom, grotendeels op Spitzpunt 6 JP. Die duniëte en harzburgiete is in die dagsoom intensief verweerd en geoksideer na 'n ysteroksiedbruin, mottige gesteente met die gebruiknaam "birbriet" (Kruparz en Van Rensburg, 1965). Saam met die verweerde gesteentes kom ook sekondêre opaal, magnesiet en serpentyn (soms asbesvormig) voor. Die gesteente is 'n goeie waterdraer sodat nedersettings soos dié op Strydfontein 12 JP, op die birbriettrante gevestig word. Die enigste dagsoom waar redelike vars duniëte gevind is, lê noord van die pad by die ontmoetingspunt van die plase Alewynspoort 29 JP, Rooderand 41 JP en Roodekopjesfontein 15 JP. Die bronsiet van die laer sone en die oorliggende kritieke sone dagsoom swak en word bedek deur 'n ongeveer 0.5 m dik turflaag.

Die kritieke sone neem 'n aanvang met die eerste beduidende chromietlaag, genoem die LG-1 in ooreenstemming met die skryfwyse vir die westelike Bosveld Kompleks deur Cousins en Feringa (1964). In teenstelling met die laer sone, is die duniëte en harzburgiete van die kritieke sone dunner en ondergeskik aan die bronsiet. Omdat die eerste beduidende chromietlaag naamlik die LG-1, blootgelê is deur mynboubedrywighede en geredelik in die veld gevolg kan word, is daar besluit dat dit 'n gerieflike onderverdeling van hierdie mafiese gesteentes in twee sones is.

2.5 DIE WATERBERG GROEP

'n Baie klein dagsoom van 'n dik rooibruingekleurde konglomeraat met swakkerige afgeronde rolstene wat lyk na Timeball Hillkwartsiet, kom wes van die plaas Kalkpan 3 JO op die grens met Botswana voor. Dit kan volgens die karteerwerk in die aangrensende Botswana deur Crockett (1971) 'n erosierelik van die Waterberg Groep wees.

2.6 DIE GOUDINI KOMPLEKS

Twee indringings van die Goudini Kompleks kom in die gebied voor. Die eerste is 'n plutoniese prop wat in 1977 deur boorwerk op die plaas Roode Kopjes Put 32 JP ontdek is. Dit bestaan uit bruin titaanryke amfiboliete en pirokseniete, asook karbonatiet met bykomstige minerale soos apatiet, sfeen, magnetiet, biotiet, alkaliveldspate, veldspatoïede en sulfiede, hoofsaaklik pirrotiet. Die tweede bestaan uit vulkaniese tuwwe, breksies en karbonatiet (Verwoerd, 1967) en dagsoom net ten noorde van die eerste. Die growwer tekstuur van die plutoniese prop dui daarop dat dit op diepte ingedring het en dat die vulkaniese aktiwiteit eers plaasgevind het nadat die erosievlak afgesny het tot die huidige oppervlakte. Volgens R E Harmer (persoonlike kommunikasie) is die ander alkaliese indringings en karbonatiete in die Transvaal van ouderdomme wat wissel tussen 1150-1400 mj. Dit kan aanvaar word dat die Goudini Kompleks van dieselfde ouderdom is en impliseer dat die dagsoomoppervlakte wat tans by Nietverdiend blootgelê is, 'n paleo-oppervlakte van dieselfde ouderdom is. Gesteentes van die Waterberg Groep en selfs moontlik die Karoo Opeenvolging het die gebied bedek maar dit is, behalwe vir die Waterberg Groep in Botswana, weggeërodeer.

3. DIE TEKTONIESE PLASING EN STRUKTUUR VAN DIE NIETVERDIENDKOM

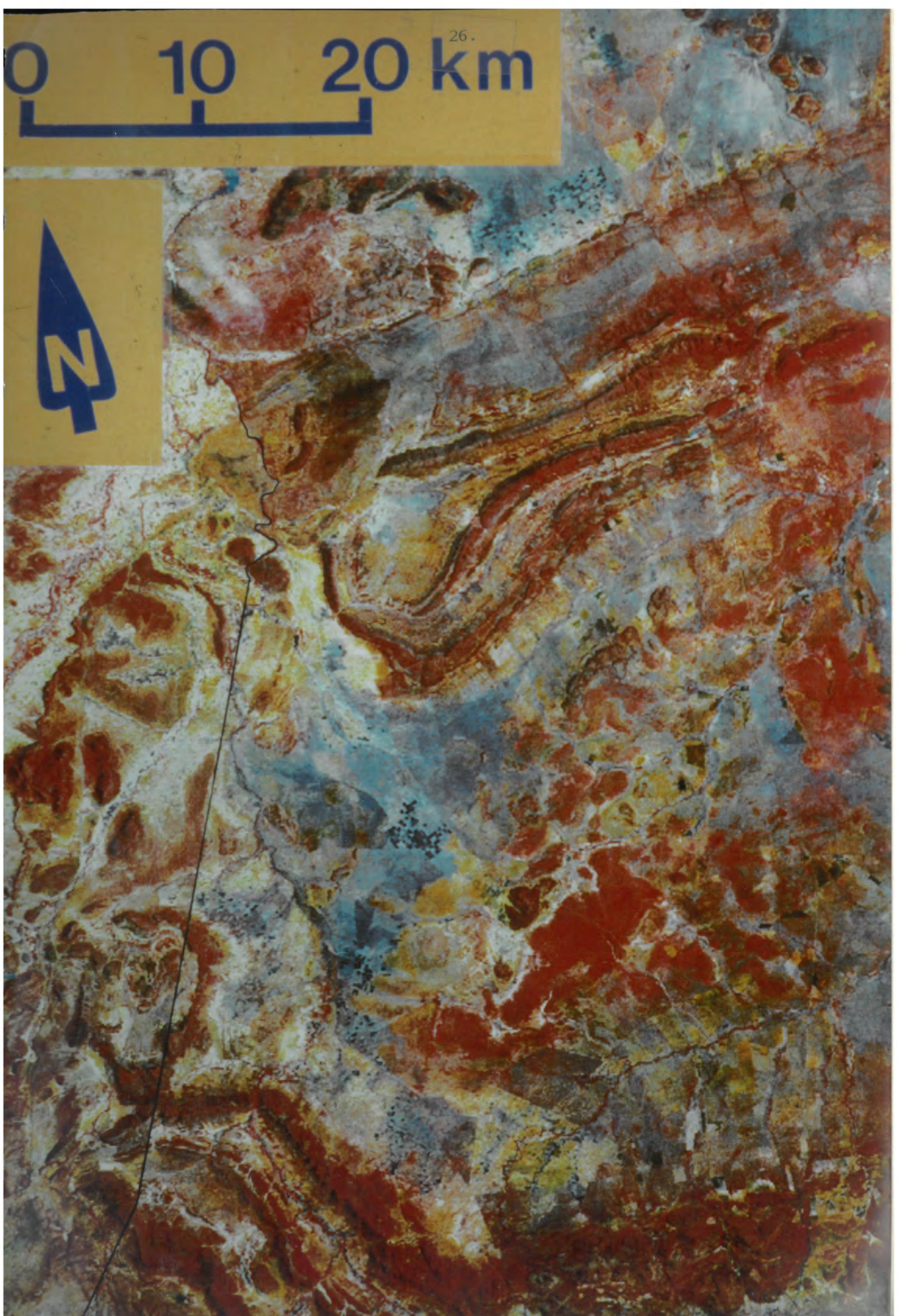
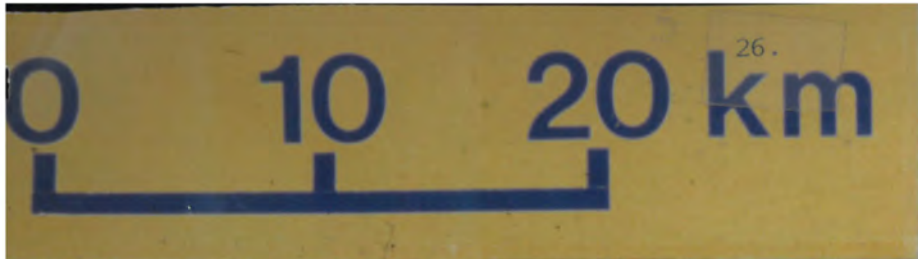
'n Interpretasiekaart en 'n veralgemeende profiel, waarop die struktuurverskynsels aangedui word, word gegee as Voublad 2. In hierdie geval is die geologiese formasies, die strukture en die geologiese kontakte vereenvoudig.

3.1 DIE GEOTEKTONIEK VAN DIE VLOERGESTEENTES

'n Kenmerkende eienskap van die vloer van die Bosveld Kompleks in die Nietverdiendomgewing is die redelike groot mate van vervorming en verskuiwing wat voorkom, en die ongelyke vloer wat dit dus tot gevolg het. Daar is verder 'n toename in kompleksiteit van vervorming na die weste van die gebied, wat uitermatige afmetings in Botswana aanneem (Crockett, 1971). Die strukture kan na gelang van die graad van vervorming en verplasing in drie kategorieë geplaas word. Die eerste is die glydekblaaie ("slides") wat veral in Botswana voorkom en geheel en al van die oorspronklike vloerposisies weggeskuif is onder die invloed van gravitasie. Die tweede is die twee plooistrukture in die weste van die gebied naby die Botswanagrens wat nog gedeeltelik aan die vloer vasgeheg is, en die derde is die vlak antiklinale golwings in die vloer wat soms deur verskuiwings begrens word en wat aan die ooste- en westekant van die dagsome van die laer sone van die Bosveld voorkom.

Die dagsoomkaart (Voublad 1) saam met die LANDSAT-beeld (Fig. 3-1) asook die struktuurkaart van Crockett (1971) is gebruik om 'n interpretasiekaart van die tektoniese plasing van die Bosveld Kompleks in die gebied saam te stel (Voublad 2). Slegs die top van die Chuniespoort Groep, die Timeball Hill-, Daspoort- en Magaliesbergkwartsiete van die Transvaal Opeenvolging, is aangedui op die kaart, aangesien hierdie lae 'n genoegsame afbeelding van die tektoniese plasing van die gebied gee.

Volgens Crockett (1971) word die afsettingskomme van die Transvaal en die Griekwaland-Wes Opeenvolging van mekaar geskei deur 'n stabiele platvorm van ongeveer 2800-3000 mj ouderdom. Die platvorm in die gebied bestaan onder andere uit die Gaborone en Molopo granietkoepels en word na verwys as die Vryburgboog (Hunter, 1975). Die genese van die tektoniese vorms, dws. die gravitasieglyding



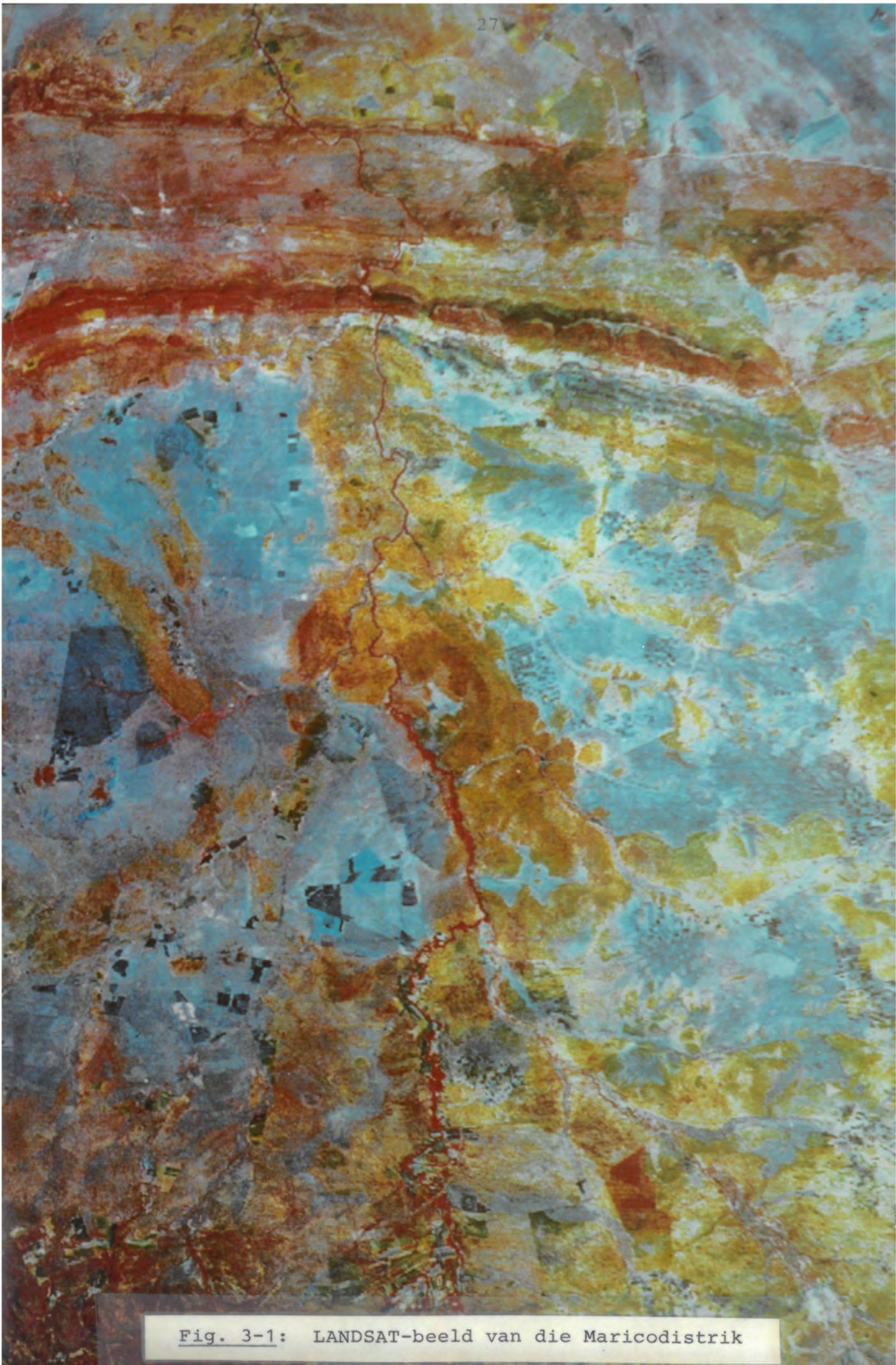


Fig. 3-1: LANDSAT-beeld van die Maricodistrik

soos voorgestel deur Crockett (1971) word hier aanvaar.

Die eerste van die bogenoemde struktuurkategorieë word as volg deur Crockett (1971) verklaar. Direk na die afloop van die afsetting van die Magaliesberg Formasie, het daar onstabiliteit op die westelike rand van die afsettingskom gekom as gevolg van die vinnige kanteling van die vloer na die ooste. Die oorsaak hiervan kan toegeskryf word aan eerstens die denudasie van die toevoergebied aan die westekant van die afsettingskom en, tweedens die daling van die vloer as gevolg van belasting deur die sedimente. Isostatiese herstel kon die kanteling bewerkstellig. Geen skisagtigheid of opvallende maaksel is in enige van die geplooië gesteentes gevind nie, wat aandui dat die tektoniek vroeg in die geologiese geskiedenis plaasgevind het terwyl die afsettings nog in 'n ongekonsolideerde toestand was. Vertikale kragte, naamlik gravitasie in teenstelling met horisontale tektoniek, was die dryfkrag van die proses. Gravitasieglyding van groot dekblaaie van sedimente van die Pretoria Groep, van wes na oos in die rigting van die dieper gedeeltes van die kom, langs vlakhellende verskuiwings, het plaasgevind. As gevolg van die vlak boogvormige afskuiwingsvlakke (in profiel gesien), is die helling van die afsettingslae op die fronte van die skywe soms omgekeer. 'n Voorbeeld hiervan is die dun lagies van Magaliesbergkwartsiet suidwes van die Dwarsberge en teen die Botswanagrens wat 'n allochtoon verteenwoordig, en waar hellingsbedrae van tot 30° in 'n westelike rigting gemeet is. Die kwartsiete suid hiervan, daarenteen, het 'n normale verwagte hellingsrigting na die ooste en toon 'n geringer mate van verplasing.

Die afskuiwings of gravitasieglydings het 'n verkorting van die koord van die omtrek van die kom, soos in plan gesien, tot gevolg gehad. Om in die beperkte strekkingsafstand in te pas, is die lae noodwendig geplooi en die plooiëkrommings soms geknak soos in die drie gebiede naby die Botswanagrens.

Die twee onderling verwante, minder vervormde plooiëstrukture in die weste van die gebied naby die Botswanagrens, een elk in respektiewelik die Tshwenyane- en Dwarsberge, val in die tweede struktuurkategorie. Die eerste sal na verwys word as die Kwa-Lobatlangstruktuur, genoem na die stat in die vlakte net ten

noorde daarvan en die tweede, die Ruitjesvlaktestruktuur, na die plaas waarop die kromming van die geplooië kwartsiet gedeeltelik dagsoom. Die Kwa-Lobatlangestruktuur toon plooiing van die Magaliesberg-, die onderliggende Daspoortkwartsiet en tot 'n geringe mate die Hekpoort Formasie. Die spoor van die plooi-assevlak het 'n benaderde strekking van N 50° O op die Magaliesbergkwartsiet. Die Ruitjesvlaktestruktuur, daarteen, toon 'n groter intensiteit van plooiing en vanaf die Magaliesbergkwartsiet tot so laag af as die Hekpoort Formasie is tot dieselfde mate versteur. By hierdie struktuur is die genoemde oorliggende formasies "afgeskil" en opgelig vanaf die onderliggende Timeball Hillkwartsiet, sonder om laasgenoemde enigsins te versteur. Geen dagsome kom voor in die kern van hierdie plooiestruktuur nie, maar dit word aanvaar dat die boonste Timeball Hillskalie, wat dikwels in die omgewing deur 'n grafitiese lei met goeie smeereienskappe verteenwoordig word, die "décollemente" voorstel. Die spoor van die plooi-assevlak vir hierdie struktuur strek benaderd N 20° O. Later het die noordoos strekkingwaartse Manyelanongverskuiwing die Timeball Hillkwartsiet vanaf die Kolobagatsikop, en die Magaliesbergkwartsiet vanaf die Sengomakop, in 'n noordoostelike rigting oor 'n horisontale afstand van 9.3 km verplaas.

Die derde en minste vervormde struktuurtype word, soos hierbo genoem, deur ongeveer noord-suidstrekke verskuiwingsdekblaaië en vlak plooië of golwings in die vloer van die Bosveldkom verteenwoordig. In die Nietverdiendomgewing word die niertjievormige liggaam van die laer en kritieke sone aan die weste- en oostekante begrens deur twee sulke strukture. Dit is interessant om daarop te let dat Holmes reeds so vroeg as 1905 plooiestrukture geïdentifiseer het in die gebied. Die Kalkfonteinkop - Piet Zyn Kop plooiestruktuur verteenwoordig vermoedelik 'n groot sinklienvormige oorskuiwingsdekblad. Volgens karteerwerk en interpretasie vanaf die LANDSAT-beeld, loop dit aan die noordekant teen die Dwarsberge vas, maar of dit hier 'n onbeweegte wortelsone voorstel, word nog bevraagteken.

Intensief geplooië en gebreksieerde granaat- en cordieriet-horingfelse is gevind op die plase Putfontein 2 JP, Doornlaagte 51 JP en Klarestroom 147 KP, en mag dien as bewyse dat verskuiwingsdekblaaië algemeen in die half-gekonsolideerde vloergesteentes ontstaan het.

Die westelike flank van hierdie sinklien het 'n algemene suidoostelike helling. Onmiddelik wes van Nietverdiend en in die trog van die sinklien kom 'n erosierelik van die laer en randsone van die Bosveld Kompleks voor. Die oostelike flank van die sinklien het 'n smaller dagsoomgebied en geen algehele hellingsrigting kon daarvoor gemeet word nie. Dit blyk dat die kwartsiet van Piet Zyn Kop aan die oostelike flank as die ekwivalent van die kwartsiet van die Kalkfonteinkop aan die westelike flank van die plooi is, en dit inderdaad 'n sinklien is. Direk oos van Piet Zyn Kop het die gesteentes van die kritieke sone teen 'n hoek van tot soveel as 20° na die ooste, wat heelwat steiler as die normale ongeveer 6° vir die gebied is. Hierdie feit, tesame met die willekeurige orientasie van die hellings gemeet in die Piet Zyn Kop-omgewing, sluit die moontlikheid nie uit nie dat daar, behalwe vir 'n lokale antiklinale plooi, 'n bykomende afskuiwingsone aan die oostekant van Piet Zyn Kop mag voorkom. Indien hier slegs 'n antiklien is sal dit baie styf geplooi moet wees, wat nie ooreenstem met die ander heelwat vlakker strukture wat tipies in die gebied voorkom nie. So 'n verskuiwing wat alreeds 'n aanvang geneem het gedurende die afsetting van die Silverton Formasie en aktief gebly het tot na die indringing van die magma van die randsone, sou 'n geskikte sone van swakte wees waarlangs die magmas vir die Goudini Kompleks later kon dring. Die verskuiwing sou ook in verband gebring kon word met die lokale verdieping van die afsettingskom wat die skrywer voorgestel het vir die verdikking in die Silverton Formasie en die metapeliete van die Magaliesberg Formasie, ten suide en noorde van die verskuiwingsone.

'n Erosierelik van die Rooihoogte en Timeball Hill Formasie dagsoom naby die Zwartkopfontein grenspos, in die noordwestelike hoek van die gebied. Die gesteentelae van die Zwartkopfonteinstruktuur het teen 'n hoek van ongeveer 50° na die weste en word omring deur onversteurde, ongeveer suidhellende dolomiete van die Chuniespoort Groep. Hierdie is 'n oorskuiwingsdekblad wat vanaf die weste oor die dolomiet beweeg het.

Die tweede in hierdie kategorie van strukture is wat beskou kan word as 'n vlak antiklinale plooi of golwing aan die oostekant van die "Bosveldniertjie". Die assevlak strek noord-suid en word by benadering deur die loop van die Maricorivier gevolg. Ongelukkig

gee die hellings van hierdie kwartsiete, net soos in die geval van Piet Zyn Kop, nie 'n eenduidige oplossing ten gunste van 'n antiklinale struktuur nie. Vanaf die LANDSAT-beeld (Fig.3-1) lyk dit desnieteenstaande, of hier wel 'n antiklinale plooi is. Soos by die vorige plooi, dui die willekeurige orientasie van die gesteentes in die dagsoom, saam met die afgestompte voorkoms van die kwartsiete aan die westekant van Zelikatskop, asook van die kwartsiet ten noordooste van Maaierskraalkop, op 'n tweede moontlike noord-suidstreckende verskuiwingsone.

Die derde struktuur in die kategorie is die kom wat die vloer van die rand- en laer sone van die Bosveld Kompleks vorm. Dit het 'n algemene noord-suid strekking weens die strekkingsrigting van, en die feit dat dit ingeperk word deur die twee strukture hierbo bespreek. Dit kan vanaf die konfigurasie van veral die birbirietsdagsome van die laer sone (Voublad 1) gesien word dat die kom in 'n noordelike en 'n suidelike sub-kom geskei was tydens die kristallasieverloop van hierdie sone. Die veronderstelling is dat oos-wesstreckende vloergesteentes vanaf Piet Zyn Kop na Zelikatskop op die vloer van die kom voorkom om 'n saalplooi te vorm. Behalwe die reeds genoemde erosierelik van die rand- en laer sone ten weste van Nietverdiend, is daar 'n verdere twee inhamme aan die oostekant van die kom. Die grootste lê suid van Zelikatskop en tot feitlik teen die Maricorivier in die ooste. Dit word geskei van die die hoofkom deur 'n kwartsietrif in die vloer wat vanaf Zelikatskop suidwerts strek na die antiklinale struktuur oos van Maaierskraalkop. Noord van Zelikatskop kom 'n kleiner maar soortgelyke inham voor.

3.2 DIE INPLASING VAN DIE BOSVELD EN DIE GOUDINI KOMPLEKS

Die voorganger van die Rustenburg Gelaagde Suite word in die gebied verteenwoordig deur noriet- en diabaasplate, asook gange, almal van die Marico Hipabissale Suite. Die reedsbestaande vlakke van die dekblaai en verskuiwings is vermoedelik deur die magma van hierdie suite geëksploiteer, soos byvoorbeeld noord van Spitskop (Voublad 2).

Die volgende tydperk van magma-aktiwiteit was dié waartydens die gabbroïese en noritiese gesteentes van die randsonne ingeplaas

is. Laasgenoemde dagsoom slegs direk suid en in 'n geringer mate noord van die "Bosveldniertjie". Die dikte van die randsones is 814 m, soos aangetref in die boorgat G1 op die plaas Goudini 30 JP. Die magma vir die randsones het teen die gesteentes van die Pretoria Groep gekristalliseer. Skedes van gekontameneerde noriete omsluit as 'n reël xenoliete van metasedimentêre gesteentes, veral chemies onreaktiwe kwartsietresisters. Die kwartsiete, soos dié van Piet Zyn Kop en Zelikatskop staan prominent uit en penetreer vermoedelik die randsones, terwyl die omliggende, meer reaktiewe pelitiese materiaal geassimileer is tydens hierdie vroeë magmawerking.

Die laer en die kritieke sone verteenwoordig 'n volgende periode van magma-indringing en word deur die karakteristieke niertjievormige, en ook gelobde liggaam van Nietverdiend, uitgebeeld. Daar word vyf sub-lobbes van die laer sone onderskei, naamlik die groter noordelike en suidelike sub-lobbe, die twee kleinere sub-lobbes suid en noord van Zelikatskop en die vyfde alleenstaande lob wes van Nietverdiend (Voublad 2). In teenstelling met die laer sone wat aan weerskante ingestulp is as gevolg van die twee bogenoemde kwartsietkoppe, is die liggaam van die kritieke sone slegs aan die westekant konkav as gevolg van die nabyheid van Piet Zyn Kop. Die lae aan die top van die laer sone is hier verdun en knyp gedeeltelik uit. Die noord-suid as van die kom het dus na die weste beweeg tydens die kristallasieverloop.

Die steiler helling van die gesteentelae van die Dwarsberge (25°) in teenstelling met die vlakke Tshwenyaneberge (9°) bepaal dat die niertjievormige kom nader aan die eersgenoemde bergreeks lê. Dit impliseer ook dat die gesteenteprofiel van die stolrotse in die noordelike lob moontlik dikker is as die suidelike lob (1850 m in boorgat G1, profiel A-F, Voublad 1). Na aanleiding van die gravitasiewerk in die gebied deur Biesheuvel (1970), waartydens die inligting van die boorgat G1 beskikbaar was, is op grond van residuele gravitasiebepalings 'n maksimum dikte van 1600 m geïnterpreteer vir die noordelike lob. Indien hierdie waarde as benaderd korrek aanvaar word, vereis dit dat die hellings in diepte direk suid van die Dwarsberge vinnig vervlak, soos in profiel A-F op Voublad 1 aangedui.

Biesheuvel (1970) het vanaf gravitasie-opnames tot die slotsom gekom dat die toevoerkanale vir die Bosveld- asook die Goudinimagmas saamgeval het, en onder die huidige vulkaniese prop van die Goudini Kompleks geleë was. Die twee veldwaarnemings wat teen 'n lokale ventiel vir die Bosveldmagma getuig, is eerstens, die feit dat daar op die verwagte diepte volgens interpolasie van die hellings van die omliggende kwartsietrante, vloergesteentes aangetref is in die boorgat G1. Die tweede is dat die Bosveld gesteentes horisontaal lê in die middel van die "niertjie". Na afloop van die Goudini vulkaniese aktiwiteit en gevolglike drukvermindering onder die ventiel het terugsakking van die vulkaniese prop gevolg. Dit het die aangrensende Bosveldgesteentes verskuif en 'n ommekeer in die hellingsrigting van die bronstiete asook die eerste ondergeskikte en LG-1 chromitietlaag bewerkstellig, en hellings van $23-35^{\circ}$ is op hierdie chromitiete van die plaas Goudini 30 JP gemeet. Mikrobeksiëring van die chromietkorrels in die aanliggende chromitiete kan ook aan hierdie vulkaniese gebeurtenis gekoppel word.

3.3 KLEINER VERSKUIWINGS EN PLOOIE

Lineamente en verskuiwings in die vloergesteentes noordwes van Zeerust is voorheen beskryf deur Klop (1978). In hierdie gebied het die verskuiwings in die algemeen 'n noord-noordwestelike strekking, maar verder na die ooste in die omgewing van Enzelsberg, kom daar ook verskuiwings met noordoostelike strekkings voor. In die noordelike ranteveld is die strekkings van die verskuiwings oorwegend noordwes of noordoos. Die verplasing is soms gering en in sekere gevalle kan geen verplasing met sekerheid vasgestel word nie (Voublad 1).

Die mafiese gesteentes van die Nietverdiendkom word gekenmerk deur baie verskuiwings, ook met geringe verplasing, wat uitstraal na die buiterand van die "niertjie". Die verskuiwings is meer algemeen waargeneem aan die oostekant daarvan, en verplaas soms die chromitiete soos byvoorbeeld op die plaas Strydfontein 12 JP. Dit het ook verder die duplikasie van die LG-3 chromitiet op die plaas Turfbult 10 JP tot gevolg gehad. Dit blyk dat hierdie verskuiwings

ontstaan het tydens die afkoel- en kompakterings- periode van die Bosveldliggaam. Inkrimping en versakking, met die gevolglike tensietoestand, het die breuke veroorsaak. Breukopvullings van amfiboliet en serpentyn, soms asbesvormig, asook talk, kom algemeen in hierdie strukture voor. Die kristallasie van die waterhoudende minerale word toegeskryf aan die selfmetamorfisme van die ferromagnesiese Bosveldgesteentes in die teenwoordigheid van water tydens afkoeling.

Op die plaas Tweekoppiesfontein 143 KP kom 'n klein plooitjie van die mafiese gesteentes in die laer sone voor wat toegeskryf word aan versakking voor vaswording.

3.4 DIE OORSPRONG VAN DIE VLOERSTRUKTURE

Soos hierbo genoem, kan die genese van die drie kategorieë van strukture gekoppel word aan gravitasieglyding. Vier karaktertrekke van die laaste twee kategorieë van strukture moet in oënskou geneem word. Die eerste is dat die Kwa-Lobatlangstruktuur, die Ruitjiesvlaktestruktuur en die twee plooistrukture wat die "Bosveldnietjie" begrens, by benadering noord-suidstrekkeende plooi-asse het. Die tweede is dat by die Ruitjiesvlaktestruktuur alle gesteentelae bokant die Timeball Hill Formasie "afgeskil" is, sonder om die onderliggende lae enigsins te versteur. Hierdie struktuur is aan die oostekant nog vasgeheg aan die vloer. Derdens, toon die "skil" van gesteentelae volgens dagsome geen instortings of intraformasionele plooië nie. Vierdens, is geen maaksel in enige van die strukture opgemerk nie.

'n Gravitasieglydingsproses van wes na oos, vanaf 'n stabiele platvorm na dieper gedeeltes van die kom (Crockett, 1971) is een moontlike verklaring vir 'n benaderde noord-suid orientasie vir die strukture, maar die volgende bykomstige hipoteses behoort in gedagte gehou te word. Die kors waarop die Transvaalafsettingskom rus kon tydens en as gevolg van die inplasing van die Marico Hipabissale Suite onder die bykomstige belasting gesak het. Dit sou tot gevolg gehad het dat die koord van die aardomtrek verkort met

gevolglike laterale kompressietoestande loodreg aan die noord-suidstrekke westelike rand van die kom, soos deur Sharpe en Snyman (1980) voorgestel. Die jonger en boonste lae is meer verkort en sou dus onder groter kompressietoestande verkeer. Plastiese vervorming tydens plooiing kon die toestand verlig sonder 'n gevolglike maaksel. Die feit dat die gesteentelae nie afwaarts nie, maar wel opwaarts geplooi het getuig van die teenwoordigheid van 'n maklik verplaasbare oorliggende medium, soos ongekonsolideerde sedimente. Die bydrae van 'n diapiriese meganisme (Button, 1978), waartydens die gesteentelae van die Pretoria Groep in 'n digter oorliggende mafiese magma kon opstyg, kon na aanvang van die plooiing waarskynlik 'n rol gespeel het. Die meganisme van gravitasieglyding saam met 'n diapiriese werking begunstig ook die ontstaan van 'n skerp décollement waarby slegs die boonste sedimentêre lae geplooi is, sonder om die onderliggendes enigsins te versteur. Crockett (1971) wys op die rol van verhoogde tussenkorrelse vloeistofdruk om die gravitasieglyding te induseer.

4. DIE HEKPOORT EN DIE ONGELUK FORMASIE

In hierdie hoofstuk word die Hekpoort Formasie in die Wes-Transvaal vergelyk met sy eweknie in die Oos-Transvaal asook met die Ongeluk Formasie in die Noord-Kaap (Fig. 4-1). Daar word verder, klem gelê op die chemiese karaktertrekke van die drie suites. Die drie steekproefgebiede word verteenwoordig deur (i) 49 rotsmonsters van die Hekpoortlawas geneem langs vier traverse op 'n dagsoomoppervlak van ongeveer 25 km², noordoos van Zeerust (WT-reeks), (ii) 30 rotsmonsters geneem van dieselfde formasie oor 'n smal dagsoomgebied wat strek oor ongeveer 100 km, ten ooste van Lydenburg (OT-reeks), en (iii) 33 rotsmonsters geneem langs vier oos-wes traverses oor 'n dagsoomgebied van 1000 km² in die vlakhellende Ongeluk-Witwater sinklien, suid-oos van Postmasburg (NK-reeks).

4.1 LITOLOGIE EN PETROGRAFIE

Die Hekpoort Formasie in die Wes-Transvaal (Engelbrecht, 1973, Klop, 1978) bestaan hoofsaaklik uit 'n aantal lawa-uitvloeiings van gelykmatige diktes. Elk kan vir etlike kilometer langs strekking gevolg word. Die lawa het in alle waarskynlikheid deur toevoersplete as 'n "stil" tipe uitgevloei. Die tussengelaagde, graderingsgelaagde chert en tuf getuig van 'n onderwaterse omgewing. Die maksimum dikte van die formasie in die Wes-Transvaal is 513 m. Mineralogies beskou, bestaan die lawa tipies uit groen pleochroïese horingblende, plagioklaas en kwarts, met ondergeskikte hoeveelhede cummingtoniet, biotiet, muskoviet, chloriet en klinozoisiet. Dit bevat verder ertsminerale soos piriet en chalkopiriet, asook yster- en titaanoksiede. Die amandels bestaan hoofsaaklik uit kwarts, maar minerale soos plagioklaas, amfibool, biotiet, klinozoisiet, chloriet, epidoot, oksiede en sulfiede is aangetref (Fig. 4-2 a,b,c). Die gesteentetipe word beskou as 'n amfiboliet wat ontstaan het deur die metamorfisme van 'n pirokseenhoudende basaltiese lawa.

Die Hekpoort Formasie van die Oos-Transvaal is soorgelyk aan dié van die Wes-Transvaal (Sharpe et al, 1983). Die handmonsters het 'n groen-grys kleur en bestaan uit klino-amfibool, veranderde plagioklaas, en kwarts, met ondergeskikte hoeveelhede muskoviet,

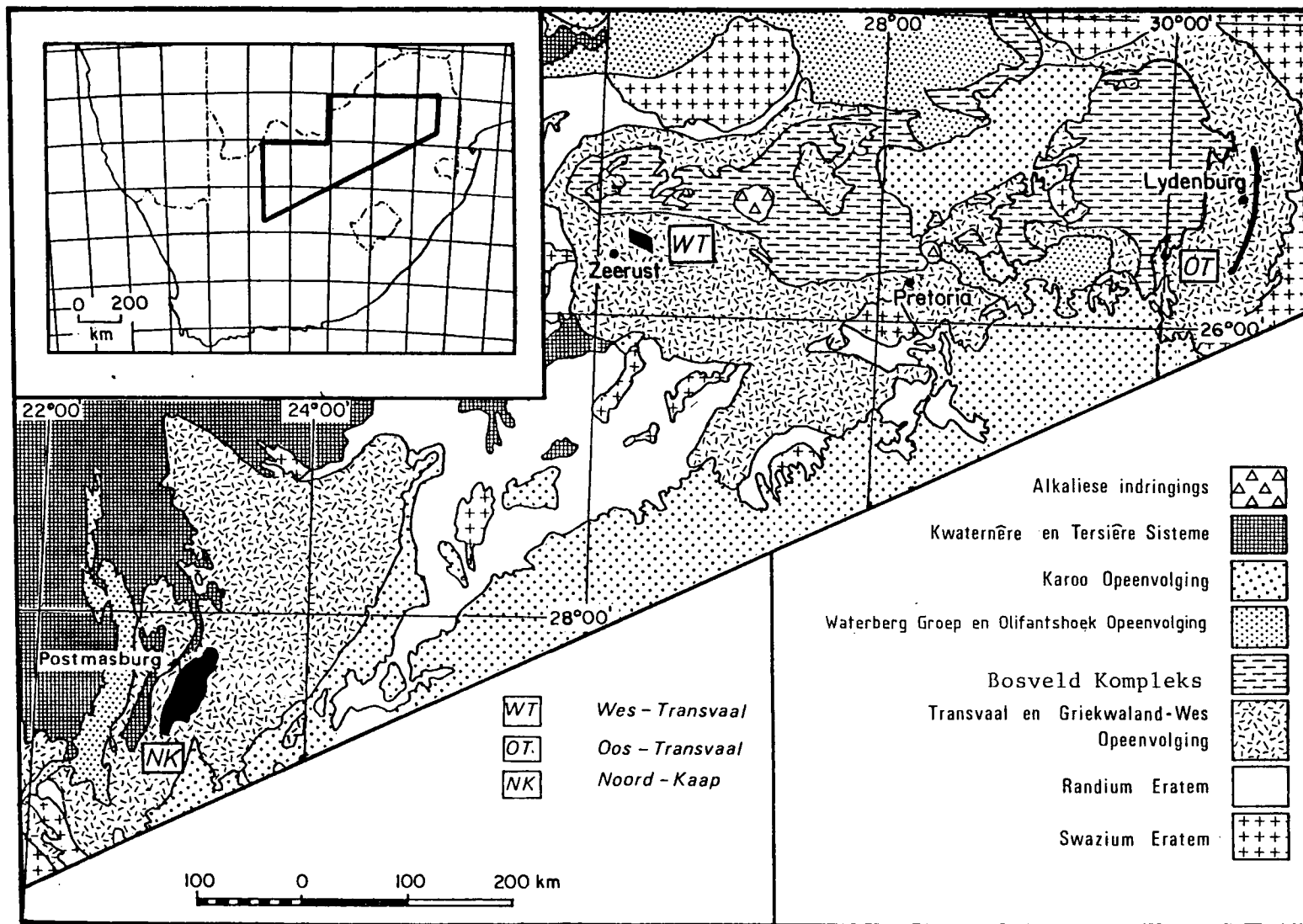


Fig. 4-1: Lokaliteitskaart van die steekproefgebiede vir die Hekpoortlawas in die Wes-Transvaal (WT) en Oos-Transvaal (OT) asook die Ongeluklawas van die Noord-Kaap (NK). Stratigrafiese terminologie volgens S.A.C.S., 1980.

Fig. 4-2_a: Hekpoortlawa met horingblende en plagioklaas in die grondmassa; groot horingblende kristalle in die amandel (links) (gekruiste polariseerders, LA-63, Zandpoortje 95 JP, Wes-Transvaal)

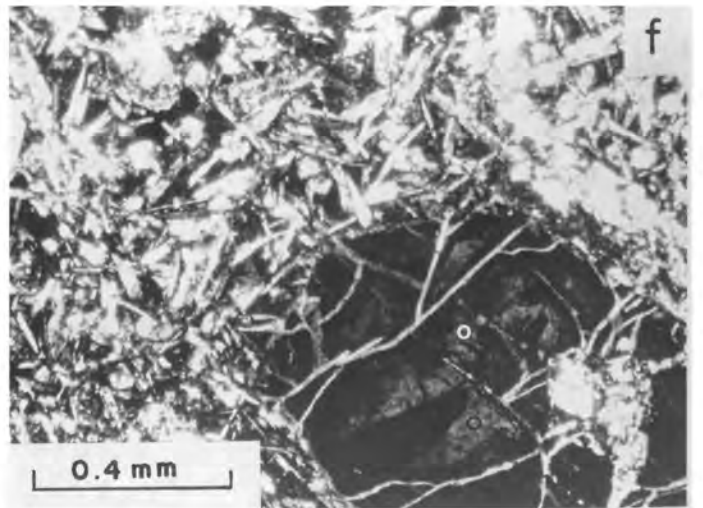
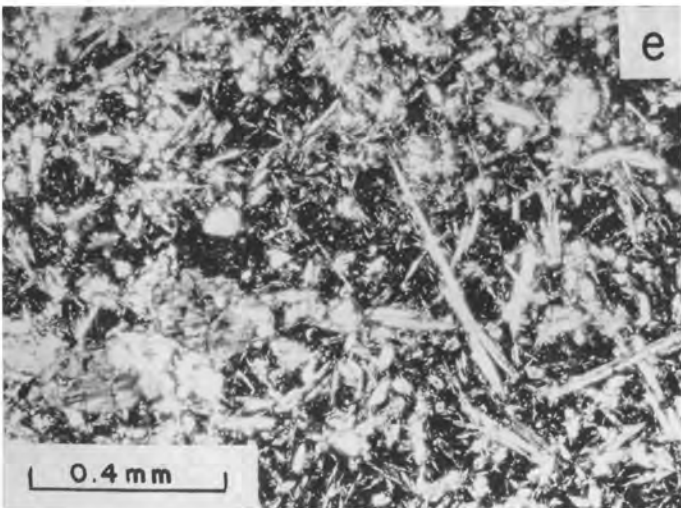
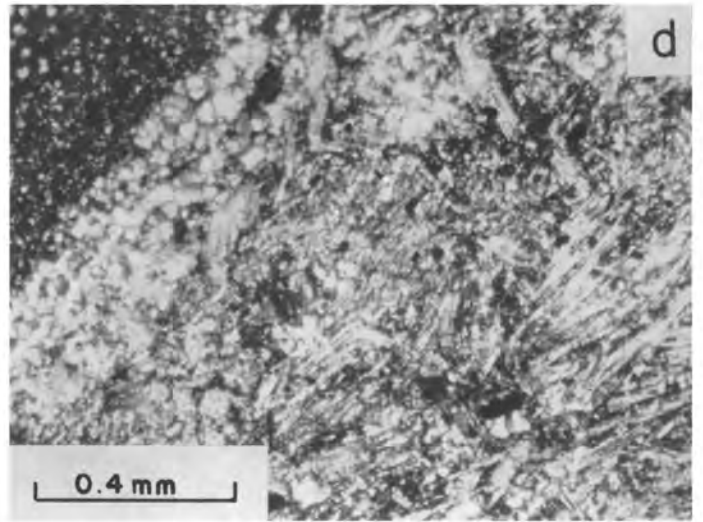
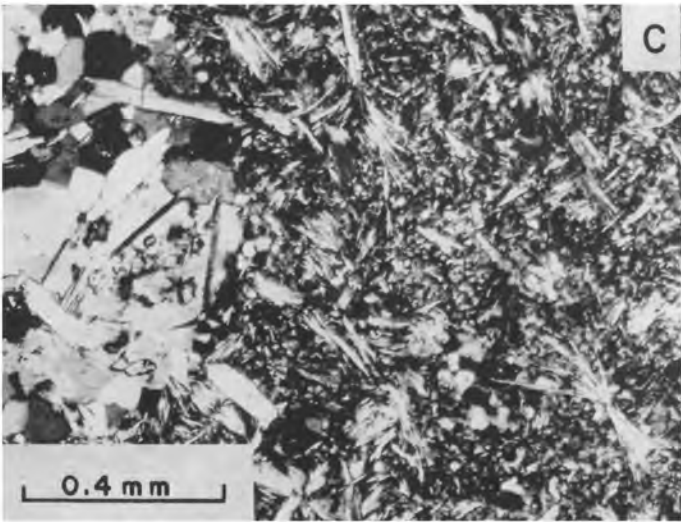
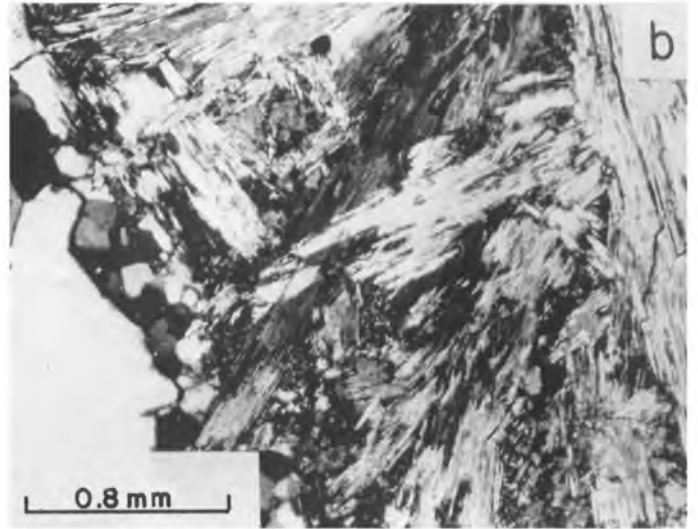
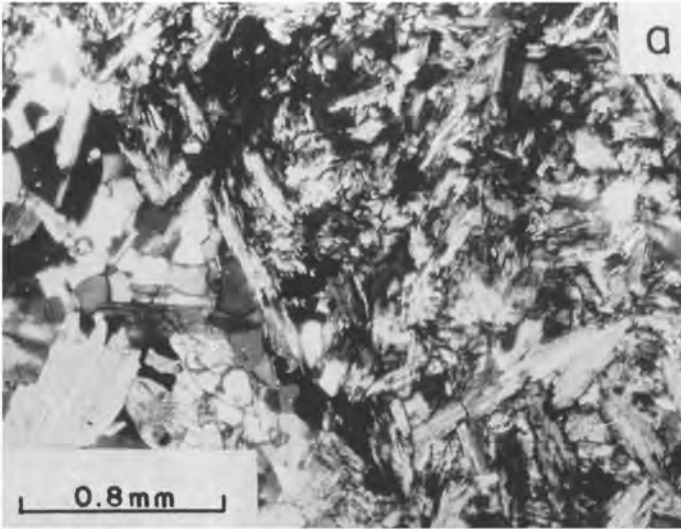
Fig. 4-2_b: Hekpoortlawa met horingblendekristalle en amandel van kwarts (links) (gekruiste polariseerders, LA-30, Doornrivier 97 JP, Wes Transvaal)

Fig. 4-2_c: Hekpoortlawa met fyn horingblendekristalle en amandel (links) van biotiet kwarts en horingblende (gekruiste polariseerders, LA-54, Zandpoortje 95 JP, Wes-Transvaal)

Fig. 4-2_d: Hekpoortlawa met aktinoliët en amandel (links bo) van kwarts (gekruiste polariseerders, OT-31, Oos-Transvaal)

Fig. 4-2_e: Ongeluklawa met fyn ougietnaalde (gekruiste polariseerders, NK-26, Noord-Kaap)

Fig. 4-2_f: Ongeluklawa met fyn ougietnaalde en serpentyn pseudomorf na moontlik fenokriste van pirokseen of olivien (o) (ge-kruiste polariseerders, NK-20, Noord-Kaap)



talk en chloriet (Fig. 4-2 d). Die amandels bevat kwarts en amfibool, en in sommige gevalle sulfiede.

Die lawas van die Ongeluk-Witwater sinklien het 'n grys-groen kleur en bevat fyn naaldjies van plagioklaas, klinopirokseen en amfibool. Serpentympseudomorfe na pirokseen- of olivienfenokriste kom algemeen in die massiewe lawa voor (Fig. 4-2 f). Die gesteente bevat selde enige amandels, maar kussingstrukture en hialoklastiese materiaal is beskryf (Grobler en Botha, 1979).

Die graad van verandering van die Hekpoortlawas in die oureool van die Bosveld Kompleks lê naby die oorgang tussen die albiet-epidoot- en die horingblende-horingfelsfasies van metamorfisme. Met die Ongeluklawas, daarenteen, was die termale komponent gering, en slegs bedekking was verantwoordelik vir die onvolledige, laergraadse groenskisfasies van metamorfisme.

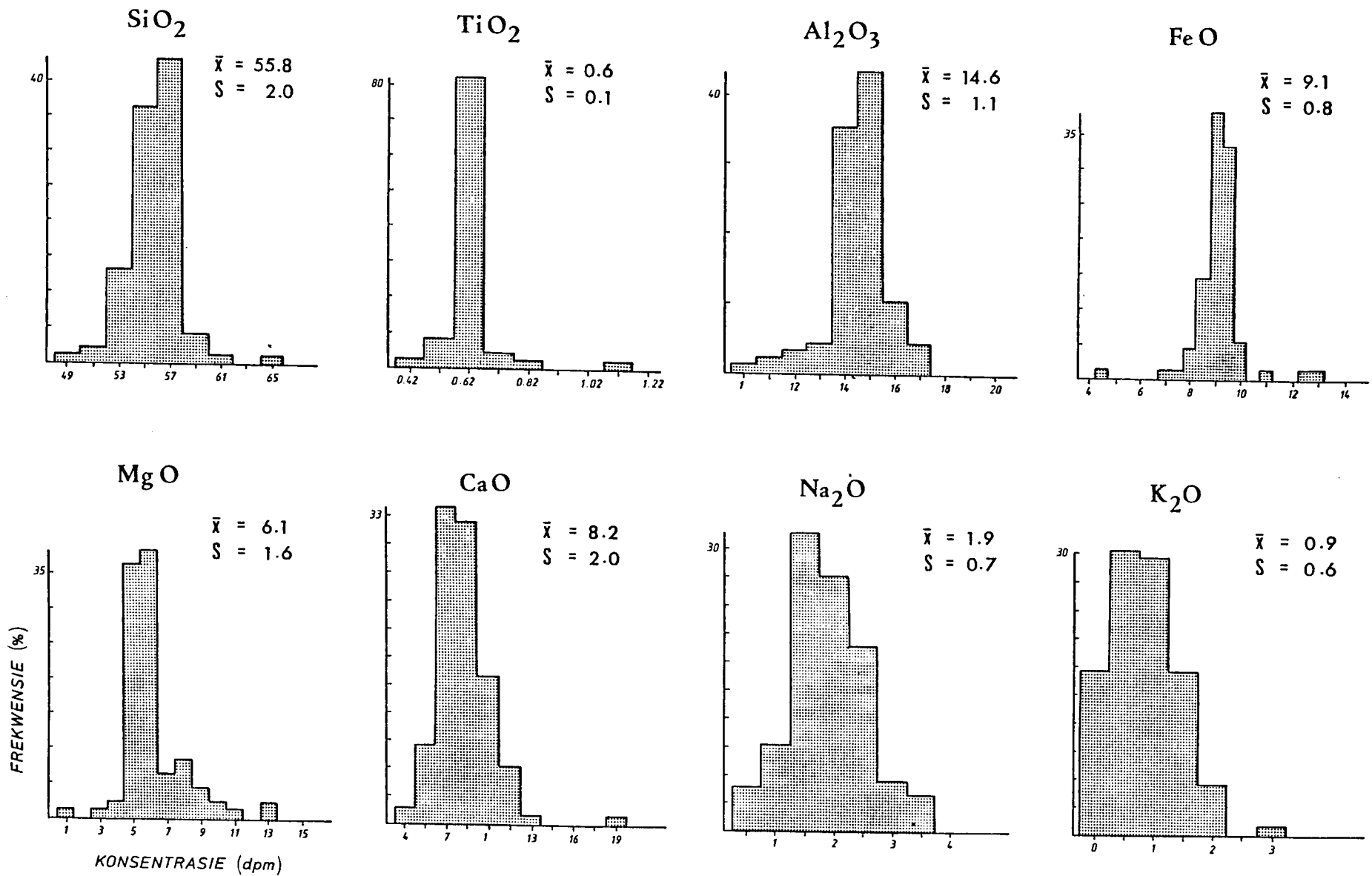
4.2 PETROCHEMIESE KARAKTERISERING VAN DIE LAWAS

Daar is twee petrochemiese probleme wat aandag geniet by die hieropvolgende bespreking. Die eerste is om die magmatipe of tipes te bepaal en die gesteentes daarvolgens te klassifiseer, en die tweede is om vas te stel volgens watter veranderlikes, indien enige, die drie suites van mekaar onderskei kan word.

Daar word voorlopig aanvaar dat ons te doen het met een generasie van magma-aktiwiteit en die 112 gesteentemonsters word beskou as 'n saamgestelde steekproef. In 'n latere paragraaf word daar gepoog om die drie suites volgens chemiese oorwegings van mekaar te onderskei.

4.2.1 Histogramme

Die histogramme van die chemiese hoeveelhede saam met die gemiddeldes en standaardafwykings word in Figuur 4-3 vir die belangrikste hoofelemente en in Figuur 4-4 vir die belangrikste spoorelemente aangedui. Behalwe vir MgO en Cr, toon die meeste hoofelemente enkelmodale verspreidings. Dit is 'n aanduiding dat hier moontlik een populasie van lawas is. SiO₂ en Al₂O₃ toon effens negatiewe skewe verspreidings wat moontlik toegeskryf kan



41.

Fig. 4-3: Histogramme van hoofelementoksiede vir al 112 lawas asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

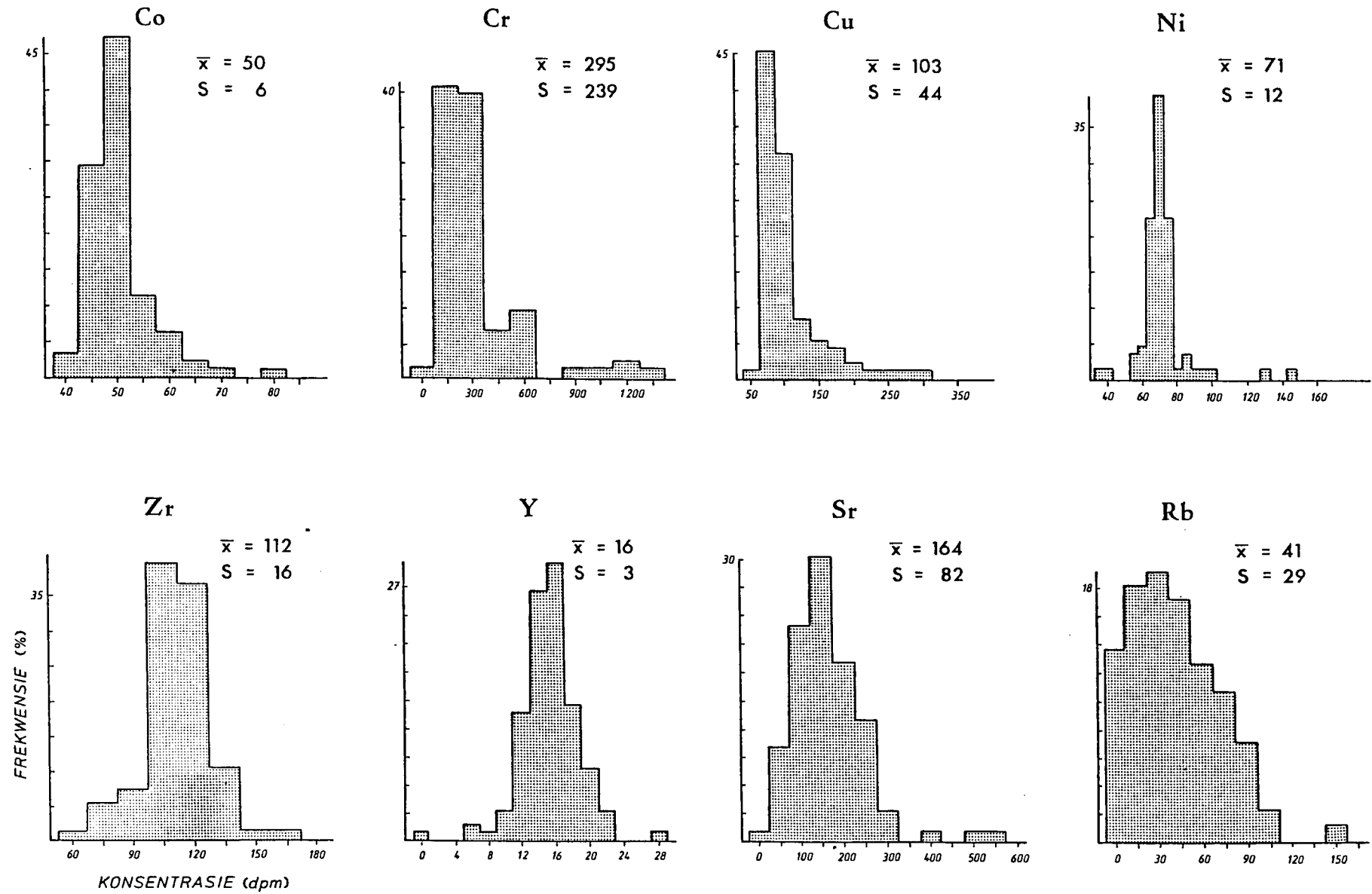


Fig. 4-4: Histogramme van spoorelementhoeveelhede vir al 112 lawas, asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

word aan differensiasie van die magma voor inplasing. Die ander chemiese hoeveelhede is op die oog af redelik normaal verdeel, met 'n geringe mate van lognormale verdelings in die gevalle van CaO, Na₂O, K₂O, Co, Cu, Sr en Rb.

4.2.2 Korrelasiematriks

Die korrelasiematriks vir die chemiese hoeveelhede word in Tabel 4-1 gegee om aan te dui watter elemente kristalchemies met mekaar verband hou. Die koëffisiente wat groter is as 0.5 is onderstreep. SiO₂ en Zr toon 'n redelike korrelasie en dui moontlik daarop dat die mineraal sirkoon meer algemeen in silikaryker gesteentes voorkom. FeO, MnO, TiO₂, V en Ni toon 'n goeie korrelasie omdat die elemente gesamentlik in Fe-Ti-oksiede en -silikate voorkom. MgO, Co, Cr en Cu is onderling positief gekorreleer, maar toon negatiewe korrelasies met Al₂O₃, omdat hulle saam in ferromagnesiese minerale voorkom en die konsentrasies afneem met die veldspaatinhoud van die gesteentes. K₂O en Rb is besonder goed gekorreleer aangesien die elemente met mekaar versoenbaar is in die veldspate en glimmers. Zr, Y en Nb is onderling goed gekorreleer en kom in die mineraal sirkoon saam voor.

4.2.3 Die FMA-diagram

Die FMA-diagram (Fig. 4-5) dui die skeiding tussen die kalk-alkaliese en tholeiitiese veld aan, volgens Irvine en Baragar (1971). Al 112 lawas is hierop gestip en dui aan dat die gesteentes volgens hierdie klassifikasie oorwegend tholeiities is, en in 'n geringe mate oorvleuel met die kalk-alkaliese veld.

4.3 MINERALOGIESE KLASSIFIKASIE VAN DIE LAWAS

Afhangende van die stelsel wat toegepas word, kan die lawas of as basalte of as andesiete geklassifiseer word, en daar kan selfs van basaltiese andesiete of andesitiese basalte gepraat word.

4.3.1 Klassifikasie volgens modale samestelling

Daar is twee klassieke klassifikasiestelsels op die Hekpoort- en Ongeluklawas van toepassing. Die eerste, wat deur Rosenbusch

Tabel 4-1

Korrelasiekoëffisiënte vir die chemiese hoeveelhede van die Hekpoort- en Ongeluklawas

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Co	Cr	V	Zn	Cu	Ni	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	
1	-0.25	0.15	<u>-0.51</u>	-0.48	-0.23	-0.46	0.12	0.15	0.09	-0.22	0.07	-0.47	0.25	-0.02	-0.30	0.37	<u>0.54</u>	0.14	0.16	0.24	SiO ₂
	1	0.19	0.50	0.12	-0.38	0.27	-0.02	-0.09	0.49	-0.13	-0.46	<u>0.68</u>	0.27	-0.45	0.48	0.01	0.19	0.43	0.07	-0.12	TiO ₂
		1	-0.29	-0.19	<u>-0.67</u>	0.14	-0.05	0.11	0.34	<u>-0.53</u>	<u>-0.58</u>	-0.15	0.07	<u>-0.64</u>	-0.14	0.45	<u>0.54</u>	0.36	-0.20	0.18	Al ₂ O ₃
			1	<u>0.56</u>	0.33	-0.04	-0.03	-0.04	0.13	0.41	0.06	<u>0.55</u>	-0.31	0.12	<u>0.53</u>	-0.32	0.22	0.08	0.01	-0.08	FeO
				1	<u>0.55</u>	-0.11	0.15	-0.08	-0.20	0.46	0.30	0.37	-0.36	0.37	0.47	-0.33	-0.45	0.05	-0.23	-0.08	MnO
					1	-0.34	0.02	-0.05	<u>-0.56</u>	<u>0.80</u>	<u>0.84</u>	0.05	-0.33	<u>0.90</u>	0.24	-0.41	<u>-0.56</u>	-0.44	-0.08	-0.12	MgO
						1	-0.47	-0.48	0.18	-0.23	-0.35	0.24	0.14	-0.32	-0.21	-0.04	-0.09	0.07	0.01	-0.45	CaO
							1	-0.10	0.06	-0.16	-0.15	-0.08	-0.07	-0.06	0.16	-0.04	-0.06	-0.08	0.00	-0.10	Na ₂ O
								1	-0.11	-0.04	-0.00	-0.14	-0.05	-0.08	0.12	-0.02	0.06	0.11	-0.09	<u>0.92</u>	K ₂ O
									1	-0.41	-0.62	0.10	0.08	<u>-0.59</u>	-0.03	0.28	0.46	0.46	0.05	-0.05	P ₂ O ₅
										1	<u>0.74</u>	0.24	-0.10	<u>0.77</u>	0.16	-0.40	-0.49	-0.37	-0.11	-0.12	Co
											1	-0.11	-0.13	<u>0.96</u>	-0.03	-0.21	-0.27	-0.34	-0.05	-0.02	Cr
												1	0.07	-0.07	<u>0.59</u>	-0.29	-0.28	0.13	-0.15	-0.25	V
													1	-0.17	-0.09	0.06	0.13	-0.01	0.01	-0.06	Zn
														1	0.04	-0.29	-0.37	-0.39	-0.07	-0.11	Cu
															1	-0.23	-0.19	-0.08	-0.05	0.02	Ni
																1	<u>0.64</u>	<u>0.54</u>	-0.12	0.06	Nb
																	1	<u>0.57</u>	0.18	0.16	Zr
																		1	-0.05	0.19	Y
																			1	-0.04	Sr
																				1	Rb

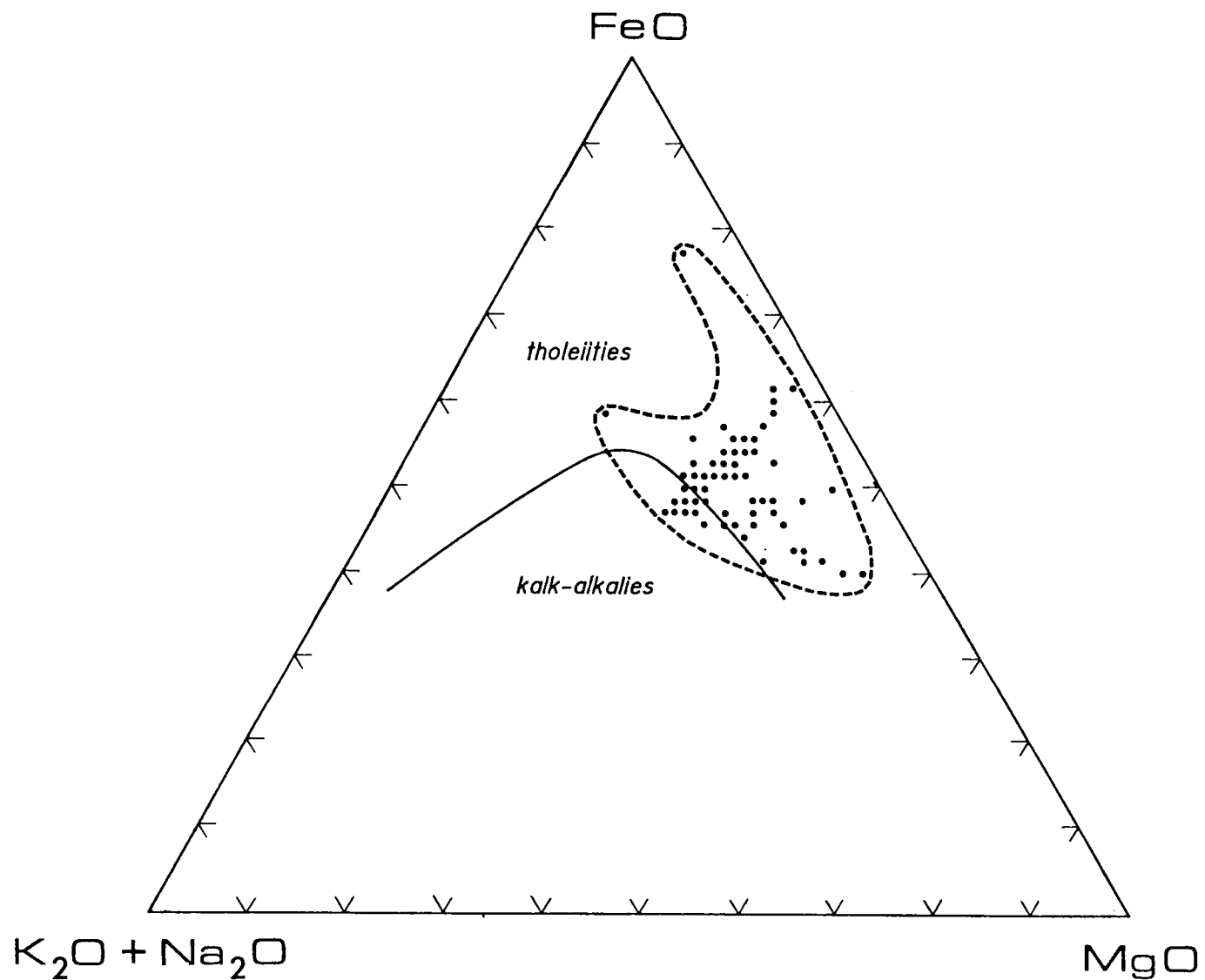


Fig. 4-5: FMA-diagram waarop al 112 lawas gestip is. Die verdelingskurwe tussen tholeiities en kalk-alkalies is volgens Irvine en Baragar (1971).

(Shand, 1949) voorgestel is, klassifiseer mafiese lawas volgens die anortietinhoud van die plagioklaas, ongeag die donkermineraal. 'n Samestelling vir die plagioklaas in die lawas van minder of soveel Ca as andesien, resorteer onder andesiete, en meer, onder basalte. Die probleem is dat die gesteentes dikwels fynkristallyn is en die plagioklaassamestellings opties moeilik is om vas te stel. Sonebou is algemeen en intens by vulkaniese plagioklase, veral by die fenokriste, en grensgevalle kan moeilik geplaas word. Die aanvanklike plagioklaassamestelling is dikwels, soos ook die geval is met die Hekpoortlawas, deur metamorfisme verander. In die geval van die Hekpoort Formasie in die Wes-Transvaal, is plagioklaassamestellings opties bepaal op sonêrgebooue kristalle en wissel tussen An_{36-63} , terwyl X-straaldiffraktometriese bepalinge wissel tussen An_{31-76} (Engelbrecht, 1973). Volgens die gemiddelde anortietwaarde (An_{59}) sal die Wes-Transvaalse lawas ongetwyfeld as basalte klassifiseer.

'n Tweede stelsel, gegrond op modale minerale, volgens Zirkel (Shand, 1949), klassifiseer die lawas wat amfibool of biotiet bevat as andesiete, ongeag die plagioklaassamestelling. Hiervolgens is die Hekpoort- en Ongeluklawas, andesiete. Omdat die gering gemetamorfoseerde Ongeluklawas ougiet bevat, word aanvaar dat die Hekpoortlawas ook klinopirokseenhoudend was, en dat hulle deur metamorfisme en hidrasie verander is na amfiboliete. Die Hekpoort- en Ongeluklawas wat, behalwe vir hul waterinhoud, van soortgelyke chemiese samestelling is, klassifiseer dus volgens waterinhoud as andesiete en basalte, onderskeidelik.

Albei die bogenoemde klassifikasiestelsels kan moeilik toegepas word en lei tot teenstrydige gevolgtrekkings. Shand het verkies om gesteentes met minder as 30 persent per volume donkerminerale as andesiete en meer as 30 persent donkerminerale as basalte te klassifiseer.

Volgens die AGI Glossary of Geology (Bates en Jackson, 1980) word 'n andesiet gedefinieer as "'n donkerkleurige, fynkorrelrige ekstrusiewe gesteente wat, indien porfirities, fenokriste van hoofsaaklik sonêrgebooue plagioklaas (veral andesien) en een of meer van die mafiese minerale (bv. biotiet, horingblende, pirokseen) bevat, in 'n grondmassa van dieselfde mineraal-samestelling as die eersteling, alhoewel die plagioklaas meer

natriumryk is, en kwarts kan voorkom".

4.3.2 Klassifikasie volgens normatiewe samestelling

Die chemiese hoeveelhede saam met die normatiewe samestellings en katioonpersentasies word vir die 49 Wes-Transvaalse gesteentemonsters in BYLAAG 4-1, vir die 30 Oos-Transvaalse gesteentemonsters in BYLAAG 4-2 en vir die 33 Noord-Kaapse gesteentemonsters in BYLAAG 4-3 gegee. Hieronder word 'n aantal klassifikasiestels gegrond op normatiewe minerale met mekaar vergelyk. Die doel van die klassifikasie is nie alleenlik om 'n naam aan die gesteentetipes te gee nie, maar om te bepaal in watter mate hierdie gesteentes ooreenstem met tipiese basalte en andesiete elders.

Die uitgebreide klassifikasiestelsel van Irvine en Baragar (1971), gegrond op 'n groot verskeidenheid normatiewe mineraalverhoudings vir algemene vulkaniese gesteentes, is op al 112 vulkaniese gesteentemonsters toegepas. Die 3- en 2-valente Fe kan nie onderskei word deur die X-straalfluoressensietegniek nie en Irvine en Baragar gebruik die empiriese formule: $Fe_2O_3 = TiO_2 + 1.5$. Die toepaslike diskriminantdiagramme waarop die normatiewe veranderlikes aangedui is, word in Figure 4-5 tot 4-9 gegee. Alle lawas onder bespreking resorteer volgens hierdie klassifikasie onder "tholeiitiese basalt". Die resultate word in Tabel 4-2 saamgevat. Die Hekpoort- en Ongeluklawas bestaan volgens die klassifikasiestelsel van Irvine en Baragar (1971) grotendeels uit K-ryke tholeiitiese basalte.

Tabel 4-2

Indeling van lawas volgens Irvine en Baragar (1971)

THOLEIITIESE BASALT

	K-arm	K-gemiddeld	K-ryk
WT	7	7	35
OT	1	3	26
NK	0	16	18
Totaal	8	26	77

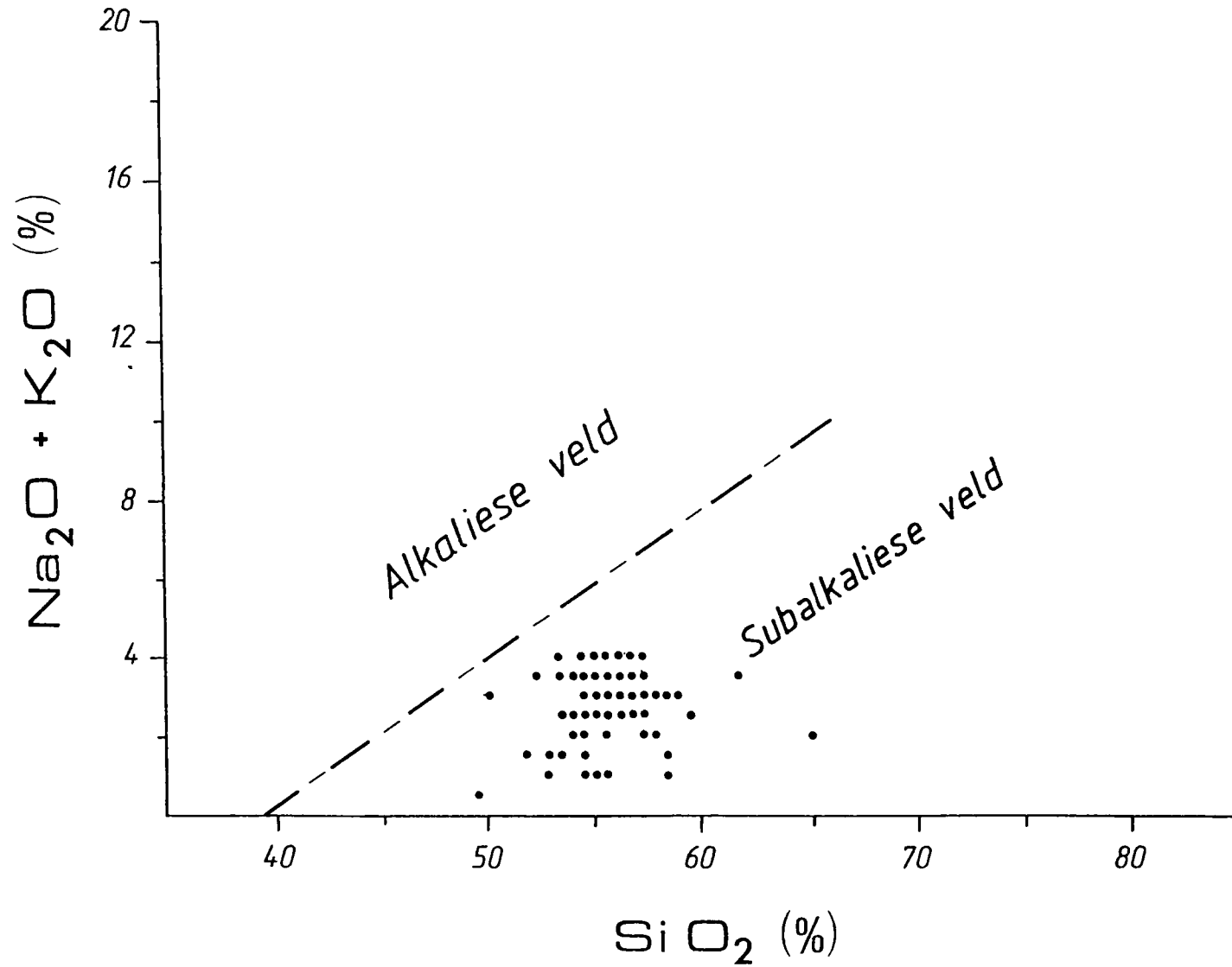


Fig. 4-6: $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ teen SiO_2 , gestip vir al 112 lawas. Die verdelingslyn tussen subalkalies en alkaliese veld is volgens Irvine en Baragar (1971).

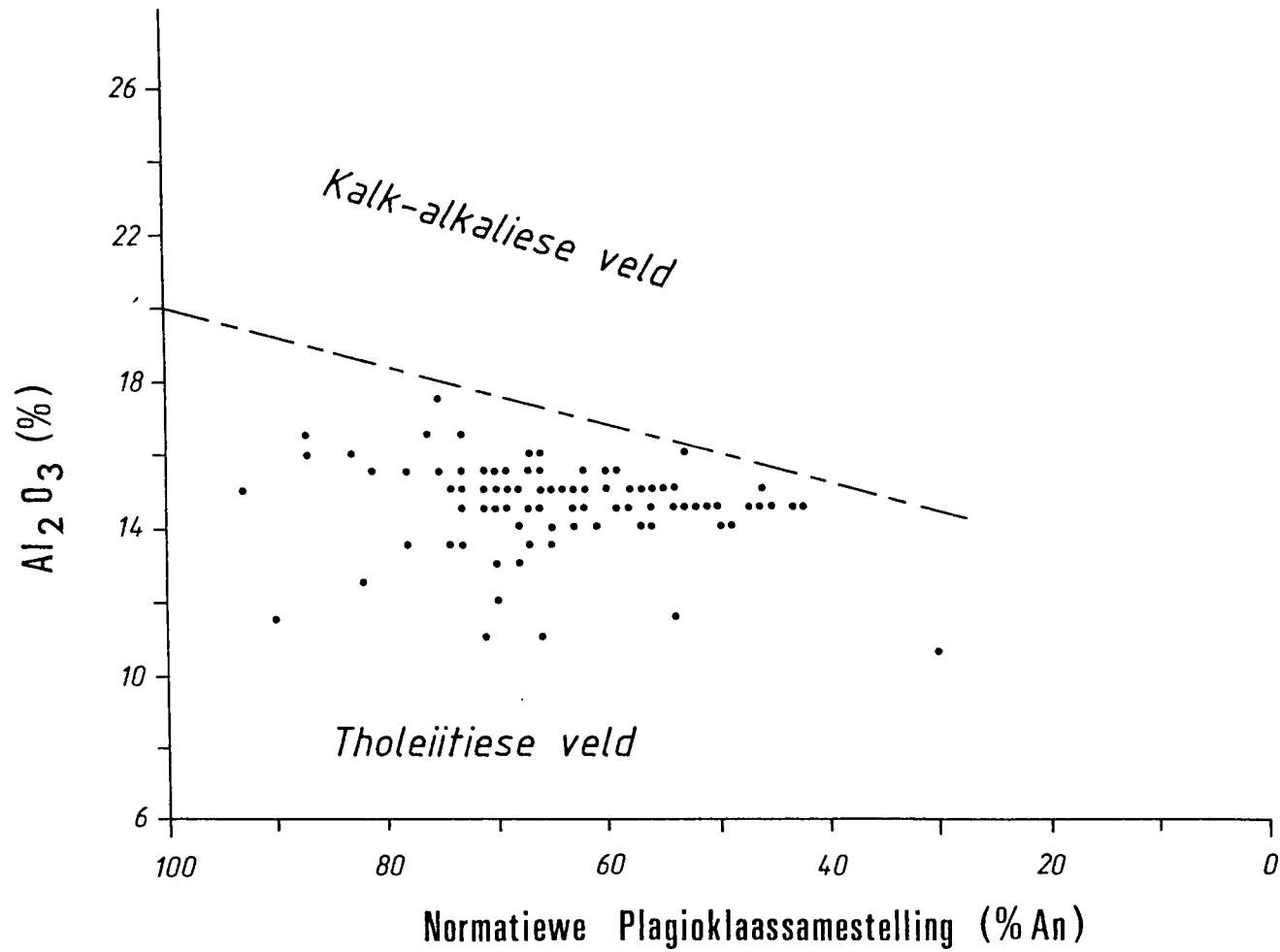


Fig. 4-7: Al₂O₃ teen normatiewe plagioklaas, gestip vir al 112 lawas. Die verdelingslyn tussen die tholeiitiese en kalk-alkaliese veld is volgens Irvine en Baragar (1971).

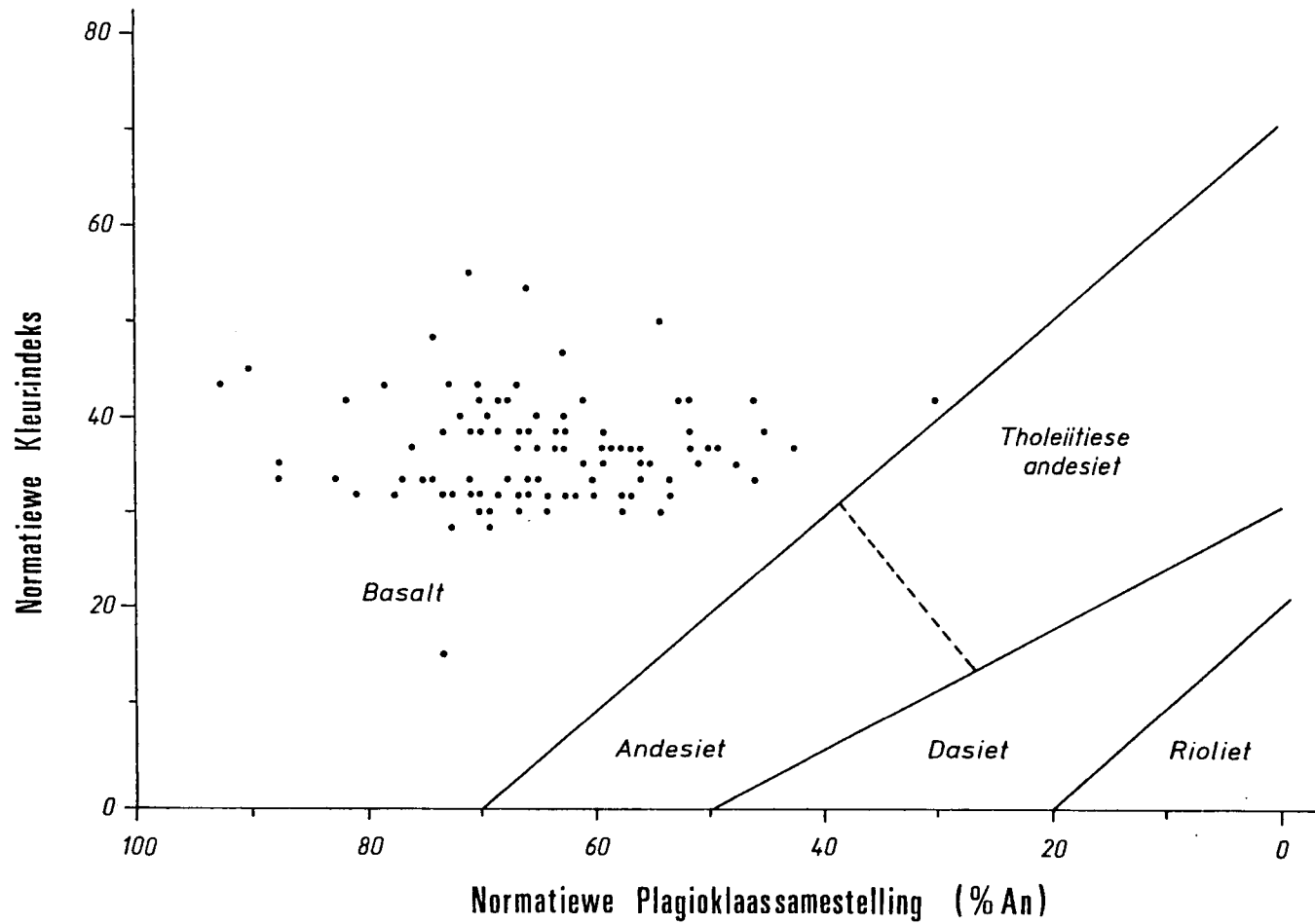


Fig. 4-8: Normatiewe kleurindeks teen normatiewe plagioklaassamestelling, gestip vir 112 lawas. Die velde vir die verskeie lawatipes is volgens Irvine en Baragar (1971).

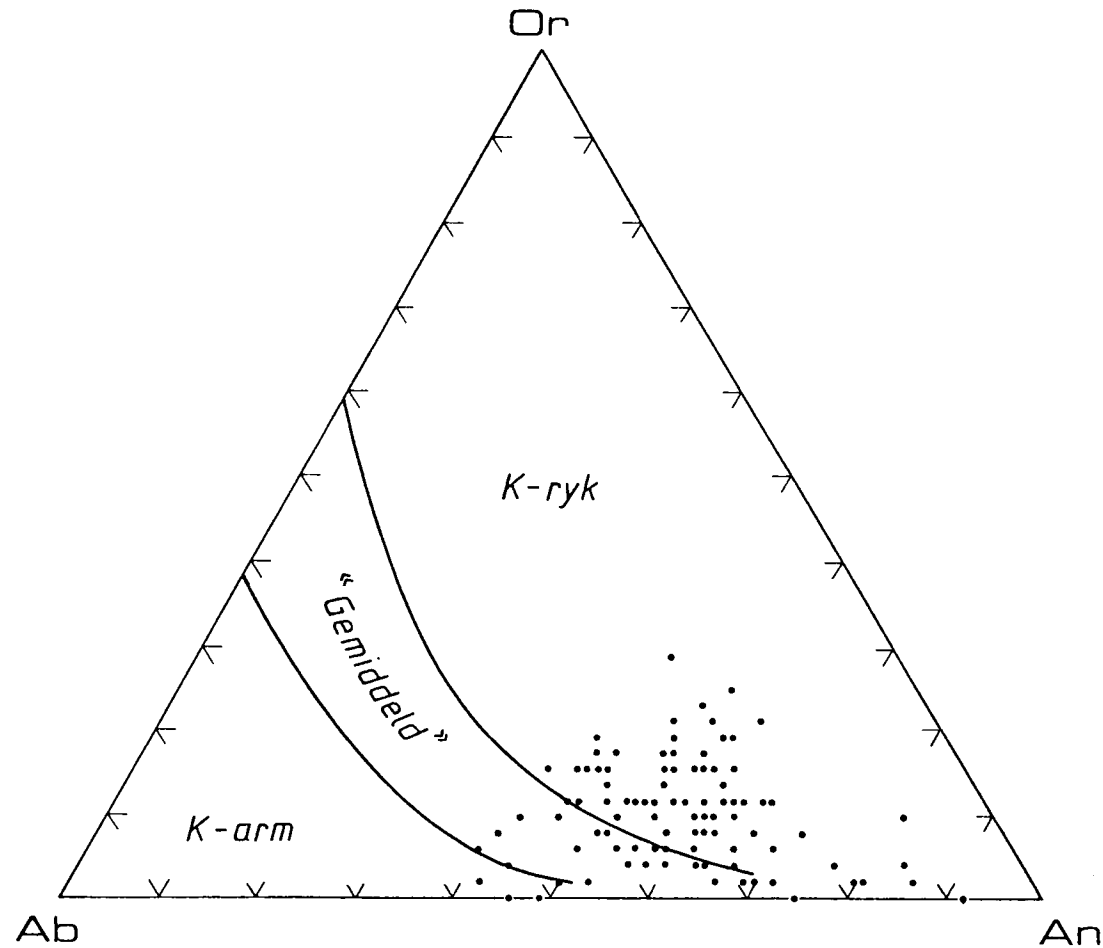


Fig. 4-9: Ortoklaas-albiet-anortiet diagram, gestip vir al 112 lawas. Die verdeling in "K-arm", "Gemiddeld" en "K-ryk" velde is volgens Irvine en Baragar (1971).

Die gemiddelde konsentrasies, standaardafwykings en verhoudings vir die drie steekproefgebiede word in Tabel 4-3 gegee. Daar word in 'n volgende paragraaf 'n diskriminasietegniek vir die klassifikasie van lawas volgens die metode van Le Maitre (1976 b) toegepas. Dit verskil van die metode van Irvine en Baragar (1971) en in Tabel 4-3 word die volgende vergelyking (Le Maitre, 1976 a) gebruik om die oksidasieverhouding van vulkaniese gesteentes te bepaal:

$$\begin{aligned} \text{Oksidasieverhouding} &= \text{FeO} / (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) \\ &= 0.93 - 0.0042\text{SiO}_2 - 0.022(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}), \end{aligned}$$

waar gewigspersentasies gebruik word.

Omdat die oksidasieverhouding verskil is daar 'n gevolglike geringe verskil in die gemiddelde CIPW norms.

Streckeisen (1967) weeg die anortietinhoud van normatiewe plagioklaas op teen kleurindeks, as parameter om tussen andesiet en basalt te onderskei, maar gee voorkeur aan die laasgenoemde. Aangesien die Hekpoort- en Ongeluklawas kleurindekse van minder as 40 het, klassifiseer hulle as andesiet. Sou die normatiewe plagioklaassamestelling gebruik word, lê al drie die suites vër bokant die grens van An_{50} en dus binne die basaltveld (Tabel 4-3).

4.4 KLASSIFIKASIESTELSELS VOLGENS CHEMIESE HOEVEELHEDE

Onder hierdie hoof word die klassifikasies bespreek wat hoofsaaklik van chemiese hoeveelhede, of van kombinasies en diskriminantfunksies van chemiese hoeveelhede gebruik maak.

Gill (1981) het andesiete gedefinieer as alle hipersteennormatiewe vulkaniese gesteentes met tussen 53 en 63 gewigspersent SiO_2 , bereken op 'n watervrye basis. Die Hekpoort- en Ongeluklawas val binne hierdie grense. Basalte bevat minder as 53 persent SiO_2 , dasiete tussen 63% en 70% SiO_2 en rioliete meer as 70 persent SiO_2 . Die andesietveld is onderverdeel as basies en suur, en verder volgens die K_2O -inhoud (Fig. 4-10). Die gemiddeldes vir

Tabel 4-3
Gemiddelde samestellings en standaardafwykings vir die
drie individuele steekproefgebiede

	<u>Wes-Transvaal</u>		<u>Oos-Transvaal</u>		<u>Noord-Kaap</u>	
	<u>gem.</u>	<u>s</u>	<u>gem.</u>	<u>s</u>	<u>gem.</u>	<u>s</u>
SiO ₂	56.44	2.06	55.99	2.11	54.55	1.36
TiO ₂	0.60	0.05	0.62	0.11	0.64	0.09
Al ₂ O ₃	14.81	1.36	14.73	1.07	14.33	0.56
Fe ₂ O ₃	3.29 ₃		3.51 ₃		3.46 ₃	
FeO	5.98	0.85	5.98	0.77	6.19	0.86
MnO	0.15	0.02	0.15	0.02	0.14	0.01
MgO	6.33	1.80	6.42	1.79	5.61	0.77
CaO	8.14	1.59	7.02	1.07	9.44	2.38
Na ₂ O	1.81	0.72	1.97	0.60	2.01	0.60
K ₂ O	0.79	0.61	1.15	0.50	0.68	0.44
P ₂ O ₅	0.10	0.02	0.09	0.01	0.11	0.01
GV	1.05	0.52	2.13	0.85	2.33	1.27
H ₂ O-	0.08	0.03	0.13	0.06	0.13	0.04
Totaal	99.56		99.89		99.62	
Co	51	5	50	7	48	3
Cr	375	232	364	269	112	43
V	178	10	175	18	180	18
Zn	57	97	69	33	63	18
Cu	118	48	109	45	76	14
Ni	69	8	75	18	70	9
Nb	5	2	5	2	4	2
Zr	117	18	113	18	104	7
Y	16	3	16	4	15	3
Sr	144	97	160	55	196	71
Rb	38	30	58	29	31	21
Q	15.23		14.12		12.72	
Or	4.69		6.97		4.14	
Ab	15.56		17.07		17.50	
An	30.46		28.63		28.89	
Di	5.65		3.72		10.18	
He	2.36		1.49		4.90	
En	13.40		14.65		9.66	
Fs	6.42		6.72		5.33	
Mt	4.85		5.21		5.16	
Il	1.16		1.21		1.25	
Ap	0.24		0.21		0.26	
Oksidasieverh. (Le Maitre)	0.65.		0.63		0.64	
An/An+Ab (%)	66		63		62	
Kleurindeks (%)	34		33		36	
<u>Watervry (Gill)</u>						
SiO ₂	57.34		57.35		56.15	
K ₂ O	0.61		0.64		0.66	
TiO ₂	0.79		1.18		0.70	
0.145xSiO ₂ -5.135	3.18		3.18		3.01	

die drie suites is op die diagram gestip en val almal binne die lae-K andesietveld, die Hekpoortlawas net binne die suur veld, en die Ongeluklawas net binne die basiese veld. Gill definieer 'n sub-reeks van "orogenetiese andesiete" op grond van $K_2O < (0.145 \times SiO_2 - 5.135)$ en $TiO_2 < 1.75$ persent. Dit is interessant dat die intrakratoniese Hekpoort- en Ongeluklawas aan hierdie vereistes voldoen.

Pearce (1976) het diskriminantfunksies bereken om die hoofelementpatrone van basalte te bepaal, en kon hiervolgens 6 magmatipes van verskillende tektoniese omgewings van mekaar onderskei.

- Groep 1: OFB, oseaanvloerbasalte wat uitvloei langs divergerende plaatrande
- Groep 2: LKT, lae kalium tholeiïete wat uitvloei op oseaankors in diepseetrêe langs konvergerende plaatrande.
- Groep 3: CAB, kalkalkalibasalte wat uitvloei op kontinentale kors agter diepsee trêe by konvergerende plate
- Groep 4: SHO, shoshoniete wat uitvloei na orogenese, agter diepseetrêe by konvergerende plate
- Groep 5,6: WPB, oseaan eiland basalte en kontinentale basalte wat binne plate voorkom

Die 112 lawa-ontledings is vervang in die eigenvektore van Pearce (1976), die diskriminanttellings bereken en vervolgens op die variasiediagramme gestip (Fig. 4-11, 4-12). In Figuur 4-11 val 'n groot aantal OT Hekpoortlawas in die "lae kalium" tholeiïtiese en kalkalkaliveld, maar die meeste gesteentemonsters val buite enige omlýnde definisieveld. Soortgelyk aan Figuur 4-12 val die meeste van die punte binne die "lae kalium" tholeiïtiese en shoshonietveld.

Pearce en Cann (1973) beskou die spoorelemente Ti, Zr en Y as onbeweeglik, selfs tydens metamorfisme, en Sr as 'n goeie onderskeidingselement op voorwaarde dat die gesteentes vars of slegs effens verander is. Ook hier koppel hulle 'n tektoniese omgewing aan die verhoudings van die elemente. In Figuur 4-13 en 4-14 word die 112 lawas op die ternêre diagramme van Pearce en Cann (1973) gestip. In albei gevalle stip die meeste van die

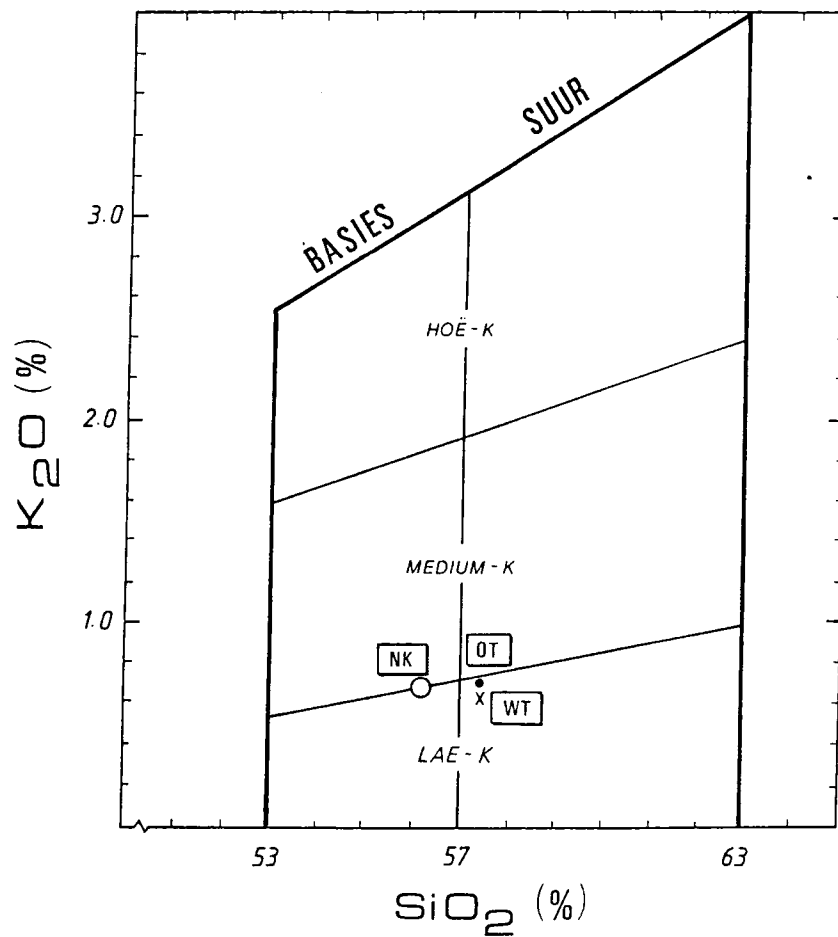


Fig. 4-10: K_2O teen SiO_2 , gestip vir die gemiddeldes van elk van die steekproefgebiede. Die verdeling van die velde vir verskillende tipes andesiete is volgens Gill (1981).

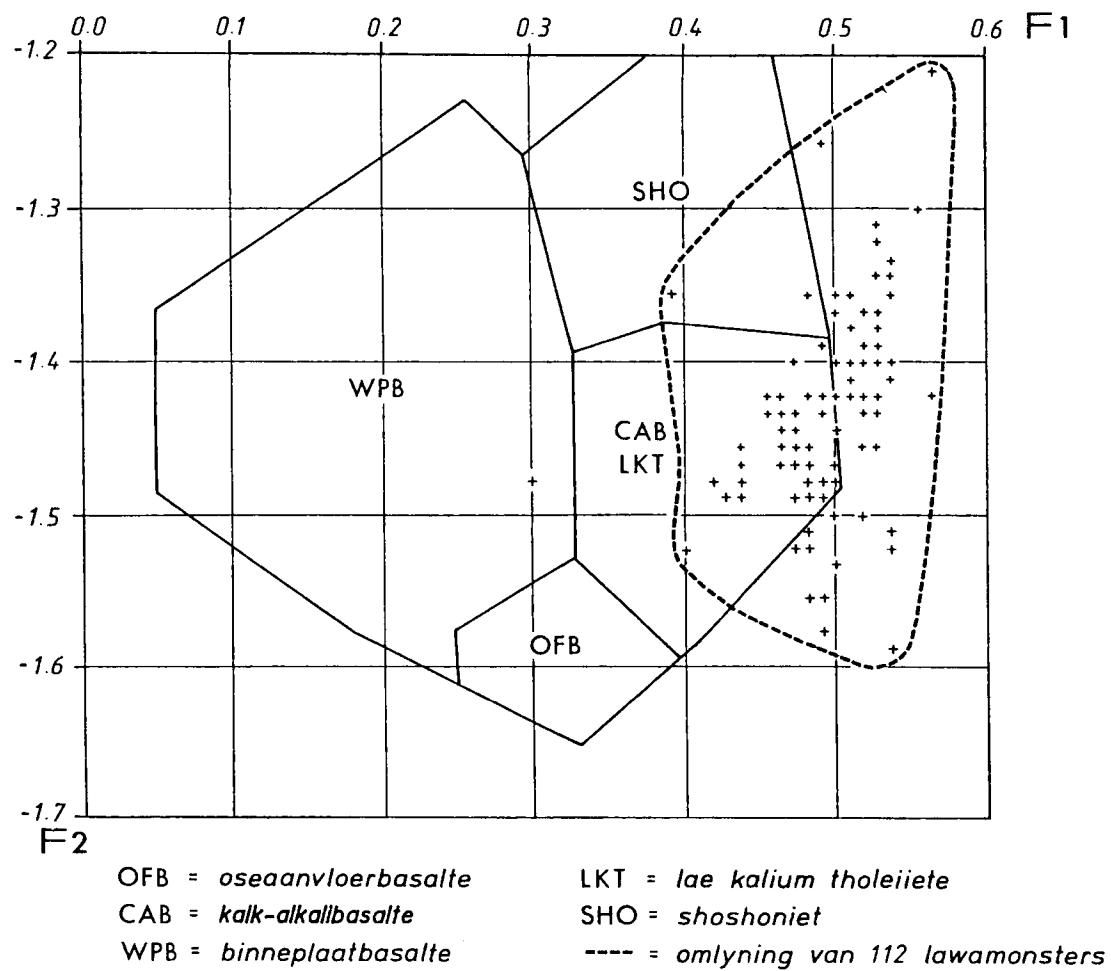


Fig. 4-11: Tellings vir diskriminantfunksie F2 teen F1, gestip vir al 112 lawas. Die funksies en velde is volgens Pearce (1976).

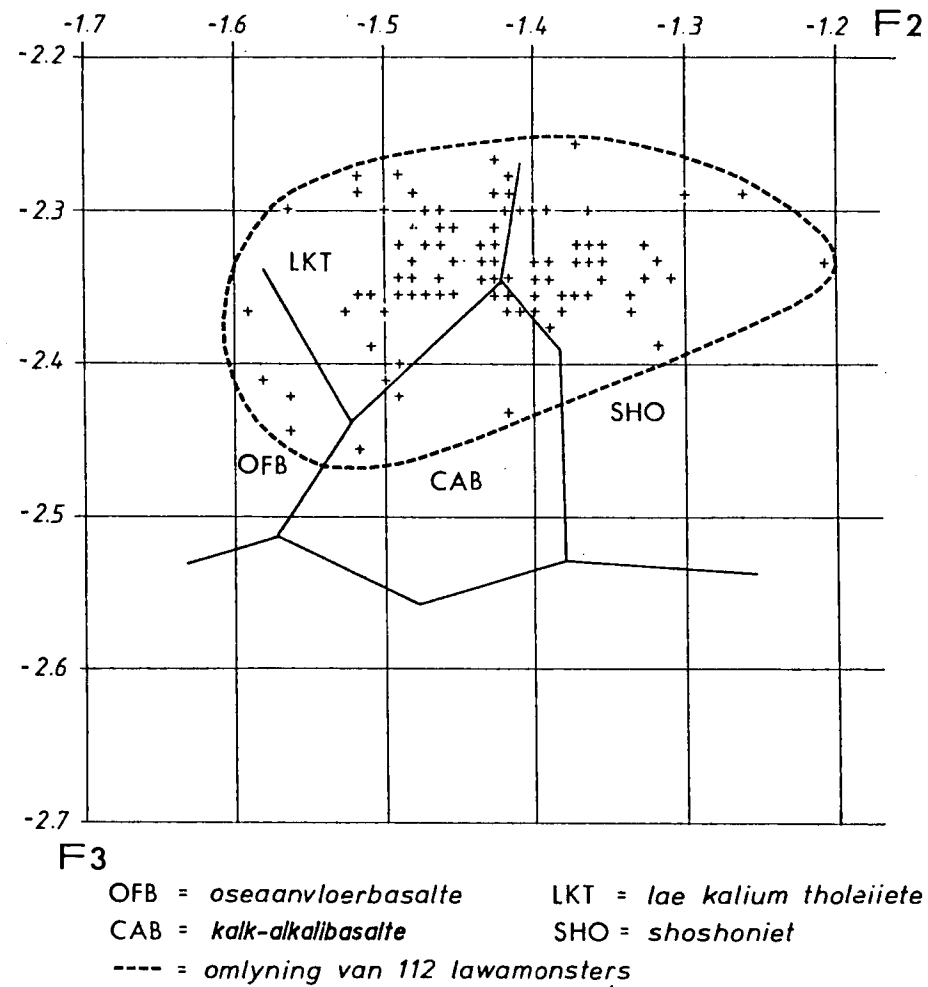


Fig. 4-12: Tellings vir diskriminantfunksie F3 teen F2, gestip vir al 112 lawas. Die funksies en velde is volgens Pearce (1976).

gesteentes binne die kalk-alkaliveld, maar 'n groot aantal val buite enige van die gedefinieerde velde.

Die klassifikasieprosedures van Pearce (1976) asook Pearce en Cann (1973) kan egter nie algemeen toegepas word nie en wel om die volgende redes. Die steekproef van ongeveer 200 waarnemings wat hulle gebruik het is klein en sluit skynbaar slegs lawas wat verband hou met plaattektoniek in. Die datastel bevat geen intrakratoniese lawas nie en is in hierdie opsig sydig. Dit verklaar verder waarom die 112 lawas dikwels buite die gedefinieerde velde val of in omgewingsvelde stip wat duidelik foutief is.

De la Roche et al (1980) maak gebruik van die volgende diskriminant indekse, gegrond op die hoofelementsamestellings van gesteentes:

$$R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$$

$$R_2 = 6Ca + 2Mg + Al$$

Die twee indekse word teen mekaar gestip en velde vir 'n verskeidenheid lawas word op die diagram onderskei (de la Roche, 1980, Fig.3 a). Volgens hierdie indekse val die Hekpoort- en Ongeluklawas gedeeltelik in die andesiet- en andesi-basaltveld, maar 'n groot aantal punte val buite enige omlýnde veld (Fig. 4-15). Die moontlikheid doen hom voor om die bestaande velde te ekstrapoleer en om nuwe velde vir intrakratoniese andesiete en andesi-basalte op die diagram van De la Roche et al (1980) benaderd in te teken.

Dit blyk dat die lawas onder beskouing laag is aan K, Na en Al maar hoog is aan Fe en Mg in vergelyking met die gedefinieerde andesiete van de la Roche et al (1980). Die moontlikheid bestaan dat die elemente toegevoeg of weggeneem is as gevolg van metasomatiese veranderinge van die lawa.

Le Maitre (1976) beklemtoon die hedendaagse behoefte om 'n lawa op 'n roetinegrondslag te klassifiseer deur gebruik te maak van die hoofelement chemiese hoeveelhede. Hy wys daarop dat diskriminant-ontledings die nadeel het dat 'n lawa in een of ander gegewe groep klassifiseer, alhoewel dit nie noodwendig by enige van die groepe onder beskouing mag behoort nie. Hy kies vier steekproewe of groepe lawatipes, naamlik 2908 basalte, 2342 andesiete, 526 dasiete en 557 rioliete. Vir elke groep is die gemiddelde van elke chemiese

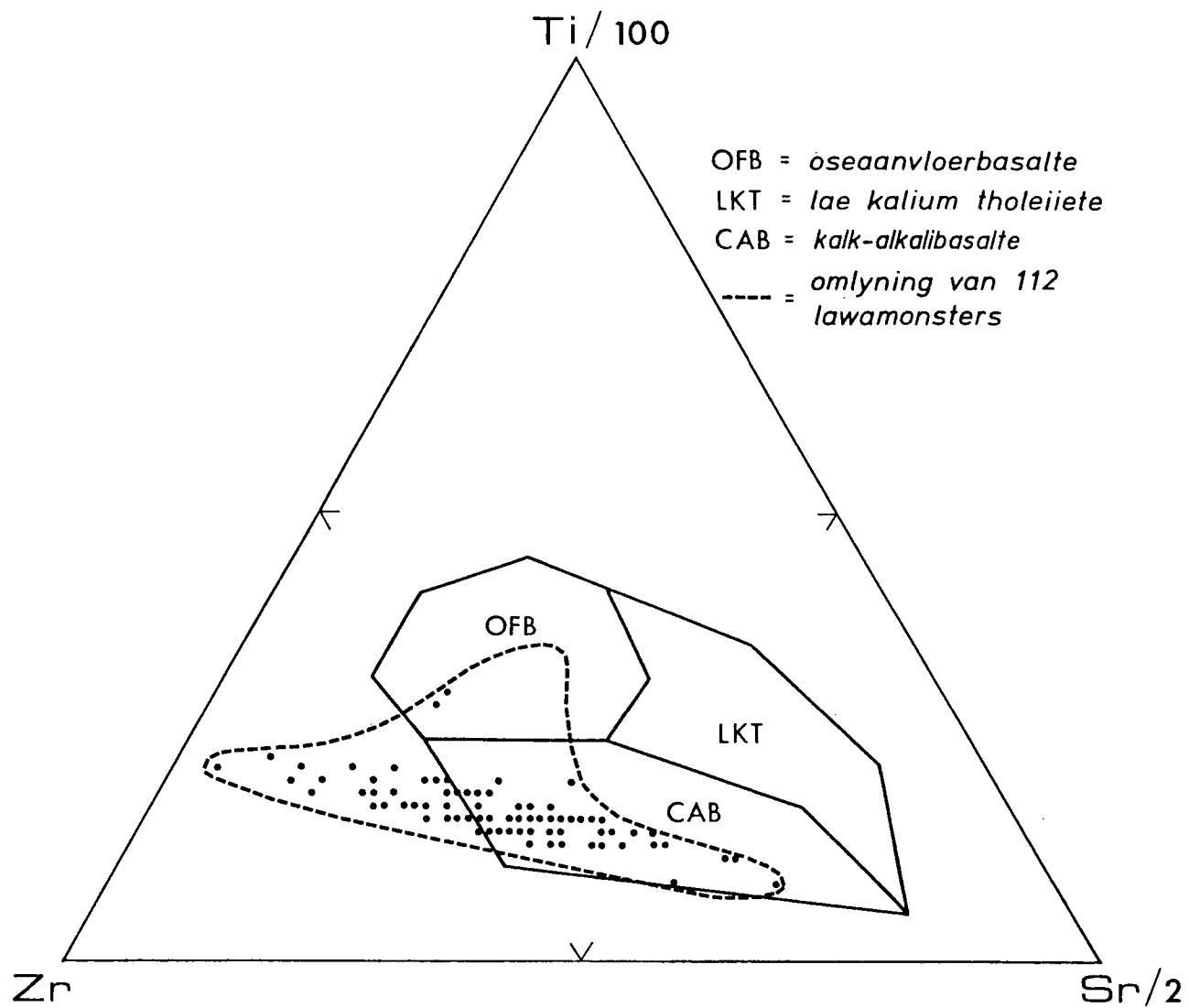


Fig. 4-13: Ti/100-Zr-Sr/2, gestip vir al 112 lawas. Die velde is volgens Pearce en Cann (1973).

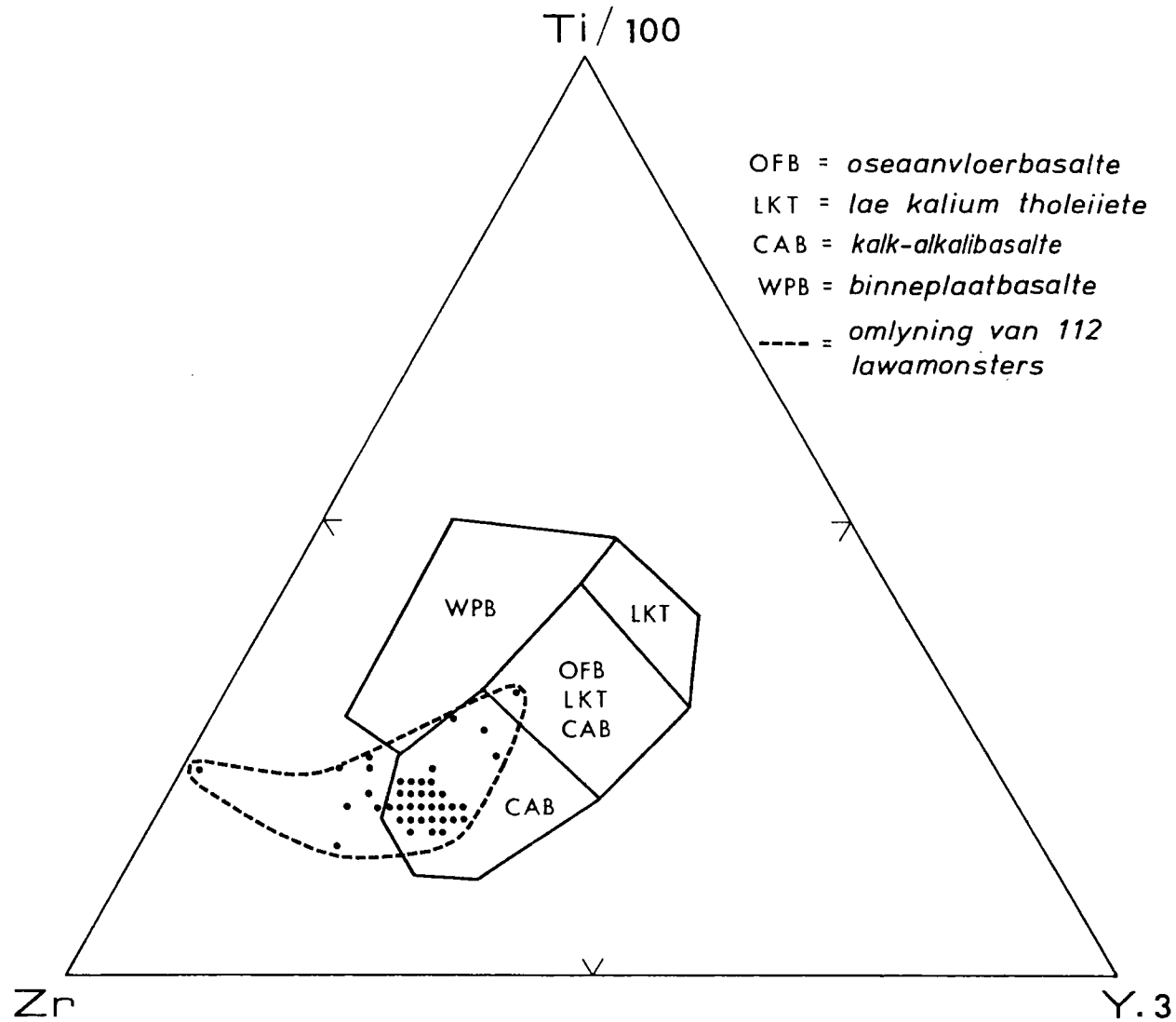


Fig. 4-14: Ti/100-Zr-Y.3, gestip vir al 112 lawas. Die velde is volgens Pearce en Cann (1973).

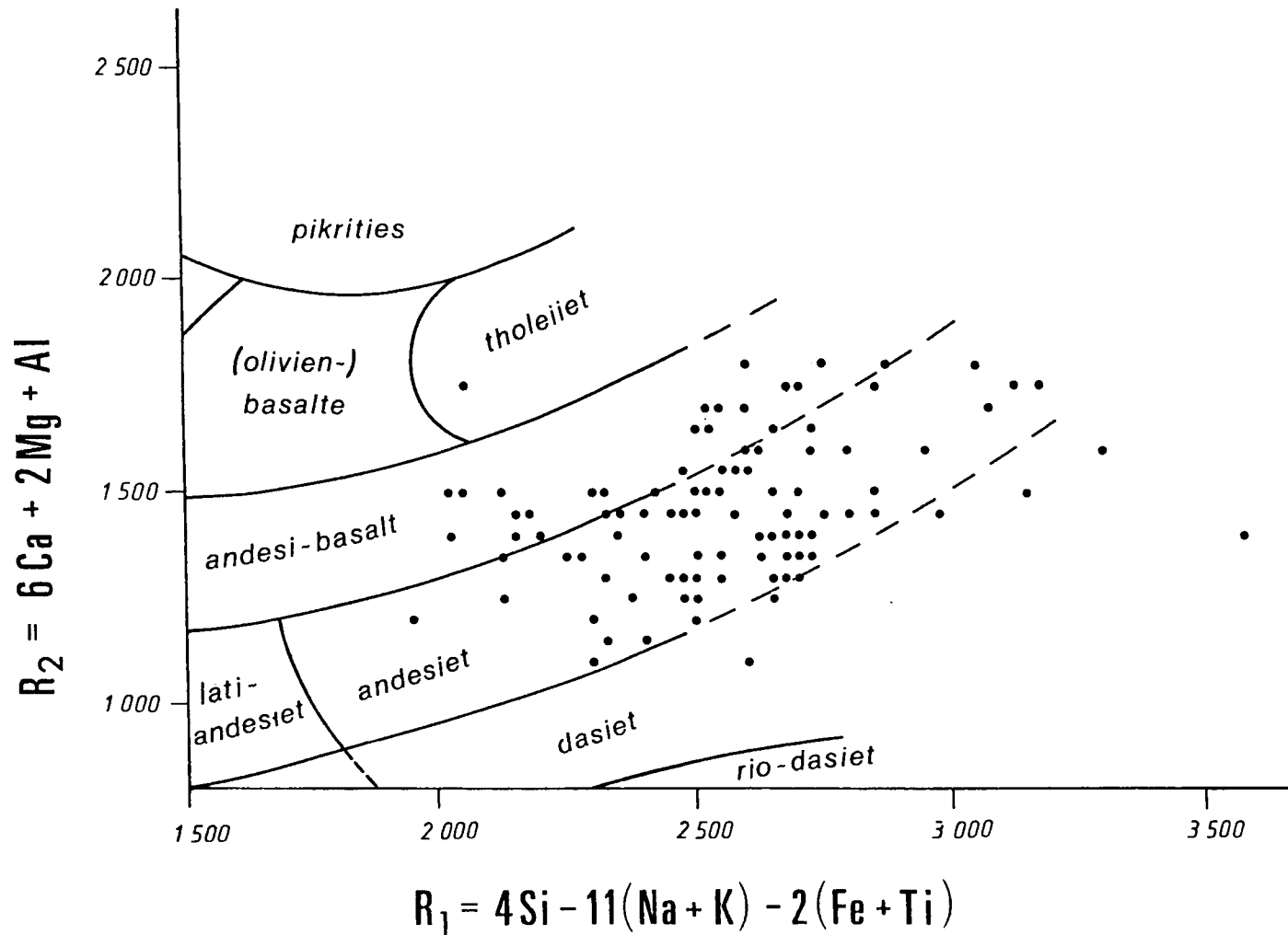


Fig. 4-15: Die diskriminantfunksie R2 teen R1 gestip vir al 112 lawas. Die velde vir die verskillende magmatipes is volgens De la Roche et al., (1980). Die gestippelde dele van die diagram dui op voorgestelde omlynings vir intrakratoniese andesiete en basalte.

hoeveelheid asook die inverse variansie-kovariansiematriks bereken (Le Maitre, 1976 b, Tabel 4). Die Mahalanobisafstand van 'n waarneming vanaf elke groep kan nou bereken deur die vergelyking

$$\chi^2 = xV^{-1}x'$$

waar χ^2 = Mahalanobisafstand,

x = vektor van verskille tussen die gegewe groepgemiddelde en die waarneming wat geklassifiseer moet word,

V^{-1} = inverse variansie-kovariansie matriks van lawatipe,

x' = transponent van x .

Die Mahalanobisafstand is χ^2 -verdeel en die waarskynlikheid, Pr, dat 'n onbekende lawa aan elk van die gegewe vier lawatipes behoort kan nageslaan word in 'n statistiese tabel. Omdat ons in meeste gevalle te doen het met totale chemiese ontledings waar die somtotaal van die oksiede na aan 100 persent is, is die variansie-kovariansiematriks singulier. Om dit nie-singulier te kry word een van die veranderlikes (in hierdie geval SiO_2) weggelaat en die inverse variansie-kovariansie matriks kan dan bereken word.

Tabel 4-4

Gemiddelde samestellings met die klassifikasiestelsel van Le Maitre (1976 b) vir die drie steekproefgebiede

		Wes-Transvaal	Oos-Transvaal	Noord-Kaap
TiO_2		0.60	0.62	0.64
Al_2O_3		14.81	14.73	14.33
Fe_2O_3		3.29	3.51	3.46
FeO		5.98	5.98	6.19
MgO		6.33	6.42	5.61
CaO		8.14	7.02	9.44
Na_2O		1.81	1.97	2.01
K_2O		0.79	1.15	0.68
χ^2	as Basalt	10.9	12.2	9.7
Pr	as Basalt	0.17	0.13	0.20
χ^2	as Andesiet	8.8	10.0	9.0
Pr	as Andesiet	0.27	0.23	0.26
χ^2	as Dasiet	31.4	33.7	29.2
Pr	as Dasiet	0.00	0.00	0.00
χ^2	as Rioliet	257.4	259.7	221.6
Pr	as Rioliet	0.00	0.00	0.00
Totale Pr		0.44	0.36	0.46
Gest. formule		$Ba_{0.17}And_{0.27}$	$Ba_{0.13}And_{0.23}$	$Ba_{0.20}And_{0.26}$

Terselfdetyd verminder die aantal vryheidsgrade van n (9) na $n-1$ (8). Die aanvaarding vir die χ^2 -verdeling is dat die data meerveranderlik normaal verdeel is. Le Maitre het gevind dat sy data skeef is na die laer waardes en het werklike waarskynlikheidsverdelings vir die vier lawatipes bereken (Le Maitre, 1976 b, Fig. 5). Die veranderlikes vir die gemiddeldes van die drie suites, saam met die resultate van die klassifikasiestelsel word in Tabel 4-4 gegee. In hierdie tabel word die waarskynlikhede afgelees volgens Figuur 5 van Le Maitre (1976 b).

Bogenoemde klassifikasiestelsel plaas die gemiddeldes van al drie die suites gedeeltelik in die basalt- en gedeeltelik in die andesietveld, met 'n groter waarskynlikheid dat die gesteentes andesiete is. Die totale waarskynlikhede is laag (<0.47) en dui daarop dat die drie gesteentesuites met 'n sekere waarskynlikheid behoort aan ander groepe wat nie gedefinieer word deur Le Maitre nie.

4.5 DEFINISIE VIR INTRAKRATONIESE ANDESIETE

Van die vorige paragrafe is dit opvallend dat daar 'n verskeidenheid van teenstrydige modale en normatiewe mineraaldefinisies aan die eenkant en soortgelyke dubbelsinnige chemiese klassifikasiestelsels aan die anderkant is. Dit blyk verder dat die intrakratoniese Hekpoort- en Ongeluklawas nie goed klassifiseer saam met die orogenetiese andesiete en lawas wat verband hou met plaattektoniek nie. Die chemiese samestellings van lawas waarna verwys word in die bogenoemde klassifikasiestelsels is moontlik sydig in hierdie opsig.

Hier moet nogtans besluit word om die gesteentes andesiete of basalte te noem. Omdat die klassifikasiestelsel van Le Maitre (1976 b) die totale hoofelementsamestelling in beskouing neem, is dit as die beste aanvaar. Die steekproewe wat hy neem, is besonder groot (6331 in totaal), en die vier lawatipes wat gekies word is eenvoudig en duidelik gedefinieer. Daar is op hierdie gronde besluit om die Hekpoort- en Ongeluklawas, intrakratoniese andesiete te noem. Hierdie andesiete kan verder omskryf word as hipersteen-normatiewe lawas, waar die hipersteen hier uitgebeeld

word deur modale amfibool of pirokseen. Die SiO_2 -inhoud val ook binne die grense vir andesiet volgens Gill (1981). Die kleurindeks (<40 normatief, <35 modaal) voldoen verder aan die definisie vir andesiet (Streckeisen, 1967). Hierdie intrakratoniese andesiete is laag aan K_2O , Na_2O en Al_2O_3 maar hoog aan CaO , FeO en Fe_2O_3 in vergelyking met die gemiddelde andesiet (de la Roche *et al.*, 1980).

Die modale of normatiewe plagioklaassamestelling is teenstrydig en kan geensins gebruik word vir klassifikasiedoeleindes nie.

4.6 DIE SELDSAME AARDMETALE

'n Breedvoerige studie van die seldsame aardmetale en spoorelemente, asook die verband met die petrogenese van vulkaniese gesteentes in die Transvaal Opeenvolging is gedoen deur Sharpe *et al.* (1983). Hier word slegs die algemene gevolgtrekkings genoem. Daar is 5 gesteentemonsters van elk van die drie suites ontleed vir hierdie elemente deur neutronaktiveringsmetodes. Die chondriet genormaliseerde waardes is gestip op Figuur 4-16. Dit is opvallend dat, net soos met die hoof- en spoorelemente, die seldsame aardmetale verspreidings soorgelyk aan mekaar toon vir die drie wydverwyderde lokaliteite. Die gemiddelde negatiewe Eu anomalie is gering, maar neem nogtans toe vanaf die weste na die ooste van die ondersoekgebied (Eu afwyking is ongeveer = -2 vir NK, ongeveer = -4.2 vir WT, = -4.1 tot -8.5 vir OT) en staan moontlik in verband met plagioklaas, wat 'n belangrike rol speel by kleiner dieptes tydens differensiële smelting van die bomantel. Die Ce_N/Yb_N verhouding wissel van 3.8 tot 6.6 vir die drie suites.

Na aanleiding van bogenoemde gegewens asook 'n relatiewe hoë $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ aanvangsverhouding van 0.7082 (Burger en Coertze, 1975) vir die Hekpoortlawas, het Sharpe *et al.* tot die gevolgtrekking gekom dat die lawas gevorm het deur 'n stapsgewyse proses van partiële mantelsmelting, gevolg deur assimilatie van 'n homogene subkratoniese korsmateriaal en laastens fraksionering, voordat uitvloeiing plaasgevind het.

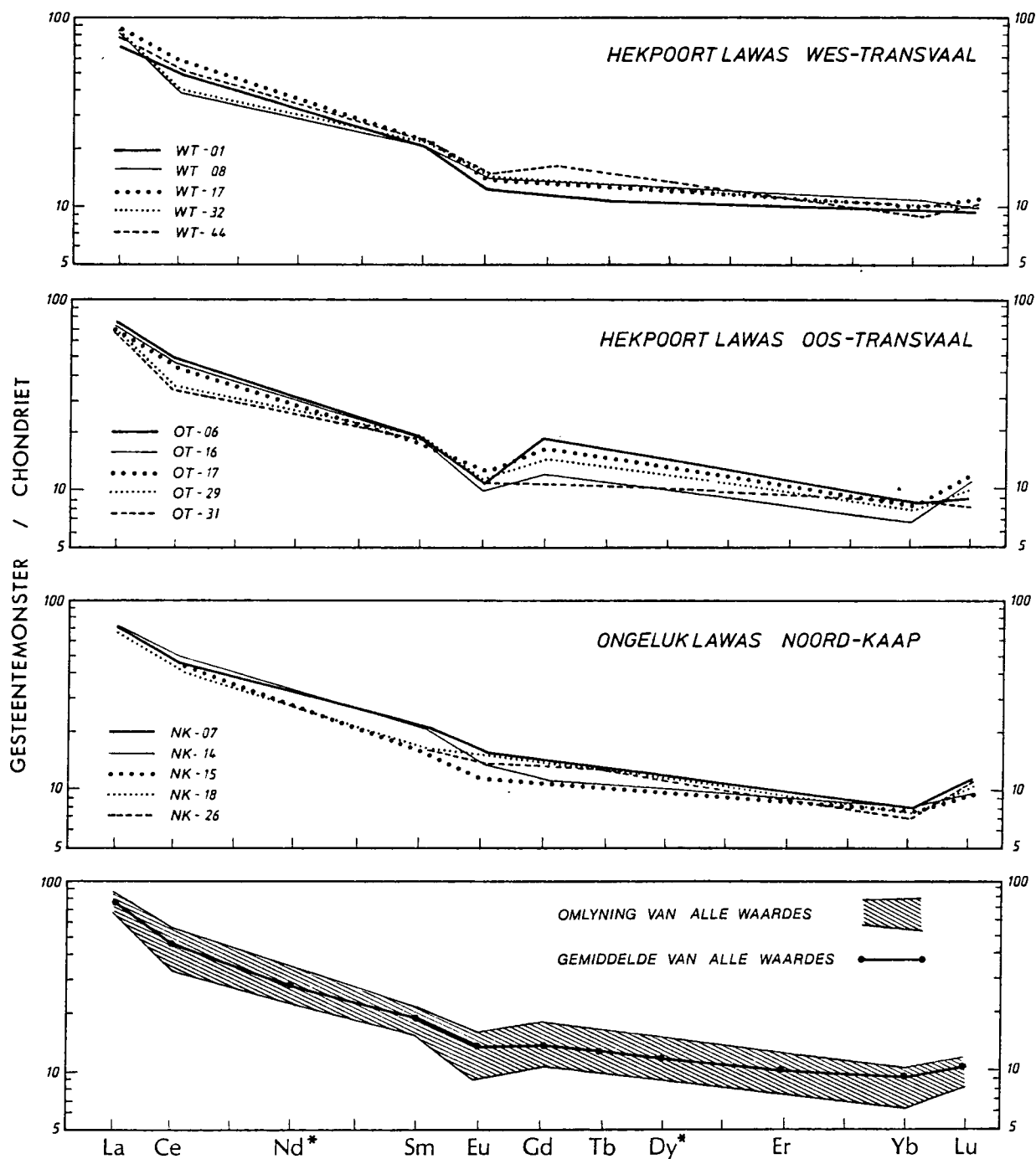


Fig. 4-16: Die seldsame aardmetale, gestip vir 3 sub-steekproewe van 5 monsters elk, van die drie gebiede, asook die gemiddelde en omlyning vir al 15 lawas. Alle konsentrasies is t.o.v. chondriet genormaliseer (Sharpe et al, 1983).

4.7 CHEMIESE SIKLISITEIT VAN VULKANIESE AKTIWITEIT

Daar is vasgestel dat volgens die plagioklaassamestellings, 4 periodes van vulkanisme by die Wes-Transvaalse Hekpoortlawas onderskei kan word (Engebrecht, 1973). Na aanleiding van hierdie kwalitatiewe bepalings, is gesteentemonsters langs 4 traverses op bepaalde elevasies bo die basis van die Hekpoortlawas geneem (Voublad 3).

In Figuur 4-17 word daardie 4 chemiese veranderlikes wat die duidelikste die 4 periodes van vulkanisme aandui, gestip. Die siklisiteit is vaag vir die eerste drie periodes, maar periode 4 staan goed uit. Die elevasie waarby elke periode 'n aanvang neem, verskil verder met die veranderlikes wat beskou word. Die normatiewe anortietinhoud van die gesteentes behaal by benadering 'n minimum aan die begin en einde van elke periode. Op soortgelyke wyse bereik die normatiewe enstatietinhoud minima, maar met die laaste siklus is 'n omgekeerde verhouding gevind. Behalwe vir die eerste siklus by Ni, bereik elke siklus van Ni en V 'n maksimum aan die begin en einde van die periodes.

Dit moet beklemtoon word dat die periodisiteit van vulkanisme swak uitgebeeld word maar klaarblyklik wel bestaan. Onsekerheid bestaan verder oor die interpretasie van die siklisiteit.

4.8 KANONIESE DISKRIMINANTONTLEDING VAN DIE LAWAS

Meervoudige diskriminantontleding is 'n dimensie reduserende tegniek en is by uitstek geskik om verskille tussen gegewe groepe data te beklemtoon (Le Maitre, 1982, hoofstuk 9). Die 21-dimensionele ruimte word in hierdie geval vervang deur 'n 2-dimensionele ruimte, verteenwoordig deur die twee kanoniese komponente. Dit is daarop gemik om die waarnemings in elke groep so wyd as moontlik van die waarnemings uit ander groepe te verwyder. In hierdie geval word van kanoniese diskriminantontleding gebruik gemaak, wat vergelykbaar is met hoofkomponente-ontleding van latere hoofstukke. Dit verskil daarvan in die sin dat die groepe alreeds bekend moet wees, dws. geen natuurlike groeperings word uitgewys nie. Die drie gegewe groepe word hier verteenwoordig deur die suites van die drie steekproefgebiede. Die verskillende eigenvektore is, net soos in die geval van hoofkomponente,

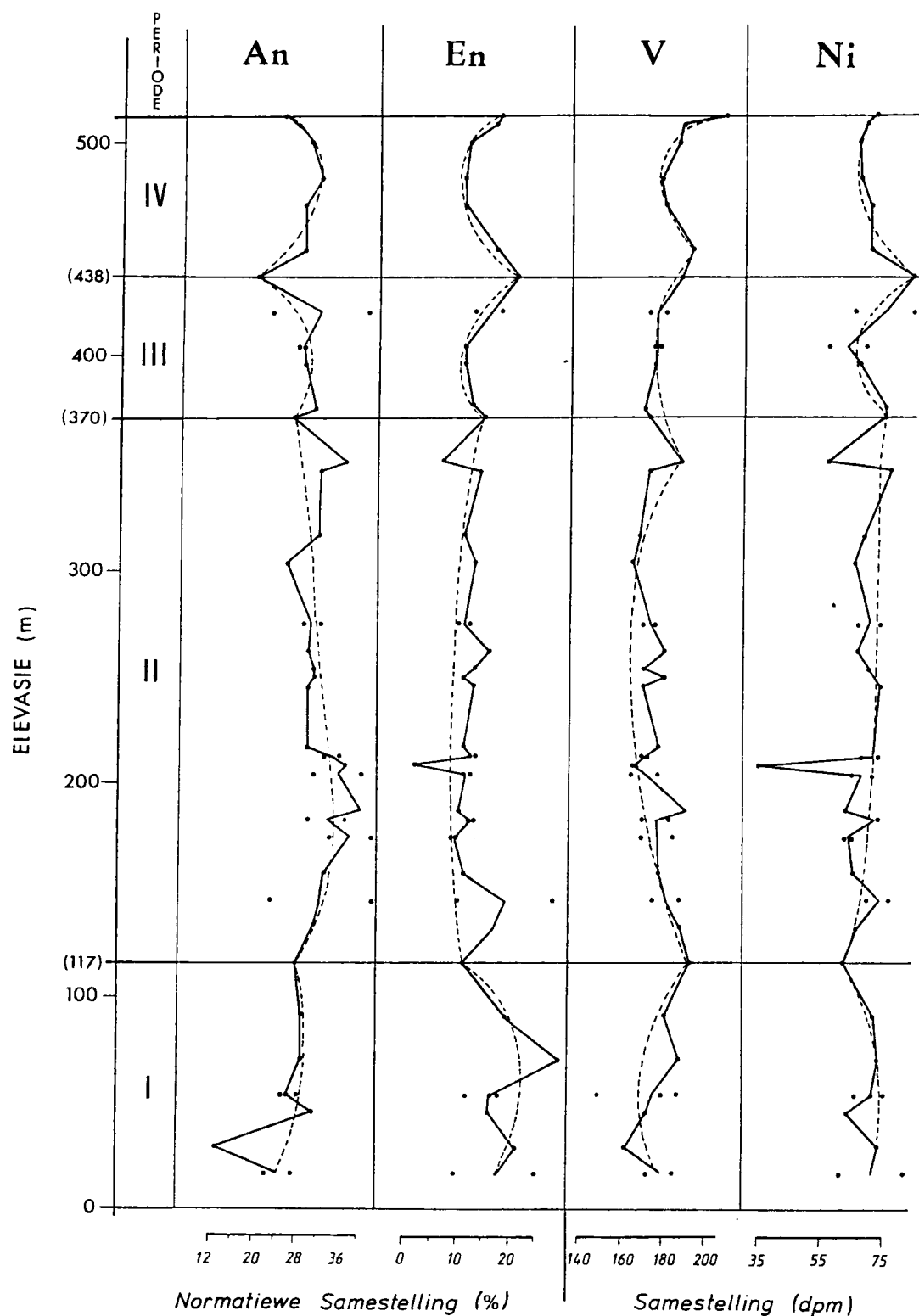


Fig. 4-17: Normatiewe anortiet (An) en enstatiet (En) asook V en Ni, gestip langs 'n profiel van 513 m lawa in die Wes-Transvaal om die periodisiteit van vulkanisme te illustreer.

ongekorreleer, maar verskil in die sin dat hulle nie noodwendig ortogonaal is nie. Kanoniese diskriminantontleding word uitgevoer op die korrelasiematrikse en poog om die binne-groep korrelasies so groot as moontlik te maak bo die tussen-groep korrelasies.

In die geval van die lawas het ons te doen met drie gegewe groepe. Die diskriminantfunksie is die vektorvergelyking van die normaal op 'n hipervlak wat die groepe van mekaar skei. In hierdie geval het ons te doen met twee hipervlakke wat die 3 groepe data skei. 'n Kanoniese diskriminantontleding is uitgevoer en die diskriminanttellings gestip op Figuur 4-18.

Geen beduidendheidstoetse is uitgevoer nie omdat dit vereis dat die data eerstens meervoudig normaalverdeel moet wees en tweedens, die dispersiematrikse van die drie groepe soortgelyk aan mekaar moet wees. Van Figuur 4-18 kan gesien word dat dit nie die geval is nie. Die eigenvektore vir die twee kanoniese funksies word in Tabel 4-5 aangegee.

 Tabel 4-5
 Die kanoniese eigenvektore vir die drie suites lawas

Kanoniese komponent----->	1	2
SiO ₂	0.43	0.06
TiO ₂	-0.17	-0.13
Al ₂ O ₃	0.21	0.01
FeO	-0.19	-0.11
MnO	0.15	0.02
MgO	0.23	-0.07
CaO	-0.41	0.39
Na ₂ O	-0.11	-0.12
K ₂ O	0.19	-0.40
P ₂ O ₅	-0.37	0.19
Co	0.22	0.05
Cr	0.55	-0.06
V	-0.11	0.11
Zn	-0.02	-0.10
Cu	0.45	0.05
Ni	0.04	-0.32
Nb	0.25	-0.07
Zr	0.36	0.08
Y	0.21	0.13
Sr	-0.29	-0.07
Rb	0.22	-0.42

Van Figuur 4-18 kan verder gesien word dat hierdie wiskundige tegniek die drie suites suksesvol van mekaar skei. Kanoniese

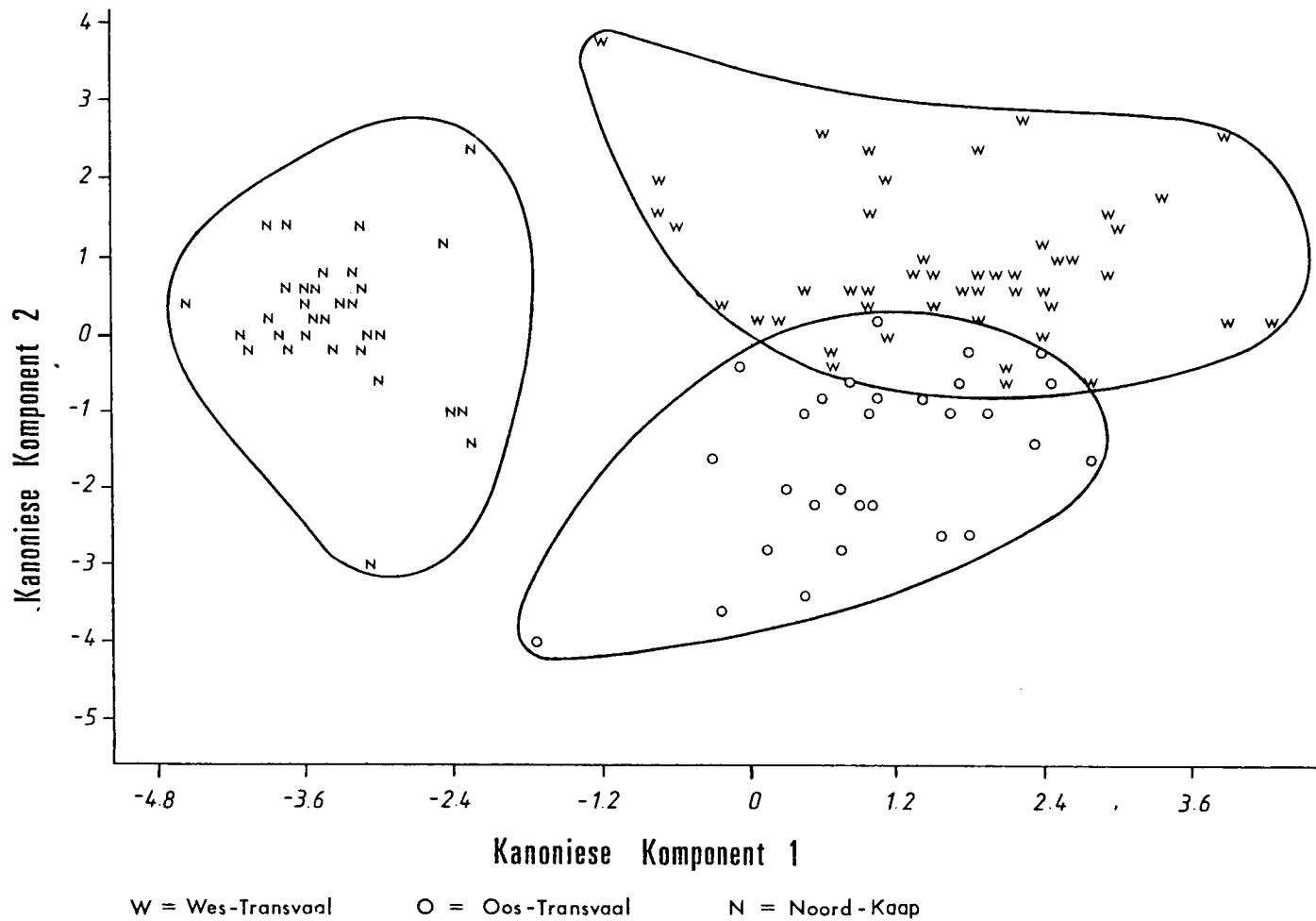


Fig. 4-18: Komponente-tellings gestip vir kanoniese komponent 2 teen kanoniese komponent 1 vir al 112 lawas, om die groepering volgens chemiese hoeveelhede van die drie steekproewe te illustreer.

komponent 1 onderskei twee disjunkte groepe, die Ongeluklawas aan die eenkant en die Hekpoortlawas aan die anderkant. Die twee suites van Hekpoortlawas oorvleuel met mekaar in 'n geringe mate. Figuur 4-18 illustreer dus dat die verskille tussen die twee suites van Hekpoortlawas kleiner is as tussen die Hekpoort- en die Ongeluklawas. Die koëffisiente in Tabel 4-4 toon die veranderlikes aan wat grotendeels bydra om die groepe van mekaar te skei. Die Hekpoortlawas het groter Cr-, Cu- en SiO₂-waardes maar kleiner CaO-waardes as die Ongeluklawas, en skei die twee formasies. Die kanoniese komponent 2 toon aan dat die Rb en K₂O van die Oos-Transvaal hoër is as die Wes-Transvaal maar dat die Hekpoort- en Ongeluklawas in hierdie opsig soorgelyk aan mekaar is. Hierdie verskynsel, asook die meer prominente Eu verarming van die Oos-Transvaalse vulkaniese gesteentes dui daarop dat die magma afkomstig mag wees van 'n vlak hoër in die magmakamer as die lawas vanaf die ander twee lokaliteite (Sharpe *et al*, 1983) en dat die assimilasië van korsmateriaal meer was. Die hoër graad van metamorfisme en 'n meegaande alkali metasomatose vir die Oos-Transvaal kan ook 'n verklaring vir die hoër Rb en K₂O-waardes bied. Die hoër Cr-waardes van die Hekpoortlawas laat die vraag ontstaan of die Hekpoortvulkanisme nie beskou kan word as 'n voorloper van die Bosveldmagma nie en of die toneel vir die latere plutonisme nie alreeds op 'n vroeë stadium van komvorming daargestel was nie.

5. DIE MARICO HIPABISSALE SUITE EN DIE RANDSONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

Weens die groot insluitels van die Silverton en die Magaliesberg Formasie wat in die Bosveldopeenvolging voorkom, asook die golwende vloer van Pretoria Groep, is daar dikwels twyfel of 'n spesifieke dagsoom tot die Marico Hipabissale Suite of randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite behoort. Dit is dus nodig om die veld-, petrografiese en petrochemiese verwantskappe van die twee suites onder een hoofstuk te bespreek.

Daar is 39 dagsoommonsters (DN-reeks), waarvan die meeste tot die Marico Hipabissale Suite behoort, asook 48 boorgatmonsters (G-reeks) van die diep boorgat G1 op die plaas Goudini 30 JP van die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite geneem (BYLAAG 5-1 tot 5-5).

5.1 DIE MARICO HIPABISSALE SUITE

Die Marico Hipabissale Suite sluit die oorwegend konkordante dun plate sowel as die gange wat deur die metasedimentêre gesteentes van die Pretoria Groep sny, in. Hulle bereik nie die afmetings van soortgelyke plate in die oostelike rand van die Bosveld Kompleks nie en die dagsome in die Maricodistrik is minder wydverspreid. In die Enzelsbergomgewing as sulks kom die dagsome van die plate nog algemeen voor, maar verder na die weste word hulle minder. Aan die westekant van die Dwarsberge kom hierdie gesteentes tussengelaagd met slegs die Magaliesbergkwartsiet voor, terwyl enkele dun plate teen die Maricorivier in die noordooste aangetref word.

Die plate van die Marico Hipabissale Suite wissel oor die algemeen vanaf ongeveer 1 tot 100 m in dikte. Teen Spitskop op die plaas Doornlaagte 2 J0 dagsoom bokant die hoof Magaliesbergkwartsiet, 'n noritiese diabaasplaat met 'n bogemiddelde dikte van meer as 100 m. Dik plate kom in ander dele van die westelike Bosveld algemeen bokant die Magaliesbergkwartsiet voor, waar hulle as die Kolobengnoriet (SACS, 1980) bekend staan. Daar word die plaat by die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite ingedeel. In die Nietverdiendomgewing en ander dele van die westelike Bosveld word die Kolobengnorietplaat gekenmerk deur groot metasedimentêre

insluitels aan die bokant. Differensiate met olivien aan die basis is by enkele plate aangetref. In die omgewing van Enzelsberg, soos byvoorbeeld op die grens tussen die plase Leeuwfontein 61 JP en Kleinfontein 62 JP, wat naby die kontak met die Bosveld Kompleks is, kom 'n plaat met afwisselende noritiese en amfibolitiese lae voor. Amfibolitiese plate kom andersins op die ouer stratigrafiese horisonne voor terwyl die ortopirokseendraende tipes beperk is tot die jonger horisonne. Die laasgenoemde kom nooit laer af as die boonste metapelitiese lae van die Silverton Formasie voor nie. Die verspreiding van die noriet word verder bepaal deur die nabyheid van die Rustenburg Gelaagde Suite en kom meer algemeen noord-oos van Enzelsberg, direk suid van die dagsome van die laer sone voor.

5.1.1 Diabase en oliviendiabase

Onder die term "diabaas" word in breë trekke bedoel die gabbroïese of Lydenburgtipe van hipabissale gesteente soos deur Willems (1959) voorgestel, wat hoofsaaklik uit klino-amfibool met wisselende hoeveelhede plagioklaas bestaan.

In die Maricodistrik kan daar mikroskopies ongeveer vyf variëteite van hierdie gesteente onderskei word. Die eerste variëteit is petrografies soortgelyk aan die amandelvrye lawas van die Hekpoort Formasie in hierdie gebied, en enkele gange en plate mag inderdaad toevoerkanale van die lawa verteenwoordig (Engelbrecht, 1973). Soos in die geval van die Hekpoortlawas, bestaan hierdie gesteentes uit gerfvormige bundels van veselrige, liggroen pleochroïese horingblende, soms vertweeling, in 'n grondmassa van fyn kruisgewysgerangskikte horingblende, plagioklaas, kwarts, biotiet en erts (Fig. 5-1 a). In die geval van 'n tweede variëteit is die gesteente grofkorrelrig met groter idio- blastiese horingblendetweelinge en sonêrgebooue plagioklaas- kristalle (Fig. 5-1 b). By 'n derde variëteit is die amfibool sekondêr verander na talk. By 'n vierde variëteit is die plagioklase gesoussuritiseer en kom mikrografiese vergroeiings van kwarts en kaliumveldspaat algemeen voor (Fig. 5-1 c). Geringe hoeveelhede klinozoisiet en chloriet is ook gevind.

By die vyfde variëteit kan gesien word hoe die amfibole veelkristal-pseudomorfe na ortopirokseen vorm (Fig. 5-1 d,e,f). In

Fig. 5-1 a: Diabaas met gerfvormige en kruisgewys gerangskikte klino-amfiboolnaalde asook fyn biotiet, kwarts, erts en plagioklaas (gekruiste polariseerders, DN-23, Roodesloot 84 JP)

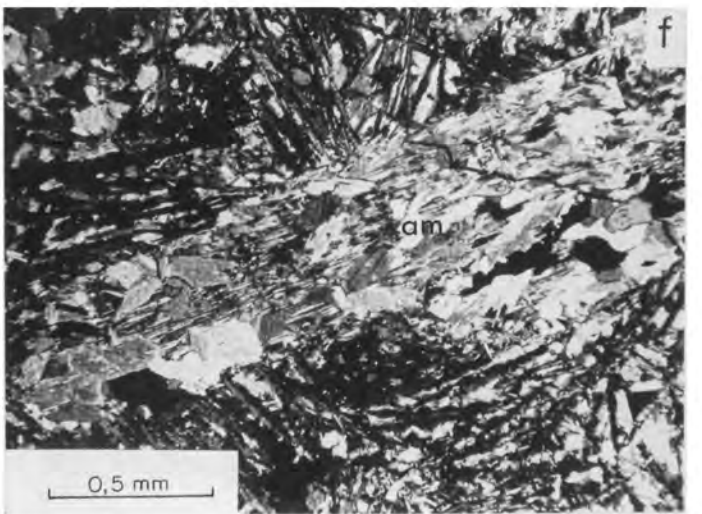
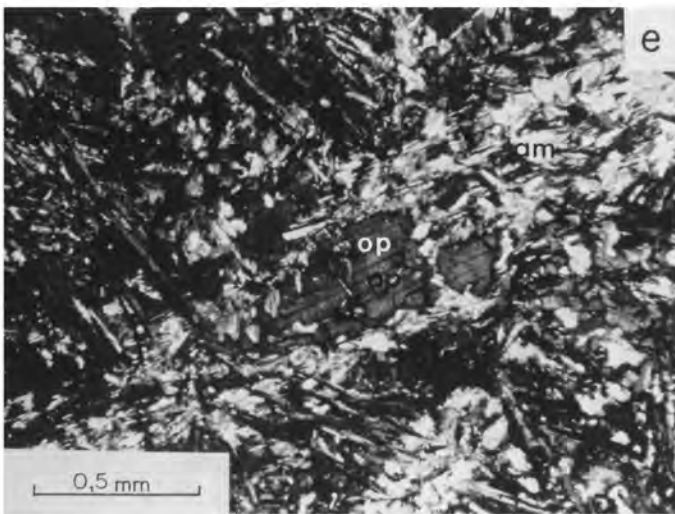
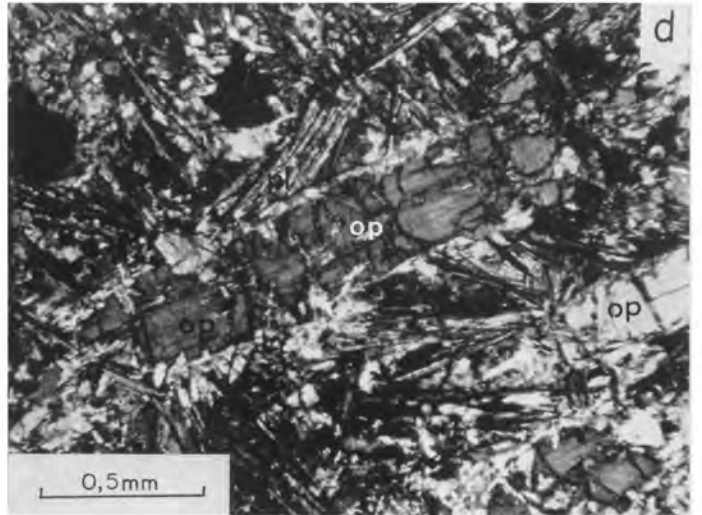
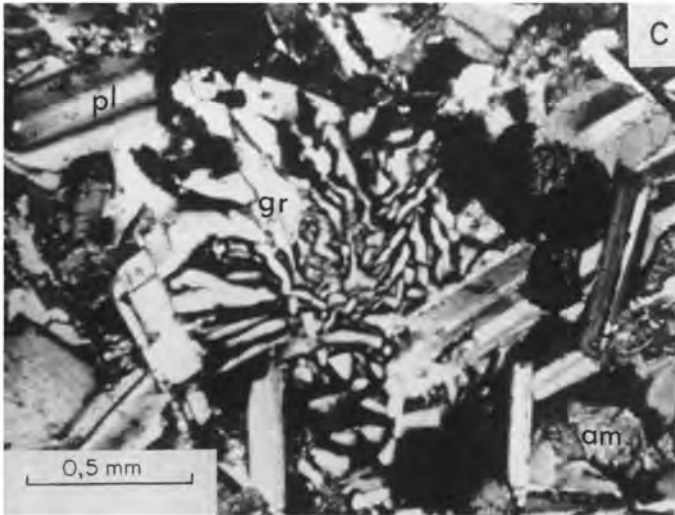
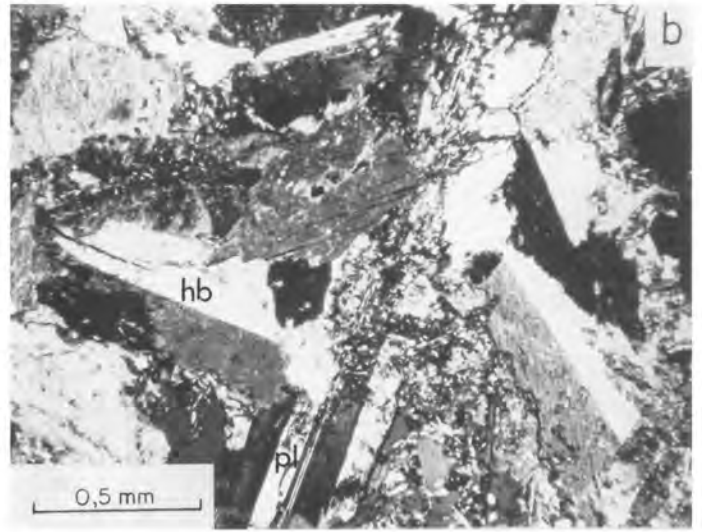
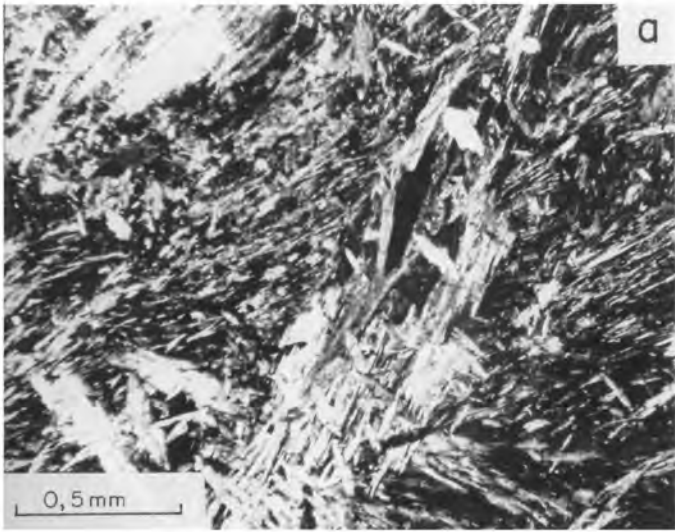
Fig. 5-1 b: Diabaas met vertweelingde horingblende (hb) en sonêrgebooue plagioklaas (pl) (gekruiste polariseerders, Di-200, Roodesloot 84 JP)

Fig. 5-1 c: Diabaas met granofiriese vergroeiings (gr) van kwarts en kaliumveldspaat, sonêre plagioklaas (pl), klino-amfibool (am) (gekruiste polariseerders, Di-107, Leeuwfontein 61 JP)

Fig. 5-1 d: Noritiese diabaas met ortopirokseen (op), op die rande verander na amfibool, ook dun naalde van plagioklaas (pl) wat subofities om die ortopirokseen gerangskik is (gekruiste polariseerders, Di-86, Bloemfontein 63 JP)

Fig. 5-1 e: Noritiese diabaas met ortopirokseen (op) wat tot 'n groter mate as in Fig. 5-1 d verander is na klino-amfibool (am) (gekruiste polariseerders, Di-86, Bloemfontein 63 JP)

Fig. 5-1 f: Noritiese diabaas met veelkristal pseudomorf van klino-amfibool (am) en klein hoeveelhede biotiet, kwarts en erts, pseudomorf na ortopirokseen (gekruiste polariseerders, Di-86, Bloemfontein 63 JP)



dieselfde gesteentes is baie amfiboolnaalde kruisgewys gerangskik en sny deur die plagioklaaskristalle, wat 'n sekere aanduiding is dat eersgenoemde 'n later generasie van kristallisasie verteenwoordig. Die laasgenoemde twee verskynsels bewys dat hierdie amfibole beslis nie primêre minerale is, soos wat Cawthorn et al (1981) voorgestel het nie.

Korrelrige fyn biotiet, plagioklaas en kwarts beset soms die binneste van die amfibool kristalgerwe en pseudomorfe (Fig. 5-2 a), en word beskou as byprodukte van 'n ortopirokseen-amfibool transformasie. Op die plaas Bloemfontein 63 JP dagsoom 'n mafiese plaat van glasagtige gesteente met lang orto-amfiboolnaalde (Fig. 5-2 b), wat moontlike kilfasegesteentes van die Marico Hipabissale Suite verteenwoordig.

Getuienis van differensiasie in die vorm van olivien-horingblende gesteentes is gevind aan die basis van sommige plate. Hierdie gesteentes is gemetamorfoseerde oliviennoriete, waar die olivien as min veranderde relikte voorkom (Fig 5-2 c).

5.1.2 Noriete en oliviennoriete

Hierdie suite van gesteentes resorteer onder die Maruleng tipe van diabaas volgens Willemse (1959) en sluit in noriete, oliviennoriete asook die groep van gesteentes waarvan die ortopiroksene slegs gedeeltelik verander is na amfibool.

Die een tipe van hierdie gesteentes word gekenmerk deur 'n subofitiese tekstuur, waar dun langwerpige sonêrgeboude plagioklaaskristalle op die rande van effens verlengde idiomorfe ortopirokseenfenokriste voorkom. Die plagioklaaslatte straal soms kamvormig weg vanaf die ortopirokseengrense (Fig. 5-2 d). Hierdie tekstuur dui in alle waarskynlikheid op vinnige afkoeling waar die plagioklaas op ortopirokseen fenokriste gekristalliseer het. Wisselende maar klein hoeveelhede klinopirokseen en biotiet word in die gesteentes gevind. Die rand van elke ortopirokseenkorrel toon sonder uitsondering 'n hoër dubbelbreking as die res van die kristal, 'n verskynsel wat toegeskryf word aan eerstens sonêre bou met ysterverryking aan die kristalrande en tweedens 'n proses van oeralitisasie.

Fig. 5-2_a: Diabaas met gerf-
vormige klino-amfiboolnaalde
(am) met biotiet (bi) en
kwarts wat die kern van die
"gerf" beset (gepolariseerde
lig, Di-23, Mezeg 77 JP)

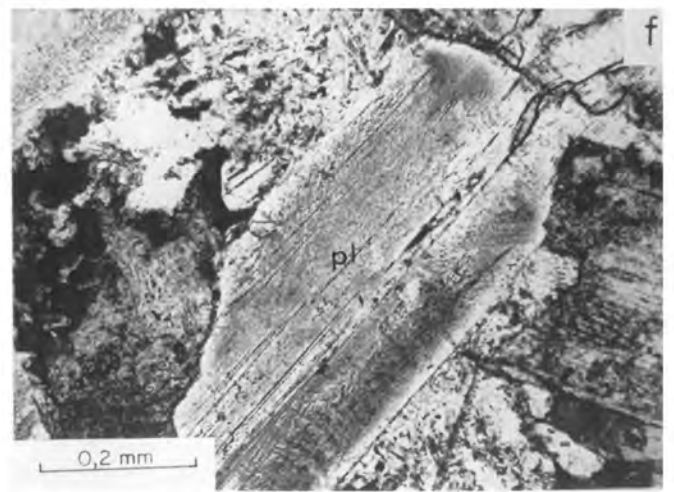
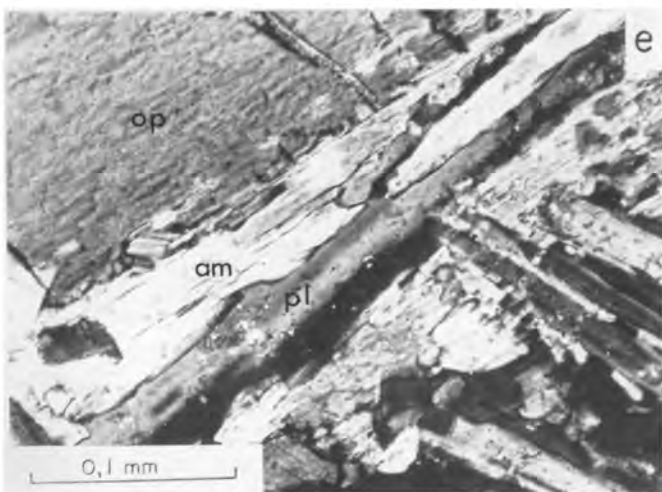
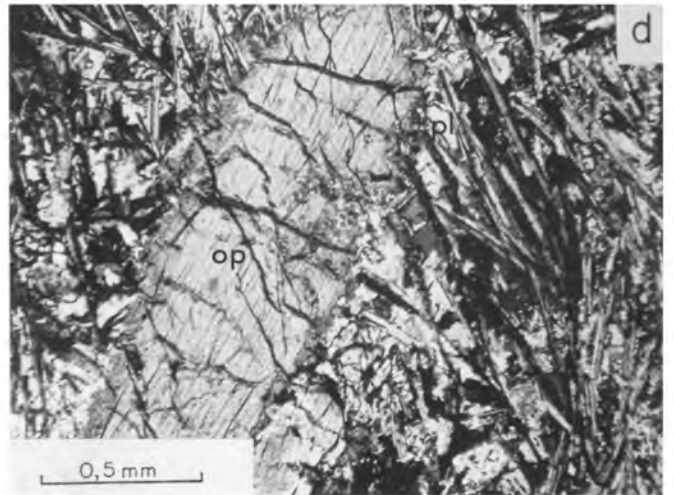
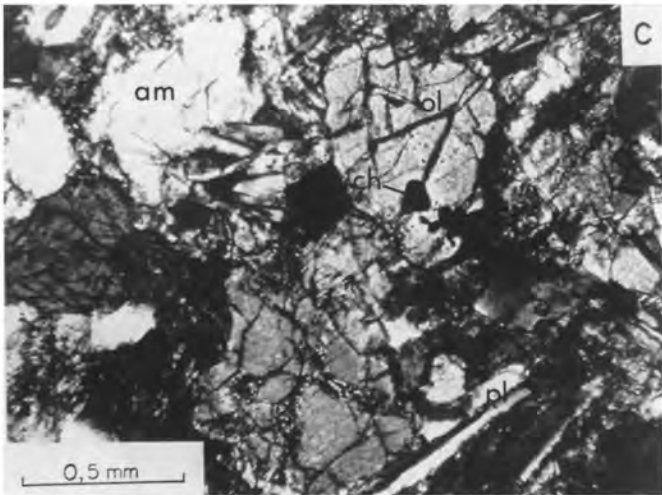
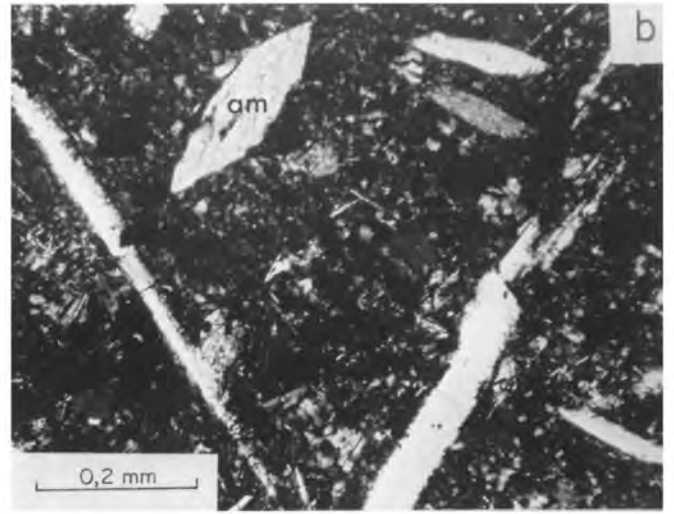
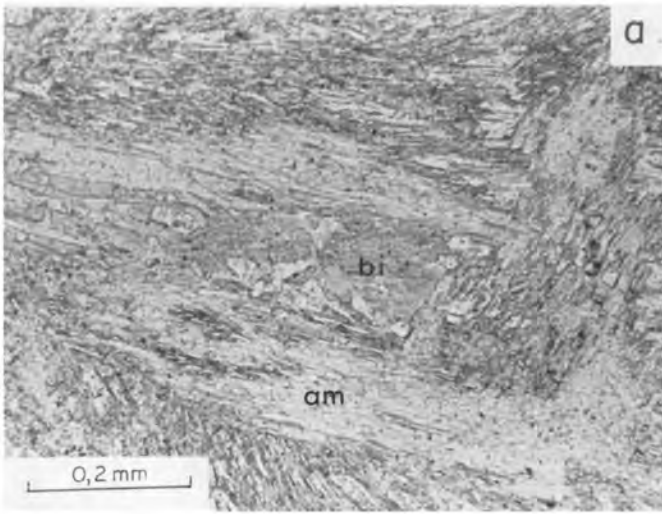
Fig. 5-2_b: Moontlike kilfase
van die Marico Hipabissale
Suite: metamorfe orto-amfibool-
naalde (am) in 'n glasagtige
grondmassa (gekruiste polari-
seerders, Di-79b, Bloemfontein
63 JP)

Fig. 5-2_c: Oliiviendiabaas met
onveranderde olivien (ol) en
chromiet (ch), saam met
amfibool (am) en plagioklaas
(pl) (gekruiste polariseerders,
Di-38, Braklaagte 90 JP)

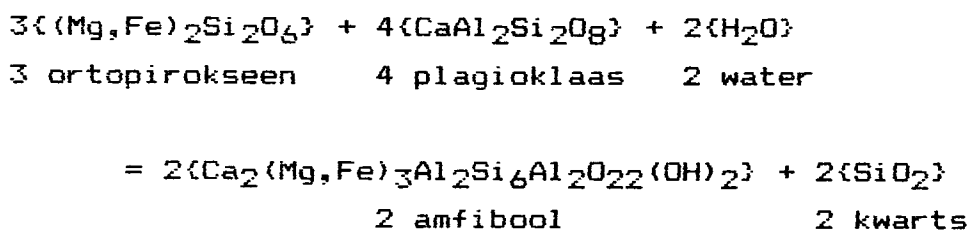
Fig. 5-2_d: Noriet met effens
veranderde ortopirokseenfenokris-
te (op) en latvormige plagioklaas
(pl) wat straalvormig daarvan
wegstaan en aan die gesteente 'n
subofitiese tekstuur gee (gek-
ruiste polariseerders, Px-5,
Bloemfontein 63 JP)

Fig. 5-2_e: Noriet met die
ortopirokseen (op) en plagioklaas
(pl) gedeeltelik vervang
deur klino-amfibool (am); die
plagioklaaskristalle is uit-
gekalwe en getuig van die
reaksie: ortopirokseen +
plagioklaas + water = klino-
amfibool + kwarts (gekruiste
polariseerders, Px 5, Bloem-
fontein 63 JP)

Fig. 5-2_f: Diabaas met wolkerige
plagioklaaskristalle (pl) weens
fyn ysteroksiduitskeidings
(gepolariseerde lig, Di-95,
Syferfontein 76 JP)



'n Geval waar ortopirokseenkristalle in verskillende stadia van vervanging deur klino-amfibool voorkom, is onder die vorige opskrif gemeld (Fig. 5-1 d,e,f). Amfiboolnaalde kom ook tussenkorrelrig met, en parallel aan die plagioklaaslatte voor. Daar kan ook gesien word dat die plagioklaas uitgekalwe en vervang word deur die kalsiumdraende amfibool (Fig. 5-2 e). Dit laat die vraag ontstaan of die bron van die kalsium en aluminium vir die horingblendestruktuur nie deur die ontbinding van plagioklaas deur die volgende metamorfe reaksie verkry is nie:



Die kalium vanaf die plagioklaas kan in die ondergeskikte hoeveelheid biotiet gehuisves word, wat die algemene voorkoms van biotiet saam met amfibool verklaar. Die kwarts wat meer algemeen by hierdie veranderde noriete gevind word, kan ook hierdeur verklaar word.

Die plagioklaaskristalle is dikwels wolkerig, veral weg van die rande van die korrels, en verteenwoordig in alle waarskynlikheid submikroskopiese magnetietplaatjies (Fig. 5-2 f) (Poldervaart en Gilkey, 1954). Die onbewolkte rande getuig van sekondêre aangroeiings by laer temperature waartydens geen magnetiet in die veldspaat vasgevang was nie.

'n Mikronoriet wat 'n moontlike kilfase van die bogenoemde noriëttipes verteenwoordig, is op die plaas Bloemfontein 63 JP gevind (Fig. 5-3 a). In hierdie gesteente het die klinopirokseen die ortopirokseen soms oorgroei. Dit mag aandui op vinnige afkoeling waartydens die eersgenoemde mineraal epitaksiaal op die vroeër gevormde ortopirokseen gekristalliseer het.

Oliviennoriet wat 'n klein hoeveelheid chromiet bevat, dagsoom op die plaas Leeuwfontein 61 JP (Fig. 5-3 b).

Fig. 5-3 a: Mikronoriet wat 'n moontlike kilfase van die Marico Hipabissale Suite mag wees (gekruiste polariseerders, Di-76, Bloemfontein 63 JP)

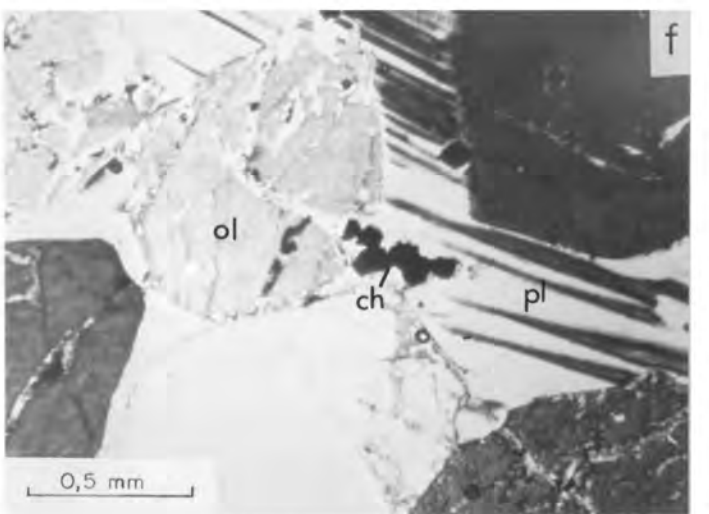
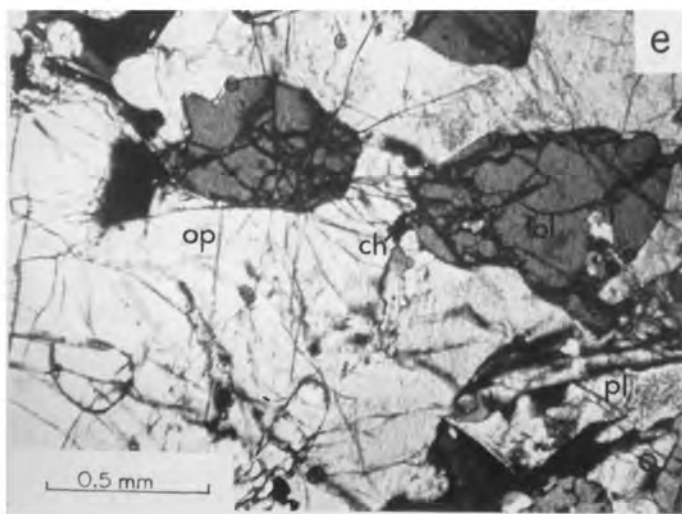
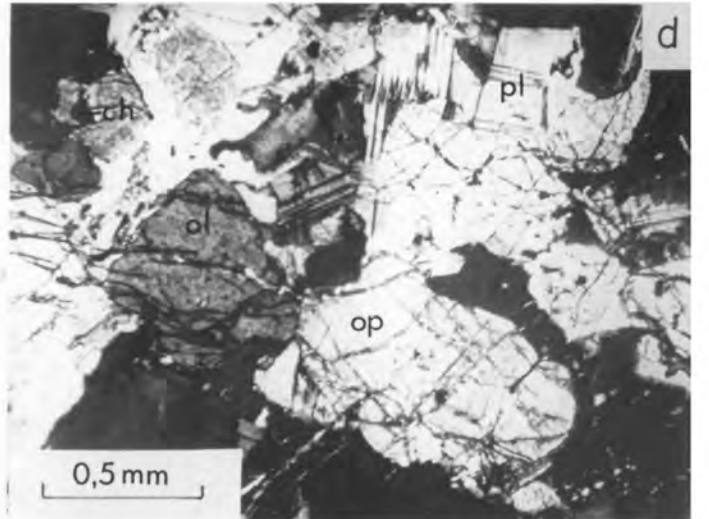
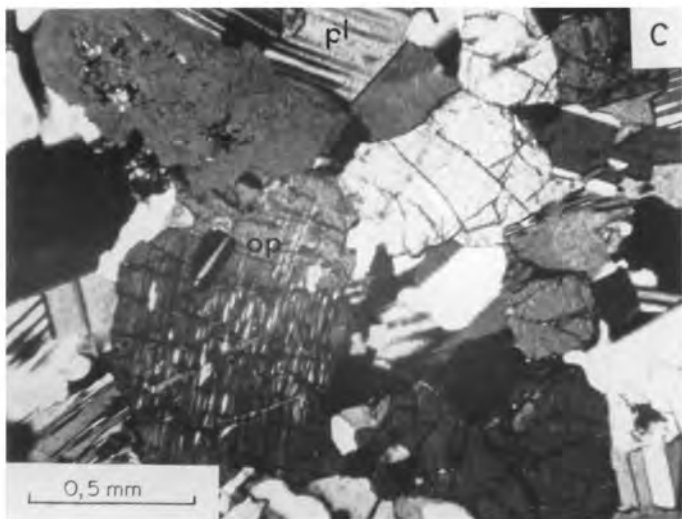
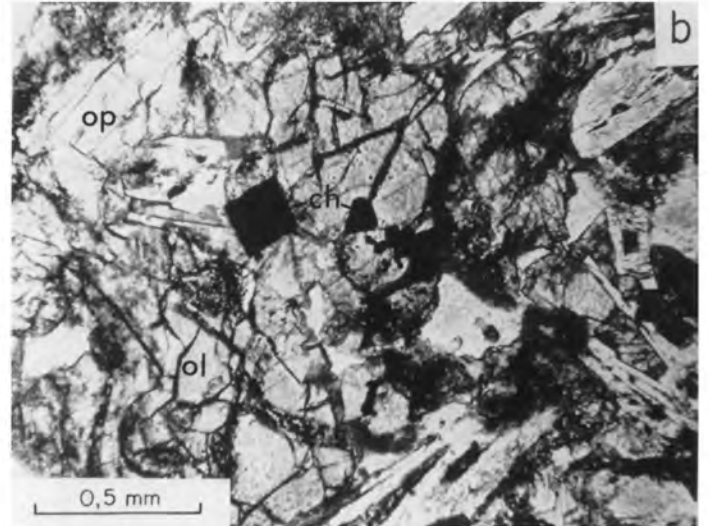
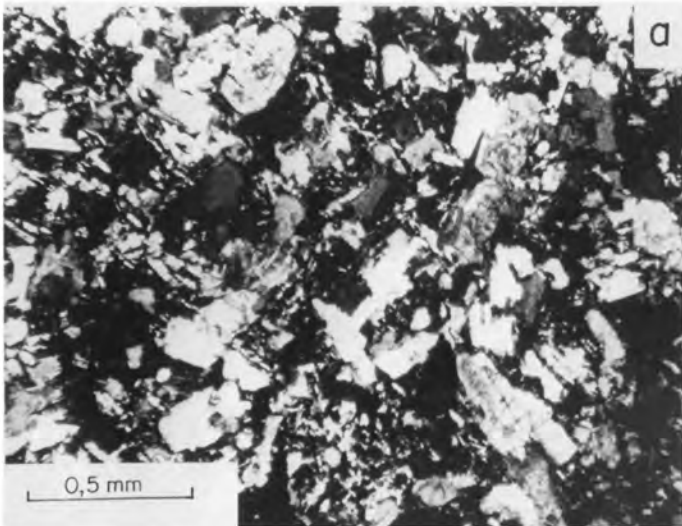
Fig. 5-3 b: Oliviennoriet met olivien (ol), ortopirokseen (op), chromiet (ch) en plagioklaas (gekruiste polariseerders, Di-42, Braklaagte 90 JP)

Fig. 5-3 c: Noriet met bonkige ortopirokseenkristalle; die ortopirokseen (op) bevat tipies fyn uitskeidings van klinopirokseen parallel aan {010}; interkumulus sonere plagioklaas (pl) (gekruiste polariseerders, DN-31, Knapdaar 26 JP)

Fig. 5-3 d: Oliviennoriet: Mesokumulate van olivien (ol), ortopirokseen (op), en chromiet (ch) en interkumulus plagioklaas (pl) (gekruiste polariseerders, G6040.2, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-3 e: Oliviennoriet met kumulus olivien (ol) en chromiet (ch) wat deur ortopirokseen ekokris (op) omsluit word; plagioklaas (pl) soms ook vasgevang in ortopirokseen (gekruiste polariseerders, G6040.2, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-3 f: Oliviennoriet: Kumulate van olivien (ol) en chromiet (ch) wat deur postkumulus plagioklaas (pl) omsluit word (gekruiste polariseerders, G5747.4, boorat G1, Goudini 30 JP)



5.2 DIE RANDSONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

'n Tweede tipe noriet wat dagsoom, kan petrografies van die noriete van die Marico Hipabissale Suite onderskei word. In hierdie geval het die gesteente nie die tipiese subofitiese tekstuur nie. Dit is meer gelykkoorrelrig en is 'n mesokumulaat van ortopirokseen- en effens sonêrgebooue plagioklaaskristalle, met klein maar wisselende hoeveelhede interkumulus klinopirokseen. Met die naam "noriet" word bedoel leukonoriet, noriet, en melanoriet. Ook is die ortopiroksene sowel as die plagioklaaskristalle minder langwerpig en meer bonkig van vorm (Fig. 5-3 c), vergeleke met die vorige tipe noriet. Fyn uitskeidings van klinopirokseen kom parallel aan die {010}-pinakoïedvlakke van die ortopirokseenkristalle voor, en die plagioklaas is selde wolkerig, soos in die vorige geval. Hierdie noriete vorm deel van die randsones van die Bosveld Kompleks. Enkele dagsome van sulke noriete en gabbroïese noriete kom bokant die Magaliesbergkwartsiet en direk suid van die niertjievormige liggaam van die laer en kritieke sone voor.

Die randsones behels 'n dikte van 814 m van grotendeels gabbroïese noriete, noriete en oliviennoriete wat in die boorgat G1 op die plaas Goudini 30 JP aangetref is. Dit vorm 'n dik skeidingslaag tussen die Magaliesberg Formasie aan die onderkant en die mafiese en ultramafiese gesteentes van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, aan die bokant.

Ses sikliese eenhede, elk met oliviennoriet aan die basis, gevolg deur gabbroïese noriet en/of noriet, kan petrografies en litologies onderskei word. Websteriet kom ook in die vierde eenheid voor.

5.2.1 Die oliviennoriet

Hierdie gesteente, wat ook as 'n veldspatiese harzburgiet beskou kan word toon 'n verskeidenheid van teksture. Die gesteente is oor die algemeen mesokumulate van ortopirokseen, olivien, plagioklaas en klein hoeveelhede (< 1 persent) chromiet (Fig. 5-3 d). Ortokumulate, waar kumulus olivien en chromiet omsluit word deur groot ortopirokseen- (Fig. 5-3 e) en plagioklaaskristalle (Fig. 5-3 f), is ook teenwoordig. Dit dui daarop dat die olivien en die

chromiet as kumuluskristalle uitgesak het voordat die plagioklaas en daarna die pirokseen gekristalliseer het. Die reaksie van interkumulus vloeistof en olivien met die resorpsie van laasgenoemde mineraal, het die ortopirokseen tot gevolg gehad. Klein hoeveelhede biotiet kom voor, veral naby die kontak met vloergesteentes, en dui op moontlike kontaminasie van die magma (Fig. 5-4 a). In die laasgenoemde geval is die tekstuur van die gesteente soms subofities, soos die geval by die hipabissale gesteentes. Laasgenoemde het vinniger afgekoel as die plutoniese gesteentes en die nabyheid van die vloerkontak is moontlik hier die oorsaak. Klinopirokseen word selde in hierdie oliviendraende gesteentes aangetref.

Tweelingagtige lamelle, sub-parallel aan die {100}-vlak van die olivien, kom algemeen by veral die groter kristalle voor (Fig. 5-4 b). Die lamelle doof golwend uit teen hoeke wat wissel vanaf 0° tot ongeveer 15° . In gepolariseerde lig is fyn insluitels van moontlike chloriet en oksiede langs die vlakke waargeneem. Translasielamelle is deur Battey (1981, bl. 239) beskryf vir regionaal-gemetamorfoseerde gebiede, waar spanningstoestande teweeggebring was deur soliede intrusies. Die waarskynlikste bron vir soortgelyke spanning in die Nietverdiendomgewing, was die inplasing van die Goudini Kompleks. Dit is opvallend dat die kleiner olivienkristalle wel soms golwend uitdoof maar geen lamelle bevat nie. Dit kan toegeskryf word aan die feit dat 'n kritieke kristalgruotte bestaan waaronder die spanning deur die kristaltralie ge-akkommodeer kan word, sonder om lamelle te vorm.

5.2.2 Gabbroïese noriete, noriete en websteriete

Die gesteentes bevat oor die algemeen kumuluskristalle van ortopiroksene wat van gedaante wissel vanaf redelik bonkig tot langwerpig, ongeveer 10 mm in lengte (Fig. 5-4 c). Parallel aan die {010}-kristalvlakke van die ortopirokseen kom uitskeidings van klinopirokseen voor. In enkele gevalle is inverse pigeoniet aangetref (Fig. 5-4 d). Die inhoud van klinopirokseen in die gesteentes wissel vanaf minder as 1 persent by die noriete tot ongeveer 30 persent by die websteriete. Dit kom voor as klein tussenkorrelrige tot groot idiomorfe kristalle wat soms kleiner ortopirokseen- en plagioklaaskristalle omsluit. Hierdie groter

Fig. 5-4 a: Olivienoriet met biotiet (bi) wat op kalium kontaminasie deur vloer-gesteentes dui (gekruiste polariseerders, G6040.2, boorgat G1, Goudini 30 JP)

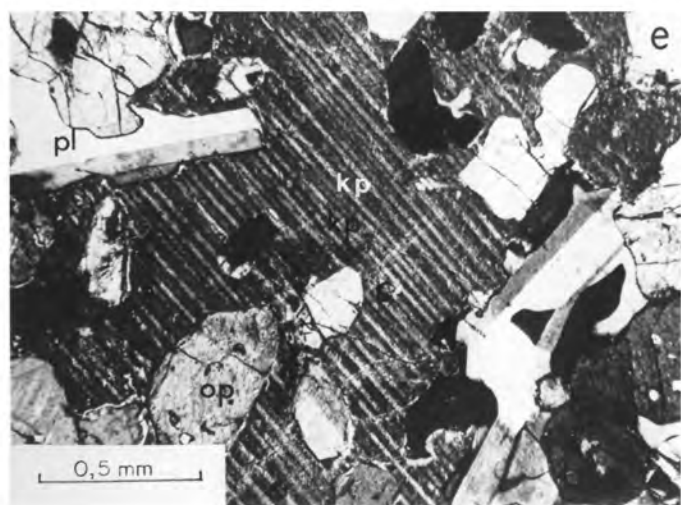
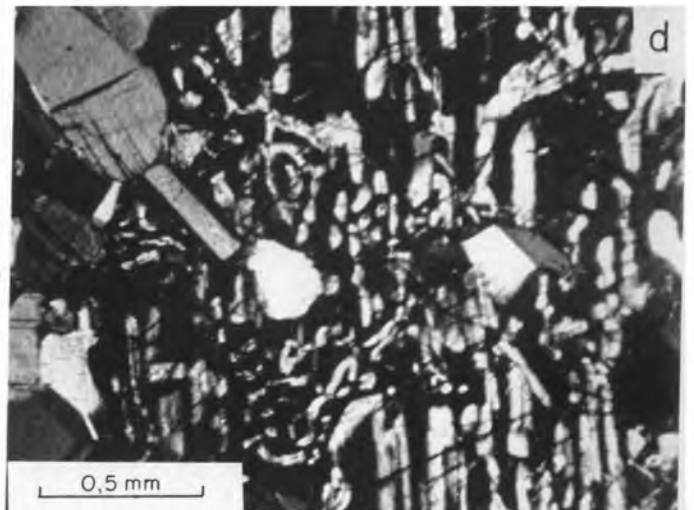
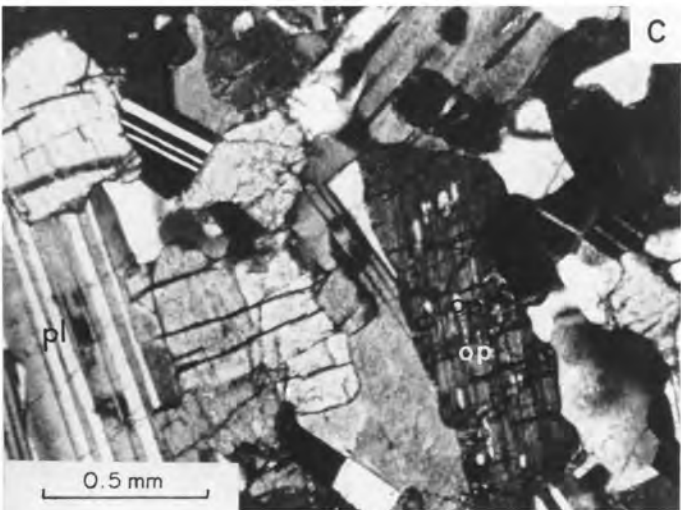
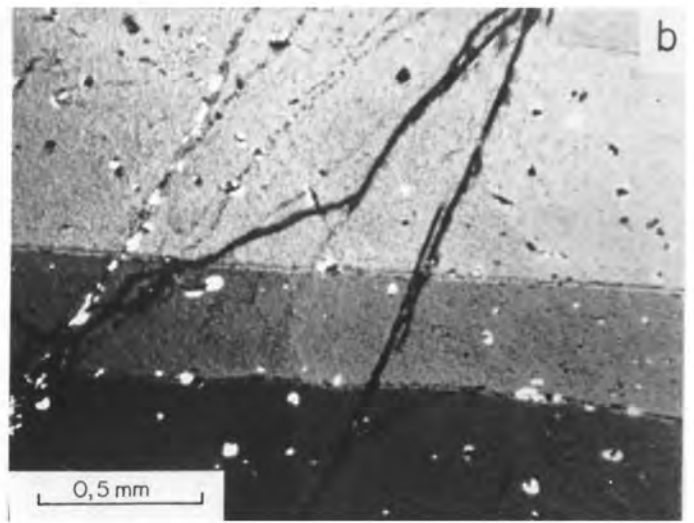
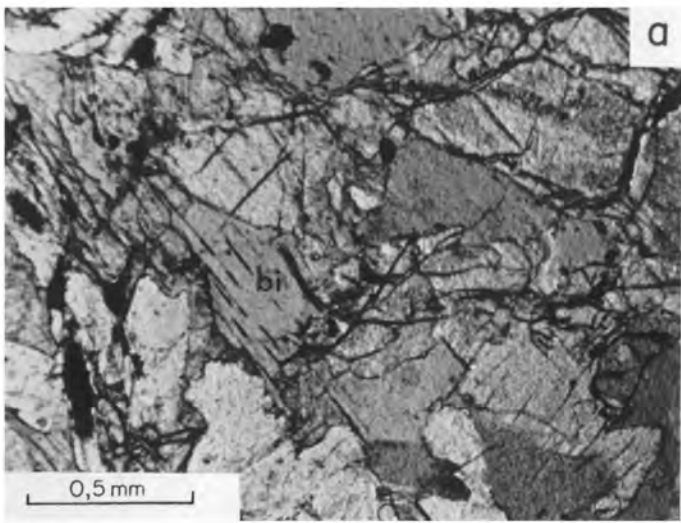
Fig. 5-4 b: Olivienoriet met tweelingagtige lamelle sub-parallel aan $\{100\}$ van groot olivienfenokriste (gekruiste polariseerders, G5275.5, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-4 c: Noriet met bonkige ortopirokseenkristalle (op) wat uitskeidings van klinopirokseen parallel aan $\{010\}$ van die ortopirokseen bevat, interkumulus plagioklaas (pl) (gekruiste polariseerders, G4271, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-4 d: Noriet: Growwe uitskeidings van klinopirokseen parallel aan die $\{010\}$ van die ortopirokseen (gekruiste polariseerders, G3488.8, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-4 e: Gabbroïse noriet met diallaag (kp), ortopirokseen (op) en plagioklaas (pl) (gekruiste polariseerders, G4595, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 5-4 f: Noriet met duidelike stollingsgelaagdheid (gekruiste polariseerders, G4460, boorgat G1, Goudini 30 JP)



kristalle toon dikwels die {100}-skeidingsvlakke van diallaag (Fig 5-4 e). Die plagioklase wissel vanaf kumulus tot interkumulus en toon oor die algemeen omgekeerde sonebou. Daar kom uitsonderlike gevalle voor waar die gesteente subofities is met klein lamelle van plagioklaas op die rande van die ortopiroksene, soos wat tipies van hipabissale gesteentetipes is.

Die gesteentes in die boorgate G1 en DS3/1 toon dikwels stollingsgelaagdheid (Fig 5-4 f). Soos in die geval van die oliviennoriete, bevat hierdie gesteentetipes klein hoeveelhede biotiet in die nabyheid van die vloer of metasedimentêre insluitels.

In enkele gevalle dui klein hoeveelhede kleurlose amfibool op metamorfisme en gepaardgaande hidrasie deur die daaropvolgende oorliggende magma-indringing. Serpentinisasie en talkvorming kom ook soms by die gesteentes voor.

5.3 VORIGE KLASSIFIKASIESTELSELS

Petrografies kan twee duidelike groepe hipabissale gesteentes onderskei word, naamlik die amfiboolhoudende diabaas of Lydenburg-tipe, wat verder van die kontak met die Bosveld Kompleks is, aan die eenkant, en die jonger noriet of Marulengtipe, wat nader aan die kontak is, aan die anderkant. Hier word later aangetoon hoedat die ortopirokseene in 'n wisselende mate verander is na amfibool, gewoonlik horingblende. Die Marulengtipe toon verder 'n verskeidenheid van mineraalsamestellings en teksture as gevolg van verskille in magmadifferensiasie, in die mate van assimilasie van afsettingsgesteentes, en van hidrasie.

In teenstelling met sommige ander dele van die Bosveld Kompleks, word 'n volledige profiel van die randsones in die boorgat G1 aangetref. Indien enige gevolgtrekking aangaande die randsones alleen vanaf die dagsone gemaak word, kan dit misleidend wees omdat dit so swak dagsoom. Volgens SACS (1980) bestaan die randsones oorwegende uit noritiese gesteentes wat in die Oos-Transvaal bekend staan as die Shelter noriet en in die Wes-Transvaal as die Kolobeng noriet. Daar word in latere paragrawe aangetoon dat die meeste noriete in dagsone in die Nietverdiendomgewing, daarenteen, tot die Marico Hipabissale Suite behoort. Die randsones, soos in die boorgat

G1 aangetref, bestaan oorwegend uit gabbroïese noriete. Vermaak (1970) het boorgatprofiel in 'n gebied wes van Pilanesberg ondersoek. Hy het op grond van mineralogiese en teksturele gesteentekennmerke, 'n oorwegend noritiese randsone (kilsons) onderskei van 'n Marulengnoriet-suite.

Daar is, veral in die oostelike Bosveld, verskeie klassifikasie-stelsels vir die hipabissale gesteentes voorgestel, waarby die amfibolitiese en noritiese tipes van mekaar onderskei word en waar daar gepoog is om 'n verwantskap met die magma van die Rustenburg Gelaagde Suite te postuleer. In die meeste gevalle word daar geen duidelike onderskeid getref tussen die Marico Hipabissale Suite en die randsone van die Rustenburg Gelaagde Suite nie. Lombaard (1934) het in die Lydenburgomgewing 'n fase van plaatvorming vir die Bosveld Kompleks voorgestel met die normale diabase (amfibolities) aan die eenkant en die noritiese diabaas aan die anderkant. Nel (1940) het die dik noriet bokant die Magaliesbergkwartsiet noord van Pretoria beskryf as 'n diabaas wat verwant is aan die oorliggende gabbro van die hoofsonne van die Kompleks. Willems (1957) het die Lydenburgtipe van diabaas as gemetamorfoseerde gabbroïese moedermagma van die Bosveld Kompleks beskou. Hierdie tipe val in die groenskisfasies van metamorfisme. Die noritiese Marulengtipe van diabaas, daarenteen, het hy as gekontamineerde gabbroïese magma beskou wat in die pirokseen-horingfelsfasies van metamorfisme val. Na aanleiding van soortgelyke gesteentes in die Dullstroomomgewing het Frick (1973) twee afsonderlike fases van magma-aktiwiteit onderskei. Die een is 'n dioritiese tipe met kalk-alkali affiniteite en die ander 'n doleritiese tipe. Hy het verder sommige van hierdie gesteentes as verteenwoordigend van die kilfase van die Bosveld Kompleks beskou. Cawthorn *et al* (1981) het die ganggesteentes in die Pretoria-Rustenburg-Vredefortgebied ondersoek en na 'n voor-Bosveld metadoleriet, en 'n sin-Bosveld noriet verwant aan die laer sone van die Bosveld Kompleks, verwys. Sharpe (1984) het in die oostelike Bosveld ook 'n onderskeid getref tussen 'n amfibooldraende metagabbro van voor-Bosveld ouderdom en onder andere, 'n piroksenitiese groep van sin-Bosveld ouderdom. Die ortopiroksene is in die laasgenoemde geval in 'n wisselende mate verander na horingblende. Engelbrecht (1973) en Klop (1978) verwys kortliks na die hipabissale gesteentes van die Maricodistrik en onderskei petrografies tussen die Lydenburg- en die Marulengtipe.

5.4 MINERALOGIE VAN DIE MARICO HIPABISSALE SUITE EN DIE RANDSONE

Mikrosonde-ontledings is gedoen van dagsoom- sowel as van die boorgatmonsters om 'n oorsig te kry van die hoofelement-samestellings van die ortopiroksene van die Marico Hipabissale Suite sowel as die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite. Daar is verder en op dieselfde metode klinopiroksene, oliviene en plagioklase vanaf die boorgat G1 ontleed. Die getal ontledings van die boorgatmonsters is te min om enige gevolgtrekkings aangaande die siklisiteit van die randsones vanaf die mineralogie te maak.

In BYLAAG 5-1 word 38 ortopirokseentledings getabuleer. Hiervan is 22 vanaf dagsone (DN-reeks) en 16 vanaf die boorgat G1 (G-reeks), waar 14 van die eersgenoemde reeks tot die Marico Hipabissale Suite en 8 tot die randsones behoort, soos die heelgesteente-ontledings uitwys. In Tabel 5-1 word 'n vergelykende opsomming gegee van die enstatietinhoud vir elk van bogenoemde drie groepe.

=====

Tabel 5-1

Die gemiddelde ortopirokseensamestellings van die Marico Hipabissale Suite (MHS) sowel as die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite (RGS).

	<u>Dagsoommonsters (DN)</u>	<u>Boorgatmonsters (G)</u>	
	<u>MHS</u>	<u>RGS</u>	<u>RGS</u>
	(N=14)	(N=8)	(N=16)
(Mg×100) / (Mg+Fe)	73.8	77.9	81.3
standaardafwyking	8.8	3.6	4.2

=====

Van die bogenoemde tabel kan gesien word dat die ortopiroksene van die Marico Hipabissale Suite 'n laer gemiddelde asook 'n groter variasie in enstatietinhoud toon, as die res van die ortopirokseentledings. Die korrels van hierdie suite is sonêrgebou en gevallig is gevind waar die mineraalkorrelrande tot 20 mol persent minder enstatiet as die kerne bevat. Daar het dus 'n adkumulatiewe aangroeiing van die ortopiroksene plaasgevind deur 'n ysterryker tussenvloeistof. Die ortopiroksene van die randsones toon 'n kleiner

variasie in samestelling as die Marico Hipabissale Suite. Die dagsoommonsters van die randsones het 'n kleiner gemiddelde enstatietinhoud as die boorgatmonsters daarvan, moontlik as gevolg van kontaminasie van die eersgenoemde.

Die ortopirokseensamestellings van die boorgatmonsters is langs 'n profiel gestip (Fig. 5-5). Die opeenvolging is onderverdeel in 6 sikliese eenhede en 'n aantal sub-eenhede op grond van die heelgesteente-chemie. Alhoewel dit ewe goed van toepassing is op die mineraalchemie, is die data van die heelgesteentes meer volledig. Om hierdie rede word die meganisme waarvolgens die sikliese eenhede onderskei word in die latere afdeling wat oor die heelgesteente chemie handel, in detail bespreek. Die onderskeidende kenmerk van ortopiroksene van die randsones, in teenstelling met soortgelyke minerale in die oorliggende laer en kritieke sone, is die groot wisseling van samestelling. Daar bestaan die algemene neiging vir die mineraal om simpatiek met die magnesiuminhoud van die heelgesteentes te verander dws. die enstatietinhoud van die ortopiroksene neem toe met die aanvang van elke sikliese eenheid.

Dit word later aangetoon hoedat die enstatietinhoud van die ortopiroksene bepaal word deur die kristallasieverloop en chemiese samestelling van die oorliggende magma, asook die mate van reaksie van die magma met ortopirokseenkristalle van die voorafgaande sikliese eenheid.

Die oliviensamestellings vir 7 boorgatmonsters vanaf die randsones word in BYLAAG 5-2 gegee. Die gemiddelde samestelling is 82.3 mol persent forsteriet met 'n standaardafwyking van 2.7 mol persent. Net soos met die ortopiroksene is daar 'n groot wisseling in samestelling (Fig. 5-5).

Die klinopiroksene van die randsones toon ook 'n groot variasie in samestelling soos in BYLAAG 5-3 en Figuur 5-5 aangedui.

Die mikrosonde-ontledings van die kerns en die rande van plagioklase vanaf 7 horisone word gegee in BYLAAG 5-4 en gestip op Figuur 5-5. Die anortietinhoud van die veldspate word in die onderstaande Tabel 5-2 aangegee om die omgekeerde sonere bou uit te wys. Daar is 'n algemene toename van anortietinhoud van die

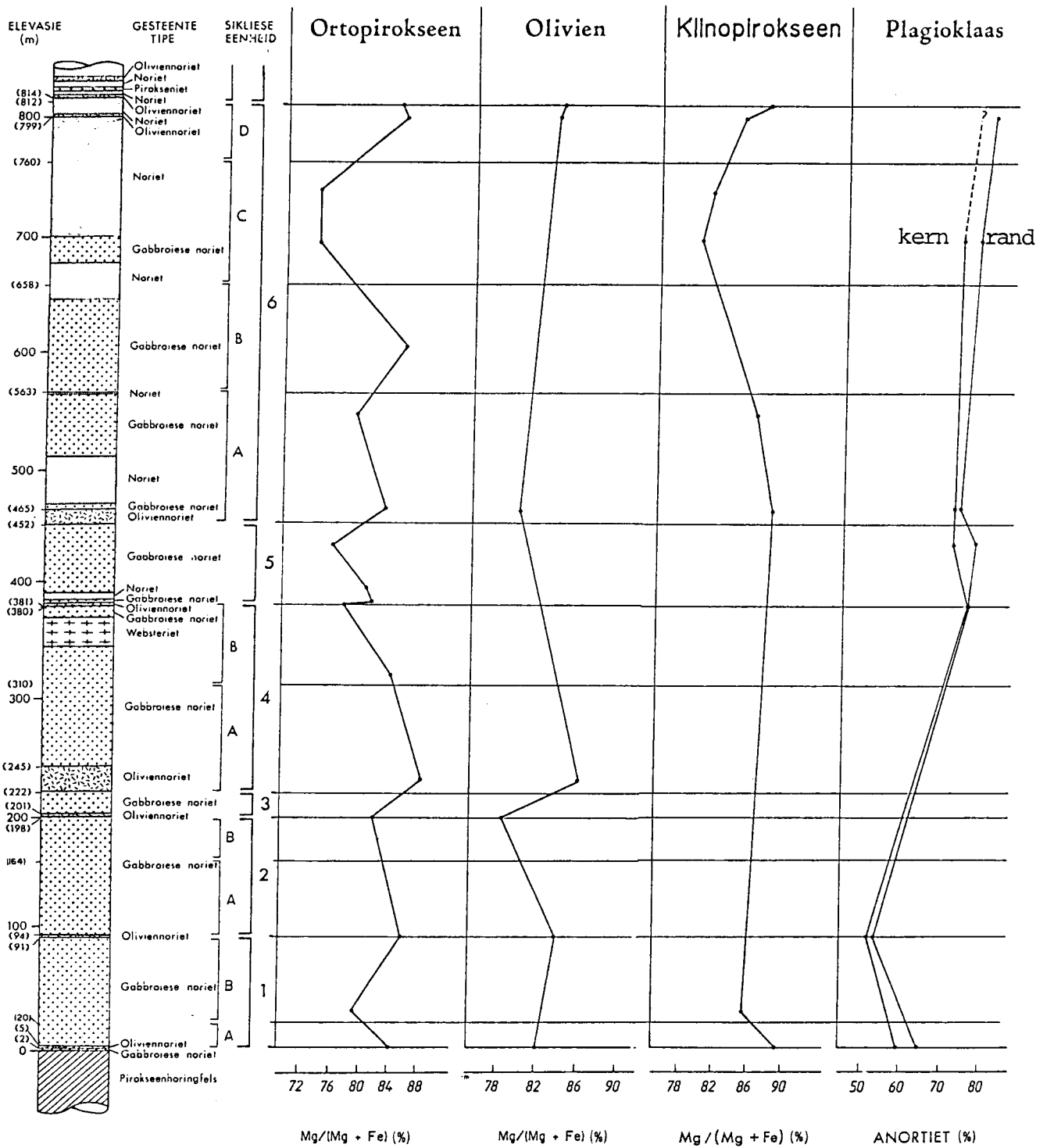


Fig. 5-5: Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in samestellings van ortopirokseen, olivien, klinopirokseen en plagioklaas aangedui. Die dubbelyn vir die plagioklaas stel die omgekeerde sonebou voor.

plagioklase van onder na bo in die opeenvolging.

Die vroeëre magma-pulse was ryker aan alkalië, moontlik as gevolg van kontaminasie deur die gesteentes van die Pretoria Groep. Die anortietryker rande word verklaar aan die hand van 'n proses van reaksie van die oorliggende magma met die onderliggende plagioklaaskristalle van die vorige sikliese eenheid.

Tabel 5-2

Die anortietinhoud van sonëre plagioklase van die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite.

<u>Elevasie</u> <u>(m)</u>	<u>Anortietinhoud in mol %</u>	
	<u>Kern</u>	<u>Rand</u>
798.9	80.3	nie bepaal
693.2	73.3	77.5
461.8	70.8	72.3
432.5	70.9	76.8
381.6	75.8	75.8
91.9	52.0	52.6
2.7	58.3	64.3

5.5 VARIASIE IN NORMATIEWE MINERAALINHOUD VAN DIE RANDSONE

Die normatiewe mineraalinhoud van elke gesteentemonster is vir die boorgat G1 aangedui in Figuur 5-6.

Geringe hoeveelhede normatiewe kwarts is bereken vir gesteentes aan die begin van sikliese eenheid 1, in ongeveer die middel van eenheid 4, asook eenheid 5, en laastens vir naby die top van sikliese eenheid 6A.

Aan die begin van sikliese eenheid 1 is die normatiewe plagioklaasinhoud hoog. Dit daal en bly laag tot die dik norietlae van sikliese eenheid 6 bereik word, waar dit aansienlik styg.

Die normatiewe klinopirokseen het minima met die aanvang van daardie sikliese eenhede waar olivien as kumulusmineraal kristalliseer.

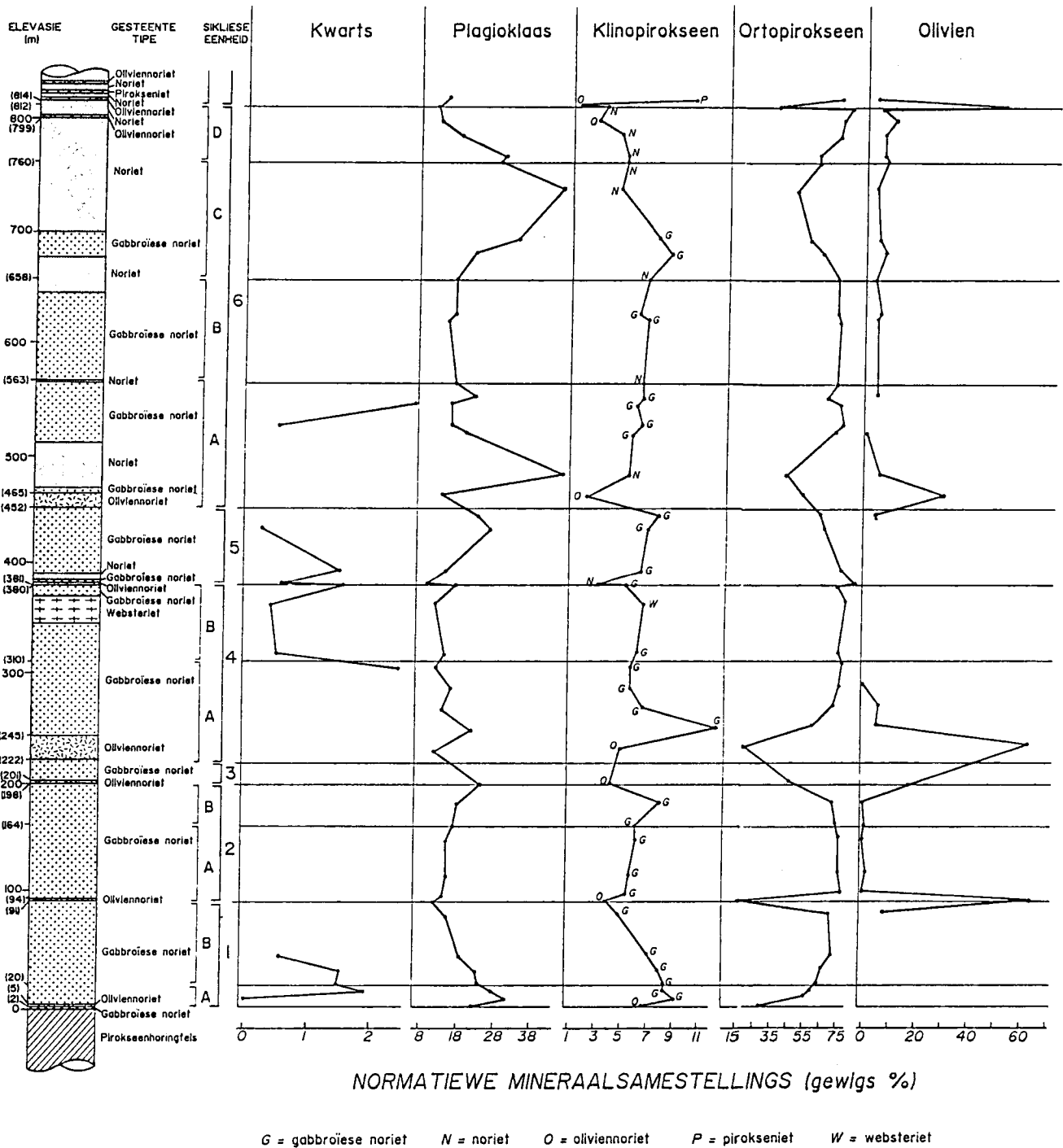


Fig. 5-6: Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in normatiewe mineraalsamestellings aangedui.

Soorgelyk aan die klinopirokseen, het ortopirokseen minima aan die begin van sikliese eenhede 1, 2, 4A en 6A, wat benaderd ooreenstem met die maksima van olivien.

Die meeste van die gesteentes langs die profiel is olivien-normatief, met baie groot maksima by die oliviennoriete. Die rede vir die geringe hoeveelhede normatiewe olivien by noriete en gabbroïese noriete, lê in hierdie geval by die tekortkoming van die normberekening om MgO , Fe_2O_3 of Al_2O_3 vir chromiet te bereken.

5.6 NORMATIEWE SAMESTELLING VAN DIE MARICO HIPABISSALE SUITE

Tabel 5-3			
Gemid. samestellings vir "diabase" en "noriete" van dagsoomonsters			
	Marico Hipabissale Suite		Randsone
	"Diabase" (N=17)	"Noriete" (N=14)	(N=8)
SiO ₂	53.77	54.76	51.00
TiO ₂	0.45	0.37	0.07
Al ₂ O ₃	12.58	12.56	16.65
FeO	9.04	8.76	7.02
MnO	0.18	0.16	0.15
MgO	11.22	11.85	13.50
CaO	7.57	7.17	9.81
Na ₂ O	1.36	1.73	1.12
K ₂ O	0.65	0.89	0.08
F ₂ O ₅	0.07	0.06	0.01
Co	64	66	67
Cr	1092	978	886
V	174	145	92
Zn	84	71	50
Cu	30	56	77
Ni	309	264	309
Ba	264	244	39
Sc	41	37	31
Zr	69	61	1
Y	11	8	1
Sr	137	193	242
Rb	26	31	2
Q	7.41 (N=15)	4.19 (N=13)	0
Or	3.94	5.34	0.48
Ab	11.85	14.87	9.51
An	27.10	24.27	40.32
Di	5.59	6.09	5.10
He	3.49	3.23	1.75
En	24.15	26.91	31.23
Fs	14.14	14.15	11.09
Fo	12.29 (N=2)	1.68 (N=1)	1.89
Fa	4.00 (N=2)	0.72 (N=1)	0.82
Il	0.88	0.72	0.14

'n Algemene oorsig van die normatiewe samestellings van gesteentes van die Marico Hipabissale Suite word gegee in Tabel 5-3. In teenstelling met die randsones, is die gesteentes oor die algemeen meer kwartsnormatief, moontlik as gevolg van die afwesigheid van modale chromiet. Uit 'n totaal van 17 "diabase" is 15 kwartsnormatief en 2 oliviennormatief.

5.7 DIE CHEMIESE KARAKTERISERING EN VARIASIE VAN GESTEENTETIPES

Onder hierdie opskrif word gepoog om met verskeie chemiese veranderlikes, die twee tipes van hipabissale gesteentes, asook die gesteentes van die randsones te karakteriseer en van mekaar te onderskei. Ook word die chemie van die gesteentes (BYLAAG 5-5) van beide die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite langs 'n stratigrafiese profiel ondersoek. 'n Profiel van die randsones (G-reeks) is verkry van die boorgat G1 op die plaas Goudini 30 JP. Die dagsoommonsters (DN-reeks) is geneem oor feitlik die hele navorsingsgebied suid van die Dwarsberge (Voublad 3). Elevasies is aan die DN-reeks monsters toegeken deur die onderkant van die randsones in die boorgat as verwysingselevasie te neem en 'n skatting te maak van die stratigrafiese hoogte van elke dagsoommonster binne die Pretoria Groep. Op die wyse het alle boorgatmonsters positiewe elevasies en die meeste van die dagsoommonsters negatiewe elevasies. Slegs dagsoommonsters van gesteentes van die randsones het positiewe elevasies.

5.7.1 Algemene aard van die rou chemiese heelgesteente data

Die hoofelementsamestellings uitgedruk as oksiedpersentasies en die spoorelementsamestellings in dele per miljoen, word in BYLAAG 5-5 gegee vir die 39 dagsoom- en die 48 boorgatmonsters. Die dagsoommonsters sluit gesteentes van die MHS en die randsones van die Bosveld Kompleks in. Die gemiddelde waardes vir die twee suites, asook die gemiddelde hoofelementsamestellings vir elk van noriet, pirokseniet en peridotiet volgens Cox et al (1979), word in Tabel 5-4 gegee. Opsigtelike verskille tussen die dagsoom- (DN) en die boorgatmonsters (G1) is dat eersgenoemde ongeveer tweekeer soveel TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O en K_2O bevat as die boorgatmonsters, wat die hoofelemente betref, asook heelwat meer Ba, Zr, Y, Sr en Rb, wat die spoorelemente betref.

Tabel 5-4

Gemiddelde waardes vir die chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaaagde Suite, vergeleke met 'n "gemiddelde" noriet, pirokseniet en peridotiet (Cox et al., 1979)

	Dagsoom- monsters (DN)	Boorgat- monsters (G1)	Noriet	Pirokseniet	Peridotiet
SiO ₂	53.56	53.39	50.44	46.27	42.26
TiO ₂	0.35	0.21	1.00	1.47	0.63
Al ₂ O ₃	13.41	5.76	16.28	7.16	4.23
FeO	8.52	10.38	9.38	11.02	9.83
MnO	0.17	0.19	0.14	0.16	0.41
MgO	11.91	24.27	8.73	16.04	31.24
CaO	7.88	3.90	9.41	14.08	5.05
Na ₂ O	1.44	0.73	2.26	0.92	0.49
K ₂ O	0.62	0.21	0.70	0.64	0.34
P ₂ O ₅	0.05	0.002	0.15	0.38	0.10
GV	1.15	-0.12			
H ₂ O ⁻	0.18	0.16			
Co	65	100			
Cr	1008	2959			
V	147	120			
Zn	72	81			
Cu	49	96			
Ni	293	696			
Ba	211	74			
Sc	38	35			
Nb	2	1			
Zr	52	15			
Y	8	2			
Sr	179	82			
Rb	23	7			

GV = gloeiverlies by 950°C

Die boorgatmonsters het op hulle beurt 'n bietjie meer FeO, ongeveer tweekeer soveel MgO, effens meer Co, feitlik driekeer soveel Cr, en tweekeer die hoeveelheid Cu en Ni, as die dagsoommonsters.

5.7.2 Grafiese voorstellings van die rou heelgesteentedata

Histogramme vir 8 van die mees betekenisvolle hoofelementoksiede en 8 van die spoorelemente vir beide die dagsoom- (DN) sowel as die boorgatmonsters (G1) word gegee in Figure 5-7 tot 5-10. Die twee steekproewe word hier afsonderlik beskou. Die algemene visuele oorsig van die histogramme toon aan dat die steekproef van die dagsoommonsters moontlik afkomstig is van tot 4 populasies, waar een populasie die randsone verteenwoordig.

Vanaf die histogramme van die hoofelemente (Fig. 5-7, 5-8) is die volgende afleidings gemaak. Die SiO_2 vir beide die dagsoom- en die boorgatmonsters toon negatiewe skewe verspreidings wat toegeskryf kan word aan silikadifferensiasie na die laer waardes. Hierdie feit word in die tweede genoemde steekproef beklemtoon deur 'n bimodale verspreiding met 'n aantal waarnemings by ongeveer 45 persent, wat toegeskryf word aan die olivienhoudende differensiate. Die dagsoomsteekproef toon 'n besliste bimodale verspreiding vir TiO_2 , met 'n laer modale waarde wat by benadering ooreenstem met die enkele mode van die boorgat. Die Al_2O_3 is trimodaal vir die dagsoom steekproef maar in teenstelling met die vorige veranderlike, stem nie een van die modewaardes ooreen met dié van die boorgat nie. Laasgenoemde is in 'n geringe mate bimodaal en die verdeling is positief skeef met 'n moontlike lognormale verspreiding. Dieselfde gevolgtrekkings kan vir die FeO-histogramme gemaak word, behalwe dat die addisionele piek aan die positiewe kant vir die boorgat toegeskryf word aan die hoë waardes vir hierdie veranderlike by die oliviendifferensiate. Die verspreiding van die veranderlike MgO is positief skeef maar enkelmodaal vir die dagsoommonsters, terwyl dit vir die boorgat weer 'n kleiner bykomstige piek aan die hoë waardekant toon, wat ook toegeskryf word aan die olivienkumulate. In die geval van CaO sowel as Na_2O en K_2O , het ons tetramodale verspreidings vir die dagsoomsteekproef en positief skewe of lognormale verspreidingspatrone in die geval van die boorgatsteekproef. Vir elk van die genoemde drie veranderlikes stem die modewaarde van die boorgat

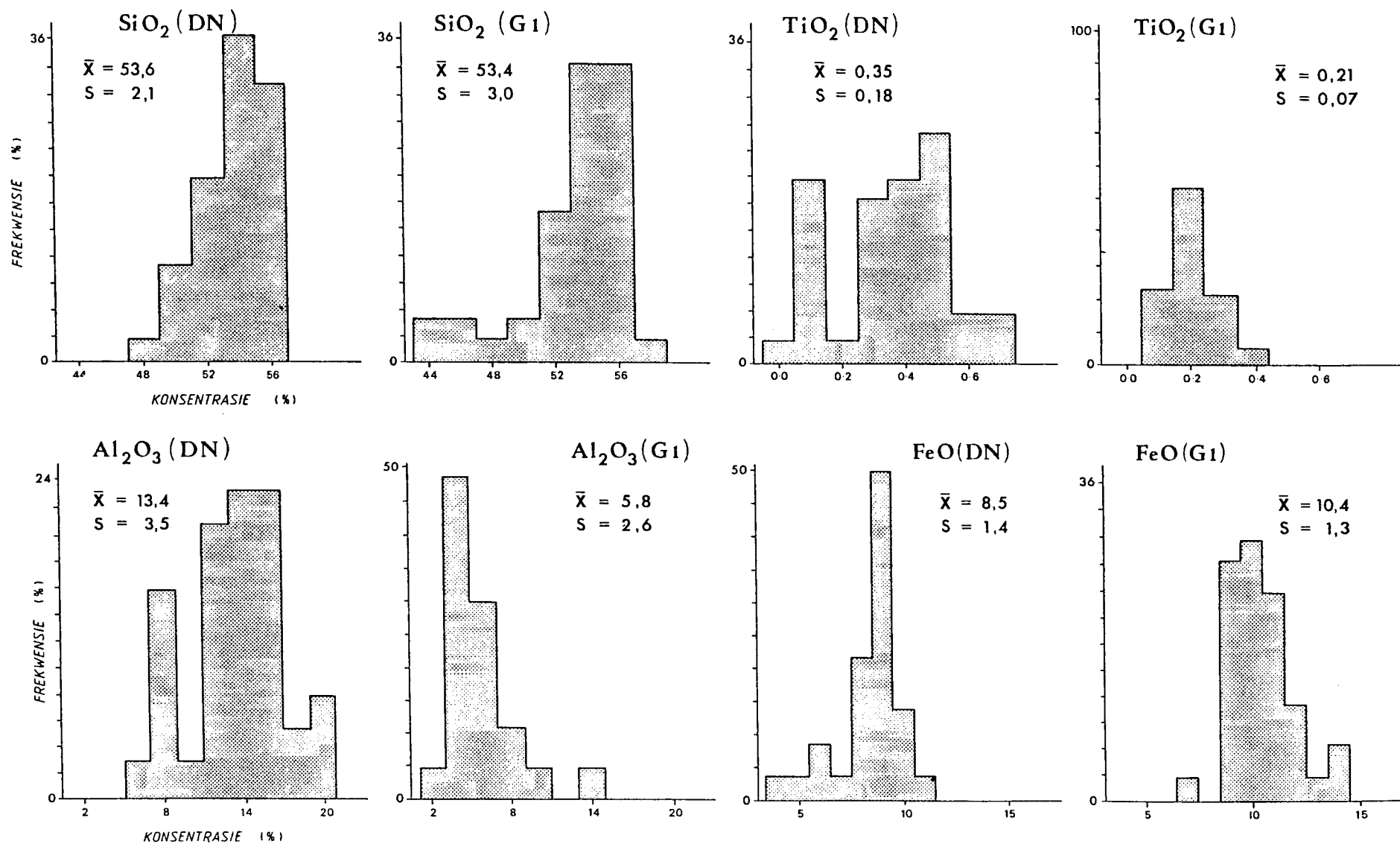


Fig. 5-7: Heelgesteente-ontledings van die Mrico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van hoofelementoksiede, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

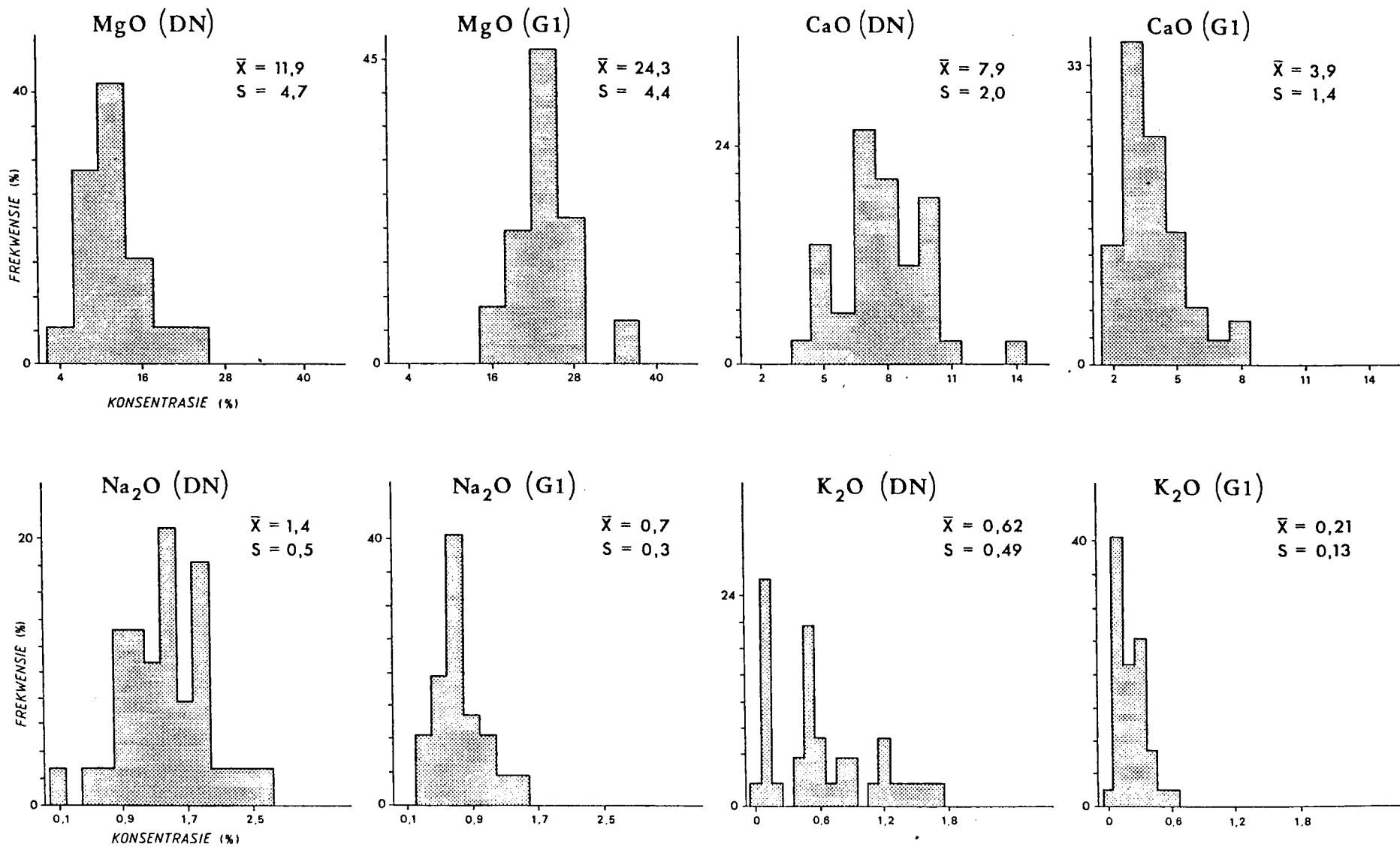


Fig. 5-8: Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van hoofelementoksiede, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

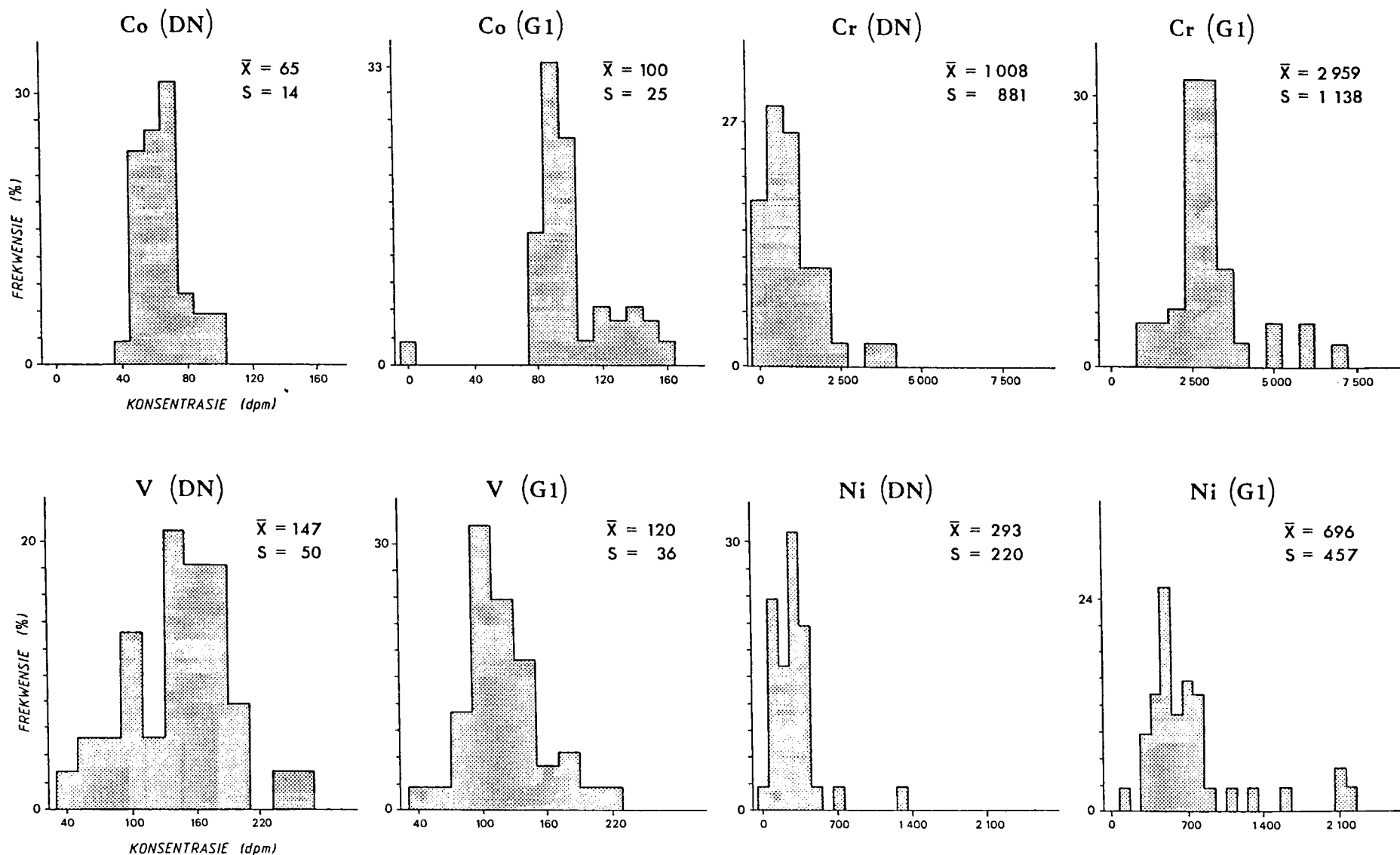


Fig. 5-9: Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van sporelemente, afsonderlik vir die dagsoommonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

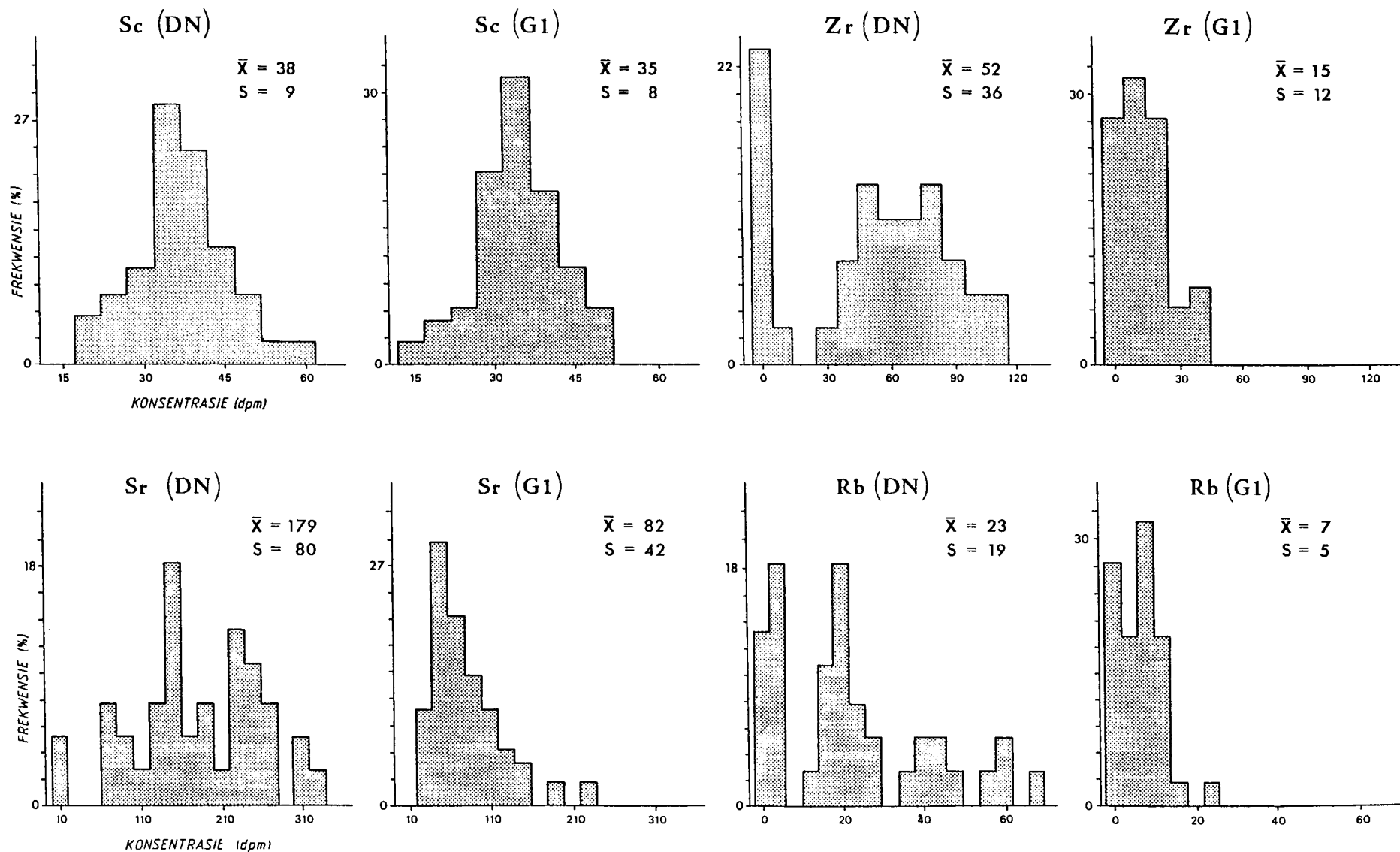


Fig. 5-10: Heelgesteente-ontledings van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite. Histogramme van spoorelemente, afsonderlik vir die dagsoomonsters (DN) en boorgatmonsters (G1), asook die gemiddelde waarde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) in elke geval.

redelik goed ooreen met die laagste modewaarde van die dagsoommonsters, wat weereens getuig van ten minste een gemeenskaplike populasie. Dit getuig verder van vier moontlike populasies vir die dagsome en 'n enkele maar gedifferensieerde populasie vir die boorgat, in soverre dit die laasgenoemde drie chemiese veranderlikes aangaan.

Samevattend kan gesê word dat die boorgatsteekproef verteenwoordigend blyk te wees van een populasie of magma wat differensiasie ondergaan het. Die dagsoomsteekproef daarenteen, blyk verteenwoordigend te wees van ten minste twee magmas soos uit die histogramme van die veranderlikes TiO_2 , Al_2O_3 , en FeO te sien is. Die verhoogde CaO en alkalië asook die tetramodale verspreidingspatrone vir hierdie veranderlikes is moontlik veroorsaak deur latere metasomatiese prosesse of andersins deur kontaminasie van die magma. Die swak dagsome van sekere gesteentetipes soos byvoorbeeld oliviennoriete en gabbroïese noriete, kan verantwoordelik wees vir 'n sydige monsternemingsproses en die skewe verspreidingspatrone.

Die spoorelementverspreidings (Fig. 5-9, 5-10) kan moeiliker in verband gebring word met die kristallasieverloop van silikate, omdat hulle dikwels voorkom in bykomstige minerale wat ondeurlopend uitkristalliseer. Die Co kom in silikaatstelsels asook as sulfiede voor wat een verklaring bied vir die bimodale verspreiding in die boorgatsteekproef, terwyl dit in die geval van die dagsome moontlik uitsluitlik as silikate voorkom. Die Cr word gehuisves in die silikaatstruktuur, hoofsaaklik in ortopirokseen, of andersins in chromiet. Die hoeveelheid chromiet beïnvloed die vorm van die histogram, veral opvallend by die boorgatmonsters. Die V toon in die geval van die dagsoommonsters 'n trimodale verspreiding wat toegeskryf word aan sekondêre veranderings- prosesse of kontaminasie van die magma deur metasedimentêre gesteentes van verskillende samestellings. Ni het ook 'n onderbroke verspreiding aan die hoë konsentrasiekant van die histogramme wat verband hou met die feit dat dit in silikate en in veranderlike hoeveelhede in sulfiede voorkom. Sc is die element wat die mees simmetriese verspreiding toon van al die elemente en dus min beïnvloed word deur differensiasie, bykomstige minerale, kontaminasie of latere veranderingsprosesse. Zr , Sr en Rb toon multimodale verspreidings

in die geval van die dagsoommonsters, wat weereens toegeskryf word aan kontaminasie van die magma en sekondêre veranderingsprosesse. In die geval van die boorgat G1 is hierdie verspreidings positief skeef, met klein anomale pieke aan die hoë konsentrasiekante van die histogramme.

5.7.3 Korrelasiematriks van die chemiese hoeveelhede

'n Korrelasiematriks met die korrelasiekoëffisiënte vir die konsentrasies is bereken in Tabel 5-5 en die waardes wat gelyk aan of groter is as 0.70 is onderstreep en word hieronder bespreek.

TiO₂ toon goeie positiewe korrelasies met K₂O, Ba, Zr, Y en Rb en word daaraan toegeskryf dat die elemente onversoenbaar is en in die residuele vloeistof konsentreer. Hulle word opgeneem in tussenfase biotiet en sirkoon, en die elemente varieer met die modale hoeveelheid van hierdie minerale.

Al₂O₃ toon goeie positiewe korrelasies met CaO, Na₂O en Sr, wat aandui dat plagioklaas die oorwegende mineraal is waarin hierdie elemente opgeneem is. Die klinopirokseen, wat al hierdie elemente behalwe Al₂O₃ bevat, speel 'n ondergeskikte rol en daar is in die meeste gevalle min klinopirokseen in die gesteentes. MgO en Cr is albei negatief gekorreleer met die Al₂O₃ en reflekteer 'n laer veldspaatinhoud vir die ultramafiese gesteentes soos oliviennoriëte.

FeO is goed gekorreleer met MnO en Zn wat aandui dat hulle dieselfde kristaltralieposisies inneem by die ferromagnesiese minerale. Om dieselfde rede is MnO en Zn goed gekorreleer.

MgO is baie sterk met Cr en ook goed met Ni gekorreleer omdat hulle in die olivien- en ortopirokseentralies gehuisves word. Die negatiewe korrelasies van MgO met CaO, Na₂O en Al₂O₃ dui daarop dat die hoeveelheid plagioklaas afneem soos die hoeveelheid magnesiese minerale toeneem in die ultramafiese gesteentes.

CaO is redelik goed met Na₂O gekorreleer wat aandui dat die plagioklaasinhoud met gesteentetipe verander terwyl die anortietinhoud as sulks 'n ondergeskikte rol vertolk.

Tabel 5-5

Korrelasiekoëffisiënte vir chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Co	Cr	V	Zn	Cu	Ni	Ba	Sc	Zr	Y	Sr	Rb	
1	0.56	-0.03	-0.02	0.11	0.25	0.03	0.29	0.42	-0.23	-0.18	0.32	0.05	-0.00	-0.36	0.36	0.57	0.48	0.36	0.06	0.46	SiO ₂
	1	0.11	0.14	0.06	-0.46	0.14	0.43	<u>0.79</u>	-0.19	-0.38	0.57	0.33	-0.22	-0.41	<u>0.74</u>	0.45	<u>0.87</u>	<u>0.82</u>	0.00	<u>0.79</u>	TiO ₂
		1	-0.62	-0.52	<u>-0.86</u>	<u>0.97</u>	<u>0.74</u>	0.27	-0.42	<u>-0.80</u>	0.19	-0.42	-0.07	-0.62	0.31	0.10	0.09	0.44	<u>0.80</u>	0.18	Al ₂ O ₃
			1	<u>0.71</u>	0.49	-0.62	-0.42	-0.14	0.37	0.47	0.29	<u>0.80</u>	0.15	0.35	-0.14	0.31	0.03	-0.09	-0.50	-0.10	FeO
				1	0.46	-0.45	-0.41	-0.15	0.26	0.46	0.18	<u>0.77</u>	-0.08	-0.08	0.31	-0.07	0.37	-0.02	-0.41	-0.09	MnO
					1	<u>-0.84</u>	<u>-0.76</u>	-0.52	0.47	<u>0.96</u>	-0.41	0.26	0.09	<u>0.82</u>	-0.49	-0.30	-0.36	-0.68	-0.66	-0.47	MgO
						1	<u>0.73</u>	0.24	-0.43	<u>-0.78</u>	0.22	-0.44	-0.03	-0.60	0.27	0.22	0.09	0.44	<u>0.76</u>	0.16	CaO
							1	0.60	-0.37	<u>-0.73</u>	0.23	-0.36	0.14	-0.66	0.61	0.20	0.36	0.52	<u>0.70</u>	0.56	Na ₂ O
								1	-0.21	-0.48	0.34	0.12	-0.10	-0.46	0.93	0.15	<u>0.81</u>	0.73	0.16	0.96	K ₂ O
									1	0.45	-0.19	0.22	0.07	0.41	-0.20	-0.17	-0.16	-0.27	-0.32	-0.21	Co
										1	-0.34	0.28	0.04	<u>0.79</u>	-0.44	-0.22	-0.30	-0.58	-0.65	-0.45	Cr
											1	0.39	-0.05	-0.38	0.28	0.67	0.38	0.50	0.06	0.34	V
												1	-0.24	0.15	0.15	0.31	0.23	0.19	-0.46	0.10	Zn
													1	0.15	-0.14	0.08	-0.30	-0.32	0.07	-0.11	Cu
														1	-0.42	-0.35	-0.28	-0.52	-0.49	-0.42	Ni
															1	0.11	<u>0.77</u>	<u>0.73</u>	0.19	<u>0.88</u>	Ba
																1	0.22	0.31	0.03	0.16	Sc
																	1	<u>0.74</u>	0.03	<u>0.82</u>	Zr
																		1	0.22	0.69	Y
																			1	0.13	Sr
																				1	Rb

102.

5.7.4 Die Irvine en Baragar klassifikasie

Die CIPW-norms vir alle gesteentes is bereken volgens die rekenaarprogam van Irvine en Baragar (1971). Net soos in die geval van die Hekpoort Formasie is die magmatipe vir elke gesteente bereken volgens die prosedure wat deur Irvine en Baragar (1971) gekompileer is vir vulkaniese gesteentes. In sommige gevalle, waar ons te doen het met differensiasie en kristalkumulate, soos vir die oliviendraende gesteentes, mag die klassifikasie foutief wees, maar in meeste gevalle, veral by die dun ongedifferensieerde plate gee dit 'n aanvaarbare indeling. In BYLAAG 5-5 word ook die name van die gesteentetipes soos petrografies bevind, aangegee.

Die indeling van die 87 gesteentes volgens bogenoemde prosedure is in die Tabel 5-6 saamgevat. Hieruit kan gesien word dat die meeste (67) van die dagsoommonsters en boorgatmonsters tot spesifiek die K-ryke tholeiitiese basaltreeks behoort en dat 84 uit 'n totaal van 87 oor die algemeen tholeiities is.

=====		
<u>Tabel 5-6</u>		
<u>Opsomming van die Irvine en Baragar (1971) klassifikasie</u>		
	<u>Dagsoommonsters(DN)</u>	<u>Boorgatmonsters(G1)</u>
Tholeiitiese basalt, K-ryke reeks	34	33
Tholeiitiese basalt, gemiddelde reeks	2	10
Tholeiitiese pikriet- basalt, K-ryke reeks	0	4
Tholeiitiese pikriet- basalt, gemiddelde reeks	0	1
Kalk-alkali (hoë alumina basalt), K-ryke reeks	3	0
Totaal	39	48
=====		

Dié wat as tholeiitiese pikriete klassifiseer is die olivienhoudende differensiate van die tholeiitiese basalte, terwyl die enkele kalk-alkaligesteentes moontlike uitskieters verteenwoordig wat verband hou met kontaminasie deur kalsiumdraende sedimente. Kalk-alkali affiniteite vir die ouer gabbroïese

(dioritiese) Lydenburgtipe diabase soos deur Frick (1973) voorgestel, is nie hier van toepassing nie. Volgens Figuur 5-11 a, val slegs een diabaas binne die kalk-alkaliveld.

Dit is opvallend dat volgens die Irvine en Baragar-klassifikasie die chemiese samestelling van die magmas van sommige hipabissale gesteentes en die Hekpoort Formasie baie goed ooreenkom (vergelyk Fig. 4-5 en Fig. 5-11 a). Dit mag wees dat sommige van die gange en plate wat stratigrafies onderkant die lawas voorkom as toevoersplete kon gedien het. Die magmatipes vir die hipabissale en die randsonegesteentes van die boorgat stem verder ook redelik goed met mekaar ooreen, behalwe dat in die geheel gesien, die dagsoommonsters 'n groter variasie in samestelling toon. Alhoewel die Hekpoort Formasie, die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite chronologies van mekaar verwyderd mag wees, is hulle volgens die algemene klassifikasie van Irvine en Baragar, aldrie oorwegend tholeiitiese basalte.

Dit is opvallend dat die dagsome geleë tussen die Pretoria Groep en die Bosveld Kompleks, oorwegend noriet in plaas van gabbroïese noriet is, terwyl noriete slegs 22 persent van die randsones in die boorgat G1 uitmaak (Fig. 5-12). Daar word in 'n later paragraaf aangetoon dat feitlik alle dagsome van noriet tot die Marico Hipabissale Suite behoort.

5.7.5 Die FMA-diagram en variasie van ferromagnesiese komponente

Die gesteente-ontledings vir die dagsoommonsters en boorgatmonsters van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite is op twee afsonderlike FMA-diagramme gestip (Fig. 5-11 a,b). Hieruit kan gesien word dat albei die suites 'n tholeiitiese tendens het. Die hipabissale suite het 'n groter verspreiding van gedifferensieerde gesteentes as die randsones, in sover dit die FeO en die alkalië aangaan. Behalwe vir sommige van die oliviendraende lede, word die veld van die randsones deur dié van die Marico Hipabissale Suite aan die magnesiumryker punt van die diagram ingesluit. Die FMA-diagram toon aan dat die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite van dieselfde tipe moeder magma, naamlik 'n tholeiitiese basalt, afkomstig kan wees.

a) Dagsome (DN)

b) Boorgat (G1)

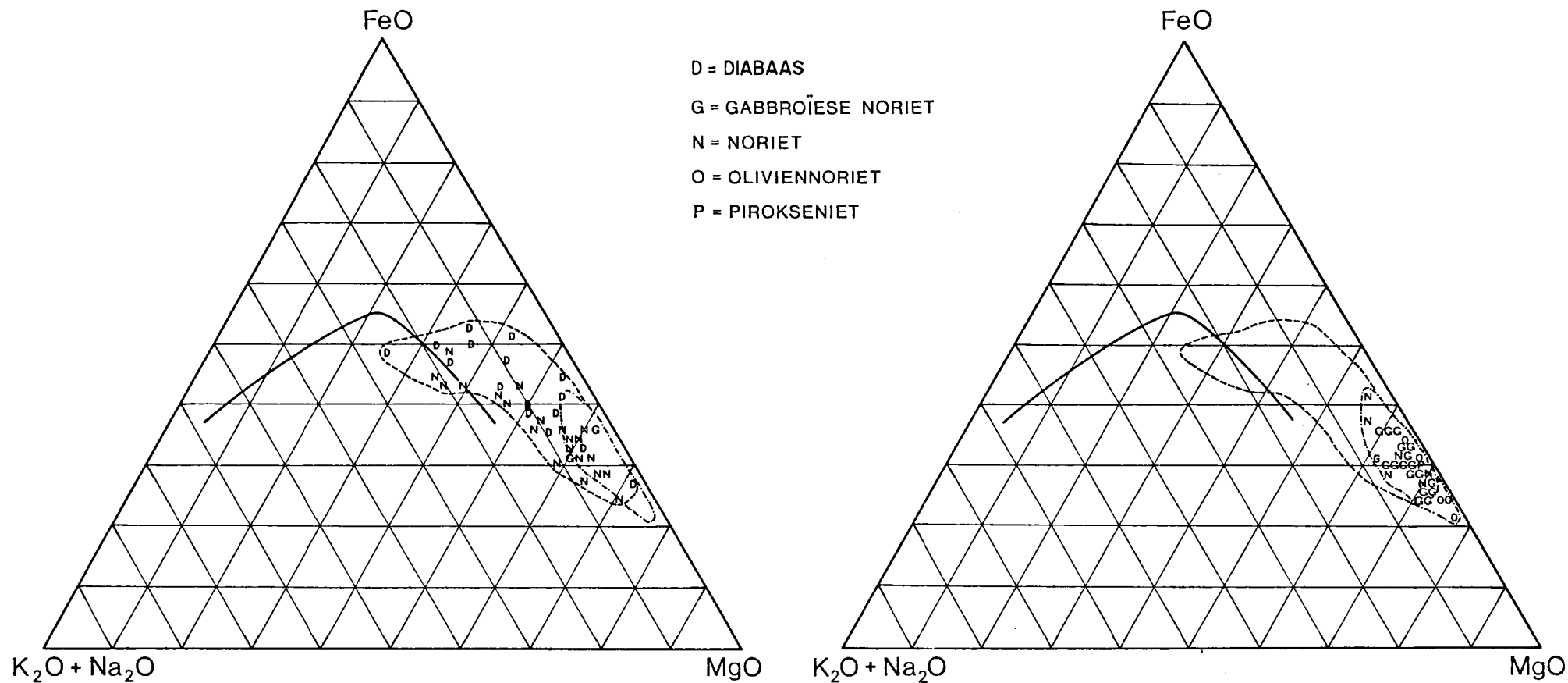


Fig. 5-11: FMA-diagramme vir die dagsoommonsters (a) en boorgatmonsters (b). Die verdelingskurwe tussen die kalk-alkali en tholeiitiese veld is volgens Irvine en Baragar (1971).

In die geval van die boorgat G1, word differensiasie binne en tussen sikliese eenhede (Fig. 5-12) toegeskryf aan agtereenvolgende magma-pulse.

Daar is gevind dat slegs die noritiese dagsoommonsters wat naby die kontak met en net suid van die niertjievormige laer sone versamel is, omsluit word deur die veld van die boorgatmonsters (Fig. 5-11 a). Dit impliseer dat slegs hierdie enkele norietdagsome by die randsone behoort.

Aangesien die gesteentes langs 'n profiel in die boorgat G1 beskikbaar is, is die differensiasieverloop van onder na bo deur 'n dikte van 829.4 m en tot net binne die laer sone, in detail ondersoek (Fig. 5-12). Die randsone is in 6 litologiese sikliese eenhede onderverdeel met oliviennoriet aan die basis van elke eenheid, maar chemies kan 12 sikliese eenhede onderskei word. Die maatstaf waarvolgens die 12 eenhede onderskei word lê daarin dat elke siklus 'n aanvang neem met 'n laagtepunt in die F-waarde op die FMA-diagram, waarna dit toeneem tydens die differensiasieproses en daarna weer daal tot die volgende laagtepunt, om so die betrokke eenheid af te sluit. Sodanig is eenhede 1 en 2 elk onderverdeel in A- B-subeenhede, 4 onderverdeel in 'n A- en B-, en 6 in 'n A-, B-, C- en D-subeenhede. Daar moet op gewys word dat daar net so goed 12 hoofsikliese eenhede aanvaar kan word, maar weens die probleem om sommige litologiese en mikroskopiese te onderskei, word daar by 6 litologiese sikliese eenhede gehou.

Die 12 petrochemiese sikliese eenhede word van onder na bo beskou en bestaan uit die volgende elemente (Fig. 5-12):

1. Sikliese eenheid 1 A het 'n 2 m dik lagie van gabbroïese noriet aan die basis wat dit van die gemetamorfoseerde vloergesteentes skei, gevolg deur 'n oliviennoriet van 3 m dik en dan 'n gabbroïese noriet wat die eenheid met 'n totale dikte van 20 m gee.
2. Sikliese eenheid 1 B bestaan uit 'n 71 m dik gabbroïese noriet.
3. Sikliese eenheid 2 A het 'n 3 m dik lagie oliviennoriet aan die basis gevolg deur 'n gabbroïese noriet, om 'n totale dikte van 73 m te gee.

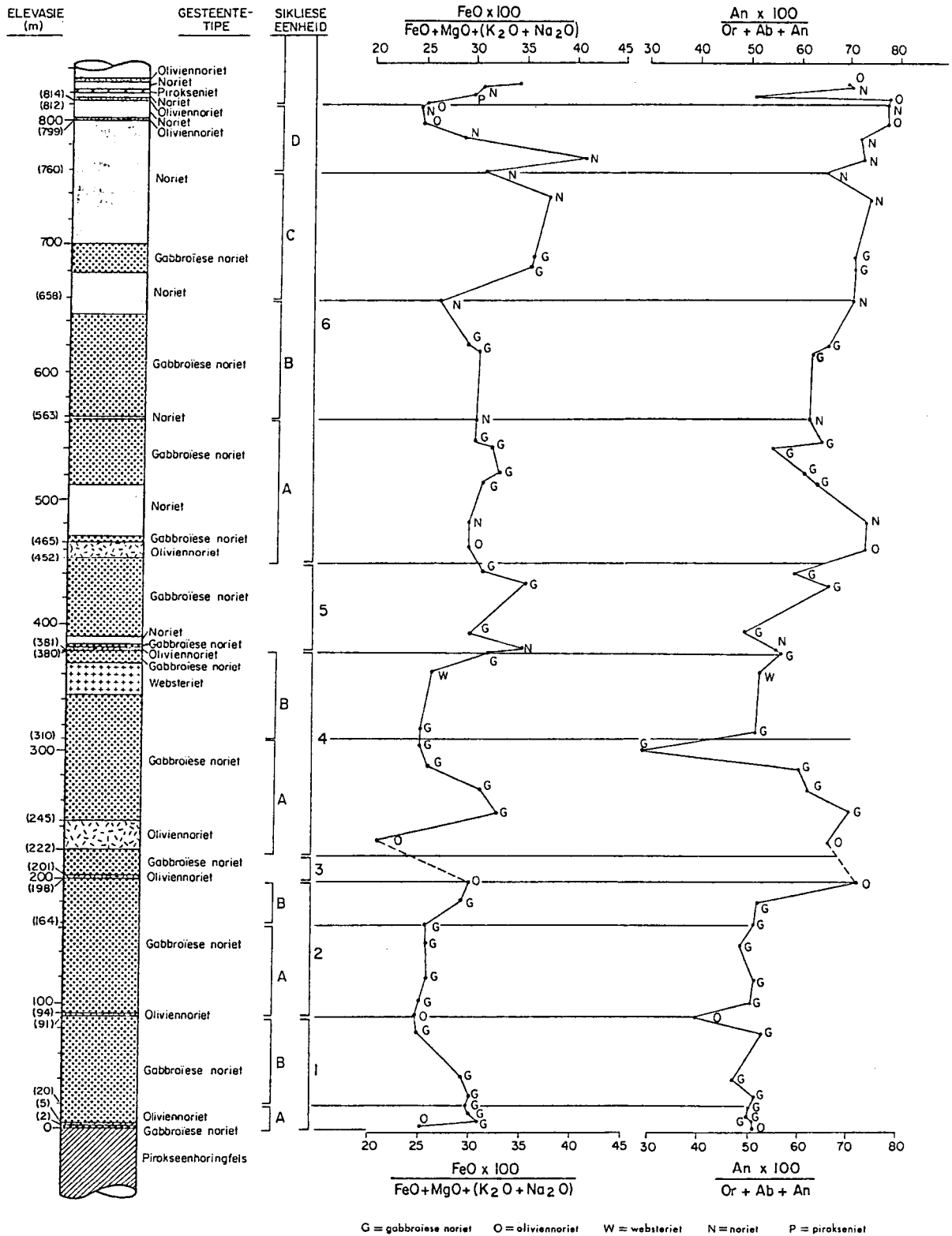


Fig. 5-12: Die persentasie FeO in die FMA-diagram en die persentasie normatiewe anortiet in die ortoklaas-albiet-anortiet-sisteem, vir die boorgatprofiel (G1) van die randsonne, om die siklisiteit aan te dui.

4. Sikliese eenheid 2 B bestaan uit 'n 34 m gabbroïese noriet.
5. Sikliese eenheid 3 het 'n oliviennoriet van 3 m dik aan die basis gevolg deur gabbroïese noriet. Die eenheid is slegs 24 m dik. Daar bestaan geen chemiese gegewens oor die gabbroïese noriet van hierdie eenheid nie omdat die gesteentemonster nie chemies ontleed is nie.
6. Sikliese eenheid 4 A het 'n 23 m dik oliviennoriet aan die basis wat ook die dikste olivienhoudende laag van hierdie sone is. Dit word gevolg deur gabbroïese noriet, om 'n totale dikte van 88 m uit te maak.
7. Sikliese eenheid 4 B neem 'n aanvang met 'n gabbroïese noriet, en die vermoede bestaan dat die oliviennoriet of noriet wat normaalweg aan die basis van elke sikliese eenheid voorkom, in hierdie geval nie gemonster is nie. Na die gabbroïese noriet volg 'n websteriet en dan weer gabbroïese noriet, om aan die eenheid 'n totale dikte van 70 m te gee.
8. Sikliese eenheid 5 het slegs 'n 1 m dik oliviennoriet aan die basis waarvoor geen chemiese gegewens beskikbaar is nie en wat die vasstelling van die presiese aanvangspunt van die eenheid bemoeilik. Dit word gevolg deur twee dun lagies van elk gabbroïese noriet en noriet en die siklus word afgesluit deur 'n dik laag gabbroïese noriet, om 'n totale dikte van 72 m vir die eenheid te gee.
9. Sikliese eenheid 6 A begin onder met 'n 13 m dik laag van oliviennoriet. Dit word gevolg deur 'n dun lagie gabbroïese noriet, 'n dik laag noriet, en laastens gabbroïese noriet.
10. Sikliese eenheid 6 B toon min chemiese variasie. Dit begin met 'n dun lagie noriet, gevolg deur 'n gabbroïese noriet en eindig weer in 'n noriet. Dit het 'n totale dikte van 95 m.
11. Sikliese eenheid 6 C toon, in teenstelling met die vorige eenheid, 'n aansienlike variasie in ferromagnesiese samestelling. Dit begin met 'n noriet, gevolg deur 'n gabbroïese noriet en eindig met 'n noriet. Dit het 'n totale dikte van 102 m.
12. Sikliese eenheid 6 D neem 'n aanvang met die vorige noriet. Naby die top van die eenheid kom 'n dun, ondergeskikte lagie olivienhoudende noriet met slegs enkele olivienkorrels in die gesteentemonster voor. Omdat dit skynbaar geen invloed op die chemiese differensiasiepatroon het nie, word dit hier nie gebruik om 'n individuele sikliese eenheid te definieer nie. Hierdie eenheid bereik 'n dikte van 54 m. Die bokant van sikliese eenheid 6

D word as die bokant van die randsonne aanvaar.

Tabel 5-7

Sikliese eenhede van die randsonne

<u>Elevasie(m)</u>	<u>Sikliese eenheid</u> (litologies)	<u>Dikte(m)</u>	<u>Subeenheid</u> (chemies)	<u>Dikte(m)</u>
814	6	362	6 D	54
760			6 C	102
658			6 B	95
563			6 A	111
452	5	72	-	72
380	4	158	4 B	70
310			4 A	88
222	3	24	-	24
198	2	107	2 B	34
164			2 A	73
91	1	91	1 B	71
20			1 A	20
0				

'n Aantal opmerkings aangaande die siklisiteit in die randsonne kan gemaak word. Die gemiddelde dikte vir die 12 sikliese eenhede is 67.8 m (Tabel 5-7). Olivienoriet is die enigste olivienhoudende gesteentetipe in die randsonne en maak 47 m van die 814 m uit, dws. slegs ongeveer 6 persent van die randsonne. Die olivienoriete kom oorwegend aan die basisse van sikliese eenhede voor, terwyl noriet maar selde gabbroïese noriet in plaas van olivienoriet die basis van 'n sikliese eenheid kan vorm.

5.7.6 Integrasie onder die temperatuur- en samestellingskurwe

Die F-waarde dws. $\{FeO/(FeO+MgO+(Na_2O+K_2O))\}$ neem af onderkant die basis van elke sikliese eenheid (Fig. 5-12). Die litologiese en chemiese sikliese eenhede is uit fase met mekaar. 'n Verklaring hiervoor kan gegee word deur die sikliese eenhede van die randsonne te beskou as opeenvolgende magma-pulse wat progressief reageer en kristalliseer.

Irvine (1980) het vir die sikliese eenhede van Muskox gevind dat

sulke F-maksima na die bokant die basisse van die modale sikliese eenhede verplaas is. Hy verklaar hierdie verskynsel aan die hand van postkumulatiewe magmatiese infiltrasie-metasomatose. Hierdeur het die FeO-ryke tussenvloeistof opwaarts gemigreer om met die FeO-armer kristalle bokant die basis van die daaropvolgende sikliese eenheid te herekwilibreer.

In die geval van die randsones van die Bosveld Kompleks in die Nietverdiendomgewing, word die verplasing van die F-maksima na benede die basisse van die eenhede verklaar aan die hand van afwaartse diffusie van hernude magma van 'n oorliggende magma-puls en die progressiewe reaksie van 'n reeds gevormde, onderliggende kristallaag. Volgens die ondergenoemde model word aanvaar dat bodemkristallisasie binne elk van die 12 sikliese eenhede plaasgevind het tydens elke periode van afkoeling. Elke nuwe magma het gemeng met die oorblywende smeltsel van die voorafgaande siklusse. Daarna het dit gereageer met die onderliggende kristallaag. Dit het eers daarna begin kristalliseer toe die adiabatiese gradiënt en die smeltpuntgradiënt van 'n spesifieke silikaat, soos byvoorbeeld olivien of plagioklaas, mekaar gesny het (Jackson, 1961). 'n Diagrammatiese voorstelling van hierdie meganisme (Fig. 5-13), asook 'n verklaring vir die variasie van F-waarde, word hieronder gegee.

- a. Magma-puls 1 met F-waarde van I het ingedring om die eerste sikliese eenheid van die randsones te vorm. Die omgewingsgesteentes het moontlik die magma met elemente soos yster en kalium gekontamineer. Die relatiewe koue omgewingsgesteentes het verder die smeltsel vinnig afgekoel.
- b. Bodemkristallisasie het 'n aanvang geneem toe die adiabatiese gradiënt en die smeltpuntgradiënt van 'n mineraal mekaar sny tydens die temperatuuurdaling. Die aanvanklike kristallisaat (V1) was magnesiumryker as die smeltsel (S).
- c. Soos te sien is van die samestellingskurwe, het daar tydens die daling in temperatuur en voortdurende kristallisasie, ysterverryking van die opeenvolgende kristalle (V1) asook die smeltsel (S) van die eerste sikliese eenheid plaasgevind.
- d. Die F-waarde van die vastestof (V1) en die oorliggende smeltsel (S) het nader aan mekaar gekom soos die volume van die vloeistof afgeneem het.

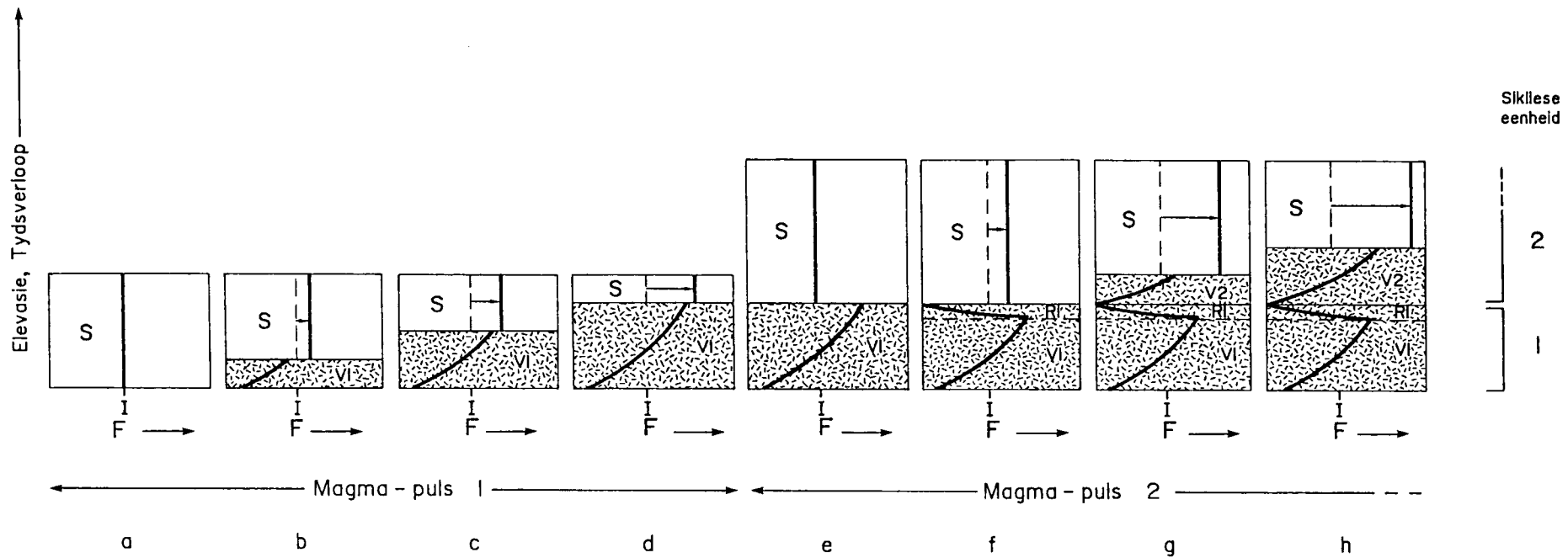


Fig. 5-13: 'n Diagrammatiese voorstelling van die meganisme van progressiewe reaksie en progressiewe kristallisasie, om die aard van die siklisiteit in die randsonne te verklaar.

e. Magma-puls 2 het ingedring en gemeng met die residuele vloeistof van sikliese eenheid 1. Die samestelling van die resultante smeltsel was ysterarmer of -ryker as die aanvanklike smeltsel (I) van sikliese eenheid 1. In die laasgenoemde geval moes die smeltsel tot 'n groter mate gekontamineer geraak het deur eerstens die omgewingsgesteentes en tweedens die ysterryke residuele smeltsel van magma-puls 1. In gevalle waar die smeltsel van die vorige sikliese eenheid feitlik volledig gekristalliseer het, sou dit aansienlik verryk aan yster gewees het. Daar word aanvaar dat tydens die kristallasie van die randsones die omgewingsgesteentes relatief koel was en dat elke magma-puls relatief vinnig en feitlik end-uit kon kristalliseer. In gevalle waar die kontaminasie en ysterverryking gering was sal die agtereenvolgende sikliese eenhede in 'n toenemende graad van onder na bo in die opeenvolging, magnesiumryker word. Tydens die later sikliese eenhede van die randsones, en ook met die laer sone en die kritieke sone, was die omgewingstemperatuur alreeds hoog. Tussen agtereenvolgende magma-pulse was die gedeelte van elke magma wat gekristalliseer het kleiner, en die volume van die residuele smeltsel meer. 'n Toename in volume van magma-puls sou ook die ysterverryking teenwerk. Die algemene toename in F-waarde van onder na bo by die randsones, en daarna die afname by die laer sone en die kritieke sone, word hierdeur verklaar.

f. Progressiewe reaksie tussen die vermengde gekontamineerde magma-puls 2 en die onderliggende ysterryke kristallisaat van sikliese eenheid 1 het plaasgevind. Sodoende het 'n ysterverarmde kristallisaat (R1) aan die top van sikliese eenheid 1 gevorm. Die smeltsel het op sy beurt weer verryk geraak aan yster.

g. Die kristallisaat (V2) van sikliese eenheid 2 het gelyktydig met stap f. begin uitsak. Om redes onder punt e. genoem, kon die kristalle aanvanklik 'n laer F-waarde as sikliese eenheid 1 aangeneem het.

h. Sikliese eenheid 2 kristalliseer verder met toename in F.

Elk van die 12 sikliese eenhede (Fig. 5-12) wat met die variasie in F-waarde onderskei word, bestaan uit 'n fase van progressiewe kristallasie, gevolg deur 'n fase van progressiewe reaksie. Op hierdie wyse word daar met elke nuwe magma-puls, stapsgewyse oor 'n stygende temperatuurgebied sowel as oor 'n samestellingsgebied geïntegreer. Volgens bogenoemde model is dit duidelik waarom die

modale en chemiese sikliese eenhede vir verskillende minerale uit fase met mekaar is.

5.7.7 Die Or-Ab-An-diagram en die variasie van die felsiese komponente

Hierdie tipe ternêre diagram is ook deur Irvine en Baragar (1971) gebruik om volgens die normatiewe veldspaatsamestellings te onderskei tussen K-ryk, K-arm en "gemiddelde" gesteentesuites. Weereens is daar afsonderlike diagramme vir die dagsoommonsters en die boorgatmonsters opgestel (Fig. 5-14 a,b). Uit die diagramme kan gesien word dat meeste van die gesteentes binne die K-ryk veld val met meer randsones- as hipabissale gesteentes binne die "gemiddeld" veld. Sommige van die hipabissale gesteentes stip nader aan die Or-punt van die driehoek. Daar is een uitskieter (G5054) van die randsones, wat ryker aan kaliumveldspaat is. Dit word verklaar deur die kaliumkontaminasie van die eerste magma-pulse deur omgewingsgesteentes. Die velde van die twee suites oorvleuel oor die algemeen goed.

Die veldspaatsamestellings vir die boorgatmonsters is, soos met die ferromagnesiese komponente, gestip op Figuur 5-12. Nadat die 12 sikliese eenhede aan die hand van petrografiese en petrochemiese oorwegings met behulp van die F-waardes geïdentifiseer is, kan gesien word dat ook die tussenkorrelrige felsiese minerale 'n soortgelyke differensiasiepatroon volg. Oor die algemeen is daar van onder na bo 'n toename in normatiewe anortietinhoud van die veldspaat, vanaf ongeveer 55 persent na 70 persent. Dit gaan oor die algemeen gepaard met die toename in F-waarde van onder na bo van die randsones. Vanaf sikliese eenheid 1 tot en met sikliese eenheid 5, asook met eenheid 6 C staan 'n verhoging van F-waarde en normatiewe anortiet in 'n direkte simpatieke verhouding met mekaar. Sikliese eenhede 6 A,B en D daarenteen, toon 'n verhoging in normatiewe anortietinhoud, maar 'n verlaging in F-waarde. Dieselfde kristallasie-model wat gebruik is om die variasie in F-waarde te verklaar (Fig. 5-13), kan vir die variasie in An-waarde toegepas word. Aangesien die adiabatiese gradiënt nie noodwendig die smeltpuntgradiënt van die ferromagnesiese minerale en die plagioklaas gelyktydig sny nie, hoef die twee reekse minerale nie noodwendig gelyktydig te kristalliseer en reageer nie. Die

a) Dagsome (DN)

b) Boorgat (G1)

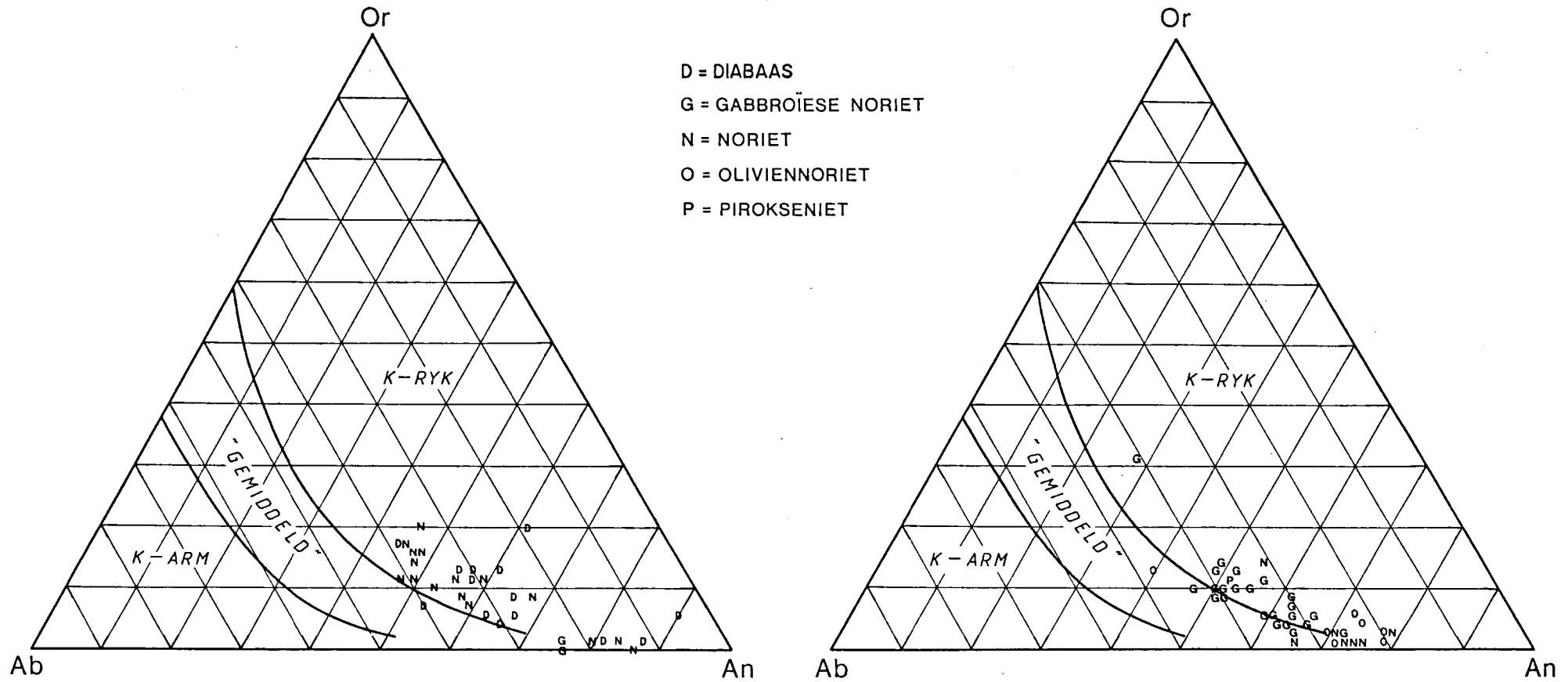


Fig. 5-14: Die ortoklaas-albiet-anortiet-diagram, afsonderlik vir die dagsoommonsters (a) en die boorgatmonsters (b). Die "K-arm", "Gemiddeld" en "K-arm" velde is volgens Irvine en Baragar (1971).

samestelling van smeltsel mag verder, in teenoorgestelde rigtings beweeg met die komponente vir die twee reekse, afhange van die relatiewe belang van die faktore genoem in die vorige paragraaf onder punt e. Om hierdie rede gaan 'n toename in F-waarde soms gepaard met 'n toename of afname in An-waarde (Fig.5-12).

Dit blyk dat die randsones die periode en produk van uitspoeling van die magmaventiel verteenwoordig, waartydens gekontameneerde magma deurgestroom en gekristalliseer het. Tydens die kristallisering van die daaropvolgende laer sone, was daar nie meer opvallende kontaminasie van die magma nie en die verdunnings-effek deur ysterrieke resvloei-stowwe was minder opmerklik. Om hierdie rede volg die kristallisering van die silikate van die laer sone 'n normale differensiasiepatroon, dws. met 'n afname in F-waarde van onder na bo in die opeenvolging.

5.7.8 Trosontleding

Trosontleding behels 'n reeks van wiskundige tegnieke wat gebruik word om 'n groot aantal waarnemings te klassifiseer, en om natuurlike groeperings of trosse in die data uit te ken (Le Maitre, 1982, Hoof. 10). In hierdie spesifieke geval is 'n agglomeratiewe hiërargiese metode gebruik, waar begin word met 87 (39 dagsoom- + 48 boorgatmonsters) groepe met een waarneming per groep, wat in volgorde van dalende mate van gelyksoortigheid saamgegroepeer word. As maatstaf van gelyksoortigheid is die Euklidiese afstand maw. die afstand tussen die waarnemings in 'n 21-dimensionele ruimte (9 hoofelementoksiede + 12 spoorelemente) beskou, en as koppelings-prosedure word die som van die kwadrate van die afstande bereken sodanig dat trosse gevorm word deur die som van kwadrate binne elke tros te minimiseer. Soos ook vir alle ander statistiese berekeninge, is die SAS statistiese pakket met die "Cluster" prosedure van Ward gebruik.

Die hoofdoel met die trosontleding is om vas te stel of daar, behalwe vir die twee suites, die een synde die dagsoommonsters (DN) en die ander die boorgatmonsters (GI), nog moontlike natuurlike groeperings binne elke suite voorkom. Die tegniek toon dus aan watter dagsoommonsters aan die Marico Hipabissale Suite en watter aan die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite behoort.

Figuur 5-15 is 'n dendrogram of boomdiagram van die trosontledings-prosedure waarop die suite (DN of G1), gesteentetipe, gesteente-nummer en elevasie aangedui word. As datumelvasie word 100 m bokant die top van die Magaliesbergkwartsiet aanvaar, aangesien dit na skatting die dikte van die gemetamorfoseerde Magaliesbergskalie kan wees. Die meeste van die dagsoommonsters het dus negatiewe elevasies, behalwe vir dié wat by die randsone behoort.

Aangesien die Euklidiese afstande skaalafhanklik is, is die natuurlike logaritmewaardes van die konsentrasies vooraf bereken om die variasies binne die hoof- en spoorelementhoeveelhede van dieselfde ordegrootte te kry. Alhoewel 'n agglomeratiewe trosontleding uitgevoer is, is dit eenvoudiger om dit tydens die interpretasiestap as 'n verdelingstrosontleding te beskou dws. daar word begin met 'n eerste generasie van een tros met 87 lede (Fig. 5-15). Daar word met die interpretasie van die dendrogram hieronder gepoog om die belangrikste petrografiese eienskappe en verwantskappe van die trosse uit te wys.

Met die tweede generasie het ons te doen met twee trosse, die een van 21 lede bestaan uitsluitlik uit diabase en noriete van die dagsoomsuite (DN), terwyl die groter groep die boorgatmonsters (G1) asook 'n oliviennoriet en 'n groep van noriete en gabbroïese noriete van die dagsoomsuite bevat. Dit is opvallend dat die laasgenoemde groep van 8 lede van die dagsoomsuite, afkomstig is van dagsome naby en net suid van die niertjievormige laer en kritieke sone. Dit is 'n sterk aanduiding dat hierdie groep van die ander dagsoommonsters verskil, en by die randsone van die Rustenburg Gelaagde Suite behoort. Met generasie 3 word die boorgatmonsters onderverdeel in hoofsaaklik die noriete en oliviennoriete aan die eenkant en hoofsaaklik gabbroïese noriete aan die anderkant. Met generasie 4 word die laasgenoemde tros onderverdeel in die hoofsaaklik gabbroïese noriete hoog op in die suksessie aan die eënkant en gabbroïese noriete en oliviennoriete onder in die boorgatopeenvolging, asook 7 noriete, oliviennoriete en diabase wat behoort tot die dagsoomsuite. Die geringe ooreenkoms tussen die monsters onder in die boorgat en die hipabissale gesteentes kan toegeskryf word aan die feit dat die aanvanklike magma-indringings van die randsone tot 'n soortgelyke mate as die Marico Hipabissale Suite gekontamineer geraak het. Dit

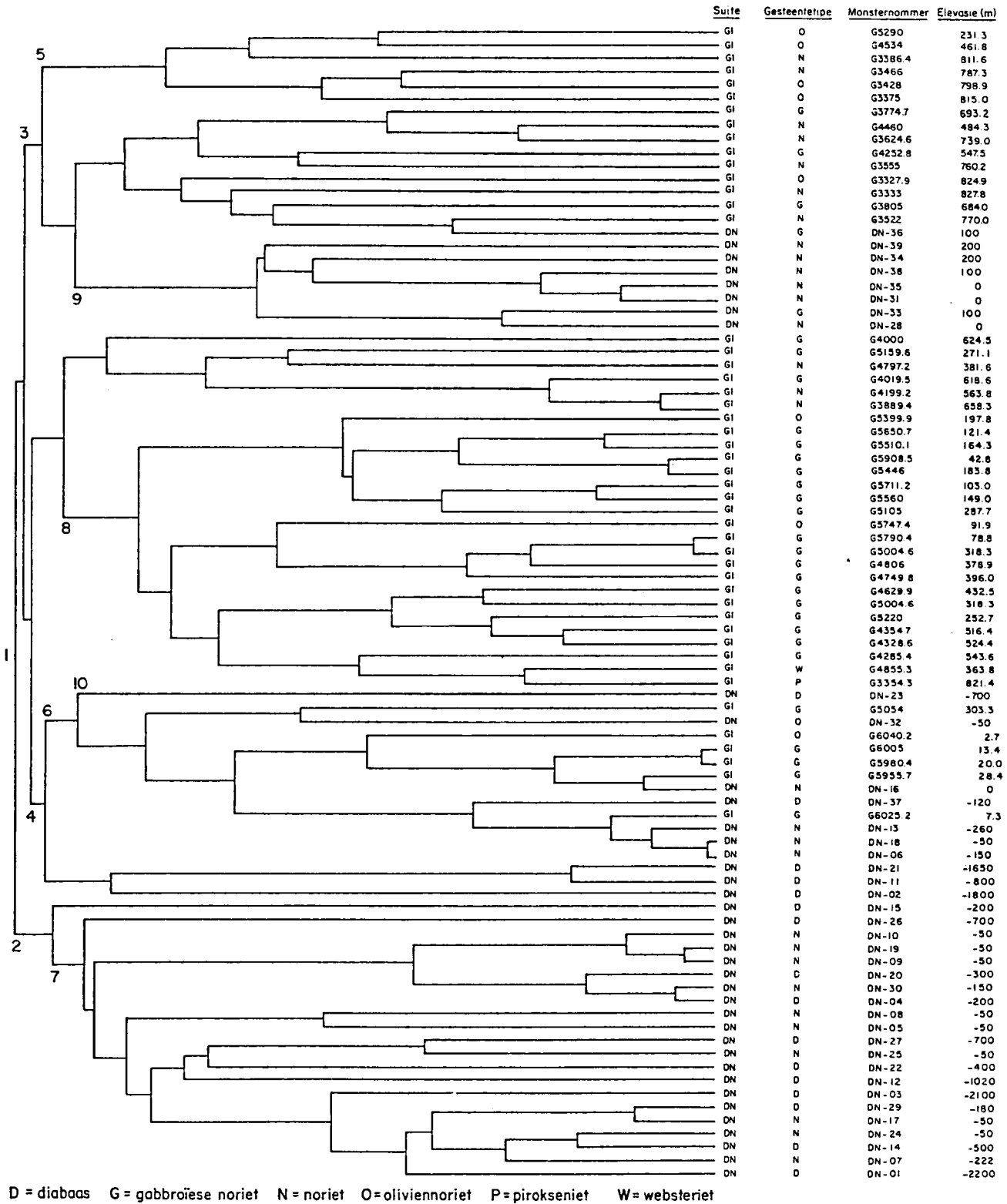


Fig. 5-15: Dendrogram wat 'n skematiese voorstelling is van die trosontleding, uitgevoer op die chemiese hoeveelhede van die Marico Hipabissale Suite en die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite.

kon andersins gebeur het deur latere vloeistowwe vanaf die metasedimentêre vloergesteentes. Generasie 5 skei die oorwegende noriete en die oorwegende oliviennoriete in die boorgat van mekaar. Generasie 6 skei drie diabase van die Marico Hipabissale Suite wat baie laag af in die opeenvolging voorkom en dit mag wees dat hierdie twee van 'n vroeëre magma met 'n effens verskillende samestelling as die latere diabase afkomstig is. Die bogenoemde noriete wat by die dagsoommonsters voorkom en aan die randsones behoort, word tydens generasie 9 as 'n groep geskei.

Die belangrikste gevolgtrekking wat uit die trosontleding gemaak kan word is dat die magmas van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite geochemies duidelik van mekaar onderskeibaar is, en dat die twee suites as geochemies onverwant aan mekaar beskou moet word. Die noriete wat bokant die hoof-Magaliesbergkwartsiet dagsoom, behoort, behalwe vir die 8 monsters hierbo uitgewys, uitsluitlik tot die Marico Hipabissale Suite. Die diabase en noriete van die laasgenoemde suite word nie van mekaar onderskei deur hierdie trosontleding nie en dit dui daarop dat die diabase (amfibolitiese gesteentes) moontlik slegs volledig gemetamorfoseerde gehidreerde noriete verteenwoordig. Die beskikbaarheid van water vanaf die aangrensende metapeliete, die deurdringbaarheid van die noriet, tyd en temperatuur het die bepalende rolle gespeel tydens die hidrasiereaksie. Die oudste lede van die Marico Hipabissale Suite (soos ook die Hekpoortlawas) was vir 'n langer tydperk aan 'n bykomende en groter mate van bedekkingsmetamorfisme onderworpe en is volledig na amfiboliete verander. Weens die nabyheid van die noritiese lede aan die Bosveld Kompleks, waar toestande van die pirokseenhoringfelsfasies geheers het en waar dehidrasie eerder as hidrasiereaksies begunstig word, het die noriete in hulle oorspronklike mineralogiese toestand bewaar gebly. In Tabel 5-3 word die twee tipes hipabissale gesteentes chemies met mekaar asook met die dagsoommonsters van die randsones vergelyk. Dit is opvallend dat die amfibolitiese en noritiese tipes vir alle praktiese doeleindes chemies soortgelyk aan mekaar is. Die enigste verskille lê daarin dat elemente soos kalium, natrium, rubidium, ens. saam met die water, die noriete wat ge-amfibolitiseer is, in 'n variërende mate binnegedring het en vir die klein verskille in chemiese samestellings verantwoordelik is. So 'n metasomatiese proses sal ook die multimodale histogramme

vir hierdie elemente verklaar (Fig. 5-8, 5-10). Tydens die indringing van die plate van die Marico Hipabissale Suite kon daar ook 'n mate van kontaminasie deur die afsettingsgesteentes plaasgevind het.

5.7.9 Hoofkomponente-ontleding

Hoofkomponente-ontleding (Principal Components Analysis) is 'n veranderlike gerigte tegniek wat in hierdie geval op die variansie-kovariansiematriks gegrond is (Le Maitre, 1982, Hoof. 7). Die onderliggende grondslag van hoofkomponente-ontleding is om die aantal veranderlikes (21) te verminder deur 'n nuwe stel ortogonale verwysingsasse in die 21-dimensionele ruimte te kies. Die stand van die hoofkomponent-asse in terme van die oorspronklikes word na verwys as die eigenvektore. Die lengte (eigenwaarde) van die eerste as is in die rigting van maksimum variansie en elke daaropvolgende eigenvektor in 'n dalende grootte van variansie. Die eerste aantal hoofkomponente neem die plek van die oorspronklike veranderlikes in omdat hulle die meeste van die variansie verklaar. Die totale variansie van die veranderlikes word dus herverdeel tussen die hoofkomponente.

Met hierdie studie is die hoofkomponente bereken vanaf die variansie-kovariansie matriks vir die natuurlike logaritmewaardes van die rou data om die probleem van skaal te oorkom. Die eigenwaardes en eigenvektore vir die eerste 5, uit 'n totaal van 21 hoofkomponente word gegee in Tabelle 5-8 en 5-9.

=====

Tabel 5-8
Eigenwaardes vir die eerste 5 hoofkomponente
(totale variansie = 12.71)

<u>Hoofkomponent</u>	<u>Eigenwaarde</u>	<u>%Variansie</u>	<u>Kumul.%Variansie</u>
1	6.69	54.0	54.0
2	2.25	17.7	71.7
3	1.61	12.7	84.4
4	0.45	3.5	87.9
5	0.41	3.3	91.2

=====

Soos uit die bogenoemde tabel blyk, kan 91.2 persent van die variansie verklaar word deur die eerste 5 hoofkomponente. Dit is aanvaarbaar om die oorspronklike 21 asse te vervang deur hierdie 5 nuwe asse. In hierdie geval is dit verder interessant om uit die

koëffisiente van die eigenvektore te sien watter bydrae elk van die oorspronklike veranderlikes maak tot elk van die hoofkomponente, aangesien dit die belangrikheid van elke element beklemtoon in soverre dit variansie aangaan.

=====

Tabel 5-9
Eigenvektore vir die eerste 5 hoofkomponente
Hoofkomponent----> 1 2 3 4 5

SiO ₂	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.01
TiO ₂	0.21	0.10	0.04	0.28	-0.07
Al ₂ O ₃	0.09	-0.29	-0.12	-0.05	0.25
FeO	-0.01	0.06	0.04	0.12	-0.06
MnO	-0.01	0.06	0.01	0.04	-0.06
MgO	-0.13	0.22	0.07	-0.09	-0.01
CaO	0.07	-0.24	-0.09	0.02	0.22
Na ₂ O	0.14	-0.23	0.07	-0.14	0.12
K ₂ O	0.35	0.05	0.19	-0.29	-0.15
Co	-0.06	0.12	0.05	-0.03	-0.01
Cr	-0.23	0.45	0.12	-0.07	0.05
V	0.06	-0.01	-0.00	0.30	-0.11
Zn	0.01	0.09	-0.01	0.12	-0.11
Cu	-0.13	-0.31	0.88	0.26	0.04
Ni	-0.22	0.37	0.18	-0.09	0.59
Ba	0.30	0.04	0.13	-0.29	-0.01
Sc	0.03	-0.02	0.01	0.22	-0.09
Zr	0.51	0.38	0.07	0.25	0.40
Y	0.34	-0.01	-0.12	0.47	0.06
Sr	0.08	-0.35	-0.07	-0.20	0.49
Rb	0.42	0.10	0.24	-0.38	-0.23

=====

So is die bydrae van K₂O, Ba, Zr en Rb tot hoofkomponent 1, Cr, Ni, Zr en Sr tot hoofkomponent 2 en Cu tot hoofkomponent 3, oorwegend. Dit is dus insiggewend dat K₂O en spoorelemente die onderskeid tussen die groepe tref. Die hoofkomponente-tellings vir die eerste twee hoofkomponente is bereken en op 'n variasiediagram gestip (Fig. 5-16). Die doel van die diagram is verder om die waarnemings te groepeer. Soos met die trosontleding is die B noriete en gabbroïese noriete wat as dagsoommonsters geneem is, maar by die randsone behoort, deur hoofkomponent 1, van die noriete van die Marico Hipabissale Suite verwyder. Dit is verder redelik goed deur hoofkomponent 2, van die boorgatmonsters geskei. In die geval van die boorgatmonsters groepeer die gabbroïese noriete aan die eenkant, en die noriete en oliviennoriete aan die anderkant, redelik goed op grond van hoofkomponent 1. Drie van die diabaas-monsters van die dagsoomsuite is verwyderd van die res en kan moontlik as uitskieters beskou word.

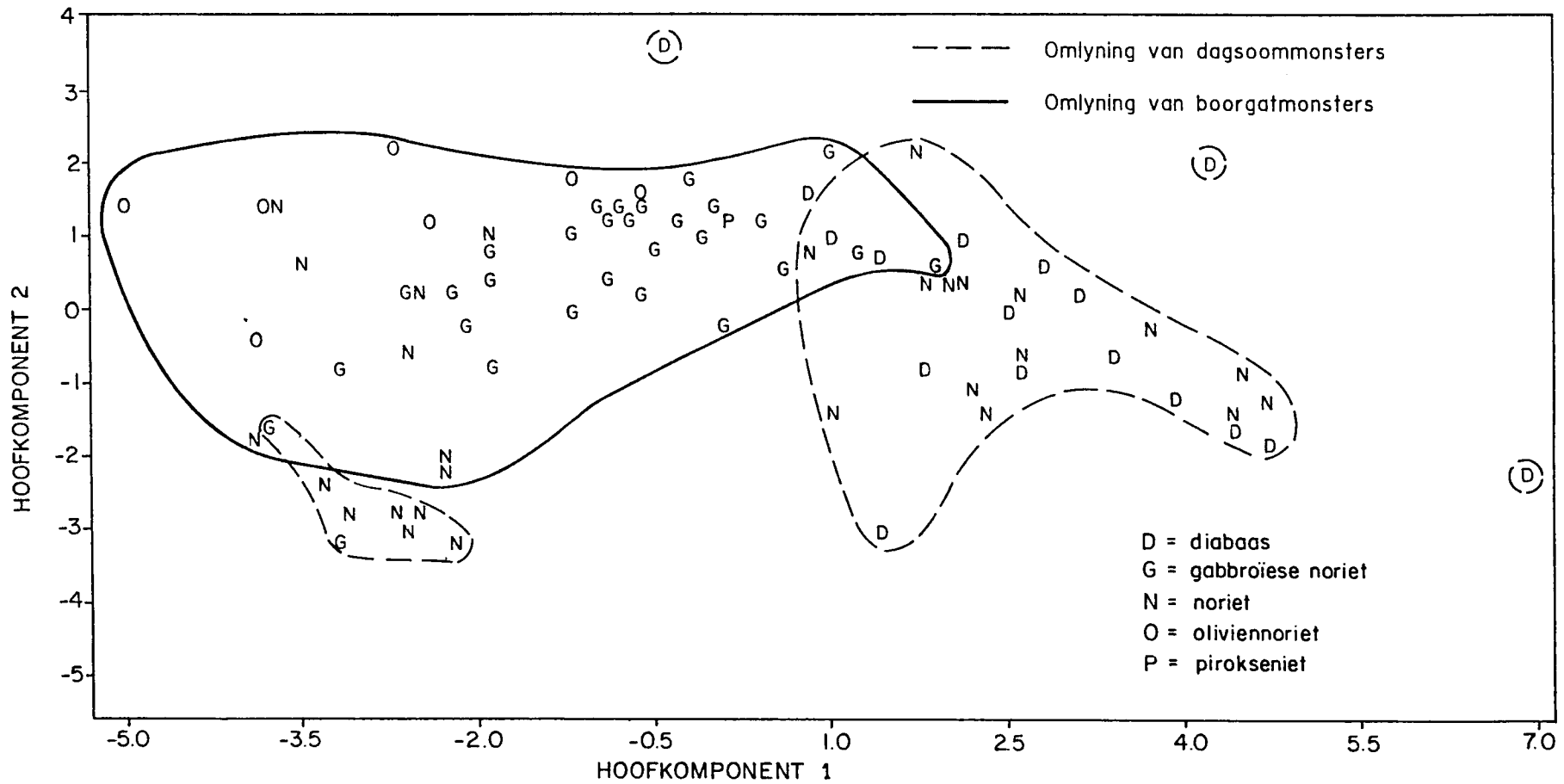


Fig. 5-16: Komponente-tellings gestip vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1, om die natuurlike chemiese groeperings van die gesteentes van die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite aan te dui.

5.7.10 Variasie in spoorelementsamestellings

Die variasie in spoorelementsamestellings van die heelgesteentes in die boorgat G1 vir die randsones word gegee in Fig. 5-17 tot 5-19. Die doel hiervan is om vas te stel in watter mate die spoorelemente varieer met stratigrafiese elevasie, en of hierdie elemente ook die siklisiteit wat met die hoofelemente gevind is, afbeeld.

Alhoewel Co nie 'n besonderse goeie korrelasie met die ferromagnesiese minerale toon nie, bereik dit nogtans maksima aan of naby die begin van die siklusse 1, 2, 4A, 5A, 6C en 6D weens die assosiasie met Mg. Die spoorelement Cr is besonders goed met Mg gekorreleer (Tabel 5-5) en beklemtoon daardie siklusse wat met olivienkumulate 'n aanvang neem soos siklus 1, 2, 4A, 5, 6A asook 6D waar geen olivien gevind is nie. Omdat V meer algemeen met Fe-ryker silikate geassosieer word maak dit minima met die aanvang van sekere van die siklusse soos eenheid 1, 2, 4A, 4B, en 6D. Zn neem met siklusse 1, 2, 3, 5, 6A en 6D hoër waardes aan, maar is nogtans nie besonders goed met Mg gekorreleer nie. Dit mag 'n aanduiding wees dat Zn hoofsaaklik as sulfiede gekristalliseer het.

Bykans soos die geval is met Zn, toon Cu feitlik geen korrelasie met Mg nie (Tabel 5-5), maar toon dit met die aanvang van sikliese eenhede 2, 5, 6C en 6D, maksima. Dit word weereens daaraan toegeskryf dat hierdie element as sulfiede onderaan die eenhede gekristalliseer het uit swaelhoudende tussenvloeistof. Daar kan hier genoem word dat sulfiede dikwels in die olivienhoudende gesteentetipes te sien is. Ni is baie goed met MgO gekorreleer en beeld die differensiasiepatroon van meeste van die sikliese eenhede goed af. So is Ni hoog met die aanvang van sikliese eenhede 1, 2, 4A, 4B, 5, 6A, 6B, 6C en 6D. Daar kan op gelet word dat Ni asook Co, Zn en Cu net bokant die helfte van sikliese eenheid 4A anomale groot waardes aanneem en dit word ook gesien aan die baie sulfiede wat hierdie monster (GS159.6) bevat. Ba neem onbeduidende anomale hoë of lae waardes aan by ongeveer die aanvang van sikliese eenhede, maar soos voorheen genoem, het die K_2O 'n uitwerking op die Ba, waarmee dit sterk gekorreleer is. Daar is 'n algemene afname in Ba van onder na bo in die opeenvolging. Alhoewel Sc swak gekorreleer is met enige van die individuele hoofelemente, insluitend die ferromagnesiese oksiede waarmee dit kristalchemies

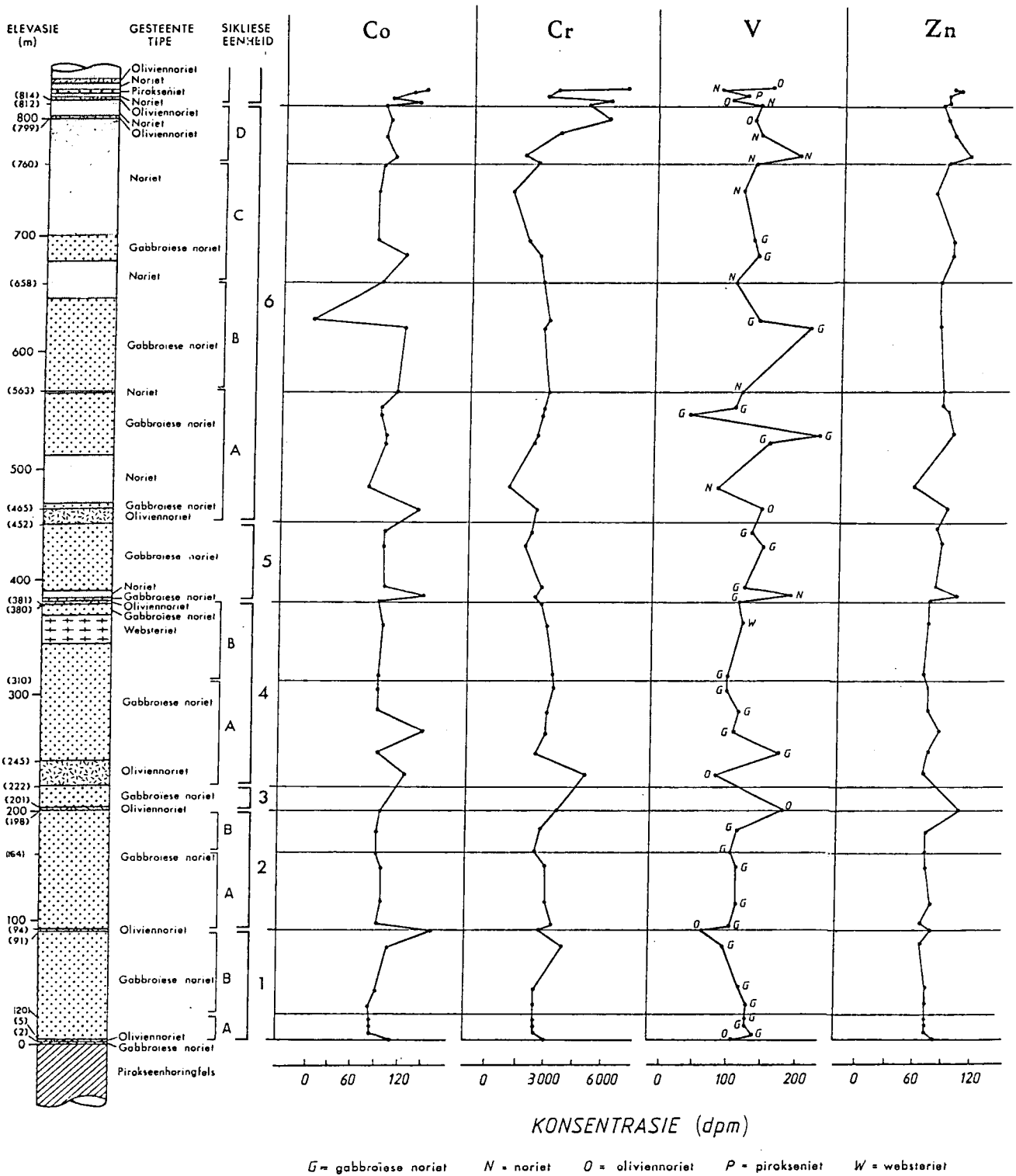


Fig. 5-17: Boorgatprofiel deur die randsonne van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in sporelementkonsentrasies aangedui.

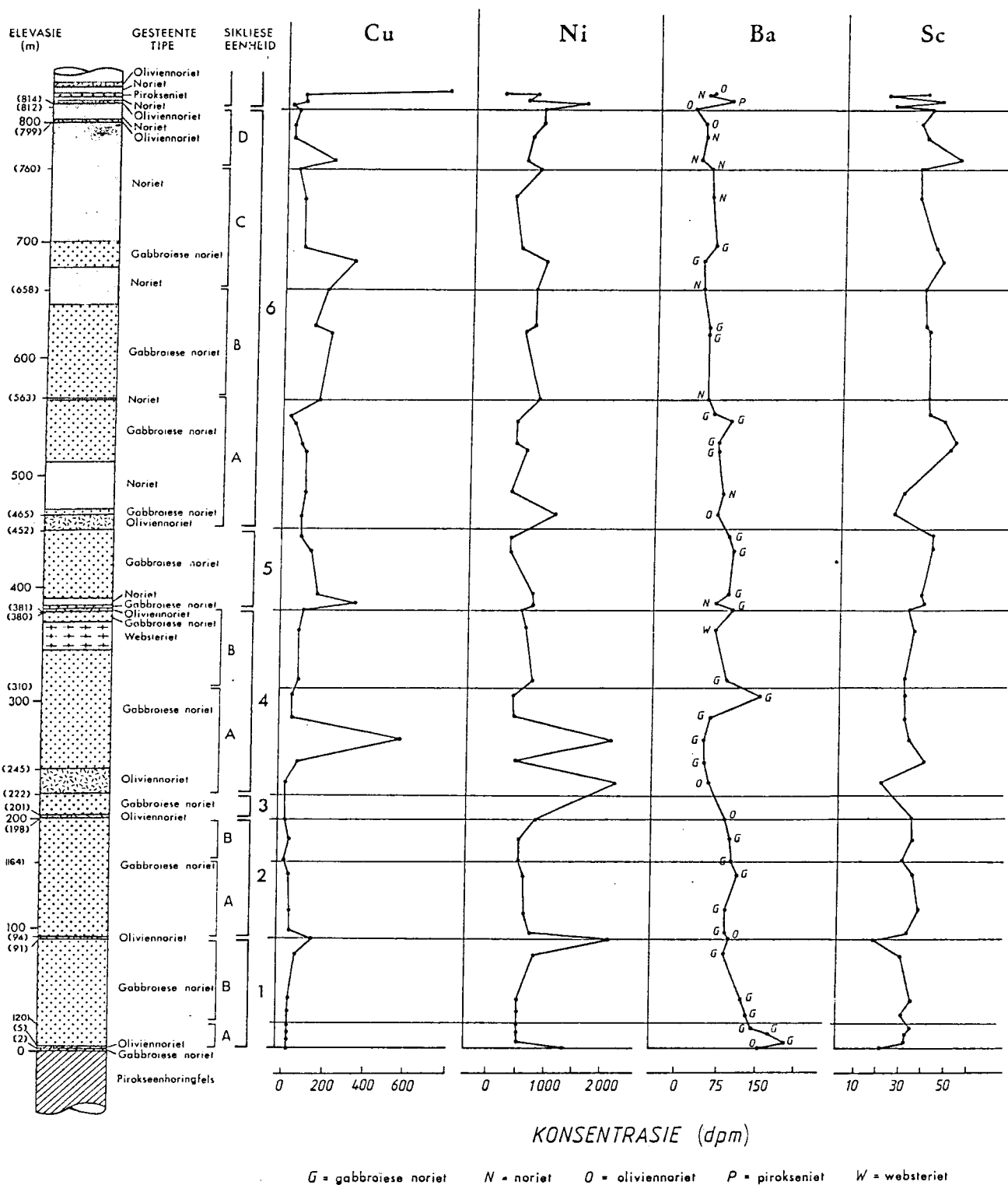


Fig. 5-18: Boorgatprofiel deur die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoorelementkonsentrasies aangedui.

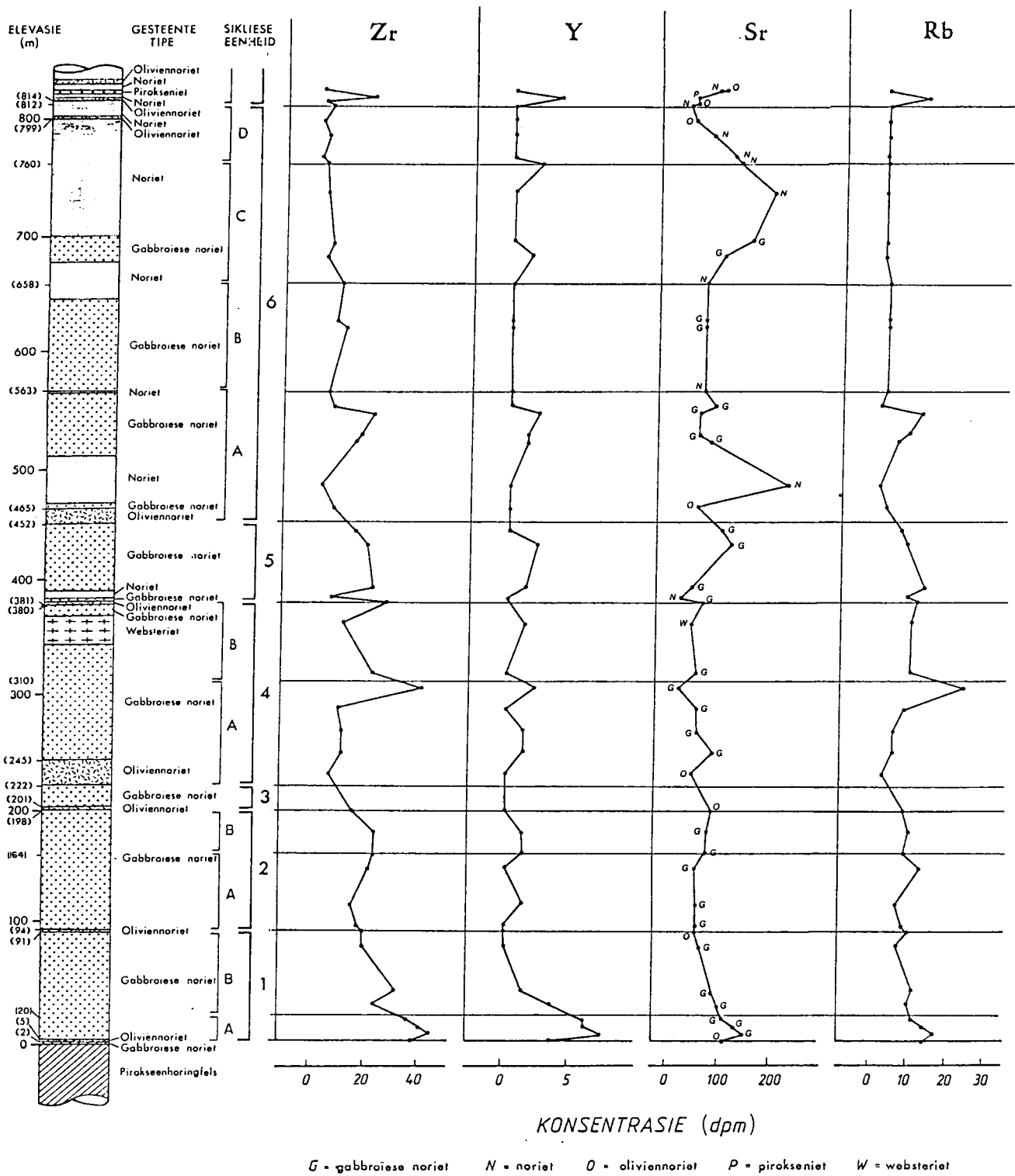


Fig. 5-19: Boorgatprofiel deur die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in sporelementkonsentrasies aangedui.

normaalweg geassosieer word, gee die differensiasiepatroon daarvan 'n uitstekende afbeelding van die F-waarde (vergelyk Fig. 5-12 en 5-18). Die sikliese eenhede 1, 2, 4A, 5, 4A, 4C en 4D word besonder goed afgebeeld deur die Sc-differensiasiepatroon. Daar is 'n geleidelike toename in Sc-konsentrasie van onder na bo in die opeenvolging.

Die elemente Zr, Y, en Rb is net soos Ba sterk met K_2O gekorreleer, en toon soortgelyke differensiasiepatrone. Wat duidelik uitstaan is dat daar 'n algemene afname is vir al hierdie chemiese hoeveelhede van onder na bo in die opeenvolging. Dit kan verklaar word aan die hand van 'n afname in graad van kontaminasie met elke opeenvolgende inplasing van 'n magma-puls. Sr varieer eweredig met die plagioklaasinhoud van die gesteente en toon geen opvallende neiging nie.

5.8 DIE INPLASING VAN DIE MARICO HIPABISSALE SUITE

Ter opsomming van die petrografiese sowel as die chemiese gegewens vanaf die histogramme, ternêre diagramme, trosontleding en hoofkomponente-ontleding, is die drie belangrikste gevolgtrekkings die volgende. Eerstens, is die Marico Hipabissale Suite en die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite twee duidelik onderskeibare suites, waar feitlik al die noriete wat selfs bokant die hoof Magaliesbergkwartsiet voorkom tot die eersgenoemde suite behoort. Daar word gepostuleer dat die twee suites van twee verskillende ouderdomme is, met die Marico Hipabissale Suite afkomstig vanaf 'n ouer generasie van magmawerking. Tweedens, is daar geen chemiese gronde vir die onderskeid van 'n Lydenburg- en 'n Marulengtipe van diabaas vir die Marico Hipabissale Suite nie. Ons het in alle gevalle te doen met 'n noriet of 'n meta-noriet, afhangende van die af- of aanwesigheid van die hidrasiereaksie tydens metamorfisme, soos hierbo uiteengesit. Derdens, is daar geen werklike tussengelaagde plate wat tot die randsones behoort, in die Nietverdiendomgewing gevind nie.

'n Vraag wat opkom is of die toestande vir plaatvorming enigszins gunstig was ten tye van die inplasing van die randsones. Indien plate van die Marico Hipabissale Suite gelyktydig met die Rustenburg Gelaagde Suite binnegedring het, sou die litostatiese

druk gelyktydig gunstig moes gewees het vir plaatvorming en vir plutonisme. Op sigself sou dit 'n onwaarskynlike sameloop van omstandighede vereis het. Mudge (1968) het op grond van gevalllestudies in 54 lokaliteite daarop gewys dat konkordante plate bros horisontale afsettingsgesteentelae binnegedring het, slegs waar die dikte van bedekking vanaf ongeveer 0.9 km tot 'n maksimum van 2.3 km was. Die drie faktore wat die diepte van plaatvorming bepaal, is eerstens, die teenwoordigheid of nie van 'n goedgevormde sedimentêre tussenvlak, tweedens die litostatiese druk van die oorliggende lae, en derdens die teenwoordigheid of nie van 'n spêr laag bokant die ingeplaasde vloeibare magma. Roberts (1970) het op grond van die teorie van elasticiteit van bros gesteentelae afgelei dat die maksimum diepte tydens plaatvorming tussen 1 km en 2 km moet wees. Metamorfe drukke wat wissel van 3.5 kb (10.5 km) tot 5.3 kb (15.9 km) is bereken vir die Oos-Transvaal (Hulbert and Sharpe, 1981) asook die Potgietersrus omgewing (Nell, 1985). 'n Geskatte minimum druk van 2 kb (6 km) is vir die Enzelsbergomgewing verkry deur Engelbrecht (1975). 'n Druk van 1.5 kb (4.5 km) word beraam vir die aanvanklike metamorfisme in die Zelikatskopomgewing (Hoofstuk 8). Die metamorfisme word dan ook toegeskryf aan die inplasing van magma van die rand- en laer sone. Die gelyktydige vorming van dun plate kon, om die bogenoemde redes nie op daardie tydstep op hierdie vlak plaasgevind het nie. Alle plate moet dus ouer as die randsone wees, en is ingeplaas onder 'n dun bedekking. Die diabase laer af in die stratigrafiese opeenvolging sal dan ook sistematies ouer wees, wat die volledige metamorfisme en meegaande hidrasie van hierdie gesteentes asook die Hekpoort Formasie verklaar. Bedekkingsmetamorfisme het in hierdie geval 'n bydraende rol gespeel. Die algemene gevolgtrekking is dat die fisiese toestande tydens die inplasing van die randsone, ongunstig was vir plaatvorming.

5.9 DIE RANDSONE AS "KILSONE"

Vanweë die ruimtelike verwantskap van die randsone met die res van die Rustenburg Gelaagde Suite bestaan die moontlikheid dat dit die kilstone van die Rustenburg Gelaagde Suite verteenwoordig. Daar is 'n massa-balans berekening op al die gesteentes van hierdie sone in die boorgat (G1) uitgevoer deur die chemiese samestellings met invloedslengtes te vermenigvuldig en die gemiddelde samestelling

per eenheidslengte te bereken. Die chemiese en normatiewe samestelling van die totale randsonesowel as van die noriete, gabbroïese noriete en die oliviennoriete, word in Tabel 5-10 gegee en op 'n An-Fo-SiO₂-diagram in Figuur 5-20 gestip. Die noriete, gabbroïese noriete en dus ook die geweegde gemiddelde samestelling lê net links van die An-En verbindingslyn, wat verband hou met die geringe hoeveelhede normatiewe olivien in die gesteentes. Die figuur illustreer ook die verskynsel dat die noriete ryker is aan normatiewe anortiet as die gabbroïese noriete. In die eersgenoemde geval was daar meer Al teenwoordig vir die anortietstruktuur as by die gabbroïese noriete, waarin klinopirokseen voorkom. Die ligging van die noriet en die gabbroïese noriet op die An-Fo-SiO₂-diagram dui daarop dat die een nie 'n normale differensiasieproduk van die ander kan wees nie. Die toename aan Al-verrykte tussenvloeistof met 'n gevolglike toename aan plagioklaas, het hier plaasgevind. 'n Verdere verwante kenmerk is die oliviennoriete wat feitlik op die Fo-noriet verbindingslyn lê. Daar kom geen modale olivien saam met klinopirokseen voor nie. Die rede vir die afwesigheid van differensiate van die gabbroïese noriete hou moontlik verband met 'n toename aan plagioklaasbouende elemente aan die begin van elke sikliese eenheid. Dit word as interkumululus mineraal gekonsentreer in die oliviendraende gesteentes aan die begin van elke sikliese eenheid. Die gesteentes van die randsone stip baie naby aan die En-An verbindingslyn op die An-Fo-SiO₂-diagram. Dit is alreeds 'n goeie aanduiding dat die gesteentes differensiate, en nie 'n kilsones van 'n ongedifferensieerde moedermagma verteenwoordig nie.

Die kristallasie-model van Nathan en Van Kirk (1978) is toegepas op die geweegde randsonesamestelling om te bepaal of dit 'n moedermagma en kilsones vir enige gesteentes in die gebied verteenwoordig. Tot en met 'n 5 persent vloeistofkristallasie van die magma, is die produk 'n duniet met 'n Mg/(Mg+Fe)-verhouding vir die olivien van 0.94. Vanaf 5 persent tot 46 persent vloeistofkristallasie, is die differensiasieproduk 'n pirokseniet, met 'n Mg/(Mg+Fe)-verhouding van 0.95 vir die ortopirokseen. Met hierdie kristallasie-model kan gesien word dat die gesteente-opeenvolging nie ooreenstem met dié wat voorkom in die Nietverdiendomgewing nie. Die berekende Mg/(Mg+Fe)-verhoudings

is onrealisties hoog vergeleke met die werklike olivien- en ortopirokseensamestellings van die boorgatprofiel (sien Hoofstuk 6).

 Tabel 5-10

Geweegde gemiddelde samestellings van die gabbroïese noriete,
 noriete, oliviennoriete en die totale randsones

	Gabbroïese Noriet	Noriet	Oliviennoriet	Randsone totaal
SiO ₂	54.77	53.02	47.13	53.88
TiO ₂	0.23	0.13	0.15	0.20
Al ₂ O ₃	5.07	9.96	4.21	6.28
Cr ₂ O ₃	0.41	0.30	0.59	0.39
FeO	10.08	9.42	10.89	9.96
MnO	0.19	0.18	0.18	0.19
NiO	0.08	0.06	0.21	0.08
MgO	23.90	19.85	32.95	23.39
CaO	3.75	5.88	2.88	4.25
Na ₂ O	0.71	0.94	0.45	0.76
K ₂ O	0.23	0.08	0.14	0.19
F ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01
Gloeiverl.	-0.03	-0.07	-0.34	-0.06
H ₂ O	0.18	0.11	0.15	0.16
Totaal	99.58	99.87	99.60	99.68

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	94	86	131	95
Cr	2770	2050	4003	2656
V	126	110	105	121
Zn	77	74	80	76
Cu	88	95	30	86
Ni	590	479	1689	625
Ba	78	44	65	69
Sc	36	37	23	36
Nb	1	1	1	1
Zr	17	4	10	13
Y	2	2	2	2
Sr	71	143	58	89
Rb	8	2	4	6

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Or	1.37	0.47	0.83	1.13
Ab	6.04	7.97	3.82	6.46
An	10.03	22.76	9.07	13.22
Di	5.44	3.93	3.40	4.97
He	1.46	1.20	0.72	1.35
En	56.42	44.01	26.28	51.42
Fs	17.32	15.37	6.39	15.99
Fo	0.64	2.58	38.11	3.35
Fa	0.22	0.99	10.21	1.15
Il	0.44	0.25	0.29	0.38
Cr	0.61	0.44	0.87	0.58
Ap	0.02	0.02	0.02	0.02

Weens die hoë SiO₂-inhoud van die geweegde randsones, kristalliseer die model baie meer ortopirokseen as wat werklik die

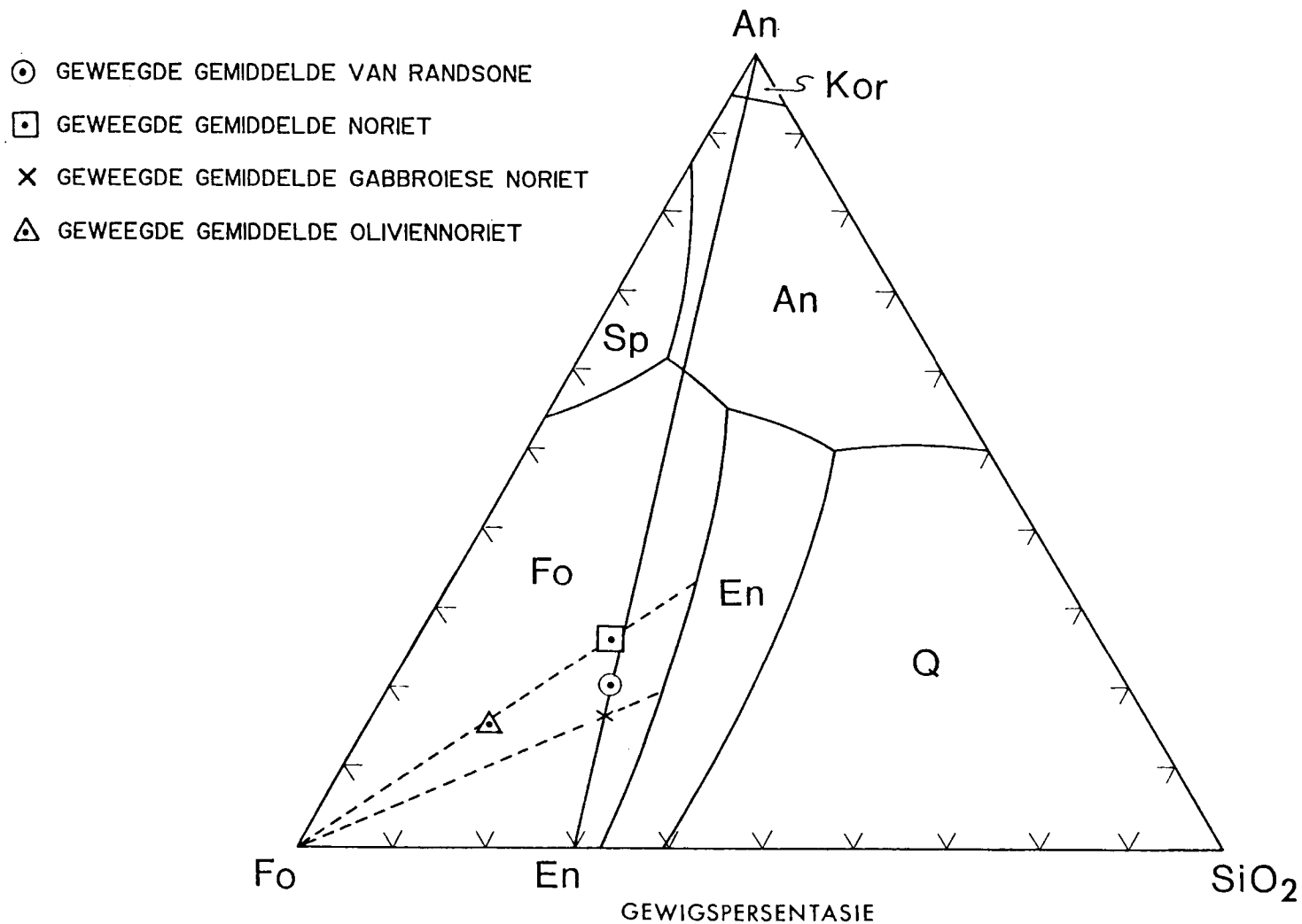


Fig. 5-20: Die Anortiet-Forsteriet-Silika ternêre diagram (Morse, 1980), waarop die geweege gemiddelde samestelling van die randsones asook die verskillende litologiese eenhede daarvan aangedui word.

geval is by die laer en die kritieke sone, in plaas van olivien. Die gevolgtrekking is eerstens, dat die randsones nie 'n kilsone van 'n moedermagma vir die gesteentes van die rand-, laer, of kritieke sone in die Nietverdiendomgewing kan wees nie, en tweedens, dat die magma tydens die kristallisering van die randsones, verryk was aan SiO_2 .

5.10 VERGELYKING MET ANDER DELE VAN DIE BOSVELD KOMPLEKS

In hierdie paragraaf word die Marico Hipabissale Suite asook die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite vergelyk met ekwivalente gesteentes in ander dele van die Bosveld Kompleks. Die gesteentes van die Marico Hipabissale Suite kom wydverspreid voor in die vloer van die Bosveld Kompleks. 'n Randsones daarenteen, met die omvang en aard van dié in die Nietverdiendomgewing, is tot op hede nie uitgeklyn in ander dele van die Bosveld Kompleks nie.

Vermaak (1970) het in die Kashane-boorgate ten weste van Filanesberg, 'n vroeëre magmatiese episode vir die Maruleng-norietplate, en 'n latere episode vir die "kilsones" van die daaropvolgende Bosveldgesteentes onderskei. Die "kilsones" bestaan uit 'n onderste piroksenitiese oliviennoriet-subsones wat wissel in dikte van 0 m tot 60 m en boonste randnoriet-subsones met 'n gemiddelde dikte van 149 m. Vermaak (1976) het die Marulengnoriet-suite as 'n deel van die rand subsones van die Rustenburg Gelaagde Suite beskryf. Hy onderskei in die Kashane gebied 8 sikliese eenhede van lig- en donkerkleurige noriet, met 'n totale dikte van 245 m. In die gebied wes van Filanesberg is die randsones dus baie dunner as in die Nietverdiendomgewing.

Cawthorn et al (1981) beskryf die plate in die westelike Bosveld. Hulle beskou eerstens die Lydenburgtipe-diabase met reg as amfiboolhoudende metadoleriete van voor-Bosveld ouderdom. 'n Tweede suite, bestaande uit hipersteen-mikrogabbros, noriete en pirokseniete, dagsoom in die aanliggende nabygeleë vloergesteentes van die Bosveld Kompleks. Hulle toon aan dat hierdie gesteentes moontlike moedermagmas van die Rustenburg Gelaagde Suite kan verteenwoordig, en dus van sin-Bosveld ouderdom is. Vanaf die liggings van die "plate" op die lokaliteitskaart (Cawthorn et al, 1981, Fig. 2), asook die chemiese samestellings

(Cawthorn et al, 1981, Table 1), kan ewe goed die gevolgtrekking gemaak word dat die hipersteen-mikrogabbros nie plate is nie, maar uitstulpings van die randsones in die vloergesteentes. Volgens die hoofelement-chemiese samestellings, stem hulle noriete ooreen met die Marulengtipe-noriete van die Marico Hipabissale Suite in die Nietverdiendomgewing. Ongelukkig word geen spoorelementhoeveelhede gegee nie. Soos in vorige paragrawe aangetoon, is die Marulengtipe van noriet in alle waarskynlikheid van voor-Bosveld ouderdom. Dit is verder opvallend dat die voorgestelde plate van moedermagma, slegs aanliggend aan die Bosveld Kompleks dagsoom.

Sharpe (1984) gee 'n breedvoerige uiteensetting van alle plate in die vloer van die Bosveld Kompleks. Hy beskou ook die gemetamorfoseerde amfiboolhoudende plate dws. die Lydenburgtipe van diabaas as van voor-Bosveld ouderdom. Alle noriete, insluitende die Marulengtipe en noriete met die blusteksture (Sharpe, 1978), resorteer volgens hom onder die sin-Bosveld plate. Sommige noriete (B1n-tipes) word beskou as differensiate van die sogenaamde piroksenitiese subsones van die randsones, terwyl ander (B2-tipes), as produkte van die gabbroïese subsones van die randsones geklassifiseer word. Indien die noriete van die Marico Hipabissale Suite in die Nietverdiendomgewing, van Bosveld ouderdom was, sou hulle as B1n-tipes geklassifiseer kon word.

Die gevolgtrekkings wat weereens gemaak word is dat alle plate in die Nietverdiendomgewing by of die Lydenburgtipe (meta-noriet) of die Marulengtipe (noriet) van ganggesteente behoort, dat almal van voor-Bosveld ouderdom is, en dat almal saam die Marico Hipabissale Suite uitmaak. Die chemie, mineralogie en tekstuur van die gesteentes van die Marico Hipabissale Suite verskil aansienlik van die gesteentes van die jonger randsones. Alhoewel die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite besonder goed ontwikkel is in die Nietverdiendomgewing, is geen hipabissale ekwivalente daarvoor gevind in die vloergesteentes nie.

6. DIE LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

Omdat daar so 'n groot bestendigheid asook ooreenkoms in petrografie en mineraalsamestellings tussen die gesteentes van die laer sone en kritieke sone bestaan, word die twee hier in een hoofstuk bespreek. Daar is gevind dat die onderskeid daarin lê dat olivienkumulate oorwegend is in die laer sone terwyl chromitietlae algemeen voorkom in die kritieke sone.

Petrografiese en mineralogiese inligting van die opeenvolging van die laer sone is hoofsaaklik verkry vanaf die 1860 m diep boorgat (G1) op die plaas Goudini 30 JP. Dit is geleë direk onder die LG-1 chromitietlaag en gaan deur die laer sone en randsone tot in die vloer. Die 250 m diep boorgat D53/1 op die plaas Strydfontein 12 JP is direk onder die LG-4 chromitietlaag geboor en gaan tot onderkant die LG-1 chromitietlaag in die laer sone, om met die gesteentelae van die diep boorgat (G1) te oorvleuel. 'n Dagsoomsuite van pirokseniete is geneem om die profiel, veral aan die bokant, aan te vul.

Die profiel in byvoorbeeld Figuur 6-1, is saamgestel van die boorkerngegewens. Daar is 'n mate van ooreenkoms tussen die litologie van die boorkerns en die dagsome (Voublad 1). Die smal birbriet wat oor die grens tussen Bedford 142 KP en Schoonlaaagte 141 KP sny, kan moontlik gekorreleer word met die duniet- en harzburgietlaag wat die basis van sikliese eenheid 8 uitmaak. Die redelike breë birbriet wat op die plaas Brakfontein 132 KP begin en deur Tweekoppiesfontein 143 KP en Bedford 142 KP tot in Leeuwkopje 145 KP strek, verteenwoordig die olivienkumulate van die sikliese eenheid 10. Die duniet- en harzburgietlaag van sikliese eenheid 11 is in alle waarskynlikheid dieselfde as die twee groot lensvormige liggame van birbriet met tussengelaagde dun pirokseniete, wat aan die noorde- en suidekant van die liggaam dagsoom. Die prominente birbriet wat vanaf die noorde aaneenlopend langs die oostekant van die lob en tot aan die suidekant die prominente rooi rantjies vorm, word in die boorgat verteenwoordig deur die duniet- en harzburgietlaag aan die basis van sikliese eenheid 12. Plaasname soos Roodekopjesfontein 15 JP en Rooderand 41 JP is na aanleiding van hierdie birbrietrantjies gegee.

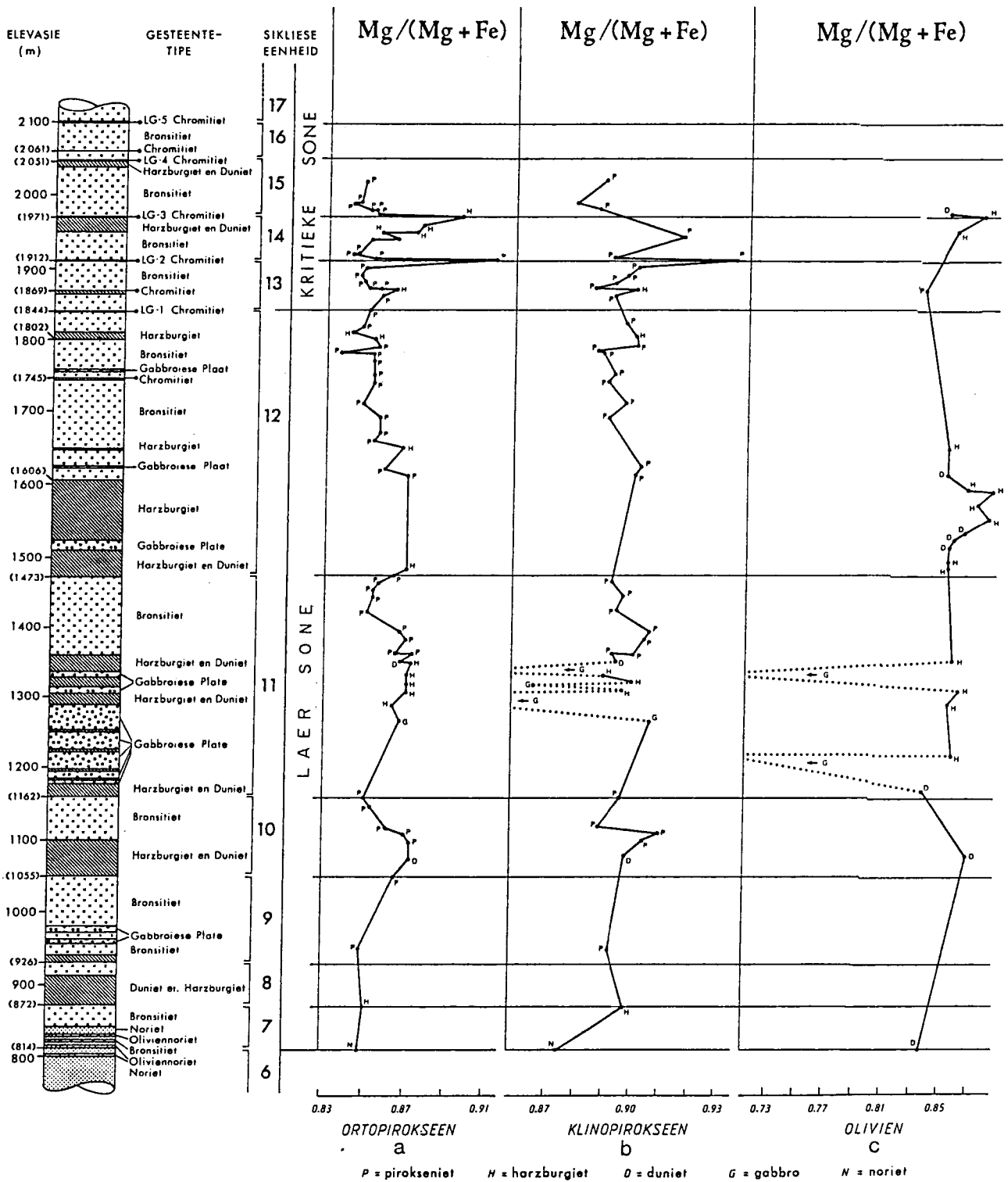


Fig. 6-1: Boorgatprofiel van die laer sone en kritieke sone met die Mg/(Mg+Fe)-verhoudings van ortopiroksene, klinopiroksene en oliviene, soos in die boorgat G1 en DS3/1 aangetref.

6.1 DIE LAER SONE

Hierdie sone strek vanaf die elewasie 814 m tot 1844 m en het dus 'n dikte van 1030 m (Fig. 6-1). Daar kan 6 hoofsikliese eenhede, genummer 7 tot 12 om by die nommerstelsel van die randsones aan te sluit, sowel as 'n aantal minder belangrike sikliese eenhede, onderskei word. Elke eenheid bestaan uit 'n oliviendraende laag aan die basis, gevolg deur 'n piroksenitiese laag. Die sikliese eenheid 7 wat die basis van die laer sone uitmaak kan beskou word as 'n oorgangsones vanaf die randsones en bestaan aan die basis uit afwisselende dun lagies oliviennoriet, noriet en bronsitiet, met 'n totale dikte van 58 m. Die daaropvolgende 5 sikliese eenhede het olivienkumulate, naamlik harzburgiete en duniets aan die basisse, en as 'n reël kom klein hoeveelhede chromiet saam met die olivien voor. Daar is 'n toename in dikte van die eenhede vanaf die genoemde 58 m vir eenheid 7 na 129 m vir eenheid 9 na 371 m vir eenheid 12, en verteenwoordig in alle waarskynlikheid 'n toenemende volume magma waaruit die gesteentes gekristalliseer het. Nie-deurlopende en dun tussenlagies harzburgiet kom wel voor in eenhede 7, 11 en 12, maar word nie as beduidend genoeg beskou om verdere sikliese eenhede te definieer nie. 'n Dun, ondeurlopende chromitietlagie kom in eenheid 12 voor en dagsoom op die plaas Alewynspoort 29 JP en Goudini 30 JP.

Gabbroïese plate, moontlik van Waterberg- tot Karoo-ouderdom, sny deur die gesteentes van die laer sone (Fig. 6-1). Oor die algemeen is die plate minder as 'n meter tot slegs enkele meter dik, behalwe vir die saamgestelde en gedifferensieerde plaat van ongeveer 110 m dikte, wat tussengelaagd met die harzburgiete en duniets van sikliese eenheid 11 voorkom. Oor die algemeen is die plate donkerkleurig, en bestaan uit vertweelingde klinopirokseen, plagioklaas en soms olivien, in 'n swart glasagtige grondmassa. Die klinopirokseen en olivien is aansienlik ysterryker as die ooreenstemmende minerale in die aangrensende gesteentes van die Rustenburg Gelaagde Suite.

6.2 DIE KRITIEKE SONE

Die kritieke sone begin aan die basis van die eerste beduidende chromitietlaag, naamlik die LG-1, op die elewasie van 1844 m (Fig. 6-1). Die nomenklatuur vir die chromitiet is in ooreenstemming met

dit wat voorgestel is vir chromitiete van die westelike Bosveld Kompleks deur Cousins en Feringa (1964). De Waal (1975) het hierdie as die LG-2 laag beskou, en die dunner chromitietlaag in die laer sone op Alewynspoort 29 JP en Goudini 30 JP, as die LG-1 laag aanvaar. Hierdie dun chromitietlagie is nie deur die boorgat G1 getref nie, en dui op die onstandhoudendheid daarvan.

Gelyksoortigheidsindekse is verder deur De Waal bereken vir die chromitiete van die Maricodistrik en dié van die Filanesberggebied. Hiervolgens, kan wat hy die LG-2 laag noem, ewe goed as die LG-1 laag beskou word, soos wat hier voorgestel word.

Cameron (1978) het die grens tussen die laer sone en kritieke sone gedefinieer op grond van 'n toename in veldspaatinhoud. Geen so 'n opvallende oorgang is waargeneem in die Nietverdiendgebied nie. Hier bestaan die silikaatgesteentes van die laer sone en kritieke sone uit kumuluskristalle van ortopirokseen, met geringe hoeveelhede olivien, plagioklaas, klinopirokseen, chromiet en ander bykomstige minerale. Die enigste toename in plagioklaasinhoud word gevind in die onmiddellike omgewing van metasedimentêre insluitels, soos wat deur die gat DS3/1 deurboor is, sowel as in die vloer- en dakbronsitiete van sommige chromitiete. Die LG-1 chromitietlaag kan oor 'n groot afstand rondom die kom gevolg word, te danke aan die oopgroef mynboubedrywigheide. Daar is besluit om dit gerieflikheidshalwe as die basis van die kritieke sone te definieer.

Hier word 5 sikliese eenhede (genommer 13 tot 17) onderskei op grond van die 5 chromitietlae (LG-1 tot LG-5) van die kritieke sone. 'n Verdere twee mag bykom indien die twee ondergeskikte chromitietlae in berekening gebring word. Elke eenheid neem in aanvang met 'n chromitiet-/harzburgietlaag, gevolg deur 'n bronsitietlaag. Soos voorheen genoem, is die harzburgiete en duniete van die kritieke sone swak ontwikkel, en knyp dikwels uit langs strekking. Daar word 'n 269 m dik opeenvolging van gesteentes van die kritieke sone in die Nietverdiendkom aangetref.

6.3 PETROGRAFIE VAN DIE GESTEENTES

Dagsome van die bronsitiete kom wydverspreid voor, met die beste blootstelling by Marulakop. In die meeste ander gevalle is hulle

verweer en bedek deur 'n ongeveer 0.5 m dik laag swart turfgrond. Die bronsitiete in die dagsoom is groenbruin en middelkorrelrig. In sommige gevalle kom bronsietfenokriste van dieselfde samestelling as die omliggende ortopirokseenkorrels in die gesteentes voor. Die pirokseniete is verder adkumulate bestaande uit kumulus bronsiet met geringe hoeveelhede interkumulus plagioklaas, klinopirokseen en chromiet (Fig. 6-2 a). In die meeste gevalle kan baie fyn uitskeidingslamelle van klinopirokseen parallel aan die {010}-vlakke van die ortopirokseenkristalle gesien word. Die pirokseenkorrels is soms ewewydig aan mekaar gerangskik en beklemtoon so die stollingsgelaagdheid.

Dagsome van erkenbare olivienkumulate is net in een geval gevind, naamlik op die rantjie langs die grootpad op die suidelike punt van Roodekopjesfontein 15 JP, op die grens met Alewynspoort 29 JP. Dit is in handmonster 'n ligte olyfgroen gesteente met 'n suikeragtige tekstuur. In dieselfde dagsoom kom daar soms enkele groot fenokriste van ortopirokseen in die gesteente voor.

Die duniете is chrisoliet adkumulate, met geringe hoeveelhede chromiet en plagioklaas (Fig. 6-2 b). Net soos in die geval van die oliviennoriете van die randsonе, toon die olivienkorrels golwende uitdowing met tweelingagtige lamelle sub-parallel aan die {100} kristallografiese rigting. Die oorgange tussen die bronsitiet- en die duniетlae in die profiel is nooit skerp nie en word verteenwoordig deur harzburgiete. Fenokriste van olivien kom saam met die ortopirokseen as kumuluskristalle voor (Fig. 6-2 c) of andersins vorm die olivien chadakriste in groter, latere ortopirokseenkorrels (Fig. 6-2 d).

Die intrusiewe gabbroiese plate bestaan uit fenokriste van klinopirokseen, soner-geboude plagioklaas, asook in 'n mindere mate geserpentiniseerde olivien, in 'n fynkristallyne of selfs glasagtige grondmassa (Fig. 6-2 e, f). Die fenokriste is dikwels gebreksier en die breksie word toegeskryf aan die inplasing van die magma.

Fig. 6-2_a: Bronsiet adkumulaat met geringe hoeveelhede klinopirokseen en plagioklaas. Fyn uitskeidings van klinopirokseen (u) kom parallel aan die {001}-rigting van die bronsiet voor (gekruiste polariseerders, G2432.8, boorgat G1, Goudini 30 JP)

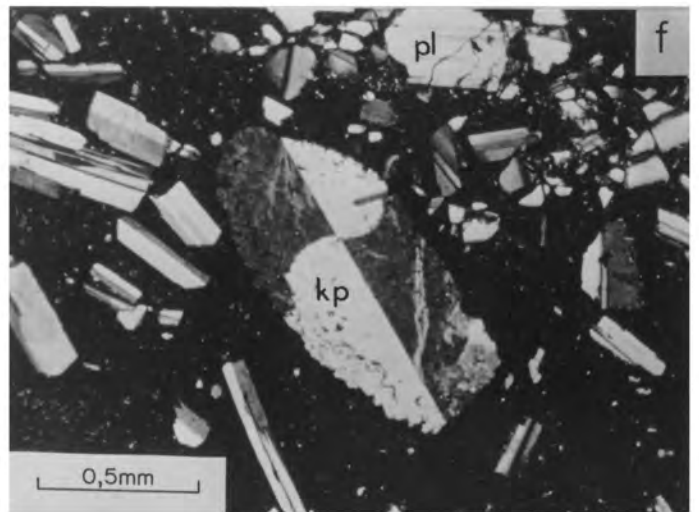
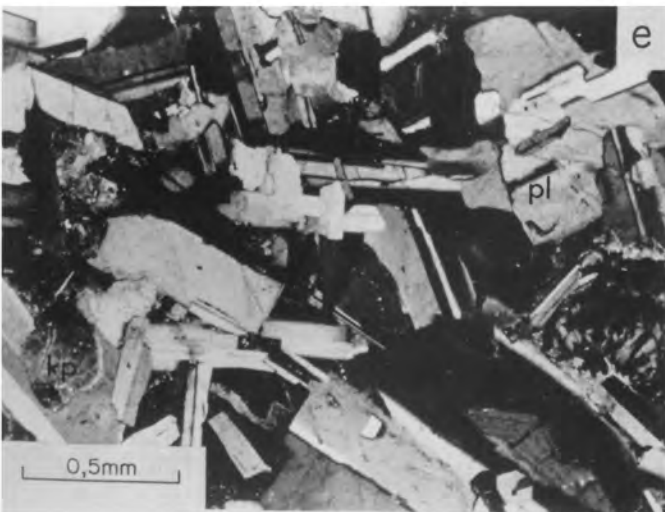
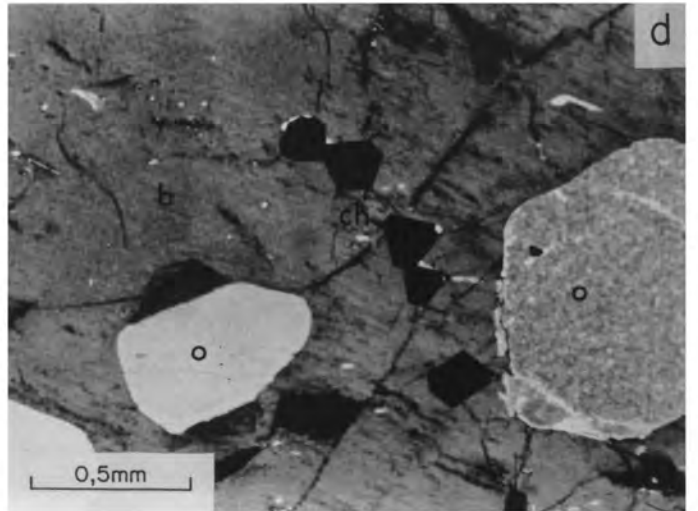
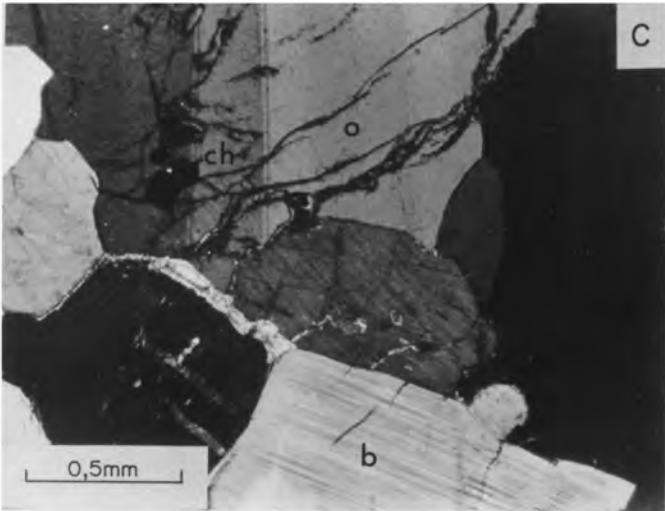
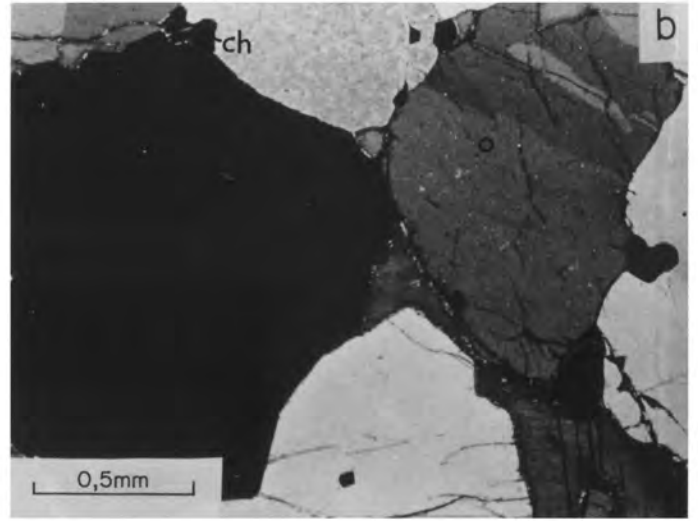
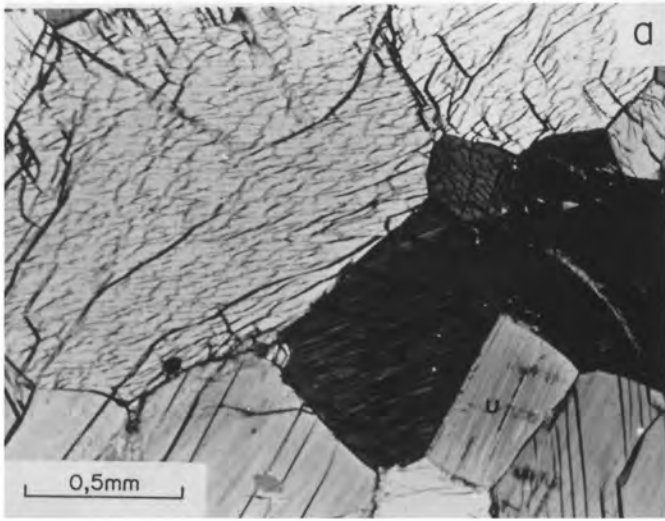
Fig. 6-2_b: Duniet; kumuluskristalle van chrisoliet (o) met tweelingagtige lamelle subparallel aan die {100}-rigting, tesame met klein hoeveelhede chromiet (ch) (gekruiste polariseerders, G2495.2, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 6-2_c: Harzburgiet met kumuluskristalle van bronsiet (b), groot fenokriste van chrisoliet (o), en chromiet (ch) (gekruiste polariseerders, G1707, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 6-2_d: Harzburgiet met chadakriste van chrisoliet (o) omsluit in 'n bronsietekokris (b) saam met chromiet (ch) (gekruiste polariseerders, G821.8, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 6-2_e: Intrusiewe gabbroïese plaat met fenokriste van klinopirokseen (kp), sonere plagioklaas (pl) en geserpentiniseerde olivien, in 'n fyn grondmassa van plagioklaas en klinopirokseen (gekruiste polariseerders, G1860, boorgat G1, Goudini 30 JP)

Fig. 6-2_f: Intrusiewe gabbroïese plaat met eersteling klinopirokseen (kp), sonere plagioklaas (pl) en geserpentiniseerde olivien in 'n glasagtige grondmassa. Die plagioklaas is dikwels gebreksieer (gekruiste polariseerders, G1720, boorgat G1, Goudini 30 JP)



6.4 MINERALOGIE VAN DIE LAER SONE EN DIE KRITIEKE SONE

Mineraalontledings met behulp van die elektronmikrosonde is van die ortopiroksene, klinopiroksene en oliviene langs die profiel vir beide die boorgate DS3/1 en G1 gedoen. Daar is 53 pirokseniete van dagsome versamel, en elektronmikrosonde- sowel as X-straalfluoressensie-ontledings is uitgevoer op die ortopiroksene.

6.4.1 Die bronsiëte, klinopiroksene en oliviene van die boorkern

Mikrosonde-ontledings is gedoen op die ortopiroksene (BYLAAG 6-1) van die twee bogenoemde boorkerns en is gestip langs die profiel op Figuur 6-1. In teenstelling met die bronsiëte van die dagsoommonsters, kan die elevasies van die boorkern redelik akkuraat aangedui word en is die siklisiteit redelik goed afgebeeld deur die variasie in $Mg/(Mg+Fe)$ -verhoudings. By meeste van die oorgange van 'n onder- na 'n oorliggende sikliese eenheid, is daar 'n styging in die $Mg/(Mg+Fe)$ -verhouding, soos byvoorbeeld op die grens tussen sikliese eenhede 11 en 12. Tydens die kristallisasie van die middelste deel van 'n eenheid bly die verhouding redelik konstant en daal dan eers naby die bokant van die eenheid. Daar is 'n geringe maksimum vir die $Mg/(Mg+Fe)$ -verhouding, wat ongeveer by die sikliese eenhede 11 en 12 voorkom. Wat wel opvallend is, is dat die $Mg/(Mg+Fe)$ -verhouding van ortopiroksene van bronsiëte oor die algemeen effens laer is as die van harzburgiëte, en word daaraan toegeskryf dat elke sikliese eenheid vermoedelik 'n nuwe magnesiumryke magmapuls verteenwoordig. Dit mag wees dat die harzburgiëte aan die basisse van sikliese eenhede produkte van progressiewe reaksie voorstel. Die nuwe magnesiumryke magma-puls het hier met die onderliggende bronsiëte gereageer en hulle verryk aan magnesium, maar ook verander na harzburgiëte. Fenokriste van olivien (Fig. 6-2 c) wat die ouer bronsiëtkristalle omsluit getuig van so 'n moontlike reaksie. Die vergelykende gemiddelde ontledings vir bronsiëte en harzburgiëte word in Tabel 6-1 gegee. Die $Mg/(Mg+Fe)$ -verhouding vir die ortopiroksene is 0.856 in die geval van die bronsiëte en 0.866 in die geval van die harzburgiëte.

Mikrosonde-ontledings is ook gedoen op die klinopiroksene van die gesteentes van die laer sone en kritieke sone (BYLAAG 6-2) en die

Mg/(Mg+Fe)-verhoudings vir die boorgatmonsters langs die boorgatprofiel gestip (Fig. 6-1 b). Hier is geen opvallende siklisiteit van die data te sien nie. Die enigste kenmerk van belang is dat die gabbroïese plate feitlik altyd heelwat laer waardes toon vir hierdie verhouding (stip van skaal af) en bevestig dat die gesteente geneties onverwant is aan die Bosveldmagma.

=====

Tabel 6-1
Gemiddelde ortopirokseenontledings van bronsitiete en harzburgiete

	<u>Bronsitiete</u> (N=50)	<u>Harzburgiete</u> (N=15)
SiO ₂	55.41	55.68
TiO ₂	0.10	0.08
Al ₂ O ₃	1.17	1.38
Cr ₂ O ₃	0.49	0.47
FeO	9.50	8.78
MnO	0.21	0.18
MgO	31.55	31.90
CaO	1.23	1.28
<u>Totaal</u>	<u>99.66</u>	<u>99.75</u>
AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE		
Si	1.955	1.955
Ti	0.003	0.002
Al	0.049	0.057
Cr	0.014	0.013
Fe	0.280	0.258
Mn	0.006	0.005
Mg	1.659	1.669
Ca	0.046	0.048
<u>Totaal</u>	<u>4.012</u>	<u>4.008</u>
Mg/(Mg+Fe)	0.856	0.866

Op soortgelyke wyse as hierbo is mikrosonde-ontledings op die oliviene uitgevoer (BYLAAG 6-3) en die Mg/(Mg+Fe)-verhoudings langs die boorgatprofiel gestip (Fig. 6-1 c). Net soos in die geval van die klinopiroksene, is daar geen opvallende siklisiteit waargeneem vir olivien nie. Hierdie verhouding is vir die oliviene van die gabbroïese plate ook heelwat laer (stip van skaal af) as vir die tipiese Bosveldgesteentes.

6.4.2 Die bronsitiete van dagsome

Die bronsitiete is die enigste gesteentes van die laer sone en kritieke sone waarvan vars dagsoommonsters algemeen verkry kan word. Petrografies is die gesteentes feitlik monomineralies en baie

soorgelyk aan mekaar. Die ortopiroksene van hierdie gesteentes word hier chemies gekarakteriseer met behulp van hoof- en spoorelemente.

Daar is 53 monsters geneem (genommer Opx-02 tot Opx-54) om die hele piroksenietopeenvolging in die Nietverdiendkom te verteenwoordig (BYLAAG 6-4). Die gesteentes is eerstens met 'n growwe en daarna met 'n fyn kakebreker gemaal, en vervolgens gesif om ongeveer 100 gram pirokseensplytbrokkies van grootte tussen 80 en 150 μm te behou. Die sifproses het ook die fyner chromiet- en veldspaat-korrels grotendeels verwyder. Hierdie fraksie is op 'n superpan in watermedium bewerk om enige oorblywende, swaarder chromiet en ligter veldspaat, te skei. Die ortopiroksene is daarna met 'n Frantz magnetiese skeier gesuiwer deurdat enige chromiet-ortopirokseenvergroeings verwyder is. Laastens is die pirokseenkonsentrate met 'n verdunde warm sout- en salpeter-suuroplossing gewas om enige metaalkontaminasie te verwyder.

Die hoofelementsamestellings is voorlopig gedoen op die X-straalfluoressensiespektrometer, en hiervan is die massa-absorpsiekoëffisiënte bereken vir die daaropvolgende spoorelementbepalings. Die hoofelemente is inderdaad op die mikrosonde bepaal, om eenvormigheid van tegniek te behou met die ander mineraalbepalings (BYLAAG 6-4). Die gemiddelde samestelling en struktuurformule word in Tabel 6-2 gegee.

TABEL 6-2
Samestelling van gemiddelde ortopirokseen van bronsitiete van
dagsome.

	<u>%</u>	<u>AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE</u>
SiO ₂	56.30	Si 1.971
TiO ₂	0.07	Ti 0.002
Al ₂ O ₃	1.20	Al 0.050
Cr ₂ O ₃	0.57	Cr 0.016
FeO	8.99	Fe 0.263
MnO	0.20	Mn 0.006
NiO	0.20	Ni 0.002
MgO	31.40	Mg 1.639
CaO	1.22	Ca 0.046
<u>Totaal</u>	<u>100.03</u>	<u>3.994</u>

DELE PER MILJOEN

Co	99
Cr	3929
V	80
Zn	64
Cu	6
Ni	615

$$\text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}) = 0.862$$

Daar is histogramme getrek van die belangrikste hoofelementoksiede en spoorelemente in Figure 6-3 en 6-4. Die mees beduidende verspreidingspatrone word beskou om te sien of die minerale aan meer as een suite behoort. Die oksiede soos Al_2O_3 , FeO , MnO en CaO , asook die spoorelemente V, Cu en Ni, het op die oog af lognormale verspreidings. FeO , MnO , MgO , Cr, Zn en Ni toon 'n mate van bimodale verspreiding en word toegeskryf aan die feit dat die ortopioksene moontlik afkomstig is van meer as een bevolking. Dit is moontlik dat die nabyheid van olivienkumulate wel die pirokseensamestellings kon beïnvloed.

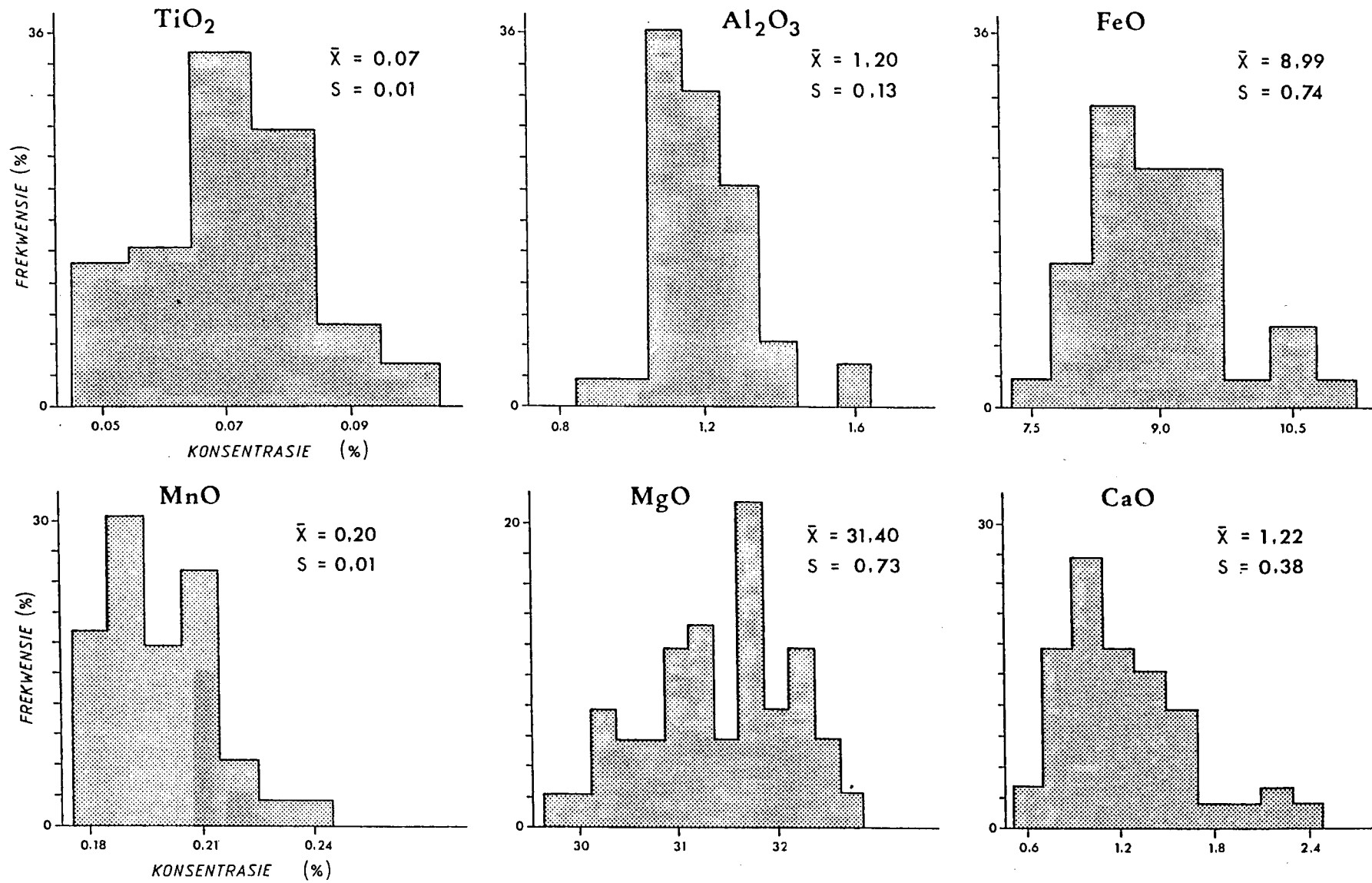
Tabel 6-3 is die korrelasiematriks van die chemiese hoeveelhede en dui aan in watter mate die elemente kristalchemies met mekaar geassosieer is. So is FeO positief en MgO negatief met MnO , Co, V, en Zn gekorreleer.

Die variasie van die bronsiete is volgens die benaderde elevasies op die profiel gestip (Fig. 6-5 en 6-6). Te wyte aan die benaderde elevasies van die monsters kan die sikliese eenhede nie hier uitgeken word nie. Die $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$ -verhoudings toon 'n algemene toename van onder na bo, tot ongeveer in die middel van sikliese eenheid 12, en neem weer af. Soortgelyke neiging is ook waargeneem in die geval van die boorkerngegewens (Fig. 6-1). Die antipatiese variasie wat tussen die $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$ -verhouding aan die eenkant, en die Co, V, Zn en Ni aan die anderkant, voorkom, kan langs die profiel gevolg word. Daar is ook 'n algemene geringe toename in Cr-inhoud van onder na bo.

6.5 PETROCHEMIE VAN DIE HEELGESTEENTES

'n Totaal van 32 heelgesteente-ontledings is uitgevoer op die bronsitiete, dunitiete en harzburgiete van die laer sone, wat in die boorgat G1 aangetref is, (BYLAAG 6-5). Die gemiddelde chemiese samestellings vir die pirokseniete, harzburgiete en dunitiete word afsonderlik in Tabel 6-4 aangegee.

Soos wat te verwagte is neem die SiO_2 af vanaf 54.98 persent vir die bronsitiete na 48.30 persent vir die harzburgiete na 43.63



144.

Fig. 6-3: Histogramme van die hoofelementsamstellings van ortipirosene van die dagsoom=bronsitiete van die laer sone en kritieke sone.

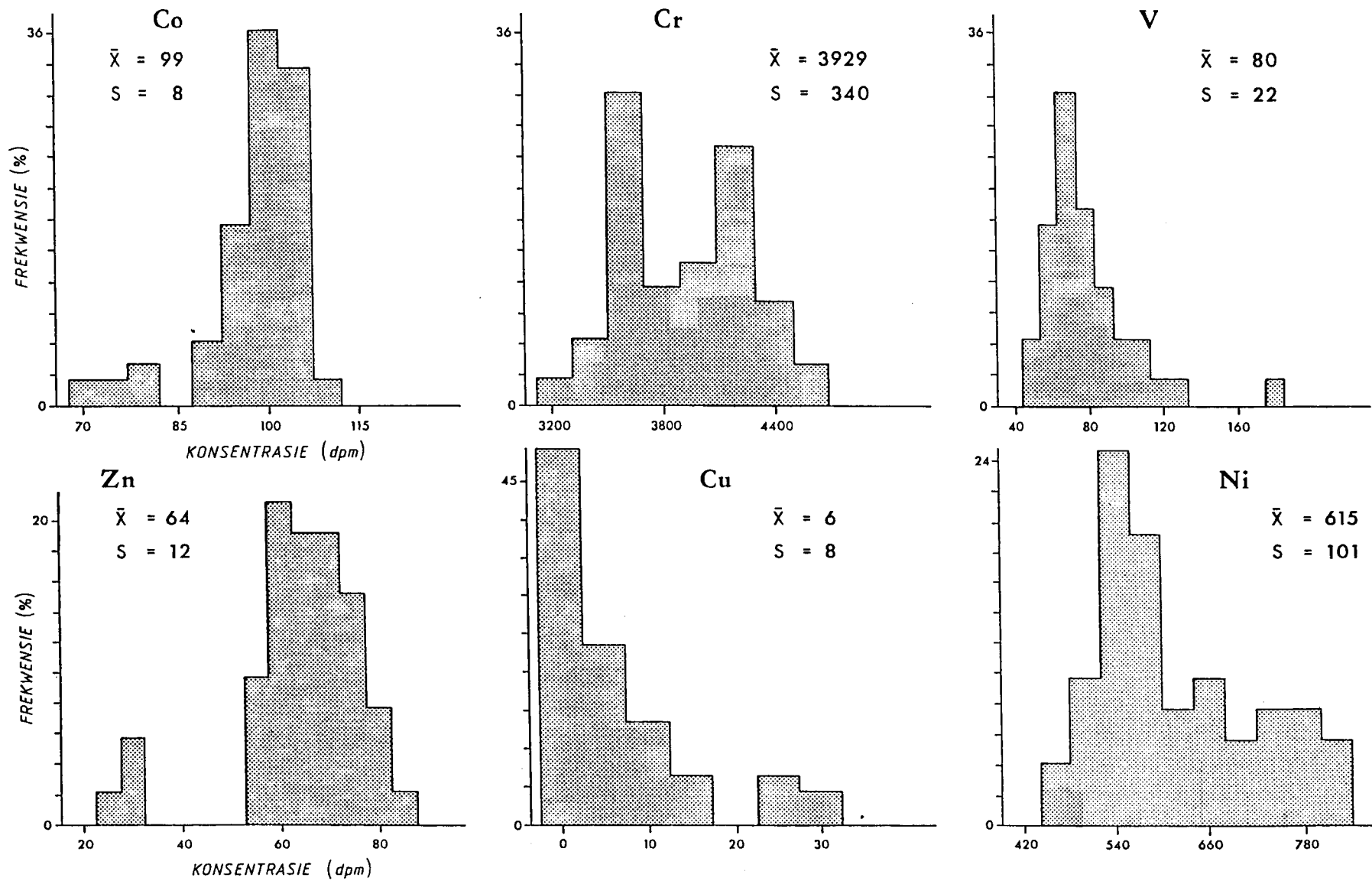


Fig. 6-4: Histogramme van die spoorelementsamstellings van ortopiroksene van die dagsoombrositierte van die laer sone en kritieke sone.

Tabel 6-3

Korrelasiekoëffisiënte van chemiese hoeveelhede van die dagsoombronsiete

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Co	Cr	V	Zn	Cu	Ni	
1	-0.24	-0.30	-0.42	-0.36	0.49	-0.35	-0.25	-0.01	-0.35	-0.31	-0.20	0.10	SiO ₂
	1	-0.26	0.23	-0.04	-0.07	-0.04	0.07	-0.33	<u>0.44</u>	0.09	0.00	0.00	TiO ₂
		1	-0.17	-0.04	-0.03	0.32	-0.26	0.27	-0.12	-0.16	0.33	-0.15	Al ₂ O ₃
			1	<u>0.71</u>	<u>-0.71</u>	-0.03	0.51	-0.27	<u>0.44</u>	<u>0.55</u>	0.17	-0.12	FeO
				1	<u>-0.58</u>	0.01	0.38	0.06	0.27	0.29	-0.00	-0.09	MnO
					1	-0.49	<u>-0.42</u>	0.19	-0.32	<u>-0.40</u>	-0.09	0.11	MgO
						1	0.18	-0.09	0.03	-0.14	0.02	-0.12	CaO
							1	-0.15	0.22	<u>0.87</u>	0.12	0.31	Co
								1	-0.11	-0.30	-0.12	<u>-0.49</u>	Cr
									1	0.22	-0.05	0.05	V
										1	<u>0.50</u>	0.34	Zn
											1	0.15	Cu
												1	Ni

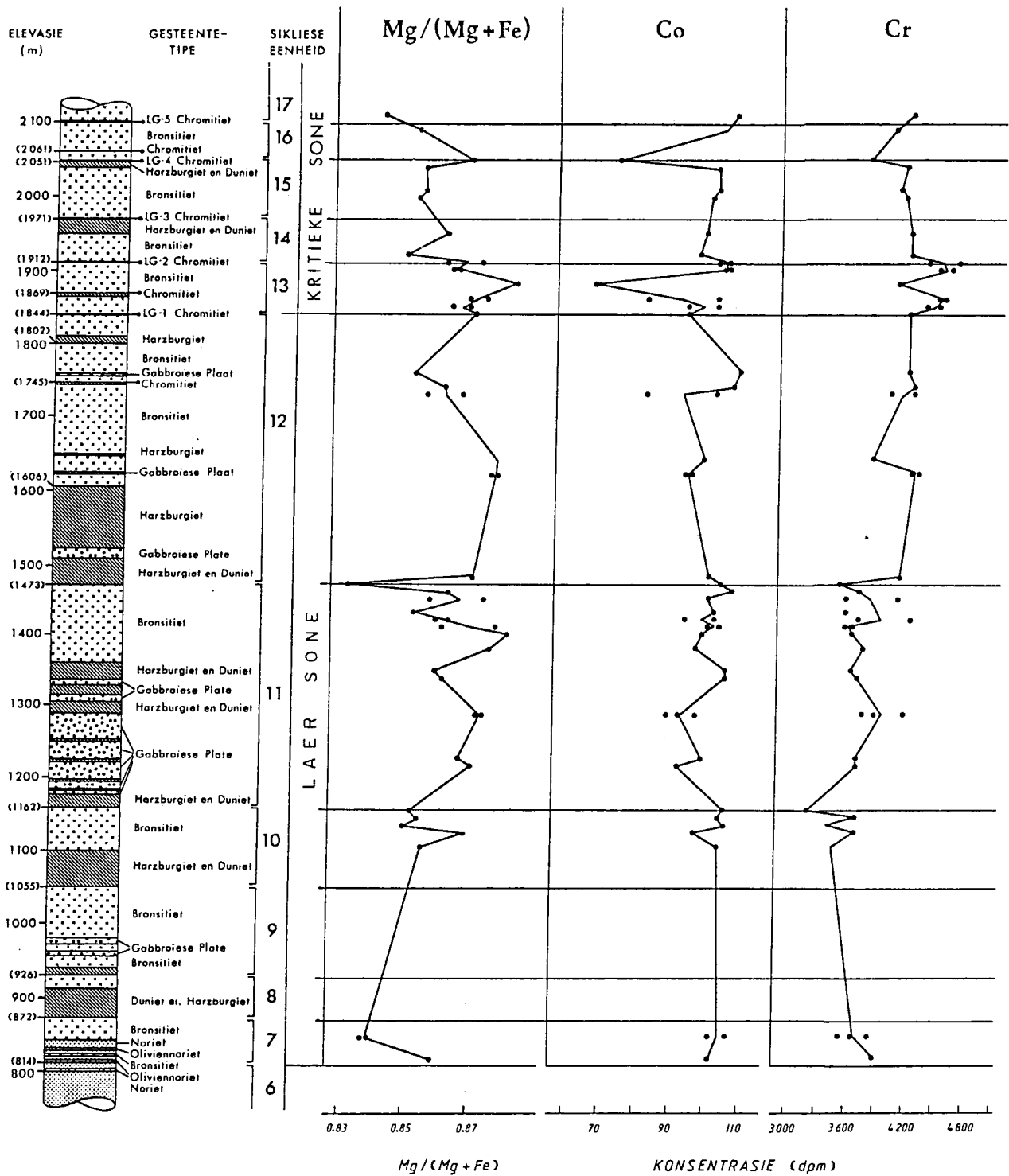


Fig. 6-5: 'n Benaderde profiel van die ortopioksene van die dagsoombronsitiete, met die variasie in Mg/(Mg+Fe)-verhouding, asook Co- en Cr-konsentrasies aangedui.

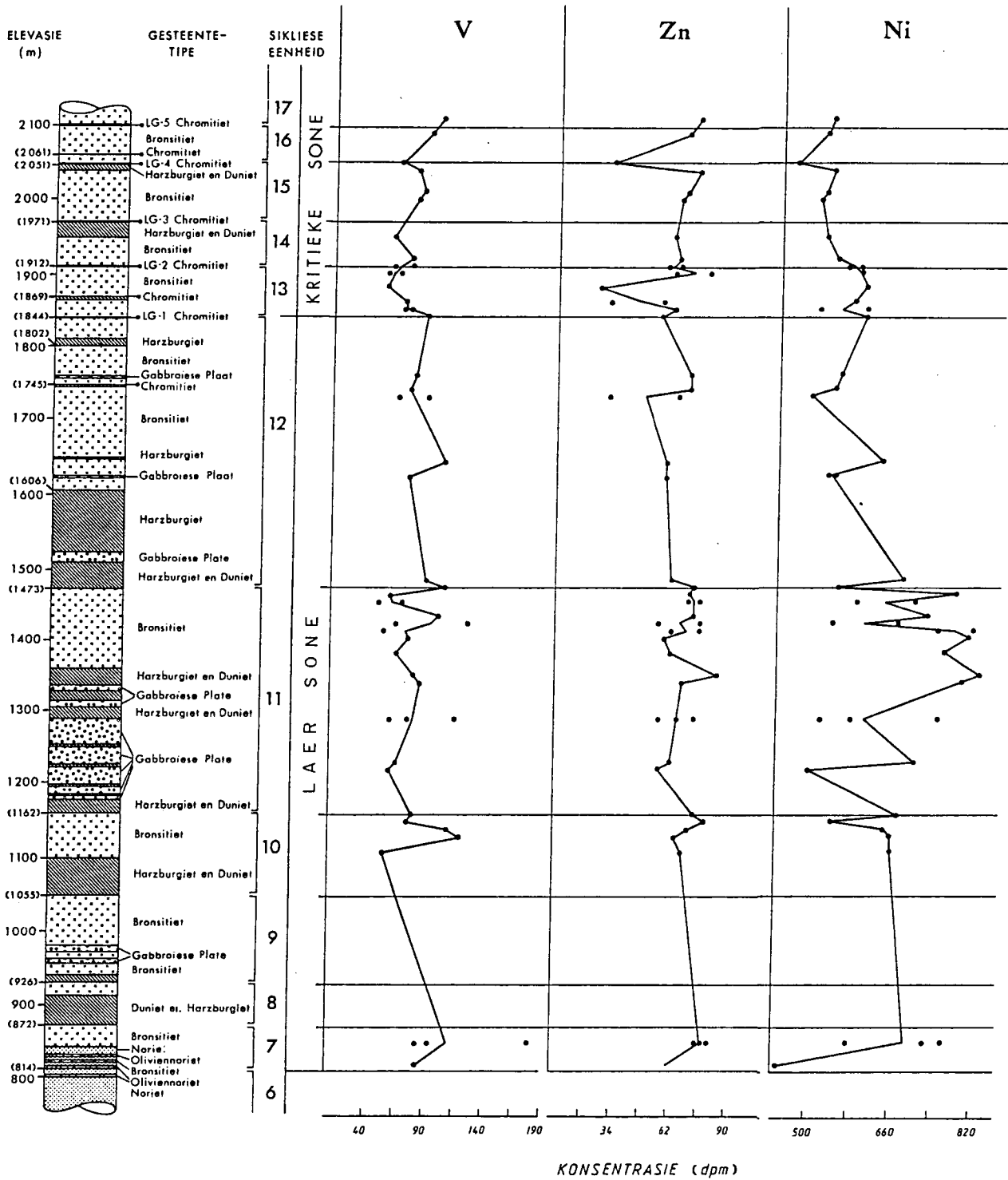


Fig. 6-6: 'n Benaderde profiel van die ortopioksene van die dagsoombronsitiete, met die variasie in spoorelement-samestellings aangedui.

persent vir die duniete, met simpatieke toenames in FeO- en MgO-persentasies. Die geringe hoër CaO- en Al₂O₃-hoeveelhede vir die pirokseniete word toegeskryf aan die hoër CaO en Al₂O₃ in die pirokseenstruktuur, bo dié van olivien. Hoe olivienryker die gesteentes, hoe groter is die hoeveelhede Co, Cr en Ni. Die eerste en laaste van die drie kan verklaar word aan die hand van die affiniteit van die olivienstruktuur vir hierdie

Tabel 6-4

Gemiddelde gesteentesamestellings van die laer sone en kritieke sone

	<u>Bronsitiet</u>	<u>Harzburgiet</u>	<u>Duniet</u>
SiO ₂	54.98	48.30	43.63
TiO ₂	0.10	0.06	0.06
Al ₂ O ₃	1.92	1.54	1.45
Cr ₂ O ₃	0.58	0.75	0.69
FeO	9.31	10.59	12.41
MnO	0.20	0.18	0.20
NiO	0.09	0.18	0.23
MgO	29.86	35.43	38.50
CaO	1.67	1.10	1.01
Na ₂ O	0.29	0.25	0.32
K ₂ O	0.04	0.03	0.05
F ₂ O ₅	0.00	0.01	0.01
Totaal	99.04	98.42	98.56

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	105	146	164
Cr	3929	4406	4585
V	84	61	21
Zn	70	75	7
Cu	26	159	59
Ni	688	1389	1808
Ba	11	9	17
Sc	2	1	2

CIPW NORMS

Or	0.24	0.18	0.30
Ab	2.48	2.15	2.75
An	3.86	3.04	2.41
Ne	0.00	0.04	0.20
Di	2.99	1.63	1.72
He	0.60	0.31	0.36
En	68.81	40.42	16.71
Fs	15.69	8.84	3.99
Fo	3.42	34.05	55.91
Fa	0.86	8.23	14.70
Il	0.19	0.12	0.12
Cr	0.86	1.12	1.03
Ap	0.00	0.02	0.02
M/ (M+F+A)	0.756	0.765	0.751

elemente, terwyl die verhoogde Cr toegeskryf word aan chromiet wat saam met olivien kristalliseer. Die elemente V en Zn toon verhoogde konsentrasies in die pirokseniete, maar daar moet in gedagte gehou word dat laasgenoemde saam met Cu as sulfiede kan konsentreer indien S teenwoordig is.

Die oksiedkonsentrasies word weergegee as CIPW norms, maar dit is opvallend dat by geen pirokseniet enige normatiewe kwarts verkry is nie, maar wel normatiewe olivien. Dit word, soos in die geval van die randsones, toegeskryf aan die feit dat die normberekening voorkeur gee aan silikate in plaas van oksiede wat in die mode mag voorkom, soos byvoorbeeld Al_2O_3 of MgO in die spinelstruktuur.

6.5.1 Die FMA-diagram

'n Opvallende kenmerk is dat die breukdeel MgO in die FMA-driehoek toeneem sodra bronsiet en chrisoliet gelyktydig voorkom soos by die harzburgiete. In hierdie geval is die gemiddelde waarde 0.756 vir die pirokseniet, 0.766 vir die harzburgiet en 0.750 vir die duniet en dui daarop dat die gesteente ryker is aan MgO aan die onderkant van elke sikliese eenheid waar harzburgiete algemeen voorkom. Daar is hierbo aangetoon dat die bronsiet in die harzburgiet as sulks die verhoogde MgO bevat. Die verskynsel word weereens verklaar aan die hand van progressiewe reaksie waartydens elke agtereenvolgende MgO-ryker magma-puls met die onderliggende kristallaag gereageer het om die bronsiet op te los. Harzburgiete met xenomorfe fenokriste van olivien (Fig. 6-2 c) wat soms die bronsiet omsluit, dien as 'n bewys dat so 'n reaksie wel plaasgevind het.

Al 32 monsters waarop heelgesteente-ontledings uitgevoer is, is op 'n FMA-diagram gestip (Fig. 6-7). Die gesteentes maak 'n baie klein groepering met baie min variasie of differensiasie. Bestudering van BYLAAG 6-5 toon die volgende variasie van die M-waarde op die FMA-diagram.

Pirokseniet	71.09%	tot	78.56%
Harzburgiet	73.30%	tot	78.81%
Duniet	73.34%	tot	76.50%

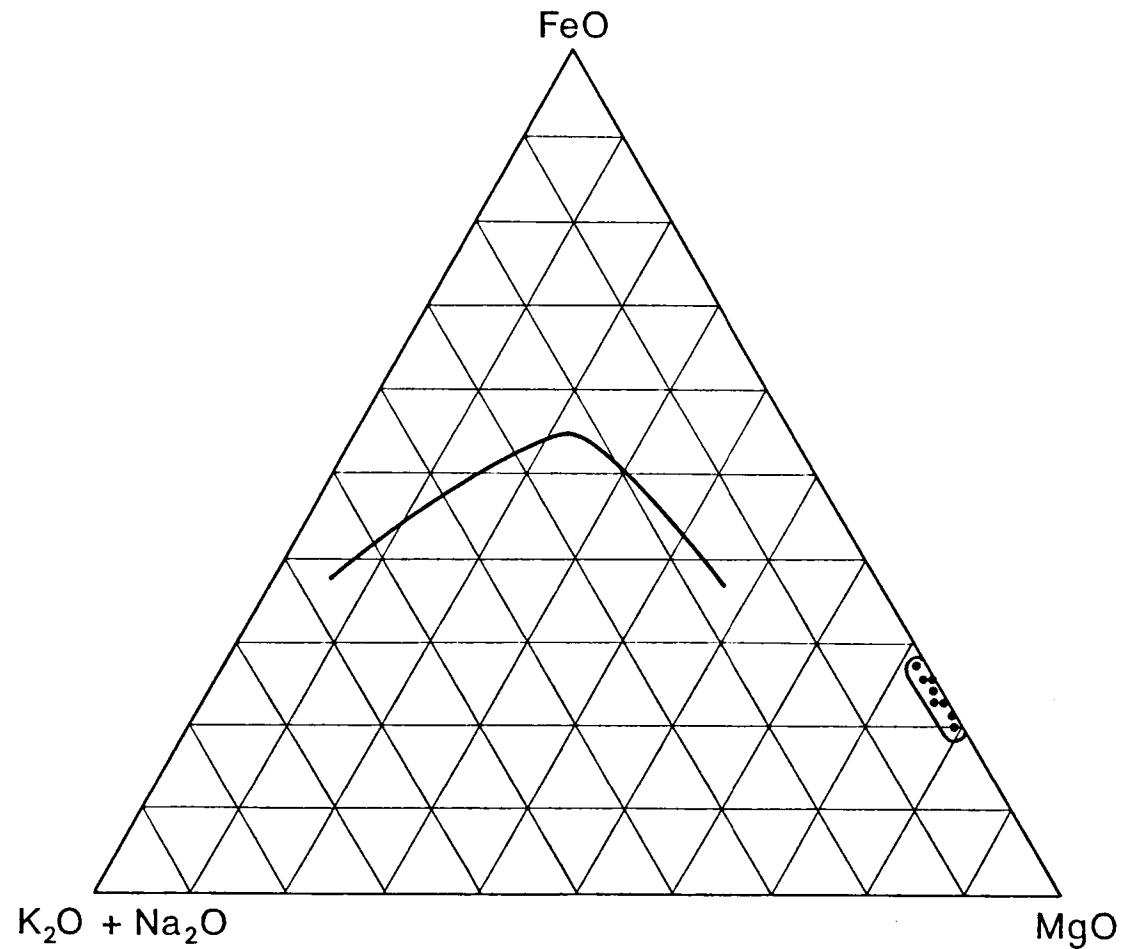


Fig. 6-7: FMA-diagram vir die heelgesteente-ontledings van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, soos in die boorgatprofiel G1 aangetref. Die kurwe tussen die tholeiitiese en kalk-alkaliveld is volgens Irvine en Baragar (1971).

6.5.2 Variasie in heelgesteentesamestelling langs die boorgatprofiel

Die variasie in gesteentesamestelling vir die laer sone soos aangetref in die boorgat G1 is aangedui langs die profiellyn in die Figure 6-8 tot 6-10. Sommige van die hoofelementoksiede word gestip op Figuur 6-8, die meer beduidende spoorelemente op Figuur 6-9 en die belangrikste normatiewe minerale asook die $M/(M+F+A)$ -persentasie op Figuur 6-10.

Die TiO_2 -, Al_2O_3 -, CaO - en V -konsentrasies is laag met die aanvang van feitlik elke sikliese eenheid. Dit dui daarop dat hierdie elemente voorkeur gee aan bronsiet, bo olivien. Die MgO (asook FeO)-persentasie daarenteen, neem vanselfsprekend toe met 'n toename in olivieninhoud. Terselfdertyd is daar toenames in beide Co en Ni .

Die normatiewe minerale (Fig. 6-10) bevestig die neigings wat by die hoofelementsamestellings gevind is. Beide die normatiewe anortiet en enstatiet vorm feitlik refleksiebeelde van die normatiewe forsteriet, maw. met die aanvang van elke sikliese eenheid neem die normatiewe anortiet en enstatiet af en styg dan sodra die bronsitietlid van die eenheid bereik word.

Die $M/(M+F+A)$ -persentasie neig om groter te wees vir die harzburgiete. Dit bereik 'n maksimum by ongeveer tussen sikliese eenheid 11 en 12. 'n Soorgelyke neiging is verkry by die ortopiroksene. Van onder in die randsones tot by hierdie punt het ysterverarming plaasgevind, en daarbo, ysterverryking. Dit is dus die draaipunt tussen die omgekeerde en normale differensiasieverloop van die silikate van die Rustenburg Gelaagde Suite in die Nietverdiendomgewing.

6.6 INPLASING VAN DIE MAGMA VIR DIE LAER SONE EN KRITIEKE SONE

Daar is in die vorige hoofstuk daarop gewys dat die magma van die randsones as magma-pulse binnegedring het. Weens die relatiewe koue

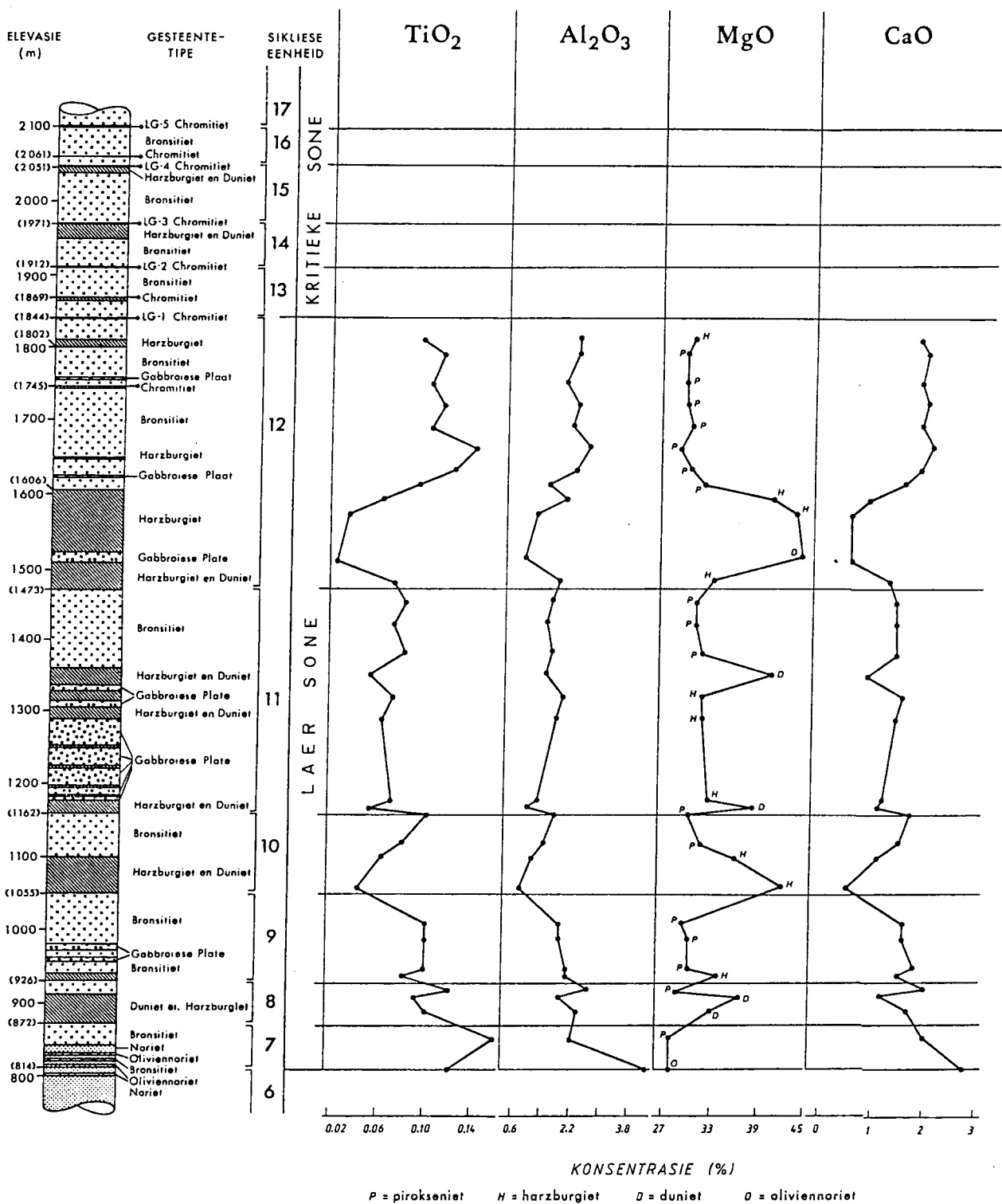


Fig. 6-8: Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in hoof-elementoksiede aangedui.

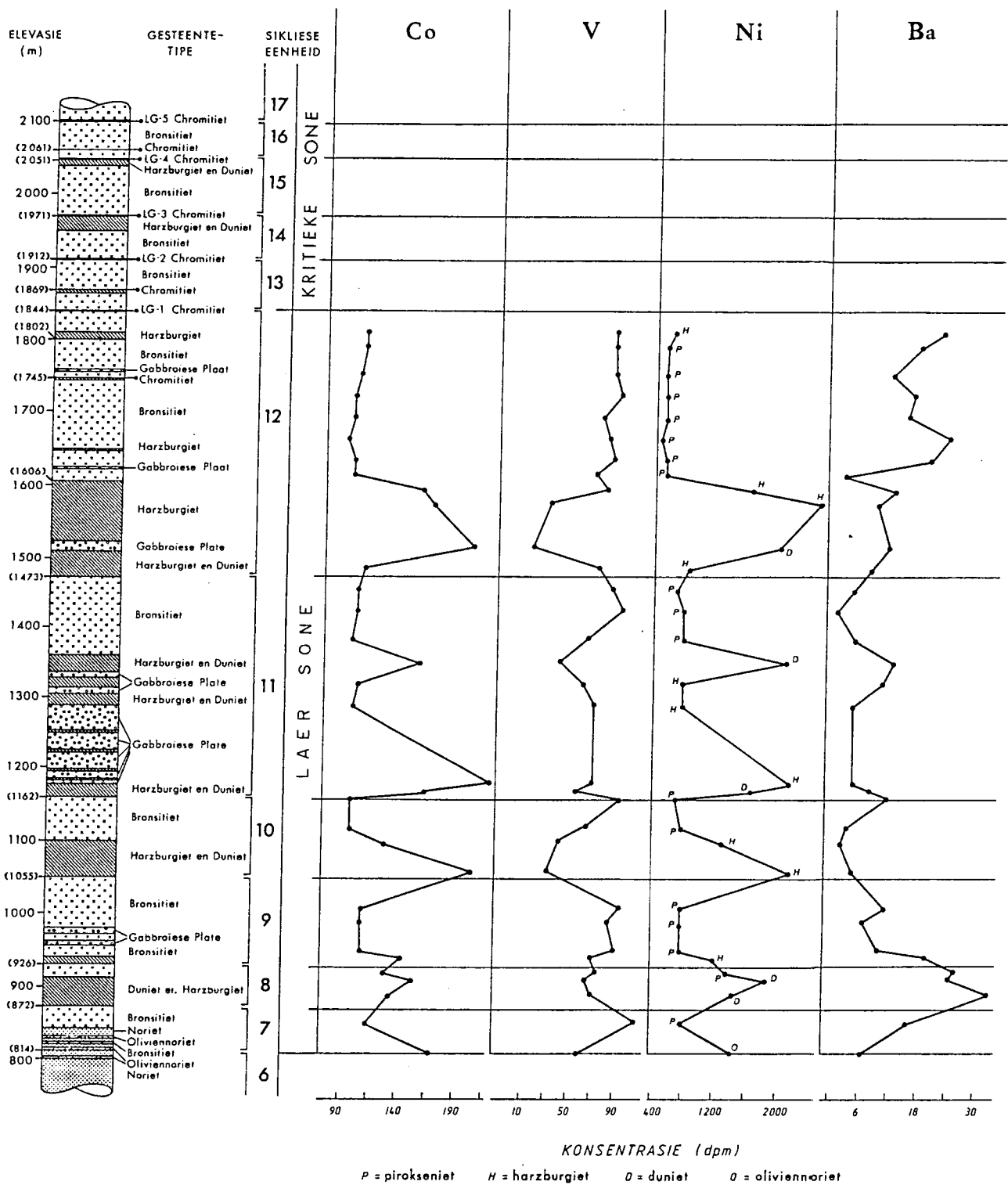


Fig. 6-9: Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in spoor-elemente aangedui.

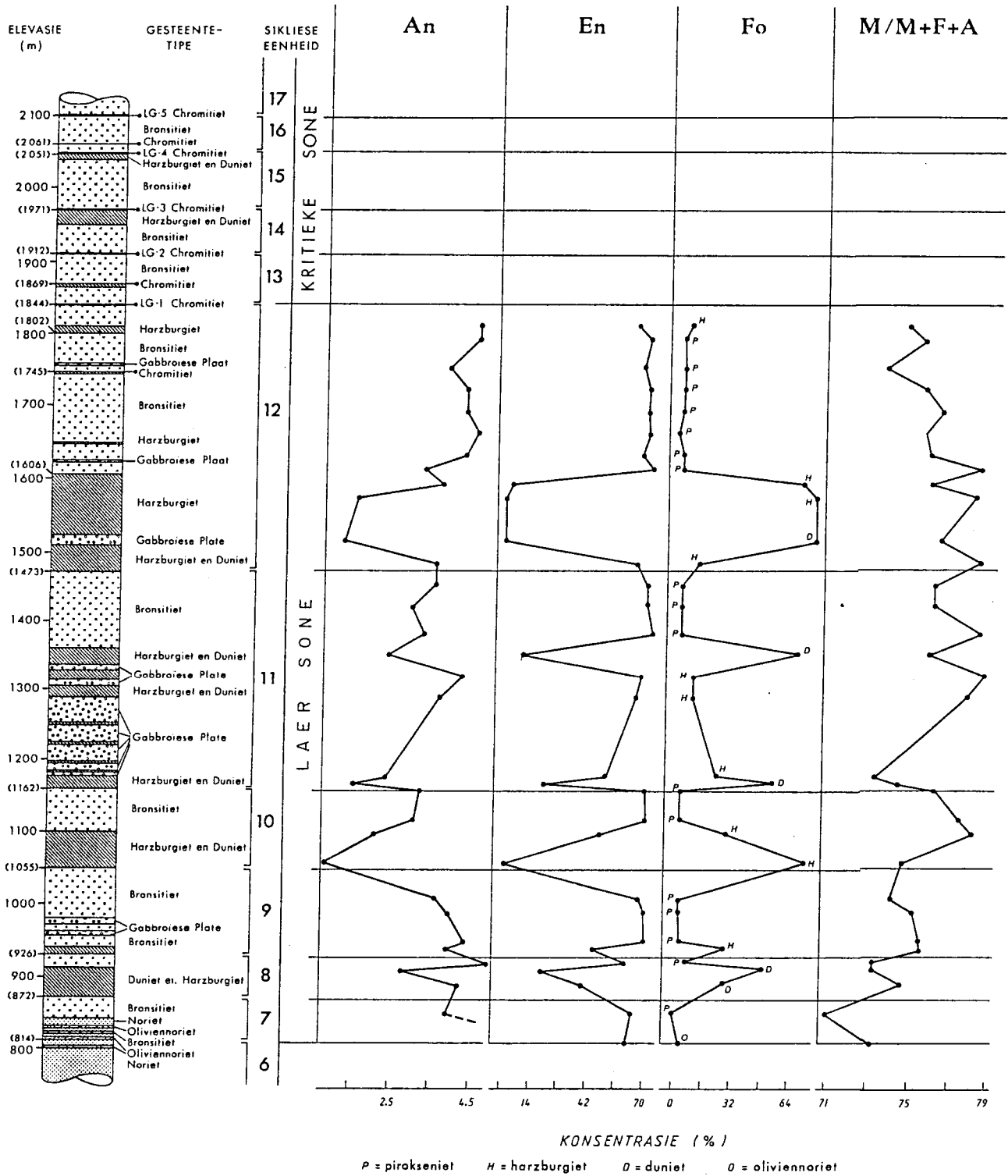


Fig. 6-10: Boorgatprofiel (boorgat G1) van die laer sone van die Rustenburg Gelaagde Suite, met die variasie in normatiewe mineraalsamestelling en M/(M+F+A)-persentasie aangedui.

omgewingsgesteentes, het elke individuele puls van die randsones, relatief tot die magma van die laer sone en kritieke sone, vinnig en verder end-uit gekristalliseer.

In die geval van die laer sone en die kritieke sone, word die siklisiteit weereens deur die MgO-, Co-, V- en Ni-konsentrasies uitgebeeld. Net soos in die geval van die sikliese eenhede van die randsones, kan elke sikliese eenheid van die laer sone en die kritieke sone beskou word as 'n fase van progressiewe kristallasie gevolg deur 'n fase van progressiewe reaksie, met 'n voortdurende integrasie onder die samestellings- sowel as temperatuurkurwe (paragraaf 5.7.5). Op hierdie gevorderde stadium van magma-inplasing was die omgewingsgesteentes alreeds by 'n hoë temperatuur weens die verhitting deur die voorafgaande magma van die randsones. Die tempo van afkoeling en kristallasie was dus noodwendig stadiger. Voortdurende magma-pulse het verder tot gevolg gehad dat die volume magma bokant die kristalle progressief toegeneem het. Die volume van die magma wat die kumulerende pirokseer- en/of olivienkristallaag oorbêet het, sou groot moes wees en ook gereeld aangevul moes word, om sodoende die geringe chemiese variasie binne die laer sone en die kritieke sone, asook binne enige sikliese eenheid, te verklaar. Die stadige afkoeling het tot gevolg gehad dat die kristalkumulate genoegsaam tyd gehad het om af te sak en ook vir elke implasing van nuwe magma om deeglik vermeng te raak met die resmagma van die vorige siklusse. Die magma-pulse was heelwaarskynlik van 'n redelike konstante samestelling tydens die vorming van die laer sone en kritieke sone. Dit was moontlik minder gekontamineer, omdat die ventiel waardeur die magma binnegedring het alreeds skoongespoel was van sedimentêre materiaal. Die dikte van die reaksie-veranderde kristallisaat, R1 (Fig. 5-13) is noodwendig dunner. Die sikliese eenhede van die laer sone en die kritieke sone verteenwoordig dus die volwasse stadium van samestellings- en temperatuurintegrasie.

Desnieteenstaande het die implasing van nuwe magma met die aanvang van elke sikliese eenheid die volgende afwykings aan die modale samestellings van die gesteentes teweeggebring. Eerstens, het die styging in temperatuur weens die nuwe warmer magma die kristallasietempo van die ortopiroksene verlaag (met

harzburgiëte) of selfs stopgesit (met duniete). Tweedens, het die langdurige hoër temperatuur die relatiewe stadige kristallisatie van olivien begunstig. Derdens, het chromiet teen 'n konstante tempo en onafhanklik van die silikate uitgesak. Dit verklaar waarom groter hoeveelhede chromiet altyd saam met olivien voorkom gedurende daardie tydperke waartydens die silikate stadig gekristalliseer het. Die warm magma het in sekere gevalle met die onderliggende ortopioksene gereageer en hulle verryk aan magnesium en terselfdertyd olivien gekristalliseer. Die harzburgiëte word gedeeltelik as produkte van progressiewe reaksie en die bronsitiëte en duniete as produkte van progressiewe kristallisatie beskou.

6.7 VERGELYKING MET ANDER DELE VAN DIE BOSVELD KOMPLEKS

Vergelykende veralgemeende profiele van die laer sone en kritieke sone van twee ander dele van die Bosveld Kompleks word gegee in Figuur 6-11. Die een is 'n saamgestelde profiel van die Vlakfontein- en Ruighoekgebied suid-wes en wes van Pilanesberg in die westelike Bosveld (Vermaak, 1970, 1976; McDonald, 1967). Die ander is van die oostelike Bosveld in die Jagdlust-Winterveldgebied (Cameron, 1978; 1980).

Die laer sone in die Nietverdiendomgewing word volgens Vermaak (1976) in die Vlakfonteinomgewing verteenwoordig deur 'n basale sone en die onderste ongeveer driekwart van 'n oorgangssone. Die kritieke sone stem ooreen met die boonste kwart van 'n oorgangssone saam met 'n kritieke sone wat bokant die LG-6 chromitietlaag begin. Die laer sone van die Nietverdiendomgewing en die Vlakfonteinomgewing stem ooreen in dié opsig dat albei begin met afwisselende dun lagies van olivienkumulate en bronsitietkumulate, gevolg deur dik lae van dieselfde gesteentetipes naby die top van die sone. Die laer sone in die Vlakfonteinomgewing is 1250 m dik in vergelyking met die 1030 m van die Nietverdiendomgewing. Die kritieke sone en die chromitietlaag stem in die twee gebiede met mekaar ooreen, maar 'n groter aantal ondergeskikte chromitiet word onderskei in die Ruighoekomgewing (McDonald, 1967).

Die laer sone is 1584 m dik in die Jagdlust-Winterveldomgewing, waar dit onderverdeel word in 'n basale subsone, 'n onderste bronsitiet, 'n harzburgiet subsone en 'n boonste bronsitiet

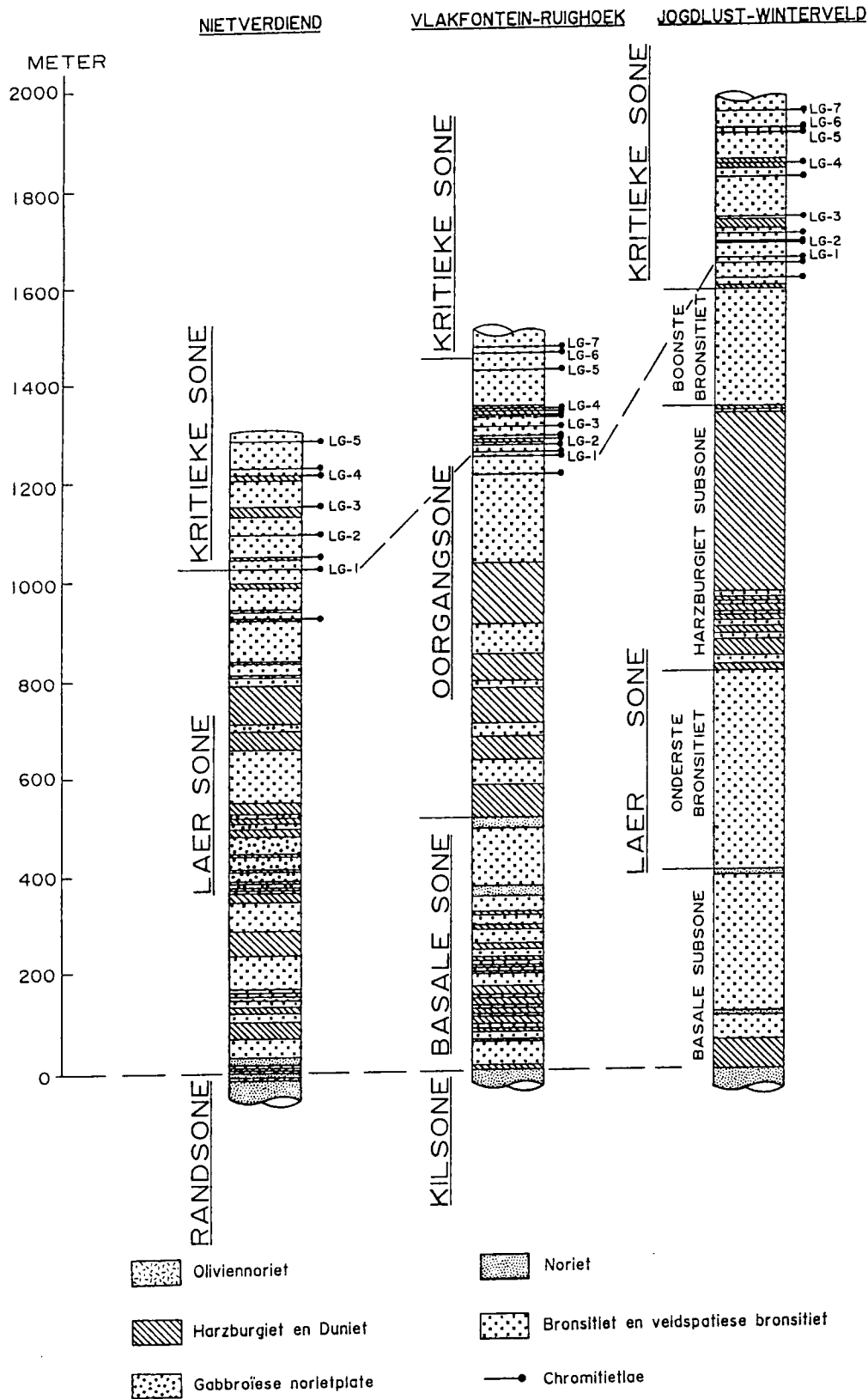


Fig. 6-11: Vergelykende profiele van die laer sone en kritieke sone in die Nietverdiendomgewing, die Vlakfontein- (Vermaak, 1970, 1976) en Ruighoekomgewing (MacDonald, 1976), asook die Jaggdust-Winterveldomgewing (Cameron, 1978, 1980).

(Cameron, 1978). Dit word gekenmerk deur opeenvolgende dik lae van harzburgiet en bronsitiet. Die dun lagies van olivien- en bronsitietkumulate wat kenmerkend is in die Wes-Transvaal, word slegs in die onderste ongeveer kwart van die harzburgiet subsone aangetref. Cameron (1978), beskou 'n toename in plagioklaas as die skeidslyn tussen die laer sone en die kritieke sone, en is ongeveer 50 m laer af in die opeenvolging as die aanvaarde skeidslyn in die Nietverdiendomgewing. Olivienkumulate is kenmerkend van die LG-4 chromitietlaag in al drie die lokaliteite.

7. DIE CHROMIET VAN DIE NIETVERDIENDKOM

Volgens oorvertelling is die chromiet in die gebied so vroeg as 1910 ontdek, maar die eerste dokumentasie hieroor is 'n voetnota waarin Wagner (1923) na die afsetting op die plaas Strydfontein 12 JP verwys. Tydens 'n ondersoek na ondergrondse water, het Boardman en van Rooyen (1949) die niertjievormige Marico "poel" van gelaagde harzburgitiese en piroksenitiese gesteentes bestudeer en gekarteer. Vier chromitietlae, nikkel-, koper-, en platinumdraende ysterhoedens (lg. kom algemeen voor op die plase Cyfergat 38JP, Alewyns Poort 29JP, Rooderand 41JP en Roodekopjesfontein 15JP (Voublad 1)), asook chrisotiel en magnesiet is uitgeken. Die beste drie chromitietlae is deur MacGregor (1964) beskryf. Hy het beweer dat die Marico-chromiet verskil van die van ander dele van die Bosveld Kompleks in die sin dat die Cr in 'n groter mate deur Al vervang is in die kristalstruktuur, wat dit meer geskik maak vir refraktêre gebruike. Hierdie bevinding is betwyfel deur de Waal (1975), wat aangetoon het dat die Al-inhoud van chromiet van die Marico-distrik en dié van die Pilanesberggebied ooreenstem. Hy het die moontlike voordelige refraktêre aard eerder toegeskryf aan rifsteenminerale soos silika en montmorilloniet asook die teenwoordigheid van water, en aan die oksidasie van die chromietkorrelrande.

Chromiet het begin kristalliseer vanaf die basis van die randsone en kom deurlopend voor in alle silikaatgesteentes van die rand-, laer en kritieke sone. Die chromitietlae LG-1 tot LG-5 val per definisie binne die kritieke sone.

7.1 CHROMIET GEASSOSIEER MET DIE SILIKATE

Die konsentrasies van chromiet wissel vanaf spoorhoeveelhede in die gabbroïese noriete, noriete en bronsitiete tot benaderd 1 persent in die oliviendraende gesteentes soos die oliviennoriete, harzburgiete en duniете. Dit beklemtoon die feit dat chromiet, selfs in die geval van die chromitiete, nou verwant saam met olivien voorkom. Uitsonderlike gevalle waar tot soveel as 50 persent van 'n bronsitietgesteente uit chromietkorrels sonder enige olivien bestaan, word in enkele gevalle as klein dagsome op die plase Alewynspoort 29 JP (JPE1028) en Strydfontein 12 JP (JPE1009,

JPE1011) aangetref. Die mikrosonde het dit moontlik gemaak om chemies te onderskei tussen chromietkorrels wat ingesluit word binne olivien- of ortopirokseenkristalle en ook tussenkorrelse chromiete. Vanweë die min dagsome en die erg verweerde aard van die dagsoommonsters, is feitlik uitsluitlik boorkernmonsters van die reeds genoemde boorgate G1 en DS3/1 vir hierdie doel gebruik.

Die chemiese ontledings van 17 chromietkorrels omsluit deur olivien van gesteentes wat in die boorgatprofiel geneem was, word volledig in BYLAAG 7-1 gegee. Stoichiometrie met 24 katione per 32 suurstowwe is aanvaar vir die spinel en die Fe^{3+} hiervolgens bereken. Die 3-valente kationverhoudings sowel as die Cr/Fe-gewigsverhouding word langs die profiellyn in Figuur 7-1 uitgebeeld. Aan die begin van sikliese eenhede 1 en 2 is die Fe^{3+} bogemiddeld hoog en word toegeskryf aan moontlike vloergesteente-kontaminasie asook die meer oksiderende toestande tydens die kristallisering van die eerste randsonegesteentes. Die randsonesone word verder op soortgelyke wyse afgesluit deur 'n verhoogde Fe sowel as Fe^{3+} konsentrasie, 'n verskynsel wat toegeskryf kan word aan die reaksie van die laaste randsoneminerale met ysterryke, oksiderende resvloei-stowwe. Die verlaagde Fe^{3+} naby die basis van die opeenvolging word gekompenseer deur slegs 'n geringe toename in Al maar 'n meer oorwegende vervanging deur Cr in die struktuur. Aan die top van die randsonesone daarenteen, gaan die verhoging in Fe^{3+} gepaard met 'n opvallende verlaging in Al maar 'n geringe verlaging in Cr. Dit is opmerklik dat die Cr/Fe-gewigsverhouding aan die basis en top van die randsonesone soortgelyke waardes van net bokant 0.5 aanneem. In die laer sone en kritieke sone bly die Fe^{3+} redelik konstant terwyl slegs die Al en Cr mekaar verplaas. So kom daar 'n verhoging in Cr aan die top van die laer sone en die onderkant van die kritieke sone voor. Oor die algemeen beskou, is daar 'n geringe toename in gemiddelde Cr-inhoud van chromietkorrels omsluit deur olivien, van onder na bo in die opeenvolging.

Die ontledings van chromietkorrels omsluit deur olivien in die verskillende gesteentetipes word verder in Tabel 7-1 onderling vergelyk. Uit die tabel is te sien dat die Cr-inhoud van chromietkorrels van die oliviennoriete van die randsonesone betekenisvol laer is as die van die duniëte en harzburgiëte van die laer sone en kritieke sone. Dus is daar 'n toename vir hierdie

element in chromiet van onder na bo in die opeenvolging.

Tabel 7-1

Gemiddelde samestellings van chromietkorrels omsluit deur
olivien, vir die verskeie gesteentetipes

	<u>Olivienoriet</u>	<u>Duniet</u>	<u>Harzburgiet</u>	<u>Gemiddeld</u>
	<u>N=6</u>	<u>N=5</u>	<u>N=6</u>	<u>N=17</u>
TiO ₂	1.13	1.17	1.01	1.10
Al ₂ O ₃	17.68	15.53	16.56	16.65
Cr ₂ O ₃	36.54	43.99	44.48	41.53
FeO	36.35	30.71	28.02	31.75
MnO	0.25	0.27	0.24	0.25
MgO	6.26	6.73	8.32	7.12
<u>Totaal</u>	<u>98.21</u>	<u>98.40</u>	<u>98.63</u>	<u>98.40</u>

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.23	0.24	0.20	0.22
Al	5.52	4.89	5.12	5.19
Cr	7.66	9.29	9.23	8.69
Fe ³⁺	2.37	1.36	1.26	1.68
Fe ²⁺	5.70	5.50	4.89	5.35
Mn	0.06	0.06	0.05	0.06
Mg	2.47	2.68	3.25	2.81

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.152	0.088	0.080	0.108
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.355	0.315	0.328	0.334
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.493	0.598	0.591	0.559
Cr/Fe (gewig)	0.885	1.261	1.398	1.152

Die Al-inhoud van die chromiet styg van duniet na harzburgiet na oliviennoriet, wat moontlik saamhang met die lokale samestelling van die magma en die gevolglike subsolidus ewwilibrasie. Dit is opvallend dat die Mg-inhoud van chromiete in die harzburgiete hoër is as in die duniëte en dit kan toegeskryf word aan die proses van progressiewe reaksie deur oorliggende Mg-ryke magma, soos in Hoofstuk 5 en 6 uiteengesit.

Die chemiese ontledings van 39 chromietkorrels omsluit deur ortopirokseen word in BYLAAG 7-2 aangegee. Die neigings langs die

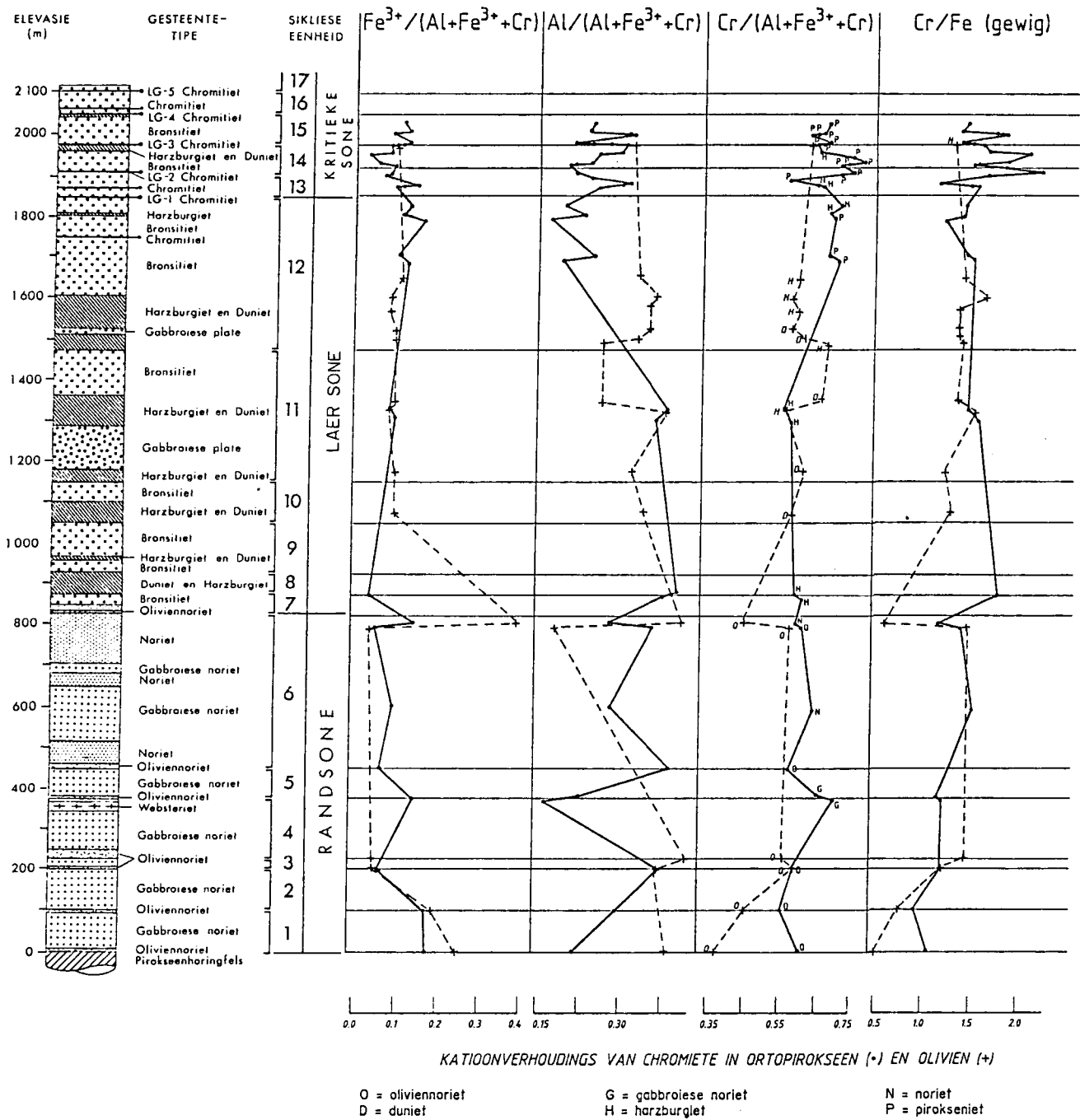


Fig. 7-1: Katioonverhoudings van chromiete omsluit deur ortopirokseen- en olivienkorrels, langs die boorgatprofiel.

boorgatprofiel soos in Figuur 7-1 aangetoon is soortgelyk aan die chromiete omsluit deur oliviene. Die Fe^{3+} het ook in hierdie geval die hoogste waardes aan die basis en top van die randsones. Die Fe^{3+} , Al en Cr speel ewe belangrike rolle tydens die onderlinge vervanging van die 3+ katione. Die verlaging in Al en die verhoging in Cr van onder na bo kan in hierdie geval gesien word. Daar is 'n ooreenkomstige verhoging van die Cr/Fe gewigsverhouding van onder na bo. Die Tabel 7-2 gee 'n vergelyking van die chemiese veranderlikes vir die verskillende gesteentetipes, waar chromietkorrels omsluit word deur ortopirokeen.

Tabel 7-2

Gemiddelde samestellings van chromietkorrels omsluit deur ortopirokeen, vir die verskeie gesteentetipes

	Olivien- noriet	Noriet	Gabbr. noriet	Harz- burgiet	Pirok- seniet	Gemid- deld
	N=5	N=2	N=2	N=9	N=21	N=39
TiO ₂	1.24	0.56	0.76	0.55	0.54	0.64
Al ₂ O ₃	15.68	13.75	9.09	15.47	11.99	13.21
Cr ₂ O ₃	41.96	45.57	47.37	46.64	49.76	47.70
FeO	32.04	30.74	35.89	26.88	28.57	29.11
MnO	0.27	0.21	0.26	0.19	0.22	0.22
MgO	6.17	7.49	4.34	8.83	7.40	7.33
Totaal	97.36	98.32	97.71	98.56	98.48	98.21

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.25	0.11	0.16	0.11	0.11	0.13
Al	4.99	4.34	3.01	4.79	3.81	4.19
Cr	8.97	9.64	10.52	9.69	10.61	10.15
Fe ³⁺	1.54	1.80	2.15	1.30	1.36	1.41
Fe ²⁺	5.70	5.08	6.28	4.61	5.08	5.14
Mn	0.06	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05
Mg	2.49	2.99	1.82	3.46	2.98	2.94

KATION- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.137	0.082	0.114	0.099	0.086	0.089
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.192	0.304	0.275	0.322	0.242	0.266
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.671	0.614	0.611	0.579	0.672	0.644
Cr/Fe (gewig)	1.162	1.528	1.305	1.153	1.533	1.443

Die chromiete uit gesteentes behorende tot die randsones, soos byvoorbeeld die gabbroïese noriete, noriete en oliviennoriete het weereens die kleinste Cr/Fe-gewigsverhoudings terwyl dié uit die harzburgiete en duniete van die laer sone en kritieke sone die hoogste Cr-waardes het. Die Al-inhoud van die chromiete uit die gabbroïese noriete en die pirokseniete is die laagste.

Die chemiese parameters saam met die struktuurformules vir 91 tussenkorrelse chromiete word in BYLAAG 7-3 gegee en vir verskillende gesteentes in Tabel 7-3 opgesom.

Tabel 7-3

Gemiddelde samestellings van tussenkorrelse chromietkorrels, vir die verskeie gesteentetipes

	Olivien- noriet N=9	Gabbro. noriet N=1	Duniet N=10	Harz- burgiet N=34	Pirok- seniet N=37	Gem. N=91
TiO ₂	0.89	0.44	0.92	0.80	0.81	0.82
Al ₂ O ₃	20.27	8.04	15.98	16.14	10.71	14.24
Cr ₂ O ₃	39.07	48.06	43.31	44.64	50.27	46.27
FeO	29.69	38.38	30.64	28.21	29.00	29.06
MnO	0.05	0.41	0.26	0.20	0.22	0.22
MgO	8.55	3.52	7.41	8.55	7.42	7.91
Totaal	98.52	98.85	98.52	98.54	98.43	98.52

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.17	0.09	0.18	0.16	0.17	0.16
Al	6.16	2.66	4.99	4.99	3.42	4.46
Cr	7.97	10.67	9.07	9.27	10.78	9.73
Fe ³⁺	1.53	2.49	1.58	1.43	1.46	1.48
Fe ²⁺	4.88	6.52	5.20	4.77	5.11	4.98
Mn	0.01	0.10	0.06	0.04	0.05	0.05
Mg	3.29	1.47	2.92	3.35	3.00	3.14

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.098	0.157	0.101	0.091	0.093	0.095
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.394	0.168	0.319	0.318	0.219	0.285
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.509	0.675	0.580	0.591	0.688	0.621
Cr/Fe (gewig)	1.159	1.103	1.245	1.393	1.526	1.402

Die meeste van die chromiete uit die oliviennoriete van die randsones, toon 'n laer Cr_2O_3 - en hoër Al_2O_3 -inhoud as die chromiete van die laer sone en kritieke sone. Die enkele waarneming van gabbroïese noriet blyk hier 'n uitsondering te wees met sy hoë Cr_2O_3 - en FeO -waardes en besonder lae MgO -inhoud (Tabel 7-3). Die tussenkorrelrige chromiete in ortopirokseniete het die hoogste Cr/Fe -gewigsverhouding. Soos in die vorige twee gevalle, is die Fe^{3+} -inhoud van chromiete aan die basis van sikliese eenheid 2 en die top van die eenheid 6 die hoogste (Fig. 7-2). Soortgelyk gaan die vermeerdering in Fe^{3+} gepaard met 'n verlaging in Al en Cr . Die Cr/Fe gewigsverhouding neem toe van onder na bo in die opeenvolging soos in die vorige gevalle aangetoon.

In Tabel 7-4 word 'n vergelyking getref tussen sekere oksiedwaardes vir chromiete ingesluit in olivien (geval A), in ortopirokseen (geval B), asook tussenkorrelrige chromiete (geval C).

Tabel 7-4

Gemiddeldes en standaardafwykings vir chromietkorrels omsluit deur olivien en ortopirokseen, asook tussenkorrelse chromiet

Geval		A	B	C
		In olivien	In ortopirokseen	Tussenkorrelrig
Al_2O_3	gem.	16.65	13.21	14.24
	st.af.	3.33	3.47	4.49
Cr_2O_3	gem.	41.53	47.70	46.27
	st.af.	5.58	3.78	4.74
FeO	gem.	31.74	29.11	29.06
	st.af.	6.80	4.12	4.40

Die chromiete wat deur olivien omsluit word, het die laagste Cr_2O_3 -waarde (41.53 persent), terwyl dié wat deur ortopirokseen omsluit word, die hoogste Cr_2O_3 -waarde (47.7 persent) het. Dit is verder opvallend dat die tussenkorrelrige chromietkorrels 'n tussenwaarde aanneem (46.27 persent) wat min van die laasgenoemde verskil. Wat van belang is by die volgende

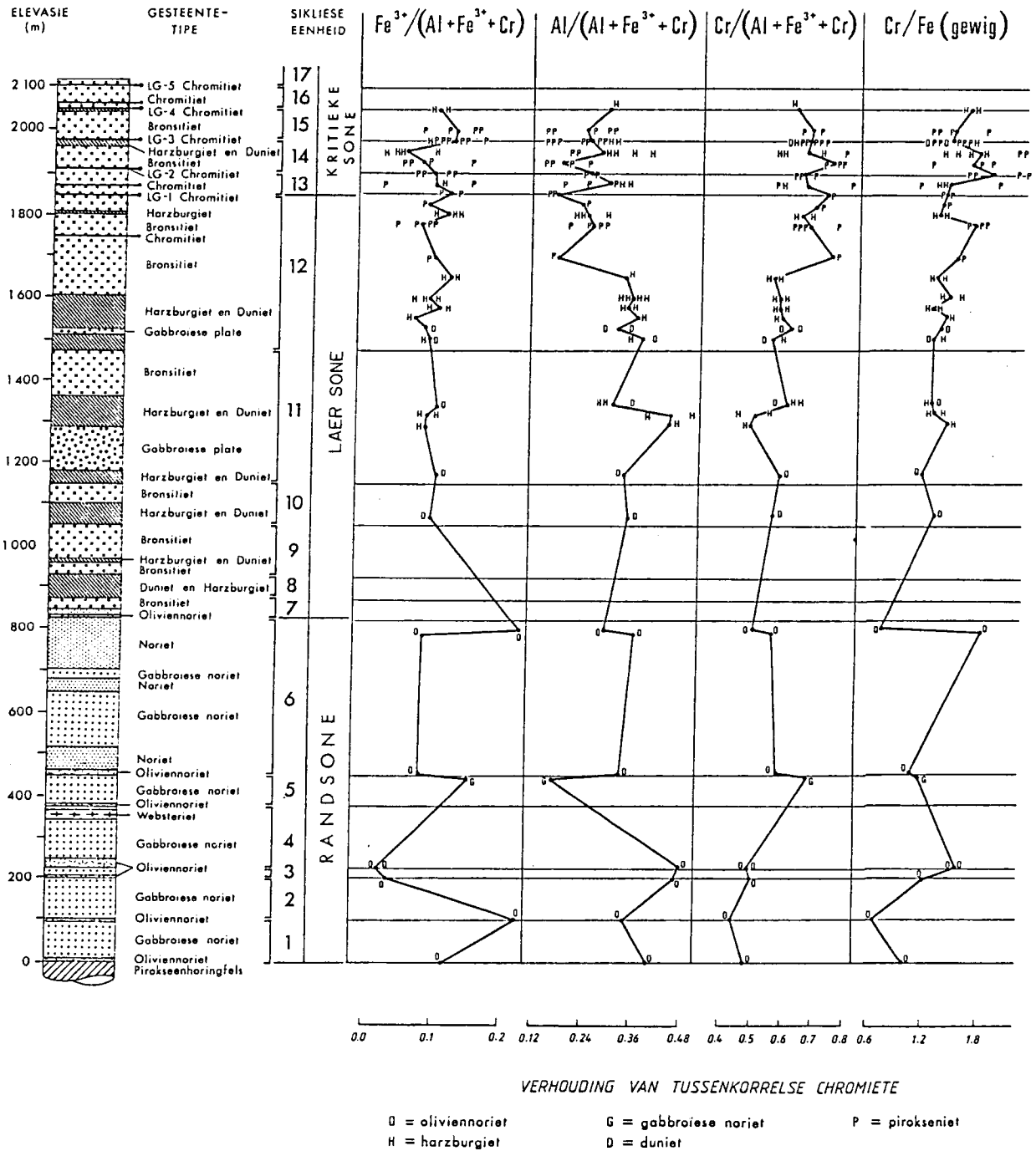


Fig. 7-2: Kationverhoudings van tussenkorrelse chromiete, langs die boorgatprofiel.

verklaring is die feit dat in die laasgenoemde twee gevalle (B en C), die FeO-waardes feitlik identies is (29.11 persent teenoor 29.06 persent), terwyl die Al₂O₃-waardes vir tussenkorrelrige chromiete hoër is (13.21 persent teenoor 14.24 persent).

Die beginsels van kristallasiekinetika, asook progressiewe reaksie tydens samestellings- en temperatuurintegrasië (paragraaf 5.7.5) kan toegepas word om die bogenoemde waarnemings te verklaar. Soos in die vorige hoofstuk genoem, verteenwoordig die onderkant van elke sikliese eenheid die inplasing van 'n magmapuls. Chromiet het deurentyd uitgesak, terwyl olivien as die eerste silikaatmineraal van die sikliese eenheid gekristalliseer het. Bodemkristalliserende olivien sou die reedsgevormde chromietkorrels van die vorige sikliese eenheid omsluit het. Die moontlikheid bestaan verder dat die proses van progressiewe reaksie nie slegs die samestelling van die onderliggende silikaatminerale verander het nie, maar dat die ortopirokseen in oplossing kon gaan. Chromietkorrels sou vrygestel word, om weer in die olivien vasgevang te word. Die refraktêre aard van die chromiet sou verhoed dat dit in oplossing gaan. Die toestand ontstaan waar die Cr₂O₃-armer en FeO-ryker chromietkorrels van 'n gegewe sikliese eenheid omsluit word deur olivien van 'n daaropvolgende sikliese eenheid. Die FeO-waardes van chromietkorrels wat omsluit word deur ortopiroksene asook tussenkorrelrige chromiete daarenteen, getuig van kristallasie en ewewig tydens hulle eie sikliese eenhede. Die laer Cr₂O₃- en hoër Al₂O₃-waardes vir die tussenkorrelrige chromiete word toegeskryf aan die post-kumulus reaksie van hierdie chromiete met Al-ryke tussenvloeistowwe.

Die groter standaardafwykings van die chemiese samestellings vir die gevalle A en C in hierdie geval, kan verklaar word deur 'n groter variasie in chemiese samestellings van die tussenvloeistowwe. Chromietkorrels wat deur ortopiroksene omsluit word, het oor die algemeen kleiner afmetings as die wat deur olivien omsluit word of tussenkorrelrige chromiete, as gevolg van die feit dat hulle vinniger vasgevang en afgeskerm was deur vinnig kristalliserende ortopirokseenkristalle. Daar word tot die gevolgtrekking gekom dat die akkumulasië van ortopirokseen 'n relatiewe vinnige proses was terwyl die olivienkristallasie per

eenheidsdikte silikaatkristalle, baie stadiger was.

Die hoogste waarde vir 'n enkele meting op 'n chromietkorrel is 57.22 persent Cr_2O_3 , uit 'n pirokseniet (DS81.2, elevasie 1944 m) vanaf die kritieke sone.

7.2 CHROMIET VAN DIE CHROMITIETLAE

Die benaming LG-1 tot LG-4, soos voorgestel deur Cousins en Feringa (1964) is gebruik vir die vier ekonomiese belangrike chromitietlae. Brokstukkies van chromitiet wat aanvaar word as synde die LG-5 laag is gevind op die piroksenietvloer van 'n klein plato teen die Marulakop.

Die LG-1 en LG-2 chromitietlae kan redelik aaneenlopend rondom die niertjievormige komstruktuur gevolg word, behalwe aan die suidwestelike rand waar daar tot dusver geen mynoubedrywighede plaasgevind het nie, en waar geen blootstellings is nie. Die LG-3 laag is in enkele groewe op Driekop 14 JP en Goudini 30 JP sigbaar maar is goed blootgestel deur mynoubedrywighede op die plaas Turfbult 10 JP. Die LG-4 laag vorm twee oë langs 'n noord-strekkende lang as van die niertjievormige kom.

In Figuur 7-1 en 7-2 word die drie ondergeskikte chromitietlae in die opeenvolging aangedui sonder LG-reeksnommers. Die eerste kom onderkant die LG-1 laag in die laer sone voor en dagsoom op die plase Alewynspoort 29 JP en Goudini 30 JP. Dit is ondeurlopend en is nie deur die boorgat G1 gesny nie. Die tweede, van 70 mm dikte, word net bokant die LG-1 laag in die boorgat DS3/1 op die plaas Strydfontein 12 JP aangetref. Die derde is aangetref in 'n soeksloot tussen die Marulakop rantjies, maar kan na regte nie 'n chromitietlaag genoem word nie aangesien dit 'n hoë inhoud van verweerde silikaat, hoofsaaklik serpentyn, het (Fig. 7-4 e).

Die aard van die chromitietlae wissel langs die strekking oor die kom. Die LG-1 laag is goed ontwikkel in die suide, waar dit 'n dikte van 370 mm bereik. 'n Tipiese profiel van hierdie laag op die plaas Goudini 30 JP, word in Figuur 7-3 gegee. 'n Donkergroen fynkorrelrige serpentyn, wat verweerde duniet en harzburgiet is,

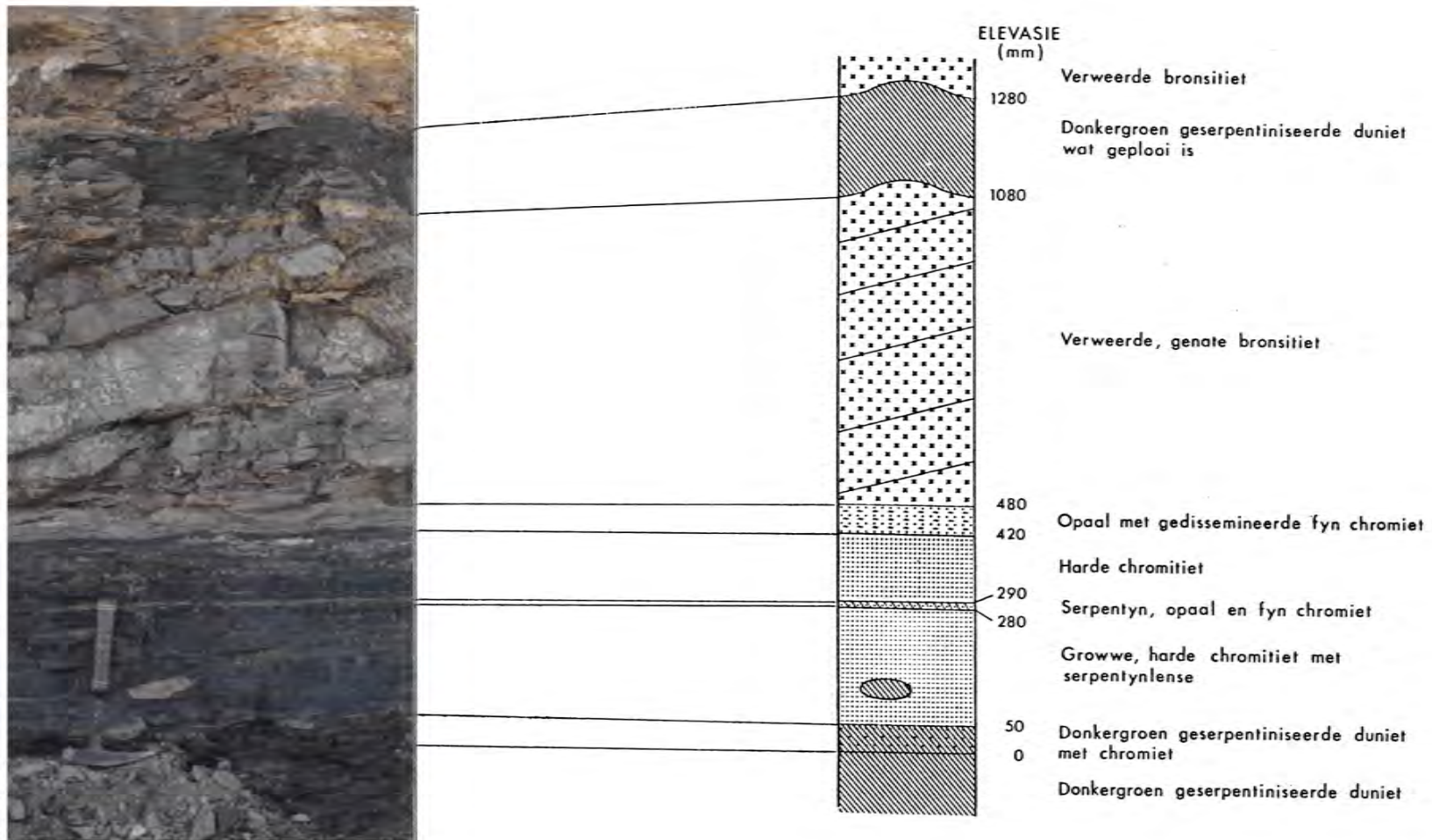


Fig. 7-3: Snit deur die LG-1 chromitietlaag in 'n mynbougroef op Goudini 30 JP.

vorm tipies die vloer van die LG-1 laag in hierdie gebied. Daar kom as 'n reël 'n 10 mm dik serpentyn-opaallagie ongeveer twee-derdes vanaf die basis van die laag voor. Lense van geserpentiniseerde duniet of moontlik bronsitiet, parallel met die gelaagdheid, is sporadies in die laag gevind. Verweerde en erg genate bronsitiet vorm hier die dak van die LG-1 chromitietlaag. Lae van donkergroen geserpentiniseerde duniet en harzburgiet kom tussengelaagd met die bronsitiet voor. Aangesien die serpentinisasie van olivien 'n hidrasiereaksie met 'n volumetoename is, sal die gesteentes wat aanliggend aan sulke lae voorkom, dikwels opgelig en geplooi word. So is die geserpentiniseerde vloere van chromitietlae soos die LG-1 dikwels golwend geplooi. In uiterse gevalle kan laterale en diapiriese bewegings van die serpentyngesteente plaasvind met die gevolglike lokale verdikkings, steil plooistrukture en verskuiwings. Op die plaas Strydfontein 12 JP bereik die LG-1 chromitietlaag lokale diktes van meer as 1 meter. Hier word ook 'n opvallend golwende vloer aangetref, weens die serpentinisasie van 'n onderliggende duniet. In die suide is diktes van tot 350 mm vir die LG-2 laag gemeet. Die harde bronsitietvloer van die LG-2 in hierdie gebied vergemaklik die afskraap van die chromitiet tydens mynboubedrywighede.

Die LG-3 chromitietlaag is swak ontwikkel in die suide, maar in die noorde op die plaas Turfbult 10 JP is dit meer prominent en diktes wat wissel tussen 310 mm en 510 mm is aangeteken. Dikwels is die laag deur 'n 200 mm dik serpentynlaag in twee lae geskei. Op Turfbult 10 JP is dit verdubbel deur strekkingsverskuiwings, wat moontlik geneties verwant aan die Goudini Kompleks is.

Die LG-4 chromitietlaag was in 'n beperkte mate ontgin op Goudini 30 JP en Driekop 14 JP. Olivienhoudende gesteentes is tipies met hierdie laag geassosieer, en fynkorrelrige digte donkergroen serpentyn vorm gevolglik 'n golwende vloer vir die LG-4 laag. Hierop volg 'n 90 mm dik fyn massiewe chromitiet en dan 'n verdere 210 mm laag chromitiet met 'ertjiegrootte knolletjies' van opaal, serpentyn en ysteroksiede ("tarentaal" tekstuur). Die knolletjies is effens afgeplat ewewydig aan die stollingsgelaagdheid en verteenwoordig verweerde bronsiet of olivien. Hierdie knolle verhoog die silika-inhoud van die chromitiet sodanig dat dit vanuit

'n ertsverrykingsoogpunt gesien, ongunstig raak. Die dak van die chromitietlaag in hierdie gebied is 'n geserpentiniseerde harzburgiet. Op die plaas Turfbult 10 JP is die LG-4 chromitietlaag meer grofkorrelrig. Daar is heelwat minder serpentyn teenwoordig en bronsitiet maak die vloer van die laag uit. Effens afgeplatte, ertjiegrootte knolle van bronsitiet is tipies van hierdie chromitietlaag (Fig. 7-4 f). Die bronsitiet wat die dak van die laag uitmaak het soms knolle en lense van chromitiet daarin, wat wissel van van 50 tot 100 mm in lengte.

Die chromiete is oor die algemeen redelik idiomorf en gelyk-korrelrig met korrels wat wissel tussen 0.3 en 0.6 mm in deursnee (Fig. 7-4 a). Die tussenmateriaal is meestal serpentyn, bronsiet en plagioklaas. Gevalle kom voor waar die korrels meer hoekig is en krake toon (Fig. 7-4 b) of waar die korrels baie in grootte verskil (Fig. 7-4 c) met 'n groot hoeveelheid fyn chromiet. Mikrobreksiasie van die chromitiet is gevind by die LG-1 laag op die plaas Alewynspoort 29 JP (Fig. 7-4 d) en word toegeskryf aan verbrokkeling tydens die indringing van die naby geleë Goudini Kompleks (de Waal, 1975).

7.3 DIE CHEMIE VAN DIE CHROMITIETLAE

Drie-en-twintig chromitietmonsters vanaf die LG-1 tot LG-5 chromitietlaag, sowel as die ondergeskikte chromitietlaag onderkant die LG-1 laag is oor die hele kom versamel. Elke chromitiet is fyngebreek met 'n klein kakebreker en die brokstukkies van elk in 'n poleerstuk gemonteer om 'n verteenwoordige saamgestelde monster te gee. 'n Steekproef van twintig ewekansige korrels van alle groottes uit elke montering is op 'n elektronmikrosonde ontleed om 'n totaal van 460 analyses te gee (BYLAAG 7-4). Die gemiddelde samestelling vir elk van die 23 saamgestelde monsters is bereken en die katioongetalle en -verhoudings soos hierbo genoem, bereken (Tabel 7-5). Die katioongetalle word aangetoon in Figuur 7-5 en sekere katioonverhoudings in Figuur 7-6. Vir elke geval is die gemiddelde waarde binne elke chromitietlaag bereken en hierdie waardes met lyne verbind. Die katioongetalle beeld die veranderinge in chemiese samestelling duidelik uit. Hierdie diagram word in Tabel 7-6 op 'n numeriese wyse weergegee, saam met die verandering

Fig. 7-4 a: Tipiese idiomorfe chromietkristalle, CR-15, LG-1 chromitietlaag, Turfbult 10 JP

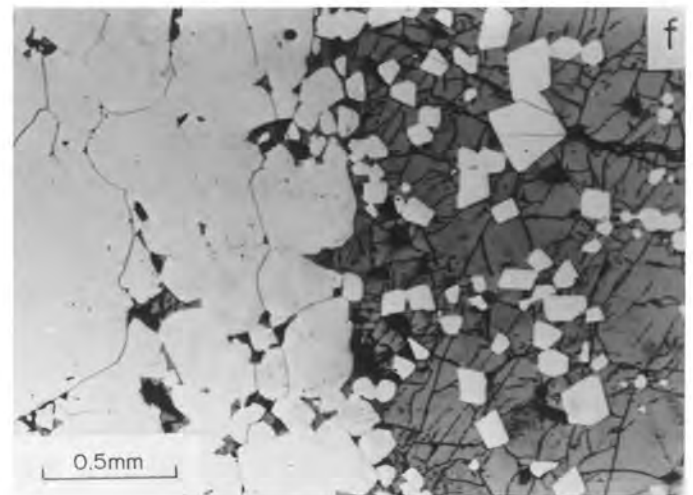
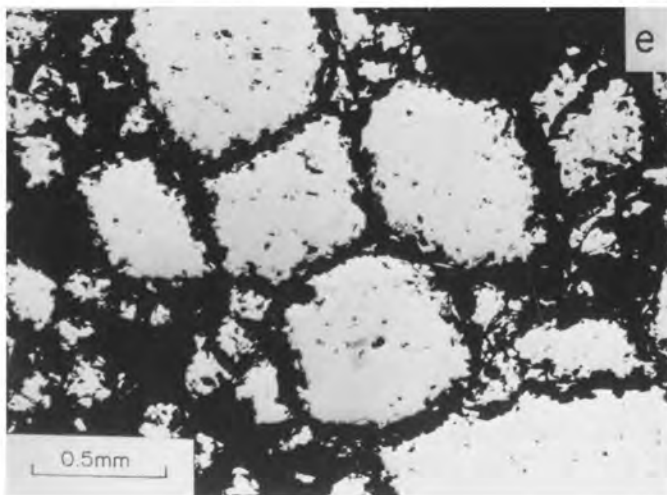
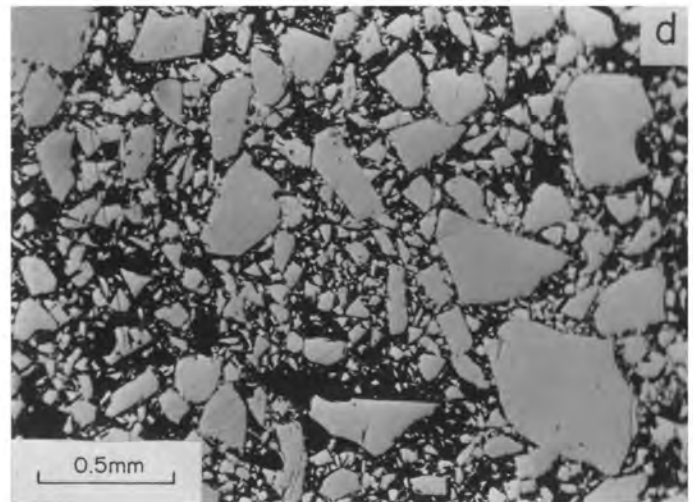
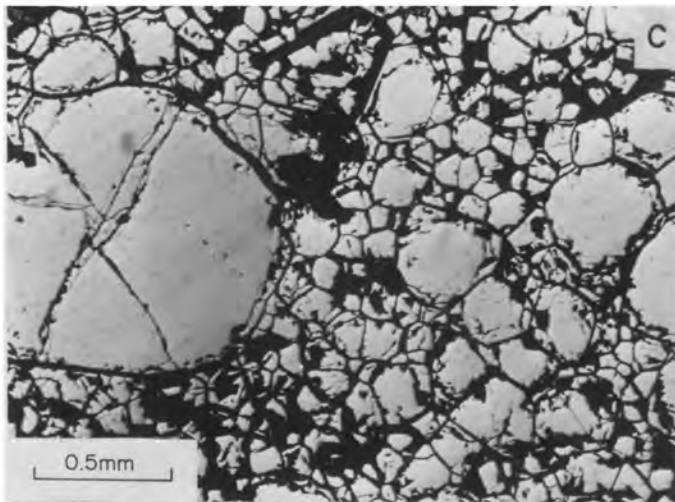
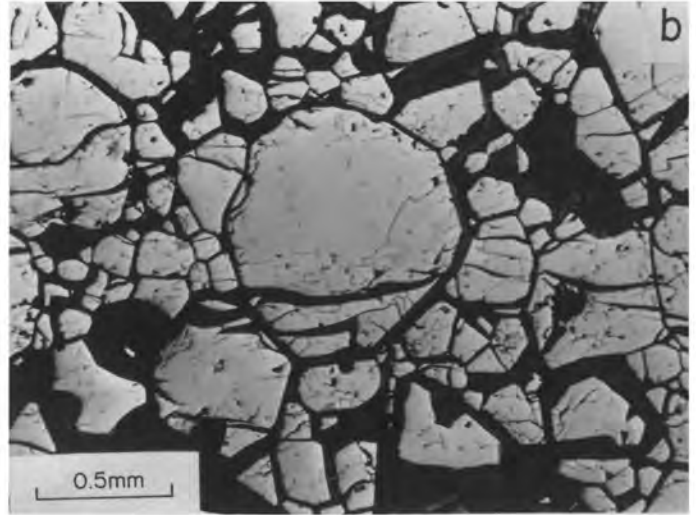
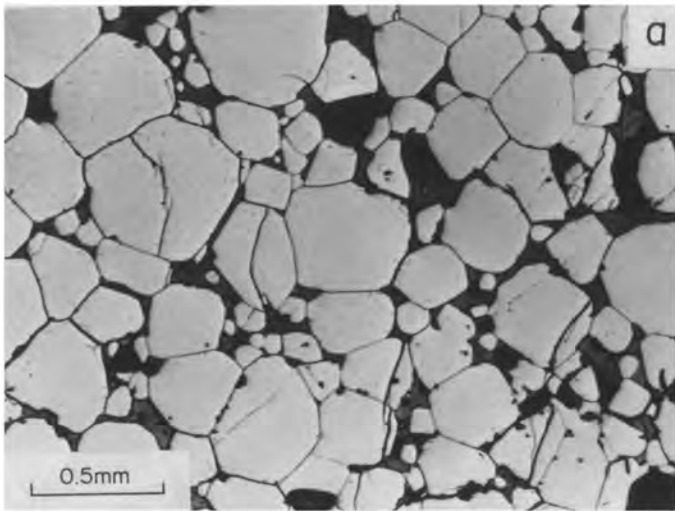
Fig. 7-4 b: Genate, hoekige, chromietkorrels met tussenkorrelrige serpentyn, bronsiet en plagioklaas, CR-14, LG-2, Turfbult 10 JP

Fig. 7-4 c: Chromitietlaag met ongelykkorrelrige, minder idiomorfe chromiet, CR-13, LG-2, Turfbult 10 JP

Fig. 7-4 d: Chromiet mikrobreksie, CR-02, LG-1, Alewynspoort 29 JP

Fig. 7-4 e: "Ge-erodeerde" chromietkorrels, mindere chromitietlaag net bokant die LG-4, JPE1002, Turfbult 10 JP

Fig. 7-4 f: Elliptiese knol van bronsiet (regs) in chromitiet, let op die kleiner korrelgrootte van die chromietkorrels afgeskerm deur die ortopirokseen, LG-4, Turfbult 10 JP



Tabel 7-5

Gemiddelde samestellings, kationgetalle en -verhoudings van 23 saamgestelde chromitietmonsters

Monsternr.	CR-01	CR-02	CR-03	CR-04	CR-05	CR-06	CR-07	CR-08	CR-09	CR-10	CR-11	CR-12
Chr. laag	Ondergesk.	LG-1	LG-2	LG-1	LG-2	LG-4	LG-2	LG-3	LG-4	LG4	LG-4	LG-3
Plaas	Alewyns- poort	Alewyns- poort	Stryd- fontein	Stryd- fontein	Stryd- fontein	Goudini 30 JP	Turfbult 10 JP	Turfbult 10 JP	Turfbult 10 JP	Turfbult 10 JP	Turfbult 10 JP	Turfbult 10 JP
	29 JP	29 JP	12 JP	12 JP	12 JP							
TiO ₂	0.57	0.44	0.39	0.43	0.40	0.46	0.58	0.56	0.48	0.49	0.37	0.48
Al ₂ O ₃	15.92	16.13	14.39	16.93	14.85	12.64	13.86	12.43	12.65	12.66	12.88	13.21
Cr ₂ O ₃	48.83	48.38	50.29	48.50	49.44	53.11	49.88	50.38	51.03	52.14	50.53	48.93
FeO	23.45	20.69	22.05	20.62	22.70	20.51	23.84	25.00	22.62	22.23	23.21	24.77
MnO	0.16	0.14	0.16	0.13	0.15	0.16	0.15	0.16	0.14	0.14	0.10	0.12
MgO	9.83	13.29	11.46	12.26	11.31	11.94	10.80	10.45	11.75	11.09	11.59	11.09
Totaal	98.76	99.07	98.74	98.87	98.85	98.82	99.11	98.98	98.67	98.75	98.68	98.60

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.112	0.084	0.076	0.082	0.078	0.090	0.113	0.110	0.094	0.096	0.072	0.094
Al	4.883	4.811	4.391	5.080	4.523	3.872	4.244	3.841	3.882	3.902	3.952	4.062
Cr	10.051	9.682	10.298	9.765	10.103	10.917	10.247	10.446	10.507	10.784	10.402	10.097
Fe ³⁺	0.843	1.340	1.159	0.990	1.218	1.031	1.282	1.492	1.423	1.121	1.501	1.652
Fe ²⁺	4.262	3.039	3.617	3.401	3.688	3.428	3.897	3.990	3.502	3.741	3.552	3.753
Mn	0.035	0.030	0.035	0.028	0.033	0.035	0.033	0.036	0.031	0.031	0.022	0.027
Mg	3.814	5.014	4.424	4.654	4.357	4.627	4.183	4.085	4.561	4.324	4.498	4.314

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/Mg+Fe ²⁺	0.472	0.623	0.550	0.578	0.542	0.575	0.518	0.506	0.566	0.536	0.559	0.535
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.198	0.441	0.320	0.291	0.330	0.301	0.329	0.374	0.406	0.300	0.423	0.440
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.053	0.085	0.073	0.063	0.077	0.065	0.081	0.095	0.090	0.071	0.095	0.104
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.309	0.304	0.277	0.321	0.285	0.245	0.269	0.243	0.246	0.247	0.249	0.257
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.637	0.612	0.650	0.617	0.638	0.690	0.650	0.662	0.664	0.682	0.656	0.639
Cr/Fe	1.969	2.211	2.157	2.224	2.059	2.448	1.978	1.906	2.133	2.218	2.059	1.868
Cr/Fe(gewig)	1.833	2.059	2.008	2.071	1.917	2.280	1.842	1.774	1.986	2.065	1.917	1.739

Tabel 7-5 (Vervolg)

Gemiddelde samestellings, kationgetalle en -verhoudings van 23 saamgestelde chromitietmonsters

Monsternr.	CR-13	CR-14	CR-15	CR-16	CR-17	CR-18	CR-19	CR-20	CR-21	CR-22	CR-23
Laag	LG-2	LG-2	LG-1	LG-1	LG-1	LG-2	LG-3	LG-2	LG-1	LG-2	LG-5
Plaas	Turfbult	Turfbult	Turfbult	Goudini	Goudini	Goudini	Driekop	Goudini	Stryd- fontein	Stryd- fontein	Stryd- fontein
	10 JP	10 JP	10 JP	30 JP	30 JP	30 JP	14 JP	30 JP	12 JP	12 JP	12 JP
TiO ₂	0.56	0.60	0.45	0.42	0.42	0.43	0.46	0.46	0.39	0.41	0.55
Al ₂ O ₃	15.04	14.31	17.61	15.01	15.77	13.76	12.36	13.55	17.34	14.28	13.87
Cr ₂ O ₃	47.53	48.07	45.14	48.55	48.12	49.74	51.90	50.52	46.94	50.34	50.80
FeO	23.85	25.07	23.83	22.74	21.41	24.05	21.58	22.52	20.63	21.95	24.94
MnO	0.07	0.08	0.06	0.07	0.08	0.09	0.04	0.06	0.06	0.07	0.17
MgO	11.78	10.71	11.81	11.90	12.84	10.32	12.07	11.54	13.56	11.87	8.93
Totaal	98.83	98.84	98.90	98.69	98.64	98.39	98.41	98.65	98.92	98.92	99.26
AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE											
Ti	0.108	0.117	0.086	0.081	0.081	0.085	0.090	0.090	0.074	0.080	0.109
Al	4.559	4.384	5.278	4.554	4.742	4.256	3.799	4.150	5.143	4.340	4.299
Cr	9.668	9.881	9.078	9.885	9.708	10.323	10.703	10.382	9.341	10.267	10.566
Fe ³⁺	1.555	1.501	1.472	1.398	1.389	1.251	1.318	1.288	1.368	1.234	0.917
Fe ²⁺	3.575	3.949	3.596	3.498	3.180	4.027	3.389	3.606	2.974	3.500	4.569
Mn	0.015	0.018	0.013	0.015	0.017	0.020	0.009	0.013	0.013	0.015	0.038
Mg	4.517	4.150	4.477	4.568	4.884	4.038	4.693	4.471	5.087	4.564	3.502
KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS											
Mg/Mg+Fe ²⁺	0.558	0.512	0.555	0.566	0.606	0.501	0.581	0.553	0.631	0.566	0.434
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.435	0.380	0.410	0.400	0.437	0.311	0.389	0.357	0.460	0.353	0.201
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.099	0.095	0.093	0.088	0.088	0.079	0.083	0.081	0.086	0.078	0.058
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.289	0.278	0.333	0.288	0.299	0.269	0.240	0.262	0.324	0.274	0.272
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.613	0.627	0.573	0.624	0.613	0.652	0.677	0.656	0.589	0.648	0.669
Cr/Fe	1.884	1.813	1.791	2.019	2.125	1.956	2.274	2.121	2.151	2.168	1.926
Cr/Fe(gewig)	1.755	1.688	1.668	1.880	1.979	1.821	2.117	1.975	2.003	2.019	1.793

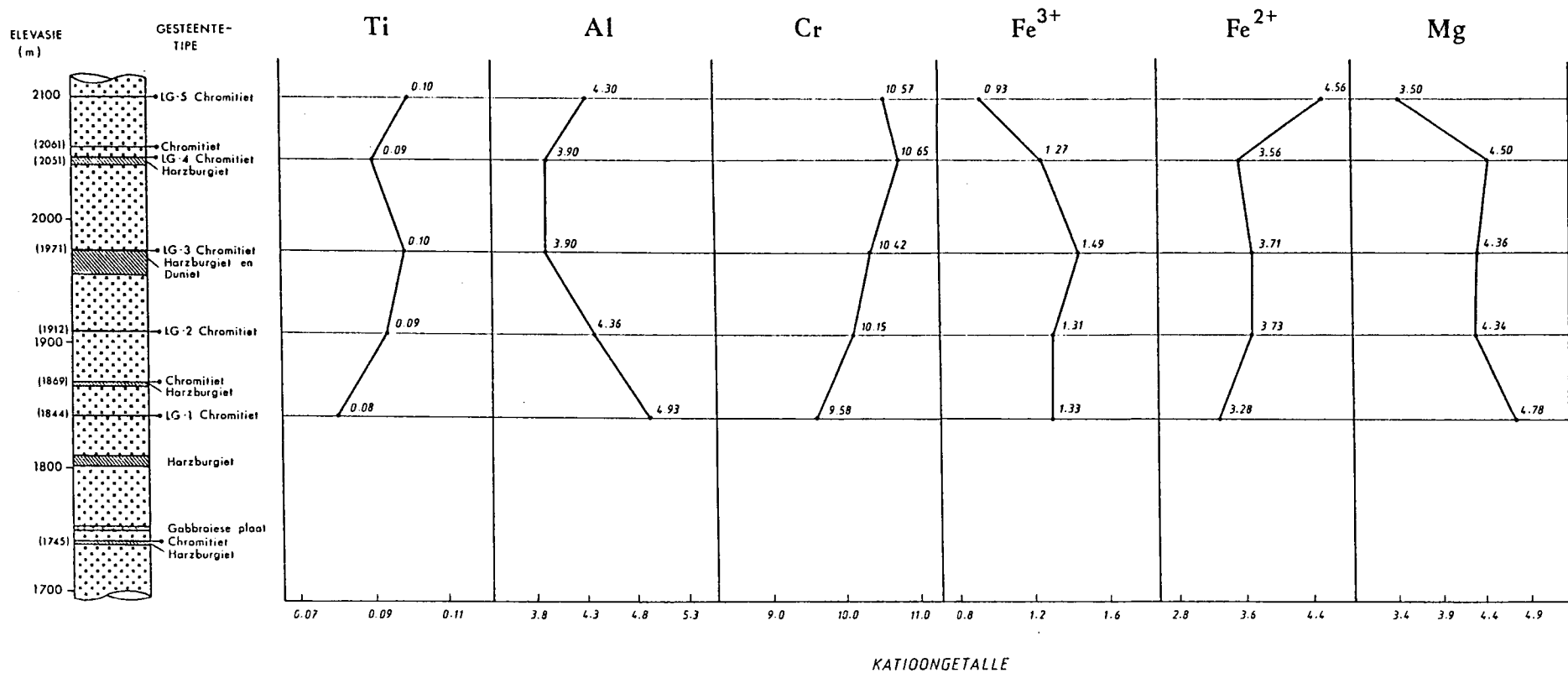


Fig. 7-5: Profiel deur die LG-chromitietlae, met die variasie in kationhoeveelhede aangedui.

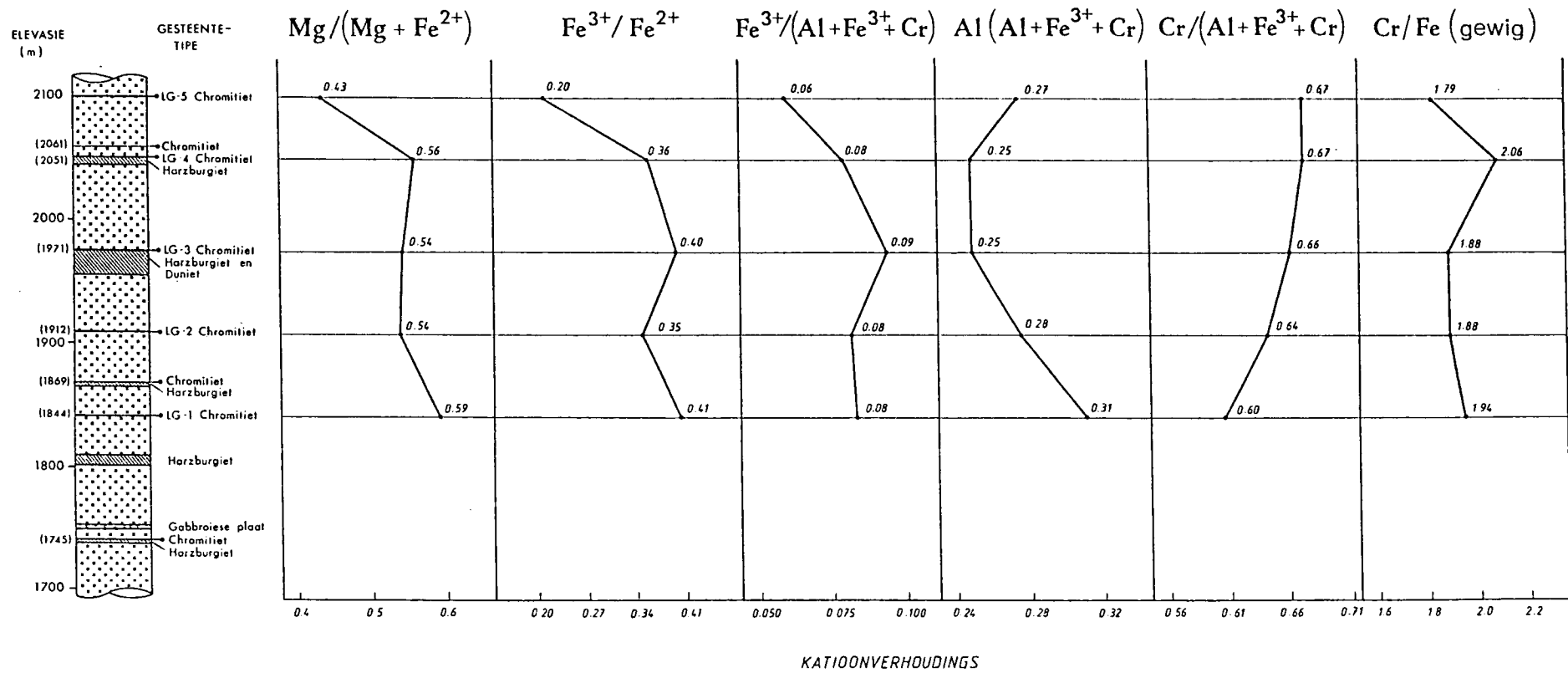


Fig. 7-6: Profiel deur die LG-chromitietlae met die variasie in katioonverhoudings aangedui.

Tabel 7-6

Verandering van kationgetalle tussen chromitietlae

	2+ KATIOONPOSISIES				3+ KATIOONPOSISIES					
	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Totaal	Cr ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Ti ⁴⁺	Fe ²⁺	Totaal
LG-5	3.502	4.460	0.038	8.00	10.566	4.299	0.917	0.109	0.109	16.00
LG-4	- 1.001 [↑] 4.503	+ 0.992 [↑] 3.468	+ 0.008 [↑] 0.030	8.00	- 0.087 [↑] 10.653	+ 0.397 [↑] 3.902	- 0.352 [↑] 1.269	+ 0.021 [↑] 0.088	+ 0.021 [↑] 0.088	16.00
LC-3	+ 0.139 [↑] 4.364	- 0.145 [↑] 3.613	+ 0.006 [↑] 0.024	8.00	+ 0.238 [↑] 10.415	+ 0.001 [↑] 3.901	- 0.218 [↑] 1.487	- 0.010 [↑] 0.098	- 0.010 [↑] 0.098	16.00
LG-2	+ 0.026 [↑] 4.338	- 0.027 [↑] 3.639	+ 0.001 [↑] 0.023	8.00	+ 0.269 [↑] 10.146	- 0.455 [↑] 4.356	+ 0.176 [↑] 1.311	+ 0.005 [↑] 0.093	+ 0.005 [↑] 0.093	16.00
LG-1	- 0.443 [↑] 4.781	+ 0.439 [↑] 3.200	+ 0.004 [↑] 0.019	8.00	+ 0.569 [↑] 9.577	- 0.579 [↑] 4.935	- 0.015 [↑] 1.326	+ 0.012 [↑] 0.081	+ 0.012 [↑] 0.081	16.00

in gemiddelde kationgetalle tussen elke laag. Die Fe^{2+} wat saam met Ti^{4+} 'n gemiddelde 3+ kation lewer, word afsonderlik getoon. In soverre dit die 2+ katione aangaan is daar 'n afname in Mg-kationwaarde tussen die LG-1 en LG-2 laag, daarna 'n geringe styging tot by die LG-4 laag en dan weer 'n skerp daling tot by die LG-5 laag. Die Fe^{2+} -kationwaarde is soos te wagte 'n spieëlbeeld van die Mg. Die kationwaarde vir Mg is, behalwe vir die LG-5 laag, hoër as die Fe^{2+} . Die belangrikste 3+ kation, naamlik Cr, word tussen die LG-1 en LG-2 grotendeels deur Al vervang. Vanaf die LG-2 na LG-3 laag is daar 'n soortgelyke toename in beide die Cr en Fe^{3+} , wat op hulle beurt saam die Al vervang. Tussen die LG-3 en LG-4 laag vervang die Cr byna net Fe^{3+} . Tussen die LG-4 en LG-5 laag is daar 'n geringe afname in Cr terwyl daar hoofsaaklik Fe^{3+} deur Al vervang word. Feitlik dieselfde uitbeelding vir die katione kan verkry word vanaf die kationverhoudings in Figuur 7-6. Die enigste bykomstige inligting is die $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ verhouding wat skerp daal vanaf die LG-4 na die LG-5 laag, asook die Cr/Fe-gewigsverhouding wat effens daal vanaf 1.94 na 1.88 tussen die LG-1 en LG-2 laag, dieselfde bly tot by die LG-3 laag, daarna styg tot 2.06 vir die LG-4 en dan weer daal tot 1.79 vir die LG-5 laag.

Volgens Hill en Roeder (1974) dui 'n toename van Cr, Al en Mg en 'n afname in Fe^{3+} , Fe^{2+} en Ti op 'n toename in kristallisasiestemperatuur by 'n konstante suurstoffugasiteit (10^{-7} atmosfeer), terwyl 'n toename in Cr en Al en 'n afname in Fe^{3+} , dui op 'n afname in suurstoffugasiteit by 'n konstante temperatuur (1200°C). In die geval onder bespreking, was daar moontlik 'n styging in temperatuur tussen die LG-3 en LG-4 chromitiet-laag, indien die ander parameters as konstantes aanvaar word. Daar kan alternatiewelik gepostuleer word dat daar 'n afname in suurstoffugasiteit vanaf die LG-3 na die LG-5 laag was. Die algemene toename in Cr van onder na bo dui in alle waarskynlikheid op 'n toename in kristallisasiestemperatuur van onder na bo, maar die ander katione is dikwels teenstrydig hiermee. Die beskouing is hier dat die samestelling van die chromiete ook 'n funksie is van die samestelling van die silikaatsmeltseel en die tussenvloeistof.

=====

Tabel 7-7
Eigenwaardes vir die eerste 3 hoofkomponente
 (totale variansie = 9.39)

Hoofkomponent	Eigenwaarde	%Variansie	Kumul.%Variansie
1	5.61	59.8	59.8
2	3.12	33.2	93.0
3	0.62	6.6	99.6

=====

'n Aantal uitskieters is in die data aangetref soos byvoorbeeld die een van steekproef CR-05 wat tot die LG-2 chromitietlaag behoort wat 'n abnormale lae telling vir hoofkomponent 2 het. Die eigenvektore vir die eerste 3 hoofkomponente word in Tabel 7-8 gegee.

=====

Tabel 7-8
Eigenvektore vir die eerste 3 hoofkomponente

Hoofkomponent	1	2	3
TiO ₂	-0.00	0.02	0.01
Al ₂ O ₃	0.64	-0.11	0.59
Cr ₂ O ₃	-0.73	-0.32	0.32
FeO	-0.09	0.84	-0.16
MnO	-0.01	0.00	0.02
MgO	0.22	-0.42	-0.72

=====

Die koëffisiente vir Al₂O₃ en Cr₂O₃ dra grotendeels by tot hoofkomponent 1, terwyl FeO die oorwegende rol speel met MgO en Cr₂O₃ minder belangrik by hoofkomponent 2. Hierdie koëffisiente dui aan by watter oksiede die grootste verskille in variansie lê.

7.5 DIE KRISTALLISASIEVERLOOP VAN DIE SILIKATE EN CHROMIETE

Die kristallasieverloop van die gesteentes van die rand-, laer en kritieke sone staan in 'n noue verband met mekaar en met chromietkristallasie, en word dus hier onder een hoof bespreek.

Van die verskeidenheid van teorieë wat die afgelope aantal jare voorgestel is, kan afgelei word dat die oorsprong van die chromitiete nog geensins 'n uitgemaakte saak is nie. Enige postulaat aangaande die meganisme van chromietkristallisasie in die Bosveld Kompleks moet elk van die volgende verskynsels kan verklaar.

1. Elke chromitietlaag wissel in 'n beperkte mate langs die strekking wat betref die dikte en chemiese samestelling, en kan in sekere gevalle selfs vork, maar die variasies is ondergeskik aan die ooreenkomste. Chromitietlae kan oor tientalle kilometers gevolg word en selfs oor die totale breedte van die Bosveld Kompleks gekorreleer word, soos byvoorbeeld die goed blootgestelde LG-6 laag (Magasynrif, Hoofrif, Steelpoortrif). Die LG-1 en LG-2 lae van die Nietverdiendkom is wat dikte, chemiese samestelling en omgewingsgesteentes betref, soorgelyk aan die ooreenkomstige lae ongeveer 65 km oos daarvan in die Pilanesbergomgewing (de Waal, 1975, Cousins en Feringa, 1964). Die aaneenlopendheid en bestendigheid oor lang afstande is dus die reël eerder as die uitsondering by die chromitietlae.

2. Die samestelling van minerale soos ortopirokseen en olivien kan oor groot afstande binne die Bosveldkom met mekaar vergelyk word. Daar is 'n goeie ooreenkoms tussen hierdie minerale van die Nietverdiendomgewing en die oostelike Bosveld (Cameron, 1978, 1980).

3. Die silikaatgesteentes wat die chromitietlae skei kan litologies en in dikte aansienlik verskil langs die strekking, sonder om die diktes of chemiese samestelling van die chromitietlae merkbaar te beïnvloed (Cousins en Feringa, 1964).

4. Daar is 'n groot mate van bestendigheid wat betref die olivien- en ortopirokseensamestellings vir alle gesteentetipes, vanaf die aanvang van die laer sone tot aan die top van die opeenvolging soos blootgestel in die Nietverdiendomgewing.

5. Daar is 'n betekenisvolle verhoging van die enstatietinhoud van die ortopiroksene in die harzburgiete, vergeleke met die ortopiroksene van die bronsitiete. Hierdie waarneming is nie alleen

kenmerkend van die hele Bosveld Kompleks nie (Cameron, 1978), maar van gelaagde mafiese indringings oor die algemeen, en is ook aangetref deur Hess (1960) in die Stillwater Kompleks. Soos aangetoon in die vorige hoofstuk, is daar in die Nietverdiend-omgewing 'n verhoging in die Mg/(Mg+Fe)-verhouding van die harzburgiete bo dié van die bronsitiete of duniete.

6. Daar is geen transgressiewe verhoudings by enige gesteentes van die laer of die kritieke sone gevind wat op meervoudige toevoerkanale dui nie.

7. Chromiet kom in mindere of meerdere hoeveelhede voor in alle gesteentes van die Rustenburg Gelaagde Suite in die Nietverdiend-om, vanaf die basis van die randsone tot aan die top van die opeenvolging. Hierdie belangrike kenmerk was in die verlede deur navorsers oor die hoof gesien of as onbeduidend beskou.

8. Die konsentrasie van die chromiet neem aansienlik toe in die oliviendraende gesteentes. Die chromitietlae LG-1 tot LG-4, wat met 'n eerste oogopslag saam met bronsitiet blyk voor te kom, hou by nadere ondersoek verband met 'n sekere hoeveelheid olivienhoudende gesteentes. In die oliviengesteentes van die laer sone is chromiet 'n bykomstige mineraal, soos byvoorbeeld in die harzburgiet en duniet, terwyl in die kritieke sone die konsentrasie van chromiet oorwegend is, met die olivien ondergeskik maar feitlik altyd teenwoordig.

9. Chromitiete kom altyd met feitlik monomineraliese gesteentes voor, sy dit die oliviengesteentes van die laer kritieke sone of die anortosiete van die hoër kritieke sone.

10. Die chromitietlae mag vork of bevat soms uitgestrekte lense van silikaatgesteentes, in hierdie geval pirokseniet of harzburgiet, maar die totale dikte van die chromitiete bly lokaal konstant (vergelyk Dwarsrivier in die Oos-Transvaal). Die aan- en afwesigheid asook die dikte van die silikaatgesteentes varieer langs die strekking.

11. Daar bestaan 'n goeie ooreenkoms tussen die gesteentes van die laer en kritieke sone in die Nietverdiendkom en dié van die Oos-Transvaalse Olifantsriviertrog, byna 400 km daarvandaan, soos

beskryf deur Cameron (1978, 1980). Sy bevindinge en gevolgtrekkings aangaande die oorsprong van die chromiet stem ooreen met dit wat gevind is by Nietverdiend.

Die temperatuur het tydens die kristallasieverloop van die Bosveldmagma as 'n geheel gedaal, om volgens die beginsels van 'n reaksiereeks, verskillende fases op verskillende stadia te laat kristalliseer, maar 'n temperatuurskommeling is onaanvaarbaar as die belangrikste parameter om die sikliese eenhede en die herhaalde kristallasie van chromitietlae so gelykmatig op die skaal van die Bosveld Kompleks te bewerkstellig. Hittevoortplanting is 'n relatiewe stadige proses en kon variasies in die chromitiet-samestellings langs die strekking veroorsaak het.

Dit is eksperimenteel vasgestel dat suurstoffugasiteit die Fe^{3+}/Fe^{2+} -verhouding van 'n magma beïnvloed (Ulmer, 1969; Hill en Roeder, 1974, Snethlage en von Gruenewaldt, 1977). Die verhoging van die suurstoffugasiteit sal die Fe^{3+} laat toeneem, wat op sy beurt weer spinelkristallasie kan inisieer en daarmee saam die opname van Cr, Al en Mg in die chromietstruktuur. Een probleem is om 'n bron vir suurstof te kry en die tweede is weereens om die invloed daarvan oor lang afstande eweredig te versprei. Die diffusiespoed van suurstof sal die proses beperk. In Figuur 7-9 word die Fe^{3+}/Fe^{2+} -verhouding as 'n maatstaf van suurstoffugasiteit vir die boorgatprofiel gestip. Oor die algemeen toon die onderkant en die top van die randsone die grootste variasie, asook die hoogste waardes vir die verhouding. Dit is veral duidelik te sien vir chromiete deur olivien omsluit, maar desnieteenstaande kom geen chromitietlae hier voor nie. Die Fe^{3+}/Fe^{2+} -verhoudings vir die laer sone (1030 m dik) en kritieke sone is soorgelyk aan mekaar, maar tog is daar geen noemenswaardige chromitietlae in die eersgenoemde sone nie. Die variasie in suurstoffugasiteit moes in die $Mg/(Mg+Fe)$ -verhoudings van die piroksene en oliviene weerspieël gewees het, maar daar is geen beduidende verlaging daarvan in die kritieke sone nie (Fig. 6-1).

Irvine (1975) het op 'n ternêre SiO_2 -forsteriet-picrochromiet diagram aangedui dat chromitietlae in gelaagde indringings soos Muskox, Stillwater, Bosveld Kompleks en die Groot Gang deur die

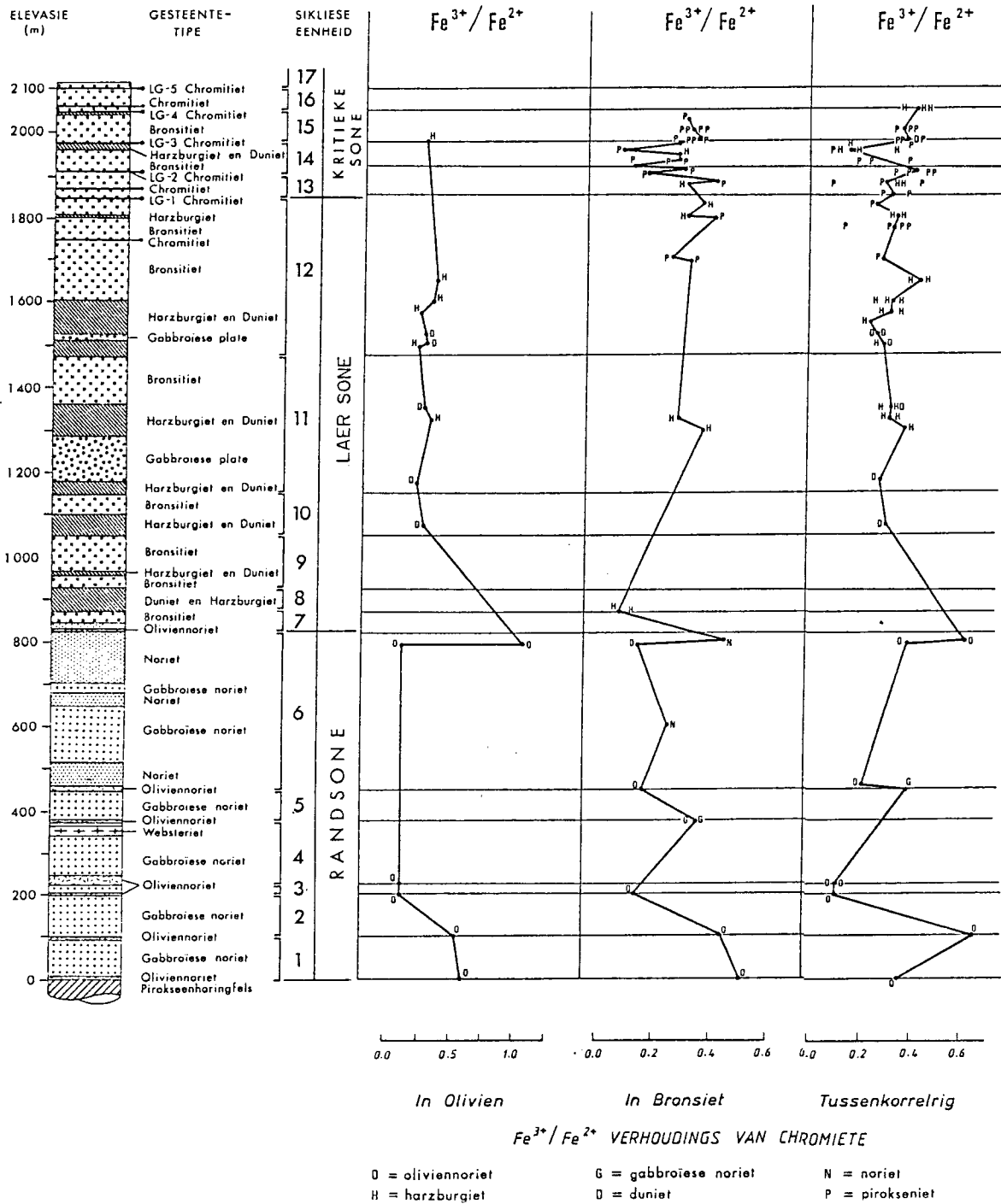


Fig. 7-9: Boorgatprofiel met die variasie in Fe^{3+}/Fe^{2+} -verhouding, vir chromiete omsluit in olivien en bronsiet asook tussenkorrelrige chromiet.

assimilasie van groot hoeveelhede SiO_2 -ryke sedimentêre materiaal gevorm kon word. Dit vereis 'n uitsonderlike proses om geldig te wees vir soveel wydverspreide gelaagde indringings, en dit laat veel aan toeval oor. Omdat assimilasie gesien word as 'n lokale proses, sal die chromitiete wat hierdeur gevorm word, van 'n wisselende dikte en samestelling wees en nie van die omvang van chromitietlae in die Bosveld Kompleks nie. Vanaf veldverhoudinge is gevind dat kwartsryke afsettingsmateriaal nie maklik deur die mafiese Bosveldmagma ge-assimileer word nie. Kwartsiete tree inderdaad as resistens op. Assimilasie sou verder beslis die Fe/Mg-verhoudings van die silikate geassosieer met die chromitiete versteur. Dit is nie die geval nie, soos ook genoem vir suurstoffugasiteit, in 'n vorige paragraaf. Irvine (1977) het later self hierdie hipotese van SiO_2 -kontaminasie betwyfel. Hy het 'n alternatiewe hipotese van vermenging van 'n silikaryke gedifferensieerde magma en 'n nuwe ongedifferensieerde ultramafiese magma voorgestel.

Cameron (1980) het voorgestel dat totale druk die enigste veranderlike is wat vinnig en gelykmatige oor 'n uitgestrekte gebied soos die Bosveld Kompleks voortgeplant kan word. Dit kon die kristallasie van chromitiete in die laer kritieke sone tot gevolg gehad het. Die teorie vereis 'n magmasamestelling wat naby die fasegrense tussen die forsteriet-bronsiet-anortiet-spinel stabiliteitsvelde lê. Variasies in druk sou die fasegrense verplaas en die minerale soos aangetref in die laer kritieke sone, kon kristalliseer. Osborn (1978) het die ekstreme drukke van 1 atmosfeer en 10 kb gebruik. Die maksimum druk wat bepaal is in die vloer van die Bosveld Kompleks in die Nietverdiendomgewing is ongeveer 4.3 kb terwyl dit tydens die kristallasie van die rand- en laer sone, tot so laag as 1.5 kb kon gewees het (Hoofstuk 8). Die ternêre diagram benaderd soos by 1 atm, was heelwaarskynlik deurgaans van toepassing en 'n kotektiese lyn tussen spinel en bronsiet was óf kort óf afwesig. Die genese van bronsitiete met tussengelaagde chromitiete van die laer kritieke sone, kan nie deur variasies in druk bevredigend verklaar word nie. Dit is verder opvallend dat die chromitiete juis in die kritieke sone voorkom en nie laer af in die laer sone nie, waar die druk van dieselfde orde grootte moes gewees het.

Sharpe en Irvine (1983) verklaar die kristallisasie van chromiete deur die vermenging van 'n ultramafiese (U-tipe derivaat) en 'n anortositiese (A-tipe derivaat) magma, afkomstig van afsonderlike bronne en ruimtelik nie vër van mekaar verwyder nie. Die vermenging van twee sulke magmas sal die stelsel in die spinelveld plaas. Die voorkoms van enige gelaagde indringing is alreeds uniek, en die samehangende twee magmabronne vir elk van die gelaagde indringings soos die Bosveld Kompleks, die Groot Gang, Stillwater en Muskox is 'n groot toevalligheid. Een moontlike uitweg is om 'n A-tipe derivaat te genereer met die resvloeistof van 'n U-tipe derivaat, en om dit in 'n wisselende mate te kontamineer met sedimentêre korsmateriaal. Tydens die kristallisasie van die rand- tot kritieke sone in die Nietverdiendomgewing was daar in alle waarskynlikheid slegs 'n U-tipe derivaat magma aanwesig. Sr-isotoopstudies van chromitiete in die boonste gedeelte van die kritieke sone in die Oos-Transvaal mag wel daarop dui dat die vermenging van verskillende magmas verantwoordelik kon gewees het vir hulle oorsprong (Hatton et al, 1985). Dit is egter nie as sulks van direkte toepassing op die chromiete van die laer kritieke sone in die Nietverdiendomgewing nie. Daar bestaan geen veldgetuienis vir twee sulke magmas in hierdie gebied nie.

Daar moet verder op gewys word dat die spinelveld ($MgAl_2O_4$) op 'n Fo-SiO₂-An diagram slegs tuis hoort indien die enigste komponente juis die suiwer eindlede forsteriet, SiO₂ en anortiet (korund) is. Die geldigheid daarvan word betwyfel indien daar meer fases by betrokke is, of indien die eindlede nie suiwer is nie (Barth, 1952).

7.6 'n KINETIESE KRISTALLISASIEMODEL VIR DIE VORMING VAN CHROMITIETLAE

Deur die veldverhoudings, petrografie, en chemiese verwantskappe, asook die bogenoemde punte van kritiek in oënskou te neem, word die volgende model vir die inplasing van die magma van die Bosveld Kompleks, insluitende die kristallisasie van die chromitiete, aan die hand gedoen.

Nieteenstaande die grootte en omvang van die kompleks, word aanvaar dat die liggaam langs een of gelyktydig langs tot vier

erupsiesenters ingeplaas is (Cousins ,1959). Daar het met gereelde tussenposes pulse van 'n tholeiitiese basaltmagma van 'n bestendige samestelling die magmakamer binnegedring. Die kristallasietempo het nie tred gehou met die tempo van magma-inplasing nie, sodat daar na die kristallasie van die randsones, 'n progressiewe toename in magmavolume was. Tydens die periode van kristallasie van die randsonegesteentes, was die vloer van die Bosveld Kompleks nog relatief koel en die hittevloei deur die vloer hoog. Die gesteentes het vinnig afgekoel en differensiasie is ingeperk. Die proses van progressiewe reaksie het 'n belangrike bydrae gemaak tot die mineraalsamestellings van die oliviennoriete, noriete en gabbroiese noriete. In gevalle waar die magma-pulse groot volumes magma verteenwoordig het, was die afkoel- en kristallasietempo stadiger en dun lagies oliviennoriete kon aan die basisse van sulke sikliese eenhede kristalliseer.

Tydens die kristallasie van die laer sone en kritieke sone was die vloergesteentes reeds verhit, en die warm gesteentelae van die randsones het die magma verder geïsoleer van die vloer. Tydens die kristallasie van hierdie twee sones was die afkoeling dus stadiger en adkumuleer met slegs geringe hoeveelhede tussenmateriaal kon vorm, aangesien die tussenvloeistof gedurende hierdie tydperk deur kristalle verplaas kon word. Die magmavolume bokant die kristallaag het vergroot en die ysterverrykte resvloeistof is in 'n toenemende mate verdun deur nuwe Mg-ryke magmatoevoegings. Dit verklaar die omgekeerde differensiasiepatroon van die silikate soos uitgebeeld vanaf die rand- na die kritieke sone. Op soortgelyke wyse verklaar dit waarom die Cr-inhoud van die chromiete in die silikaatgesteentes toeneem van onder na bo in die opeenvolging. Dit verklaar ook waarom die Cr-inhoud van die chromiete toeneem vanaf die LG-1 tot die LG-4 chromietelaag. Na afloop daarvan het die volume van magma- toevoeging afgeneem en die kristallasieproses het voorrang geniet bo die verdunningseffek deur nuwe magma. Die "normale" differensiasiepatroon vir die chromiete met 'n Cr-verarming na bo, het na die afloop van die kristallasie van die LG-4 chromietelaag in werking getree.

Daar is voorheen daarop gewys dat chromiet in alle gesteentes van die rand-, laer, of kritieke sone voorkom. Irvine (1975, 1977) het ook chromiet deurgaans in die Muskox Kompleks aangetref, en dit

verklaar aan die hand van die ternêre SiO_2 -forsteriet-pikrochromiet sisteem en die proses van vermenging van 'n gedeeltelik gedifferensieerde residuele magma met nuwe ongedifferensieerde magma-pulse.

Die kristallisasiemodel vir die LG-1 tot LG-4 chromitietlaag van die Bosveld Kompleks in die Nietverdiendomgewing kan soos volg verder veralgemeen word. Hier word gepostuleer dat chromiet altyd langs 'n kotaktiese lyn saam met olivien en/of pirokseen (en/of plagioklaas) gekristalliseer het, of anders gestel, onafhanklik van enige van die genoemde silikaatminerale gekristalliseer het. Die bewys hiervoor lê daarin dat die kumulus chromiet in enige van die gesteentes voorkom. Enige van die bekende fasesisteme soos byvoorbeeld die anortiet-forsteriet-silika of SiO_2 -forsteriet-pikrochromiet is gebasseer op sekere suiwer eindlede, wat 'n vereenvoudiging is van die natuurlike veelkomponentsisteme. Chromiet kristalliseer deurentyd weens die temperatuurdaling van die ingeplaasde tholeiitiese basaltmagma. Die sleutel tot die model vir die akkumulasie van chromiet in die olivienhoudende gesteentes soos oliviennoriëte, harzburgiëte, duniëte en veral chromitiete, word daaraan toegeskryf dat die kristallasiekinetika vir die verskillende silikaatminerale soos ortopirokseen en olivien van mekaar verskil, terwyl die kristallasietempo van chromiet benaderd konstant bly. Die dikte van die chromitietlae is 'n funksie van die tydsverloop waartydens feitlik geen silikaat-kristallasie plaasgevind het nie. Dit is ook 'n funksie van die volume en samestelling van die magmapoel wat dit bedek, asook die tempo van hitteverlies. Ortopirokseen kristalliseer vinnig en "verdun" die chromietkorrels aansienlik. Dowty (1980, Tabel 1a) gee die kristallasietempo van beide bronsiet en hipersteen as (1.2×10^{-4}) cm per sekonde en van olivien as (2.5×10^{-5}) cm per sekonde, dws. ongeveer 5 maal stadiger vir die laasgenoemde mineraal. Soos in Hoofstuk 5 verduidelik, het die temperatuur asook die Mg/Fe-verhouding van die magma aanvanklik verhoog met die inplasing van agtereenvolgende magma-pulse. Olivien, wat baie stadiger kristalliseer het die ortopirokseen vervang, en die konsentrasie van chromietkorrels het toegeneem. Daar moet nogtans op gelet word dat daar heelwat meer Cr in die ortopirokseen-struktuur (ongeveer 0.5 persent Cr_2O_3) as in die olivien-struktuur (ongeveer 0.01 persent Cr_2O_3) opgeneem word (vergelyk

BYLAAG 6-1 en 6-3), maar dit word nie beskou as 'n oorsaak vir chromietkristallisasie nie omdat die hoeveelheid chromietkorrels aansienlik wissel binne dieselfde tipe van oliviendraende gesteente (byvoorbeeld harzburgiete). Tydens die kristallisasie van die laer sone was die magma nog nie genoegsaam gedifferensieer of verryk aan silika nie en groot diktes olivienkumulate met ongeveer 1 persent chromietkonsentrasie was algemeen. In die kritieke sone daarenteen, is olivienkumulate ondergeskik. Die silikaverryking het sodanig toegeneem dat hernieude magma-inplasings nie die samestelling van die oorliggende magmapoel sover in die olivienveld kon verplaas dat groot diktes duniete en harzburgiete kon vorm nie. Die ortopirokseenkristallisasie het nogtans gestop met die inplasing van nuwe warm magma aan die begin van elke sikliese eenheid. Chromiet het chromitietlae gevorm gedurende hierdie periode, waartydens min of geen kristallisasie van olivien of ortopirokseen kon plaasvind nie. Die splitsing of vurking van die chromitietlae deur bronsitietlae of lense getuig van lokale temperatuurdalings wat die silikaatkristallisasie kortstondig begunstig het. Aangesien die totale diepte van die magmapoel bokant die chromitietlaag redelik konstant was, het die somtotaal van die diktes van die gesplitste chromitietlae onveranderd gebly. Variasies in die dikte langs die strekking van enige chromitietlaag kan ook verklaar word deur hierdie diepteverskil van die magmapoel. Die variasie in dikte van die silikaatgesteentes langs die strekking kan ook verklaar word aan die hand van verskille in diepte van die magmapoel maar eerder aan die hand van temperatuurverskille in verskillende dele van die oorliggende magmakamer. Die rol van konveksiestrome in die kamer om vermenging te bewerkstellig, kan hier nie uitgesluit word nie.

8. PETROCHEMIE EN GEOTERMOBAROMETRIE VAN DIE METASEDIMENTÊRE GESTEENTES

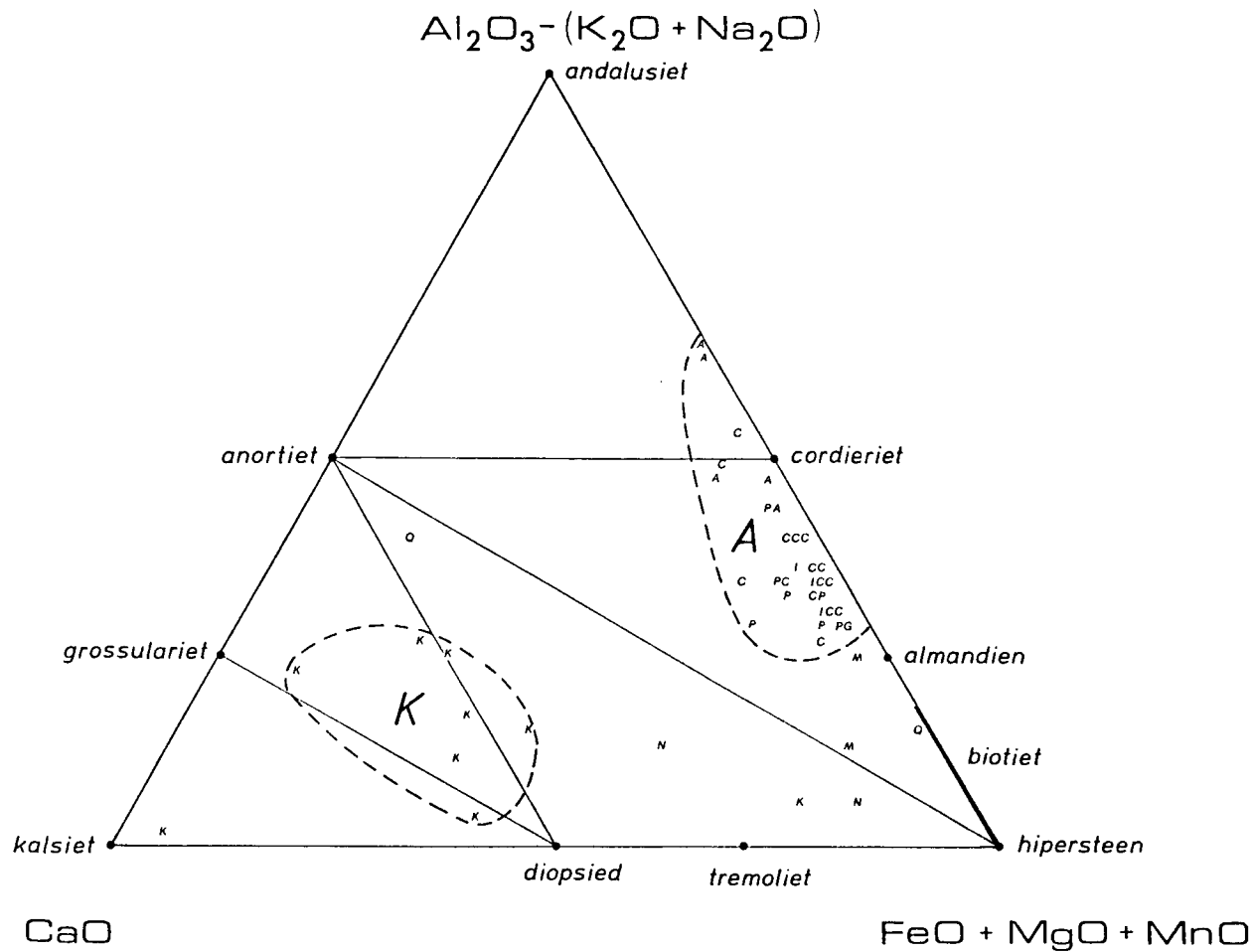
Die gebied omliggend aan die Bosveld Kompleks word onderlê deur gesteentes van die Pretoria Groep en is gemetamorfoseerd, vanaf die albiet-epidootoringfelsfasies tot die horingblende-horingfelsfasies. Die eersgenoemde fasies sluit chiastolietleie en tremolietmarmers in terwyl die laasgenoemde cordieriet-biotietandalusiet-, almandien-andalusiet-, sowel as kalksilikaatgesteentes soos diopsied- en amfiboolfelse insluit. Cordieriet-biotietortopirokseen-granaatfelse sowel as diopsiedfelse wat behoort tot die pirokseenhoringfelsfasies word gevind in die opgebuigde vloergesteentes in die sentrale gedeelte van die gebied, en dagsom hoofsaaklik ten ooste van Zelikatskop tot aan die oevers van die Maricorivier.

Daar is 54 dagsommonsters van metamorfe gesteentes (M-reeks) in veral die suidelike en oostelike gedeelte van die gebied geneem (VOUBLAD 3). Die heelgesteente-ontledings word in BYLAAG 8-1 en die mineraalontledings in BYLAAG 8-2 aangegee.

In hierdie hoofstuk word die oorspronklike afsettingsgesteentes bespreek aan die hand van die heelgesteente chemie. Die moontlikheid van metasomatose deur vloeistowwe vanaf die Bosveldmagma word beskou. Daar word in toepaslike gevalle geotermometers en geobarometers aangewend om die fisiese toestande wat daar tydens metamorfisme geheers het, te bepaal. Moontlike mineraalreaksies in die metamorfe gesteentes word voorgestel en 'n petrogenetiese ruitdiagram van die druk-temperatuurveld word voorgelê. Op hierdie diagram word die verloop van die metamorfe episode aangedui.

Die ondersoekgebied sluit die metamorfe gesteentes van die Enzelsbergomgewing wat beskryf is deur Engelbrecht (1976), in en herhaling daarvan word in hierdie studie tot 'n minimum beperk.

Gerieflikheidshalwe word die gesteentetipes onder twee hoofde bespreek, naamlik die aluminosilikaatgesteentes en die kalksilikaatgesteentes. Die velde van die twee gesteentetipes word op Figuur 8-1 benaderd omlin op 'n pseudo-ACF diagram. Hierdie diagram verskil van 'n ware ACF diagram (Turner, 1968) daarin dat



A = Aluminosilikategesteentes **K** = Kalksilikategesteentes

A = andalusiet ± cordieriet ± granaathoringfels

P = pirokseen-cordieriethoringfelse

G = granaat-cordieriethoringfelse

I = granaat-pirokseenhoringfelse

Q = kwartsiete

N = intrusiewe plate

C = cordieriethoringfels

K = kalksilikate en marmer

M = gekontamineerde intrusiewe plate

Fig. 8-1: ACF-diagram, met die velde van aluminosilikate en kalksilikate benaderd omllyn.

daar geen mikrometriese korreksies aangebring is vir bykomstige minerale soos magnetiet en sulfiede nie en dat alle Fe as Fe^{2+} bereken word. Dit veroorsaak dat die aluminosilikate verder vanaf die A punt in die rigting van die F punt op die ACF driehoek verplaas is.

8.1 DIE MINERAALASSOSIASIES VAN DIE ALUMINOSILIKAATGESTEENTES

Die belangrikste mineraalassosiasies van die aluminosilikaatgesteentes in die Maricodistrik word in Tabel 8-1 gegee.

Tabel 8-1

Algemene mineraalassosiasies by die aluminosilikaatgesteentes

andalusiet ± cordieriet ± muskoviet ± biotiet ± ortoklaas +
kwarts

almandien ± chloriet ± andalusiet ± muskoviet ± biotiet +
kwarts

cordieriet + biotiet ± ortopirokseen ± almandien + ortoklaas +
plagioklaas + kwarts

antofilliet + cordieriet + biotiet + kwarts

Hierdie gesteentes word oor die algemeen beskryf as horingfelse. Daar kan onderskei word tussen die peralumineuse en die metalumineuse tipes, waar die eersgenoemde andalusiethoudend is en die ander nie (Fig. 8-2 a, c, d, e).

Die antofilliet-cordieriethoringfels (M-15) wat net onderkant die Hekpoortlawas dagsoom, het kenmerkend 'n hoë MgO inhoud en is moontlik 'n gemetamorfoseerde tuflaag (Fig. 8-2 b).

8.2 DIE KALK- EN KALKSILIKAATGESTEENTES

Behalwe die tremolietmarmers in Malmanidolomiete, kom daar ook kalksilikaatminerale in die Ca-draende lae van die Magaliesberg

Fig. 8-2 a: Chiastolietlei met porfiroblaste van chiastoliet (a) en cordieriet (c) in 'n fyn matriks van kwarts, biotiet, muskoviet, en erts (gekruiste polariseerders, M-10, Kareepoortfontein 86 JP)

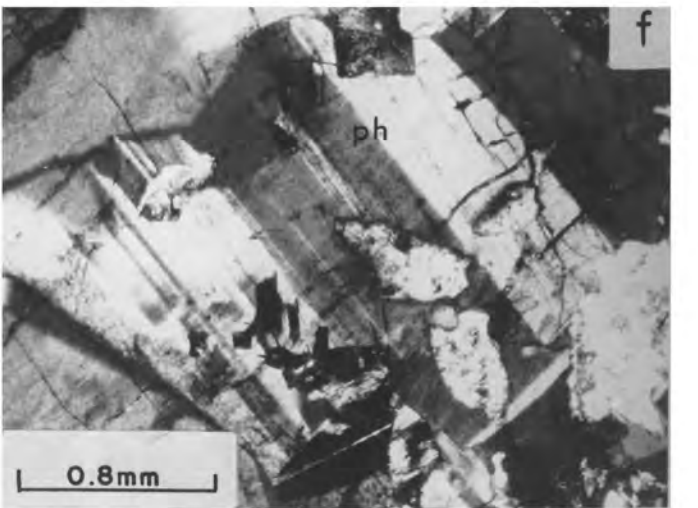
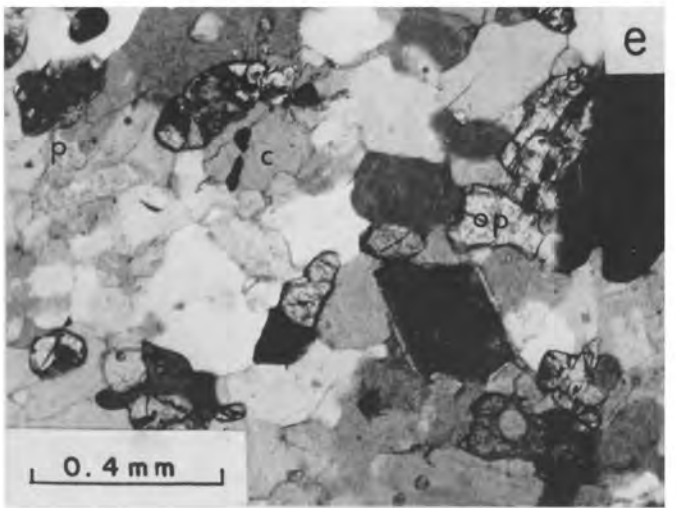
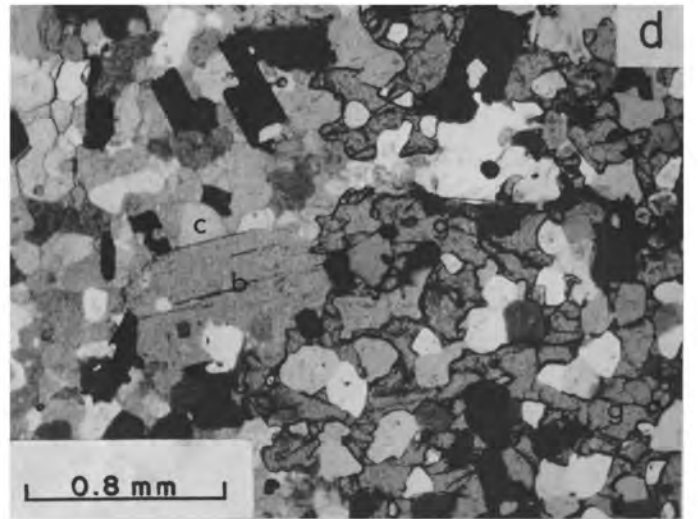
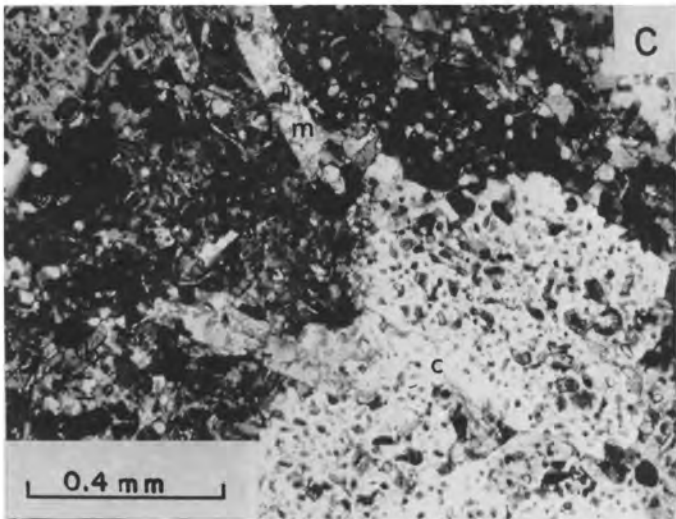
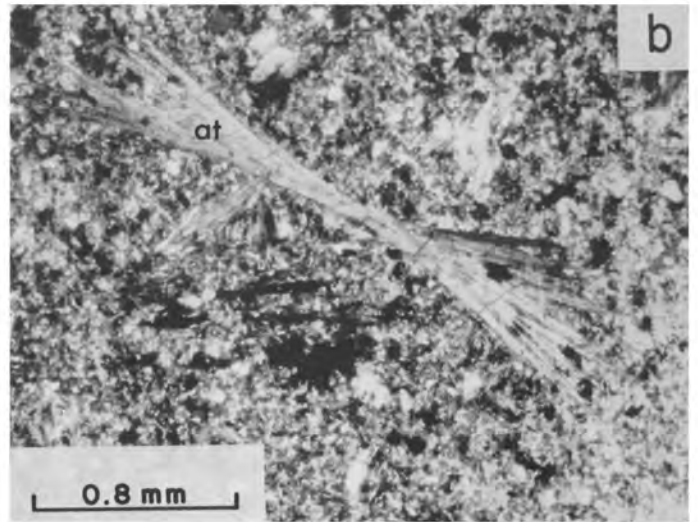
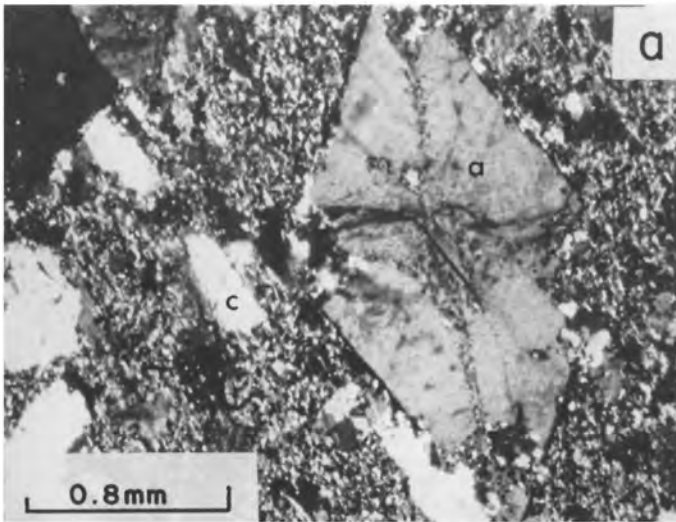
Fig. 8.2 b: Antofilliethoringfels met porfiroblaste van cordieriet (c) en strikdas antofilliet (at) in 'n fyn matriks van biotiet, kwarts en erts (gekruiste polariseerders, M-24, Doornrivier 98 JP)

Fig. 8-2 c: Cordieriethoringfels met siftekstuur: cordieriet porfiroblaste (c) in 'n matriks van fyn biotiet (b), kwarts en muskoviet (m) (gekruiste polariseerders, M-26, Leeuwfontein 61 JP)

Fig. 8-2 d: Granaathoringfels met siftekstuur: almandien (g) en kleiner korrels van biotiet (b), cordieriet (c), plagioklaas, ortoklaas en kwarts (gedeeltelik gekruiste polariseerders, M-23, Nooitgedacht 100 JP)

Fig. 8-2 e: Pirokseenhoringfels met ortopirokseen (op), cordieriet (c), biotiet (b), kwarts, plagioklaas (p) en ortoklaas (gedeeltelik gekruiste polariseerders, M-8, Petrusdam 55 JP)

Fig. 8-2 f: Grossularietfels met met prehniet (ph) pseudomorf na plagioklaas (gekruiste polariseerders, M-38, Nooitgedacht 146 KP)



Formasie voor en dagsome van sulke gesteentes is gevind tot in die opgebuijgde vloergesteentes, soos byvoorbeeld die diopsied- en grossularietfelse van Nooitgedacht 146 KP en Klarestroom 147 KP. 'n Chemiese ontleding van die marmerlaag op Leeuwfontein 61 JP (M-19) het aangetoon dat dit oorwegend kalsities is. Dagsome van diopsied- en horingblende(-toermalyn)felse kom algemeen voor op die plaas Syferfontein 76 JP (M-13, M-14). 'n Samevatting van die mineraalassosiasies van die kalksilikaatgesteentes word gegee in Tabel 8-2.

Tabel 8-2

Algemene mineraalassosiasies by die kalksilikaatgesteentes

tremoliet + dolomiet
 diopsied + plagioklaas ± sfeen + kwarts
 horingblende + plagioklaas + kwarts
 grossulariet + plagioklaas + kwarts

Die grossularietgesteente (M-38) kom in 'n klein dagsoomgebied op die plaas Nooitgedacht 146 KP voor. Die reliktwoelinglamelle in prehniet wat in die gesteente voorkom, besit kenmerke van die oorspronklike plagioklaas (Fig. 8-1 f), maar mikrosonde-ontledings en X-straaldiffraktometriese bepalings het bevestig dat dit inderdaad prehniet is.

8.3 HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS VAN DIE ALUMINOSILIKAATGESTEENTES

Die gemiddelde chemiese samestellings van die verskillende metamorfe gesteentes soos mineralogies onderskei is, word afsonderlik aangegee in Tabel 8-3. Hierdie tabel dui die chemiese samestellings van die verskillende petrografies onderskeibare aluminosilikate, asook kalksilikate, aan. Die gemiddelde samestellings word onderling, asook met 'n gemiddelde skalie vergelyk.

Die hoofelementsamestellings van al die aluminosilikate, behalwe die granaat-andalusiet-chloriethoringfelse, is redelik goed vergelykbaar met 'n "gemiddelde" skalie.

Tabel 8-3

Gemiddelde samestellings vir die metasedimentêre gesteentes
(alle hoofelementhoeveelhede omgerek na GV- en H₂O-vry)

N =	4	3	9	1	2	9	2	9	78
	A	C1	C2	G	I	P	GA	K	MUD
SiO ₂	64.86	63.23	64.92	62.14	64.72	64.02	57.90	59.70	63.9
TiO ₂	0.76	0.73	0.77	0.57	0.76	0.72	1.12	0.48	0.7
Al ₂ O ₃	19.79	18.61	17.50	17.04	17.09	16.98	28.59	12.86	16.9
FeO	6.38	7.09	7.32	7.77	7.92	7.33	9.66	6.41	6.6
MnO	0.06	0.08	0.10	0.04	0.13	0.11	0.06	0.24	
MgO	1.87	2.91	2.83	3.17	3.00	3.51	0.48	2.30	2.6
CaO	0.53	0.46	0.78	0.42	0.66	1.06	0.24	14.05	3.4
Na ₂ O	1.32	1.28	1.41	2.00	1.65	1.81	0.24	2.41	1.4
K ₂ O	3.58	4.36	3.21	5.14	2.98	3.33	0.06	0.17	3.5
F ₂ O ₅	0.11	0.08	0.13	0.09	0.08	0.10	0.23	0.14	0.2
Totaal	99.26	98.83	98.97	98.38	98.99	98.97	98.58	98.76	99.2
(GV+H ₂ O)	2.38	1.47	1.36	0.70	0.69	0.90	0.49	0.59	9.0

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	22	28	31	24	34	27	25	21
Cr	147	143	159	132	195	165	390	103
V	122	104	124	59	131	106	256	111
Zn	81	87	90	113	95	111	39	75
Cu	14	184	19	2	12	9	0	50
Ni	57	58	65	78	72	58	109	52
Ba	366	280	329	213	289	360	12	45
Sc	18	20	21	14	21	18	37	18
Nb	14	14	13	12	12	12	18	9
Zr	173	162	175	163	250	170	232	227
Y	25	28	24	32	20	25	42	10
Sr	101	88	130	126	146	146	21	172
Rb	173	178	142	188	58	148	4	40

- A = aluminosikaatgesteentes as andalusiet-biotietleie en -horingfelse, weg van kontak met die Bosveld Kompleks
- C1 = aluminosilikaatgesteentes as cordieriet-biotiethoringfelse in die vloer en verder weg van die kontak met die Bosveld Kompleks
- C2 = aluminosilikaatgesteentes as cordieriet-biotiethoringfelse in die opgebuiigde vloerstrukture naby die kontak met die Bosveld Kompleks
- G = aluminosilikaatgesteentes as almandien-cordieriet-biotiet-horingfelse in die opgebuiigde vloerstrukture
- I = aluminosilikaatgesteentes as almandien-pirokseen-cordieriet-biotiethoringfelse in opgebuiigde vloerstrukture
- P = aluminosilikaatgesteentes as ortopirokseen-cordieriet-biotiethoringfelse in opgebuiigde vloerstrukture
- GA = granaat-andalusiet-chloriethoringfelse in die vloergesteentes en weg van die kontak met die Bosveld Kompleks.
- K = kalsilikaatgesteentes as diopsied-, horingblende-, andradiet-, plagioklaasfelse.
- MUD = gemiddelde chemiese samestelling van 78 skalies volgens Blatt et al, 1972, Tabel 11-2 A.

Een groot verskil is dat die CaO-inhoud van 'n "gemiddelde" skalie hoër is as dié van aluminosilikaatgesteentes van hierdie gebied. Om hiervoor te kompenseer is die Al₂O₃- en FeO-waardes van die gemiddelde skalie effens laer. Die granaat-andalusiet-chloriethoringfels daarenteen, is besonders hoog in Al₂O₃ met effense hoër TiO₂- en FeO-waardes as die gemiddelde skalie. Die grootste verskil lê daarin dat hierdie horingfelse 'n besonderse lae K₂O-inhoud het. Desnieteenstaande bevat hierdie gesteentes nie die verwagte groot hoeveelhede andalusiet nie. Dit is dus duidelik dat 'n hoë K₂O-inhoud die vorming van biotiet begunstig ten koste van almandien en dat die Al₂O₃ beskikbaar raak vir die kristallisaie van andalusiet. Vergeleke met die ander aluminosilikate, bevat die granaat-andalusiet-horingfelse groter hoeveelhede Cr en V.

8.4 HOOFKOMPONENTE-ONTLEDING VAN ALUMINOSILIKAATGESTEENTES

Soos hierbo aangetoon, groepeer die aluminosilikaatgesteentes saam op die ACF diagram. Vrae wat ontstaan is of die andalusiet-biotiet-, biotiet-cordieriet-, biotiet-cordieriet-ortopirokseen-granaatfelse chemies ekwivalent aan mekaar is, en watter chemiese komponente, indien enige, onderskei die gesteentes van mekaar. Indien daar geen opvallende chemiese verskille is nie, beteken dit dat almal metamorfe produkte van soortgelyke afsettingsgesteentes is wat verskillende grade van metamorfisme ondergaan het. Die tweede vraag wat ontstaan is waarom daar slegs in die Timeball Hill Formasie groot hoeveelhede andalusiet voorkom, maar geen beduidenswaardige aluminiumsilikaatminerale (Al₂SiO₅) nader aan die kontak met die Bosveld Kompleks nie. Die derde vraag is of die Bosveld Kompleks enige metasomatiese veranderinge tydens metamorfisme veroorsaak het. Die vierde vraag is waarom die granofelse of as biotiet-cordieriet-ortopirokseen- of as biotiet-cordieriet-almandienhoringfelse voorkom, en waarom ortopirokseen selde saam met almandien in een gesteente aangetref word, en dan nooit in kontak met mekaar nie. Dit wil dus voorkom of daar moontlike chemiese verskille hier 'n rol speel. Om dit uit te wys word die biotiet-cordieriet-horingfelse laag af in die opeenvolging en in die opgebuijgde vloerstrukture afsonderlik beskou. 'n Hoofkomponente-ontleding gerig op die hoofelement-samestellings van 28 aluminosilikaatgesteentes is dus uitgevoer om

vas te stel of daar enige groepering op grond van die chemiese samestelling bestaan.

Die eigenvektore vir die eerste 3 hoofkomponente word in Tabel 8-4 hieronder gegee.

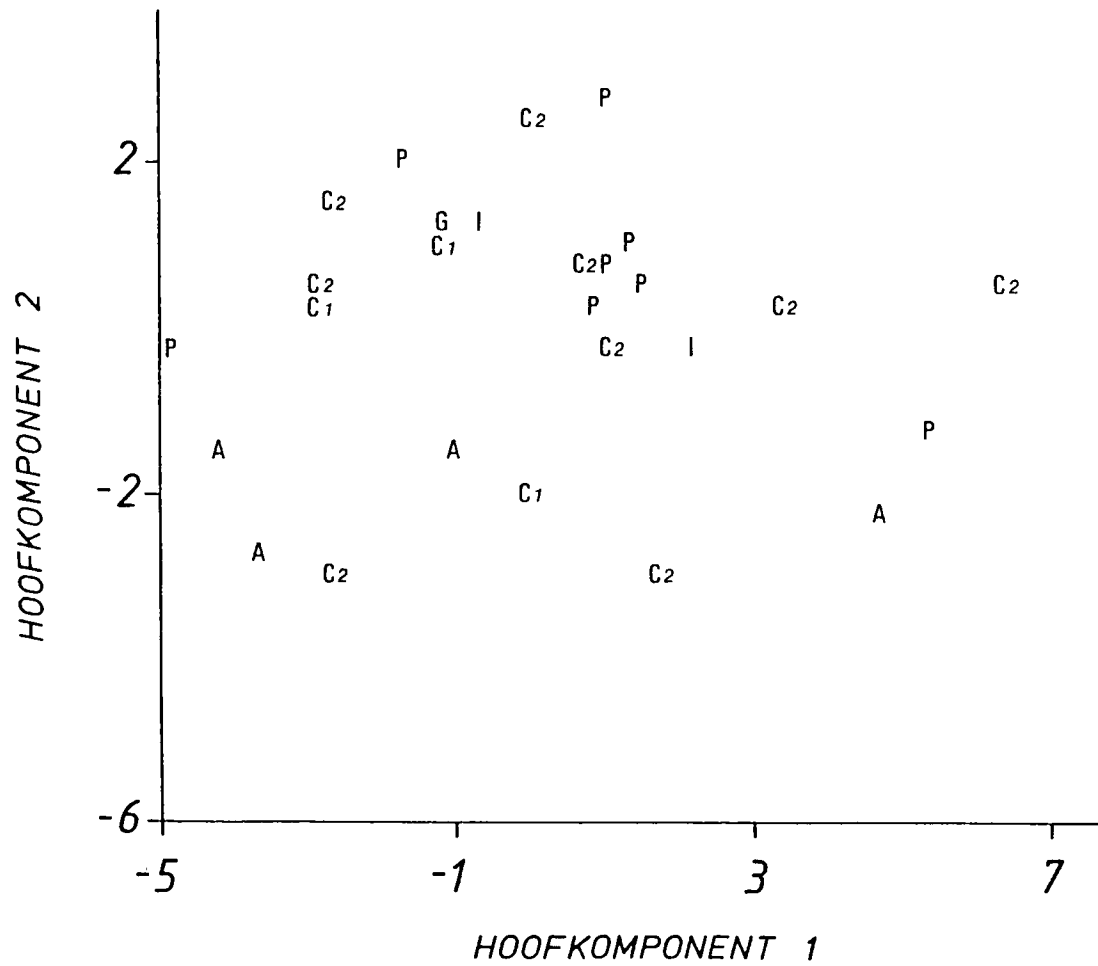
=====

Tabel 8-4
Hoofkomponente eigenvektore en persentasie variansie

	<u>Hoofk.1</u>	<u>Hoofk.2</u>	<u>Hoofk.3</u>
SiO ₂	0.775	-0.339	0.319
TiO ₂	-0.009	0.011	0.074
Al ₂ O ₃	-0.583	-0.631	0.146
FeO	-0.234	0.551	0.567
MnO	-0.007	0.010	0.021
MgO	0.056	0.406	-0.310
CaO	0.011	0.135	0.019
Na ₂ O	0.041	-0.004	-0.038
K ₂ O	0.014	-0.016	-0.672
P ₂ O ₅	0.005	0.001	0.008
Kumulatiewe Variansie	61%	82%	92%

=====

Die komponente-tellings vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1 word in Figuur 8-3 gestip. Hoofkomponent 1 wys geen natuurlike groeperings uit nie. Die andalusiethoringfelse (A) word wel saam met sommige cordieriethoringfelse (C1, C2) van die res geskei deur hoofkomponent 2. Bestudering van die eigenvektor vir hierdie hoofkomponent (asook Tabel 8-3) dui aan dat hierdie groep wel chemies van die ander verskil deurdat hulle groter Al₂O₃-waardes en kleiner FeO- en MgO-waardes het as die ander horingfelse. Dit blyk dus dat die gesteentes van die Timeball Hill Formasie chemies in hierdie opsig van die ander metapeliete hoër in die stratigrafiese opeenvolging verskil, en dat andalusiet-afsettings dus tot hierdie horison beperk is. Geen verdere groeperings kom voor nie en die twee tipes van cordieriet-horingfelse (C1, C2) is chemies ekwivalent, wat die moontlikheid van hoofelement metasomatose deur Bosveldvloei-stowwe uitsluit. Bestudering van Tabel 8-3 wys dat die spoorelemente ook soortgelyk is, behalwe dat Cu vir die cordieriet-horingfelse laag af in die vloer juis die hoër waardes toon.



Simbole soos in Tabel 8-3

Fig. 8-3: Komponente-tellings gestip vir hoofkomponent 2 teen hoofkomponent 1, vir die aluminosilikaatgesteentes.

8.5 DIE FMA-DIAGRAM VAN THOMPSON

As gevolg van die onvermoë van die ACF diagram om te onderskei tussen die ferromagnesiese komponente van minerale, het Thompson (1957) die $K_2O-Al_2O_3-MgO-FeO$ tetraeder voorgestel vir muskovië of K-veldspaatdraende aluminosilikaatgesteentes. Aangesien die tetraeder omslagtig is om grafies voor te stel, word die projeksie vanaf muskovië (of K-veldspaat) deur die betrokke mineraal op die $Al_2O_3-MgO-FeO$ tetraedervlak gebruik. Die doel van die FMA-diagram is om die verhoudings van Al_2O_3 , FeO en MgO wat by aluminosilikate van belang is, vir die verskillende ferromagnesiese minerale te onderskei, en grafies voor te stel.

Die FMA-diagram vir die verskillende mineraalassosiasies word in Figuur 8-4 gegee. Die mineraalassosiasies is genommer volgens die gesteentes (BYLAAG 8-1, 8-2) en die minerale is volgens assosiasie op die diagram met lyne verbind. Die velde wat elke mineraaltipe beskryf is omlin. Die volgende algemene waarnemings kan vanaf die figuur gemaak word. Vir mafiese komponente geld oor die algemeen dat $MgO/(MgO+FeO)$ vir granaat \ll ortopirokseen $<$ biotiet $<$ cordieriet. Hierdie verhouding vir cordieriet by die meeste cordieriet-biotiëthoudende assosiasies, vorm 'n digte groepering by ongeveer 0.5 $MgO/(MgO+FeO)$. 'n Verandering van hierdie verhouding by die een mineraal gaan gepaard met 'n verandering in 'n ooreenkomstige rigting vir die ander ferromagnesiese minerale, waarmee dit in assosiasie verkeer.

Die biotiet en granaat toon vir hierdie verhouding wye verspreidings. Die onderlinge $MgO/(MgO+FeO)$ -verhoudings van granaat, biotiet en cordieriet is juis sensitief vir temperatuur- en drukskommelings en maak hulle geskik as geotermometers en geobarometers. Die biotiet is hier die enigste mineraal wat 'n opvallende variasie in Al_2O_3 -inhoud toon. Die amfibool (antofilliet)-draende gesteentes het 'n hoë MgO -inhoud wat uitgebeeld word deur die ferromagnesiese amfibool en die geassosieerde cordieriet.

8.6 GEOLOGIESE BAROMETERS

Die granofelse ten ooste van Zelikatskop op veral die plase

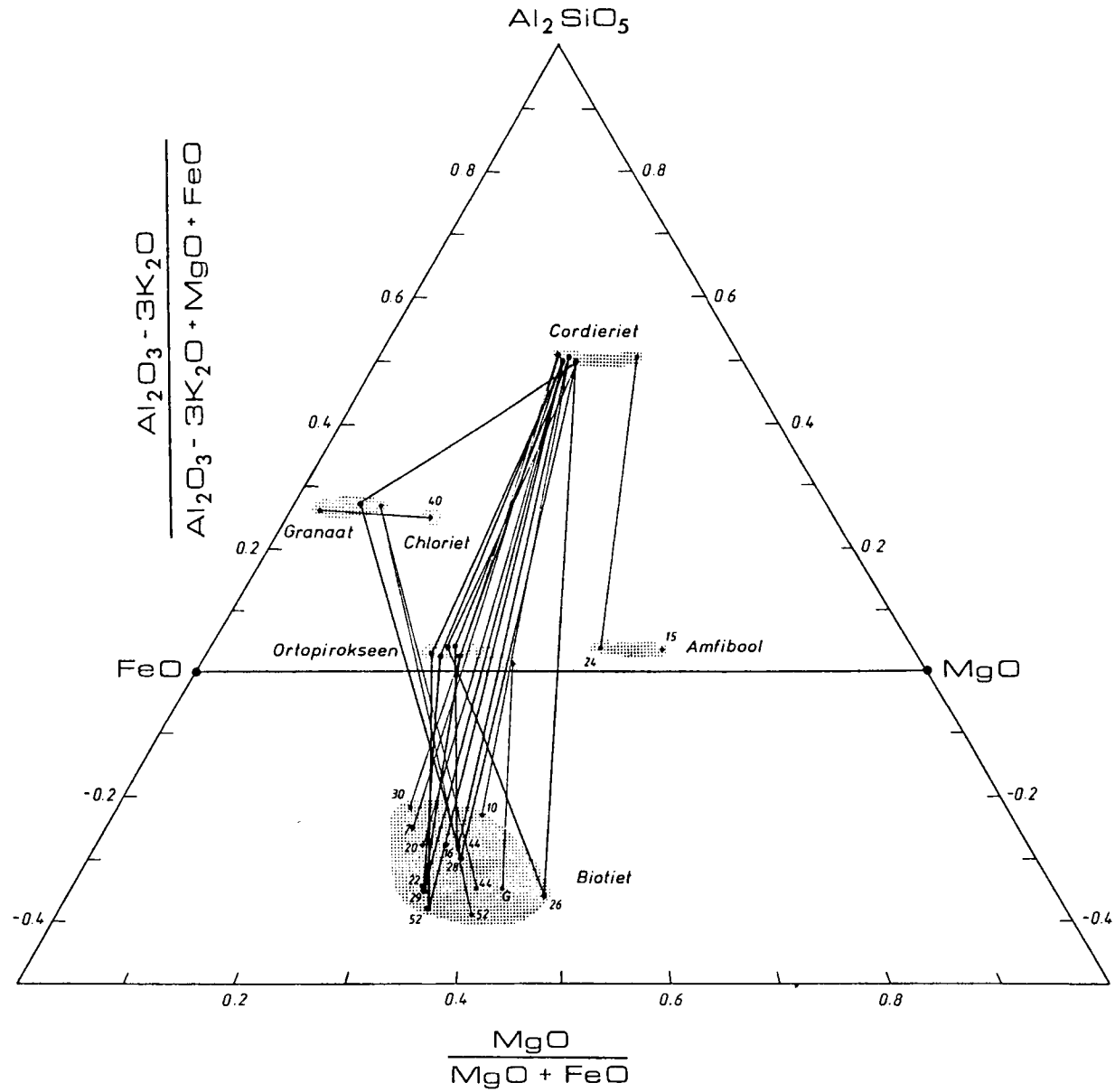


Fig. 8-4: FMA-diagram van Thompson vir die aluminosilikaatminerale, deur die muskoviëtpunt geprojekteer.

Nooitgedacht 17 JP, Klarestroom 147 KP en Zelikatskop 16 JF, bestaan uit aluminosilikaatgesteentes soos cordieriet-biotiet ortopirokseen-granaat-K-veldspaat-plagioklaashoringfelse, asook kalksilikaatgesteentes soos diopsied-plagioklaasfelse. Hierdie mineraalassosiasies is geskik vir die berekening van drukke en temperature volgens gepubliseerde geobarometers en geotermometers.

Die druk in die gebied is bereken vir die divariante reaksie: cordieriet + hipersteen = granaat + kwarts, volgens die metode van Hensen en Green (1973). Die ortopirokseen en granaat moet een mineraalassosiasie vorm. Dit is opvallend dat in die Nietverdiendomgewing hierdie twee minerale selde in dieselfde gesteentemonster voorkom, en indien dit wel die geval is, is die twee minerale nooit in aanraking met mekaar nie. Dit dui op chemiese verskille tussen ortopirokseen- en granaathoringfelse en moontlike nie-ewewig tussen hierdie twee minerale. Die termobarometer berus op die verdeling van Mg en Fe^{2+} in die minerale granaat en cordieriet (Hensen en Green, 1973, Fig. 3) en wissel met temperatuur en druk (dus divariant). Waar die isochemiese kontoere van $Mg/(Mg+Fe)$ vir die granaat en cordieriet mekaar sny, lê die druk (en temperatuur) vir 'n gegewe reaksie. Die gemiddelde drukke is met hierdie metode vir twee gesteentemonsters bepaal (Tabel 8-5).

 Tabel 8-5
 Termobarometer volgens Hensen en Green (1973)

Gest. Nr.	Mg/(Mg+Fe ²⁺)		Druk _kb_	Temp. °C
	Cordieriet	Granaat		
M-44	0.534	0.165	4.3	770
M-52	0.515	0.158	4.2	770

Die isochemiese kontoere is onsensitief vir temperatuur en daar kan nie ag geslaan word op hierdie waardes nie. Die druk stem ooreen met wat bepaal is vir die Fotgietersrusomgewing (Nell, 1985) met dieselfde termobarometer, asook met die ander gedeeltes van die Oos-Transvaal (Sharpe en Chadwick, 1981). 'n Kritiese evaluering van geologiese termometers en barometers word gegee deur Essene

(1982). Vir hierdie barometer wys hy op die nie-omkeerbaarheid van die eksperimentele reaksies en die wanorde in die struktuur van die sintetiese cordieriet. Die verskil tussen die reaksie van droë sintetiese cordieriet en natuurlike waterhoudende cordieriet bemoeilik die toepassing van hierdie geobarometer.

Die geobarometer van Bohlen et al. (Essene, 1982) wat gebaseer is op die verandering van die verdelingskoëffisient in die druk - temperatuurveld van die reaksie:

$$3 \text{ anortiet} + 3 \text{ ferrosilliet} = \text{grossulariet} + 2 \text{ almandien} + 3 \text{ kwarts}$$

is verder toegepas op dieselfde granaat - ortopirokseehoringfels (M-52) en drukke van ongeveer 8 kb by 600 °C is bereken. Die konsentrasies van die grossulariet in die bogenoemde granate is baie laag en analitiese foute kan beduidende verskille maak. Die druk wat bereken is op hierdie metode is onaanvaarbaar.

8.7 GEOLOGIESE TERMOMETERS

Daar bestaan verskeie geologiese termometers, gebaseer op die variasie van die verdeling van $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ tussen verskeie ferromagnesiese minerale, met temperatuur (en druk).

Drie geotermometers gebaseer op die verdeling van $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ tussen biotiet en granaat is toegepas op die gebied en word gegee in Tabel 8-6.

Die uitruilingsreaksie is:

$$\text{flogopiet} + \text{almandien} = \text{anniet} + \text{piroop}$$

Die temperature wissel van 615 tot 789 °C met die hoër waardes vir monster M-44 en die een mineraalassosiasie van M-52. Daar is geen opvallende rede waarom laasgenoemde temperature hoër moet wees nie, aangesien hulle van dieselfde omgewing afkomstig is.

Essene (1982) wys daarop dat hierdie geotermometer al deeglik gekalibreer is teen veldgegewens en isotooptermometers, maar dat Ti, Cl, en F in natuurlike biotiet en Mn en Ca in natuurlike

granaat die resultaat beïnvloed. In die gevalle onder beskouing, het die granate wel 'n lae Ca-inhoud maar die Mn-inhoud is hoog en die biotiete bevat heelwat Ti. Die teenwoordigheid van Fe^{3+} en die aanvaarding dat die totale Fe gelykstaande is aan die Fe^{2+} , verlaag die berekende temperatuur.

=====

Tabel 8-6
Biotiet-granaatgeotermometers

Gest.Nr.	Ass.Nr.	Mg/(Mg+Fe ²⁺)			Temperatuur (°C)				
		Biotiet	Granaat	K _D	T	H ₂	H ₄	F ₂	F ₄
M-28	1	0.394	0.124	0.217	615	617	624	640	648
M-28	2	0.389	0.124	0.223	623	624	632	651	660
M-28	3	0.377	0.119	0.222	621	623	630	650	658
M-44	1	0.409	0.165	0.285	701	692	700	763	772
M-44	2	0.411	0.165	0.283	697	690	697	758	767
M-52	3	0.383	0.157	0.300	718	708	716	789	799
M-52	4	0.408	0.159	0.274	687	681	688	743	752
M-52	5	0.447	0.152	0.222	620	622	629	648	656
M-52	6	0.457	0.164	0.233	635	635	642	669	677

$$X_{Bio} = [Mg/(Mg+Fe^{2+})]_{Bio}$$

$$X_{Gra} = [Mg/(Mg+Fe^{2+})]_{Gra}$$

$$K_D = [X_{Gra} \cdot (1 - X_{Bio})] / [(1 - X_{Gra}) \cdot X_{Bio}]$$

$$T = [2739.7] / [1.56 + \ln(1/K_D)] \quad (\text{Thompson, 1976})$$

$$H_2, H_4 = [6150 + 24.6(P)] / [3.93 - R \cdot \ln(K_D)] \quad (\text{Holdaway en Lee, 1977})$$

met P = 2 en 4 kb

$$F_2, F_4 = [12454 + 57(P)] / [4.662 - 3R \cdot \ln(K_D)] \quad (\text{Ferry en Spear, 1978})$$

met P = 2 en 4 kb

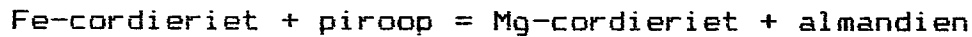
R = algemene gaskonstante = 1.986 kal per graad per g mol

=====

Die cordieriet-granaat geotermometer is soortgelyk aan die biotiet-

granaat geotermometer en is toegepas op drie mineraalassosiasies van gesteentemonster M-28, in Tabel 8-7.

Die reaksie wat die ewewig definieer is:



Tabel 8-7
Cordieriet-granaatgeotermometers

Gest.Nr.	Ass.Nr.	Mg/(Mg+Fe ²⁺)		K _D	Temperatuur		
		Cordieriet	Granaat		T	H ₂	H ₄
M-28	1	0.521	0.124	7.707	654	647	656
M-28	2	0.520	0.124	7.623	658	650	659
M-28	3	0.509	0.119	7.713	654	647	656

$$X_{\text{Cor}} = [\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})]_{\text{Cor}}$$

$$X_{\text{Gra}} = [\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})]_{\text{Gra}}$$

$$K_D = [X_{\text{Cor}} \cdot (1-X_{\text{Gra}})] / [(1-X_{\text{Cor}}) \cdot X_{\text{Gra}}]$$

$$T = [2724.9] / [0.896 + \ln(K_D)] \quad (\text{Thompson, 1976})$$

$$H_2, H_4 = [6150 + 30.3(P)] / [2.69 - 6.R.\ln(1/K_D)] \quad (\text{Holdaway en Lee, 1877})$$

met P = 2 en 4 kb

R = algemene gaskonstante = 1.986 kal per graad per g mol

Hierdie geotermometer toon 'n kleiner verspreiding, heelwaarskynlik weens die geringer invloed van ander elemente in die struktuur. Die invloed van Mn in die granaat en die water in die cordieriet kan die ooreenkoms van natuurlike met sintetiese mineraalreaksies nogtans verswak.

Die twee-veldspaat termometer, gebaseer op die variasie in die molekulêre breukdeel albiet in plagioklaas, teenoor ortoklaas met temperatuur, is laastens toegepas. Die temperatuur word eenvoudig afgelees vanaf isoterme van albiet in plagioklaas teenoor albiet in ortoklaas (Brown en Parsons, 1981, Fig 2) en korreksies aangebring vir drukke wat nie 1 kb is nie (18 °C word bygetel vir elke kb bo 1 kb). Die resultate vir drie monsters word in die onderstaande tabel gegee.

Tabel 8-8
Twee-veldspaatgeotermometer (Brown en Parsons, 1981)

Gest. Nr.	Albietinhoud (%)		Temperatuur °C	
	Plagioklaas	Ortoklaas	2_kb	4_kb
M-22	68.7	20.7	568	604
M-28	82.4	25.3	548	584
M-52	73.3	21.0	548	584

Die waardes bereken vir hierdie geotermometer is laer as vir die temperature bereken vanaf die mafiese minerale. Essene (1982) wys daarop dat hierdie termometer in sekere gevalle tot 50 °C laer kan wees as vir ander termometers, en dat dit slegs suksesvol gebruik kan word bo 500 °C. Die wanordelike rangskikking van Al in die veldspaatstruktuur asook ontmengings behoort met hierdie termometer in oorweging gebring te word.

Die gesteentemonster M-28 bevat al die mineraalassosiasies vir elk van die drie bogenoemde geotermometers. Die gemiddelde temperatuur vanaf die biotiet-granaat (629 °C), die cordieriet-granaat (652 °C) en die twee-veldspaat (548 °C) geotermometers vir hierdie gesteente is bereken as 610 °C en word hier aanvaar as 'n algemene hoogste temperatuur vir die metamorfe granofelse in die Zelikatskopomgewing.

8.8 MINERAALREAKSIES VAN DIE ALUMINOSILIKATE

Van die waargenome verandering in mineraalassosiasies met toenemende graad van metamorfisme vanaf die albiet-epidoot- na die horingblendehoringfels- tot uiteindelik by die pirokseenhoringfelsfasies, kan die volgende moontlike mineraalreaksies vir die aluminosilikasie opgestel word.

kaolinit + kwarts = pirofilliet + water (Hoschek, 1969)

pirofilliet = andalusiet + kwarts + water (Kerrick, 1968)

chloriet + muskoviet = biotiet

chloriet = biotiet + cordieriet

chloriet = cordieriet + biotiet + andalusiet (Hess, 1969)

chloriet + kwarts = almandien + water (Kamineni, 1976)

biotiet + kwarts + cordieriet = granaat + K-veldspaat + water
(Thompson, 1976)

biotiet + kwarts + almandien = K-veldspaat + cordieriet +
ortopirokseen + water (Grant, 1985)

biotiet + granaat = K-veldspaat + cordieriet + ortopirokseen +
water (Grant, 1973)

biotiet + kwarts = K-veldspaat + ortopirokseen + water
(Hoffer en Grant, 1980)

8.9 DIE PETROGENETIESE RUITDIAGRAM

Soos wat gebruiklik is by metamorfe gesteentes, is 'n druk-temperatuur petrogenetiese ruitdiagram saamgestel (Fig. 8-5), waarop die beduidende metamorfe mineraalreaksies van die omgewing aangedui word, en waarmee die metamorfe toestande omlyn kan word.

Die plasing van die ewewigskurwes van die aluminiumsilikate (Al_2SiO_5) is die eerste, en word hier beskou as die belangrikste inperking van die druk-temperatuurveld. Die rede vir die klem op hierdie fasesdiagram lê daarin dat dit seker die mees bestudeerde sisteem is (Holdaway, 1971; Althaus, 1967; Richardson et al., 1969) en van toepassing is op feitlik elke metamorfe provinsie. Die invloed van katione soos Fe en Ti en water in natuurlike gesteentes het 'n kleiner invloed as by ander tipes minerale. Die chemiese eenvoud daarvan wek vertroue in die eksperimentele vasstelling van enkelvariante kurwes en die driepunt. Die driepunt (3.76 kb, 501 °C) van Holdaway (1971) word deur veldpetroloë as die mees aanvaarbaar beskou (Essene, 1982) en word in hierdie studie aanvaar. Veronderstelde foute is ± 0.5 kb en ± 50 °C vir die trippelpunt en 50-100 °C vir die andalusiet-sillimaniet reaksiekurwe (Essene, 1982).

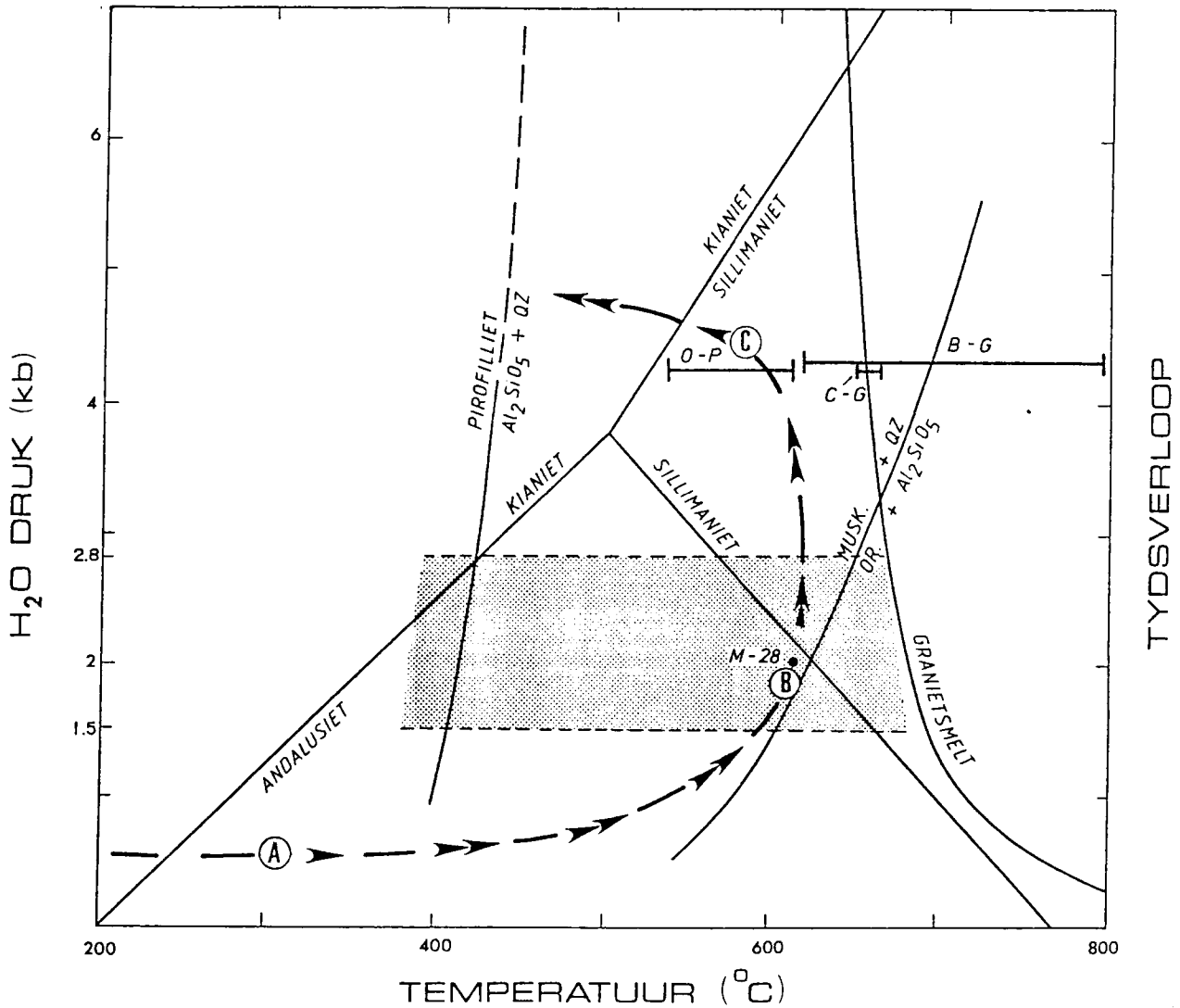


Fig. 8-5: Petrogenetiese ruitdiagram en petrogenetiese lus, om die metamorfe druk- en temperatuurtoestande tydens metamorfisme te omlyn en die metamorfe geskiedenis te volg. Temperatuurberoeke vir die verskeie geotermometers: O-P twee-veldspaatgeotermometer, B-G biotiet-granaatgeotermometers, C-G cordieriet-granaatgeotermometers.

Die tweede inperking is die aanvaarding dat die totale druk = waterdruk. Die teenwoordigheid van waterhoudende fases soos biotiet, muskoviet, amfibool en chloriet, en die feit dat die gesteentes slegs een episode van metamorfisme ondergaan het, wys daarop dat hierdie aanname korrek is.

Met die bogenoemde inperkings in gedagte en die feit dat andalusiet die enigste aluminiumsilikaat is wat algemeen in die metapeliete voorkom, is 'n druksone op Figuur 8-5 ingestip. Dit dui die maksimum en minimum druk aan wat geheers het tydens die aanvanklike metamorfisme. Die sone sny die andalusiet-sillimaniet reaksiekurwe aan die hoë temperatuurkant by ongeveer 660 °C en 1.5 kb, wat ooreenstem met die laagste druk wat bereken is vir die Fotgietersrusomgewing tydens die inplasing van die laer sone van die Bosveld Kompleks (Nell, 1985). Die boonste limiet vir die druk word aan die lae temperatuurkant beperk deur die die snypunt van die kianiet-andalusiet reaksiekurwe en die maksimum stabiliteitstemperatuurkurwe van pirofilliet (Kerrick, 1968). Hierdie limiet sal die afwesigheid van kianiet laer in die opeenvolging verklaar.

Dit is duidelik dat die berekende drukke van 4.2 tot 4.3 kb geensins inpas by die veldgegevens nie, aangesien dit die mineraalassosiasies in die sillimanietveld plaas. Die gesteentes laer af in die stratigrafiese opeenvolging sal in so 'n geval kianiethoudend wees en nie andalusiethoudend nie. 'n Druk van ongeveer 4.2 kb sal ook die gesteentes onderwerp aan granitiese uitsmelting, wat nêrens in die Nietverdiendomgewing gevind is nie. Die berekende temperature van tot 790 °C volgens die biotiet-granaat geotermometers (by 4 kb) sou die gedeeltelike opsmelting van die metapeliete veroorsaak het, selfs by 'n druk so laag as 1.5 kb.

Nell (1985) het hierdie tweestrydigheid verklaar aan die hand van twee onderskeibare stadiums van metamorfisme. Die eerste is verwant aan die indringing van die laer sone en die laer kritieke sone van die Bosveld Kompleks, met 'n druk van 1.5 kb en 'n temperatuur van tot 750 °C. Die tweede is verwant is aan die inplasing van die magma van die boonste deel van die kritieke sone, die hoofzone en

die sone van die Bosveld Kompleks, met 'n druk van 4 tot 5 kb en 'n temperatuur van 900 °C. Veldgetuigenis dui daarop dat dit nie die geval was in die Nietverdiendomgewing nie.

Vir die Nietverdiendomgewing word aanvaar dat die algemene druk van 1.5-2.8 kb en temperature van 350-650 °C tydens die periode van progressiewe kontakmetamorfisme geheers het. Hierdie progressiewe metamorfisme word geneties gekoppel aan die periodieke inplasing van magma waaruit die gesteentes van die rand-, laer en kritieke sone van die Bosveld Kompleks gekristalliseer het. Die totale minimum dikte van die dak bokant die Magaliesbergkwartsiet tydens die hoogtepunt van kontakmetamorfisme word beraam op 4500 m (1.5 kb), dws 1500 m Rooiberg Groep (SACS, 1980), 800 m randsones, 1000 m laer sone, en 1100 m kritieke sone van die Bosveld Kompleks. Die res kan toegeskryf word aan gesteentes aan die top van die Pretoria Groep en 'n klein hoeveelheid magma van die hoofsones van die Bosveld Kompleks. In die volgende paragraaf word aangetoon dat enige verdere inplasing van magma slegs her-ekwilibrasie tussen reedsgevormde fases bewerkstellig het.

8.10 DIE PETROGENETIESE LUS

Die petrogenetiese lus stip die verloop van die metamorfe geskiedenis in 'n bepaalde gebied, dws. die verandering van die druk- en temperatuurtoestande met tyd.

Die pad wat die metamorfe proses in die Nietverdiendomgewing gevolg het word in Figuur 8-5 teen tydsverloop aangestip en kan chronologies as volg verklaar word. As voorbeeld word die veronderstelde pad wat die granaathoringfels M-28 van die plaas Zelikatskop 16 JP gevolg het, aangedui. Voor die inplasing van die magma van die Bosveld Kompleks was die temperatuur as gevolg van die geotermiese gradient moontlik 200 °C en die druk 0.5 kb (gepostuleerde dikte van die Rooiberg Groep in die Wes-Transvaal?) (SACS, 1980). Die plate van die Marico Hipabissale Suite het geringe, lokale temperatuurstygings bewerkstellig. Bedekkingsmetamorfisme word verantwoordelik gehou vir die albiet-epidoot horingfelsfasies (of groenskisfasies) van metamorfisme wat tipies is van alle vloergesteentes buite die metamorfe ooreool van die Bosveld Kompleks in hierdie gebied. Die

aanvanklike opgelegde termale en drukeffekte het gekom ((A) op Figuur 8-5) met die eerste pulse van inplasing van die randsonemagma. Die afwesigheid van 'n globale uitsmelting van die vloergesteentes dui daarop dat hierdie "plate" van randsonemagma relatief dun was. Die aanvanklike hoë waterinhoud van die vloergesteentes het die hitte vanaf die kontak kon wegvoer. Hierdie kilzone van randsonegesteentes het die metasedimente uitgevoer en afgeskerm teen intense termale effekte (sanidinietsfasies) deur daaropvolgende magma-pulse. Met die verloop van magma-inplasing het die temperatuur en druk geleidelik gestyg ((A) na (B) op Figuur 8-5). Tydens hierdie progressiewe metamorfisme het alle finale mineraalfasereaksies plaasgevind, dus die granaat-cordieriet-biotiet-kwarts assosiasie van die granofels M-28 by punt (B) op die diagram. Op hierdie stadium was die kristallisasie van die gesteentes van die kritieke sone van die Bosveld Kompleks in alle waarskynlikheid voltooi. Die groot dikte van hierdie gesteentes het gedien as isolasie en geen verdere temperatuurstygings kon plaasvind nie. Die hitteverlies tydens kristallisasie van die Bosveld Kompleks het grotendeels deur die dakgesteentes plaasgevind en 'n ewewigstemperatuur van ongeveer 600 °C is gehandhaaf vir M-28. Die inplasing van magma van die hoof- en bosone van die Rustenburg Gelaagde Suite asook die Bosveldgraniete het slegs 'n toename in druk veroorsaak, met 'n moontlike geringe afname in temperatuur ((B) na (C) op Figuur 8-5). Die afwesigheid van die nodige reaksie-aktiveringsenergie het verhoed dat enige nuwe metamorfe mineraalreaksies tydens hierdie periode plaasgevind het. Selfs faseveranderings soos andalusiet na sillimaniet, was uitgesluit. Na-metamorfe herekwilibrasie het wel plaasgevind. Katione soos Mg en Fe²⁺ kon tydens die periode verwissel tussen granaat, cordieriet, biotiet en ortopirkseen om die chemiese ewewig te handhaaf met die toenemende druk. Na afloop van die Bosveld magmatiese episode het die temperatuur begin daal, maar die "vingerafdruk" van die finale druk van 4.2 kb is "gevestig" in die metamorfe minerale.

Die slotsom waartoe gekom word is dat die granofelse uit mineraalfases bestaan wat gekristalliseer het by toestande van bokant 600 °C en 1.5 kb druk, en die finale produk van kontakmetamorfisme uitmaak, maar dat die kationewewigste getuig van 'n druk van meer as 4.2 kb as gevolg van na-kristallisasie ewilibrasie.

9. ALGEMENE OORSIG EN GEVOLGTREKKINGS

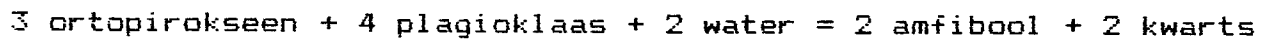
Die verskeidenheid van gesteentetipes van die Transvaal Opeenvolging in die Maricodistrik getuig van wisselende afsettingstoestande gedurende die geologiese geskiedenis. Die groter diktes van die kwartsietlae asook die algemene voorkoms van die konglomeraatlae in die noordweste is 'n aanduiding dat die aanvoer van afsettings vanuit hierdie rigting was. Sedimentêre strukture, soos riffelmerke en flaser-gelaagdheid, getuig van algemene vlakwater- en lokale getyvlakke-afsettings. Die groot diktes van metapeliete, insluitende die dik grafitiese lei ten ooste en noord-ooste van Enzelsberg, getuig van diepwater afsettingstoestande in hierdie omgewing, na die afsetting van die Daspoort Formasie. Die beperkte voorkoms van sommige magnetiet-draende konglomerate en kwartsiete in die noord-weste van die navorsingsgebied, is 'n verdere bewys vir lokale afsettingskomme.

Die vloergesteentes van die Bosveld Kompleks in die Nietverdiend-omgewing word gekenmerk deur groot vlak plooistrukture met benaderde noord-suidstreckende plooï-asse, en dekblaaië met vlakhellende verskuiwingsvlakke. Albei hierdie struktuurtypes word verklaar aan die hand van die gravitasieglyding van ongekon-solideerde afsettings van wes na oos.

Die Hekpoort Formasie word chemies geklassifiseer as intra-kratoniese andesiete. Die gesteentes is baie gelysoortig aan, maar tog chemies onderskeibaar van die Hekpoort Formasie in die Oos-Transvaal en die Ongeluk Formasie van die Noord-Kaap. Die tussengelaagde chert en gelaagde tuf getuig van onderwaterse afsetting in die Wes-Transvaal. Die andalusiet-muskovietlaag wat die lawas direk oorlê, word beskou as 'n paleogrand, en het ontstaan deur die chemiese uitloging van die lawa.

Die Marico Hipabissale Suite bestaan hoofsaaklik uit dun amfibolitiese en noritiese plate wat tussengelaagd met die Pretoria Groep voorkom. Die jonger noritiese tipe is algemeen naby die kontak van die Bosveld Kompleks terwyl die ouer amfiboliete verder van die kontak voorkom. Laasgenoemde kan in sommige gevalle toevoersplete vir die Hekpoortlawas verteenwoordig. Die twee tipes

hipabissale gesteentes is chemies ekwivalent aan mekaar, maar verskil in hierdie opsig aansienlik van die randsones van die Rustenburg Gelaagde Suite. Die volgende hidrasiereaksie word voorgestel vir die vorming van amfiboliet uit noriet.



In die Nietverdiendomgewing word daar geen hipabissale ekwivalent van die randsones aangetref nie. Die sone bestaan uit oliviennoriete, noriete en gabbroïese noriete, en kan litologies onderverdeel word in 'n aantal sikliese eenhede. 'n Vergelyking met profiele vanaf ander dele van die Bosveld Kompleks dui op 'n uitsonderlike dikte van dié sone in hierdie omgewing. Die siklisiteit van die rand- laer en kritieke sone word bevestig deur verskeie chemiese parameters, en word verklaar aan die hand van agtereenvolgende magma-pulse, elk met 'n periode van progressiewe kristallasie, gevolg deur 'n periode van progressiewe reaksie. Daar word dus deurentyd geïntegreer onder die samestellings- en temperatuurkurwe.

Die laer en die kritieke sone bestaan uit die kumulusminerale bronsiet, chrisoliet en chromiet wat in verskillende modale verhoudings tot mekaar voorkom. In die laer sone bestaan die sikliese eenhede algemeen uit 'n dunië-/harzburgiet, gevolg deur 'n bronsiet. Die kritieke sone, daarenteen, bevat chromiet aan die basis van elke sikliese eenheid, gevolg deur 'n bronsiet. Olivienkumulate is ondergeskik in die kritieke sone. "Omgekeerde" differensiasie word uitgebeeld deur die algemene afname in die F-waarde van die gesteentes en minerale, van onder aan die randsones tot ongeveer die aanvang van sikliese eenheid 12 van die laer sone. Die chromiet is uit fase met die silikate en bereik 'n maksimum en plato vir die $\text{Cr}/(\text{Al}+\text{Fe}^{3+}+\text{Cr})$ -verhouding by die LG-4 chromietlaag, aan die begin van sikliese eenheid 16. Hierdie "omgekeerde" differensiasie word verklaar aan die hand van samestellingsintegrasie, saam met die uitwerking van 'n toenemende magmavolume bokant die akkumulerende kristalle.

'n Kinetiese kristallasiemodel vir die ontstaan van die chromietlae word voorgestel. Tydens die kristallasie van chromiethoudende duniëte en harzburgiete in die laer sone is die

modale hoeveelhede chromiet deur olivien verdun. Tydens die kristallisatie van die kritieke sone, was die oorliggende magma deur differensiasie genoegsaam verryk aan silika om slegs geringe olivienkristallisatie toe te laat, en chromietkonsentrate het gevorm. Die lae kristallisasietempo van olivien relatief tot ortopirokseen, is daarvoor verantwoordelik dat daar meer modale chromiet saam met olivien as saam met ortopirokseen gevind word. Progressiewe reaksie, en konveksiestrome om die magma te vermeng, het bydraende rolle gespeel tydens die vorming van die chromitiete.

Die metamorfe ouereool in die Maricodistrik behels gesteentes behorende tot die albiet-epidootoringfelsfasies, die horingblende-horingfelsfasies, asook die granofelse in die opgebuipte vloerstrukture, behorende tot die pirokseenhoringfelsfasies. Die variasie in chemiese samestelling van die verskillende metasedimentêre lae, saam met die ewewydige stand van die lae en die metamorfe isograde, bemoeilik die taak om isograde in die veld tussen die fasies te trek. Geotermobarometrie van die ortopirokseen- en granaatfelse lewer 'n gemiddelde temperatuur van 610 °C en 'n druk van 4.25 kb. Met behulp van 'n petrogenetiese ruitdiagram en 'n petrogenetiese lus word aangetoon dat die maksimum druk tydens die inplasing van die aanvanklike magma van die Rustenburg Gelaagde Suite in alle waarskynlikheid nie hoër as 2 kb was nie. Die berekende druk van 4.25 kb word toegeskryf aan herekwilibrasie van die ferromagnesiese fases, tydens die kristallisatie van die totale Bosveld Kompleks.

BEDANKINGS

Die skrywer spreek hiermee sy innige dank en waardering uit teenoor die volgende persone en instansies vir die hulp en bystand wat hulle verleen het:

1. Die Geologiese Opname van die Departement van Minerale- en Energiesake vir die finansieële ondersteuning met die aanvanklike kontrakkartering. Hulle word ook bedank vir die verskaffing van lugfotos en die 1:100 000 topokadastrale kaart wat gebruik is om die dagsoomkaart saam te stel.
2. Die WNNR met die persoonlike navorsingstoekennings vir reis- en verblyfkostes tydens die aanvanklike kartering in die Nietverdiendomgewing. Ook word hulle bedank vir die latere toekennings aan die Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks wat na hierdie projek oorgedra is.
3. Die Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks met die finansieële ondersteuning van die veldwerk, die natrekwerk en fotografiese dienste.
4. Die Universiteit van Pretoria vir die navorsingstoekennings vir 'n hele aantal jare.
5. Verref Mining (Marico Chrome Corporation) vir die DS3/1 boorkern vanaf die plaas Strydfontein, asook vir 'n insae in die kaart, kleurlugfotos, infra-rooi lugfotos en monochroom lugfotos van hulle mynbougebied.
6. Zeerust Chrome Mines vir 'n kaart van die chromitiete en mynbougroewe op die plaas Turfbult.
7. Anglo American Corporation vir die kern en boorgatstaat van die diep boorgat G1 op die plaas Goudini, waarsonder hierdie projek beslis nie aangepak kon word nie. Hulle word ook bedank vir 'n geologiese kaart van die Nietverdiendomgewing.
8. Die Rio Tinto Exploration, Falconbridge Exploration en Armco Bronne mynmaatskappye vir geologiese kaarte en boorgatinligting van

gedeeltes van die plase Goudini en Roode Kopjes Put.

9. Die studente, voorgraads sowel as nagraads, wat elk 'n onmisbare bedrae gelewer het met hulle veldwerk, met die saamstel van die kaart en vir 'n beter begrip van die geologie van die Marico-distrik.

10. Die tientalle boere van die Maricodistrik vir die toestemming om op hulle plaaseiendomme veldwerk te doen. 'n Spesiale woord van dank word gerig aan Mnr Deon Haasbroek, Mnr Attie de Waal, Mev Lucy Rall, Mnr Flip Welman en Mnr Joubert en ander, wat huisvesting verleen het aan studente tydens hul karteerprojekte.

11. Die bestuurders van Marico Chrome Corporation op die plaas Driekop, nl. Mnr Nick Lotter en Mnr Chris Wentzel asook albei se vrouens wie aan die skrywer verblyf en etes verskaf het tydens sy karteerwerk en talle besoeke aan die Nietverdiendomgewing.

12. Die Departemente Geochemie van die Universiteit van Kaapstad vir die gebruik van hulle elektronmikrosonde teen 'n nominale lae fooi, asook die gratis verblyf in hulle woonstel tydens die drie twee-week tydperke in Kaapstad.

13. Mev I Cornelius van die Departement Geografie, Mej N Nixon van die Departement Geologie, Mev. M Potgieter van die Instituut vir Geologiese Navorsing op die Bosveldkompleks, aldrie van die Universiteit van Pretoria, asook Mev H Swart van die Departement Geografie van die Potchefstroomse Universiteit vir CHO, vir die natrek- en tekenwerk vir die projek.

14. Prof Martin Sharpe vir sy goeiehartige beskikbaarstelling van rekenaarprogrammatuur, soos byvoorbeeld die kristallasieprogram van Nathan en Van Kirk, die normberekening van Irvine en Baragar, die mineraalstruktuurberrekening van Finger, en nog meer. Hy word ook bedank vir die gegewens oor die seldsame aardmetale en ander data van die vulkaniese gesteentes.

15. Prof G von Gruenewaldt vir sy gewillige en voordurende ondersteuning van die projek, asook die opbouende kritiek gelewer op hierdie tesis.

16. Prof C P Snyman vir die informele maar waardevolle besprekings van die navorsingswerk, en die opbouende kritiek gelewer op hierdie tesis.

17. My vrou Greta vir haar morele ondersteuning, geduld en aanmoediging tydens hierdie langdurige navorsingsprojek.

VERWYSINGS

- * ALTHAUS, E., 1967. The triple point andalusite-sillimanite-kyanite. Contr. Miner. Petrol., 16, 29-44.
- BARTH, T.F.W., 1952. Theoretical Petrology "A Textbook on the origin and the evolution of rocks", John Wiley & Sons, New York, Chapman & Hall Ltd., London, 387pp.
- BATES, R.L. AND JACKSON, J.A., 1980, Glossary of Geology, A.G.I., 2nd. ed., 751pp.
- BATTEY, M.H. 1981. Mineralogy for students, Longman Inc., New York, 355pp.
- BENCE, A.E. and ALBEE, A.L., 1968. Empirical correction factors for the electron micro-analysis of silicates and oxides. J. Geol., 76, 382-403.
- BIESHEUVEL, K., 1970. An interpretation of a gravimetric survey in the area west of the Pilanesberg in the western Transvaal. Geol. Soc. S. Afr., Spec. Publ. 1, 266-282.
- BLATT, H., MIDDLETON, G. and MURRY, R., 1972. Origin of sedimentary rocks, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey., 634pp.
- BOARDMAN, L.G. and VAN ROOYEN, D.P., 1949. Notes on portion of the far western Bushveld Igneous Complex. Industr. Miner., Quart. Circ., Dept. Min. S. Afr., QR 58, 11-18.
- BOHLEN, S.R., WALL, V.J. and BOETTCHER, A.L., 1982. Experimental investigations and geological applications of equilibria in the system FeO-TiO₂-Al₂O₃-SiO₂-H₂O, (manuscript in preparation).
- BROWN, W.L. and PARSONS, I., 1981. Towards a more practical two-feldspar geothermometer. Contr. Miner. Petrol., 76, 369-377.
- BURGER, A.J. and COERTZE, F.S., 1975. Age determinations : April 1972 - March 1974. Ann. Geol. Surv. S. Afr., 10, 135-141.
- * BUTTON, A., 1978. Diapiric structures in the Bushveld, north-Eastern Transvaal. Econ. Geol. Res. Unit. Univ. Witwatersrand, Inf. Circ., 123, 6pp.
- , 1979. Early proterozoic weathering profile on the 2200 M.Y. old Hekpoort Basalt, Pretoria Group, South Africa : Preliminary results. Econ. Geol. Res. Unit. Univ. Witwatersrand, Inf. Circ., 133, 19pp.
- CAMERON, E.N., 1974. Postcumulus and subsolidus equilibration of chromite and coexisting silicates in the eastern Bushveld Complex. Geochim. Cosmochim. Acta, 39, 1021-1233.
- , 1978. The lower zone of the Bushveld Complex in the Olifants River trough. J. Pet., 19, 437-462.

- , 1980. Evolution of the lower critical zone, central sector, eastern Bushveld Complex, and its chromite deposits. Econ. Geol., 75, 845-871.
- CAWTHORN, R.G., DAVIES, G., CLUBLEY-ARMSTRONG, A., McCARTHY, T.S., 1981. Sills associated with the Bushveld Complex, South Africa: and estimate of the parental magma composition. Lithos, 14 1-16.
- COUSINS, C.A. and FERINGA, G., 1964. The chromite deposits of the western belt of the Bushveld Complex, in HAUGHTON, S.H., (ed). The geology of some ore deposits in Southern Africa, Geol. Soc. S. Afr., 2, 183-202.
- COUSINS, C.A., 1959. The structure of the mafic portion of the Bushveld Igneous Complex. Trans. geol. Soc. S. Afr., 62, 179-189.
- COX, K.G., BELL, J.D., and PANKHURST, R.J., 1979. The interpretation of igneous rocks, George Allen & Unwin Ltd, 450pp.
- CROCKETT, R.N., 1971. Some aspects of post-Transvaal system tectogenesis in southeastern Botswana with particular reference to the Lobatse and Ramotswa areas. Trans. geol. Soc. S. Afr., 74, 211-235.
- DE LA ROCHE, H., LETERRIER, J., GRANDCLAUDE, P. and MARCHAL, M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1 R2-diagram and major-element analyses. Its relationships with current nomenclature. Chem. Geol., 29, 183-210.
- DE WAAL, S.A., 1975. The chromite from the Marico occurrence, western Transvaal, its alteration, and possible reasons for its refractory nature. Nat. Inst. Metallurgy, Rep., 1730, 14pp.
- DOWTY, E., 1980. Crystal growth and nucleation theory, and the numerical simulation of igneous crystallization. in HARGRAVES, R.B., (ed). Physics of magmatic processes., Princeton University Press, 585pp.
- ENGELBRECHT, J.P., 1973. The metamorphosed rocks of the Pretoria Series and the associated intrusive diabases in the Enzelsberg area, Marico district. Unpub. M.Sc thesis, Univ. of Pretoria, 63pp.
- , 1976. Meta-sediments of the Pretoria Group in the Enzelsberg area, Marico district. Trans. geol. Soc. S. Afr., 79, 61-75.
- , 1985. The chromites of the Bushveld Complex in the Nietverdiend area. Econ. Geol., 80, 896-910
- ESSENE, E.J., 1982. Geologic thermometry and barometry. In: Characterization of metamorphism through mineral equilibria. Reviews in Mineralogy., 10, Miner. Soc. Am., 153-196.

- FERRY, J.M. and SPEAR, F.S., 1978. Experimental calibration of the Fe and Mg between biotite and garnet. Contr. Miner. Petrol., 66, 113-117.
- FRICK, C., 1973. The "sill phase" and the "chill zone" of the Bushveld Igneous Complex. Trans. geol. Soc. S.Afr., 76, 7-15.
- GILL, J.B., 1981. Orogenic andesites and plate tectonics. Springer-Verlag, 390pp.
- GRANT, J.A., 1973. Phase equilibria in high - grade metamorphism and partial melting of pelitic rocks. Am. J. Sc., 273, 289-317.
- , 1985. Phase equilibria in low - pressure and partial melting of pelitic rocks. Am. J. Sc., 285, 409-435.
- GROBLER, N.J. and BOTHA, B.J.V., 1979. Pillow-lavas and hyaloclastite in the Ongeluk Andesite Formation in a road-cutting west of Griquatown, South Africa. Trans. geol. Soc. S. Afr., 79, 58-60.
- HATTON, C.H. and VON GRUENEWALDT, G., 1985. Chromite from the Swartkop Chrome Mine - an estimate of the effects of subsolidus re-equilibration. Econ. Geol., 80, 911-924.
- HENSEN, B.J. and GREEN, D.H., 1973. Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic compositions at high pressures and temperatures. Contr. Miner. Petrol., 39, 151-166.
- HESS, H.H., 1960. Stillwater Igneous Complex, Montana. Geol. Soc. Am., Mem. 80, 230pp.
- HESS, P.C., 1969. The metamorphic paragenesis of cordierite in pelitic rocks. Contr. Miner. Petrol., 24, 191-207.
- HILL, R. and ROEDER, P. 1974. The crystallization of spinel from basaltic liquid as a function of oxygen fugacity. J. Geol., 82, 709-729.
- HOFFER, E. and GRANT, J.A., 1980. Experimental investigation of the formation of cordierite-orthopyroxene parageneses in pelitic rocks. Contr. Miner. Petrol., 73, 15-22.
- HOLDAWAY, M.J., 1971. Stability of andalusite and the aluminium silicate phase diagram. Am. J. Sc., 271, 97-131.
- HOLDAWAY, M.J. AND LEE, S.M., 1977. Fe-Mg cordierite stability in high-grade pelitic rocks based on experimental, theoretical, and natural observations. Contr. Miner. Petrol., 63, 175-198.
- HOLMES, G.G., 1905. The Pretoria Series in the Marico District. Trans. geol. Soc. S.A., 7, 167-174.
- HULBERT, L.J. en SHARPE, M.R., 1981. The metamorphics project: Ann. Rep. Inst. Geol. Res. Bushveld Complex (1980), Univ. Pretoria, S. Afr., 30-32.

- HUMPHREY, W.A., 1911. The geology of the country lying northwards from Zeerust. Explan. sheet 9 (Marico). Geol. Surv. S. Afr., Dept. Min. Govt. Printer. Pretoria, 30pp.
- HUNTER, D.R., 1975. The regional geological setting of the Bushveld Complex. (An adjunct to the Provisional Tectonic Map of the Bushveld Complex.), Econ. Geol. Res. Unit, Univ. Witwatersrand, Johannesburg, 18pp.
- IRVINE, T.N., 1975. Crystallization sequences in the Muskox intrusion and other layered intrusions-II. Origin of chromitite layers and similar deposits of other magmatic ores. Geochim. Cosmochim. Acta., 39, 991-1020
- , 1977. Chromite crystallization in the join Mg_2SiO_4 - $CaMgSi_2O_6$ - $CaAl_2Si_2O_8$ - $MgCr_2O_4$ - SiO_2 . Carnegie Inst. Washington, Year Book, 76, 465-472.
- , 1980. Magmatic infiltration metasomatism, double-diffusion fractional crystallization and adcumulus growth in the Muskox intrusion and other layered intrusions, in HARGRAVES, R.B. (ed), Physics of magmatic processes, Princeton University Press, 585pp.
- IRVINE, T.N. and BARAGAR, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Sci., 8, 523-548.
- JACKSON, E.D., 1961. Primary textures and mineral associations in the ultramafic zone of the Stillwater Complex, Montana. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 358, 106pp.
- KAMINENI, D.C., 1976. Coexisting garnet and chlorite in crystalline rocks. N. Jb. Miner. Mh., 4, 174-185.
- KERRIK, D.M., 1968. Experimental on the upper stability limit of pyrophyllite at 1.8 kilobars and 3.9 kilobars water pressure. Am. J. Sc., 266, 204-214.
- KINGSLEY, C.S. 1961. Die geologie van die gebied in die omgewing van Linokana. Unpub. Rep., Geol. Surv. S. Afr., Dep. Mines., Pretoria, 15pp.
- KLOP, A.A.C., 1978. The metamorphosed sediments of the Pretoria Group and the associated rocks northwest of Zeerust, western Transvaal. Unpub. M.Sc thesis, Univ. of Pretoria, S. Afr., 87pp.
- KRAUSKOPF, K.B. 1979. Introduction to geochemistry. 2nd ed., McGraw-Hill, 617pp.
- KRUPARZ, H. and VAN RENSBURG, W.C.J. 1965. The chromitite deposits at Nietverdiend, Marico district, Transvaal. Ann. Geol. Surv. S. Afr., 4, 137-145.
- KUSHIRO, I., 1972. Determination of liquidus relations in synthetic silicate systems with electron probe analysis: The system forsterite-diopside-silica at one atmosphere. Am. Miner., 57, 1260-1272.

- KYNASTON, H. and HUMPHREY, W.A., 1920. The geology of the northern portions of the districts of Marico and Rustenburg. Expl. Sheet 14 (Witfontein), Sheet (Crocodile Pools)., Geol. Surv. S. Afr., Dept. Min. Govt. Printer., Pretoria, 38pp.
- LE MAITRE, R.W., 1976a. Some problems of the projection of chemical data into mineralogical classifications. Contr. Miner. Petrol., 56, 181-189.
- , 1976b. A new approach to the classification of igneous rocks using the basalt-andesite-dacite-rhyolite suite as an example. Contr. Miner. Petrol., 56, 191-203.
- , 1982. Numerical Petrology. "Statistical interpretation of geochemical data. Elsevier Sci. Publ. Company inc., New York, 281pp.
- LIEBENBERG, W.R. 1942. The basal rocks of the Bushveld Complex in the Marico district south of Dwarsberg. Trans. geol. Soc. S. Afr., 45, 81-108.
- LOMBAARD, B.V., 1934. On the differentiation and relationships of the rocks of the Busveld Complex. Trans. geol. Soc. S. Afr., 37, 5-52.
- LUTH, W.C., JOHNS, R.H., and TUTTLE, O.F., 1964. The granite system at pressures of 4 to 10 kilobars. J. Geophys. Res., 69, 759-773.
- MacGREGOR, B.I. 1964. A refractory chrome ore deposit in the Groot Marico District, Transvaal. in HAUGHTON, S.H., (ed). The geology of some ore deposits in Southern Africa, Geol. Soc. S. Afr., 2, 203-207.
- MCDONALD, J.A., 1967. Evolution of the lower critical zone, farm Ruighoek, western Bushveld. Journ Petrol., 8, 165-209.
- MORSE, S.A., 1980. Basalts and Phase Diagrams, Springer Verlag, 493pp.
- MUDGE, M.R., 1968. Depth control of some concordant intrusions. Geol. Soc. Amer. Bull., 79, 315-332.
- NATHAN, H.D. and VAN KIRK, C.K., 1978. A model of magmatic crystallization. Journ. Petrol., 19, 66-94.
- NEL, H.J., 1940. The basal rocks of the Bushveld Igneous Complex, north of Pretoria. Trans geol. Soc. S. Afr., 43, 37-68
- NELL, J., 1985. The Bushveld metamorphic aureole in the Potgietersrus area: Evidence for a two-stage metamorphic event. Econ. Geol., 80, 1129-1152.
- NORRISH, K. and HUTTON, J.J., 1969. An accurate X-ray spectrographic method for analysis of a wide range of geological samples. Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 431-453.

- OSBORN, E.F., 1978. Changes in phase relations in response to change in pressure from 1 atm to 10 kbar for the system Mg_2SiO_4 -iron oxide- $CaAl_2Si_2O_8$ - SiO_2 : Carnegie Inst. Washington, Year Book., 77, 784-790.
- PEARCE, J.A. and CANN, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses Earth and planetary Sci. Lett., 19, 290-300.
- PEARCE, J.A., 1974. Statistical analysis of major element patterns in basalts. J. Pet., 17, 15-43.
- FOLDERVAART, A. and GILKEY, A.K., 1954. On clouded plagioclase. Am. Miner., 39, 75-91.
- READING, H.G., 1978. Sedimentary Environments and Facies. Blackwell. Sci. Publ., 557pp.
- REYNOLDS, R.C., 1963. Matrix corrections in trace element analysis by X-ray fluorescence: Estimation of mass-absorption coefficient by Compton scattering. Amer. Miner., 48, 1133-1138.
- RICHARDSON, S.W., GILBERT, M.C. and BELL, P.M., 1969. Experimental determination of kyanite-andalusite and andalusite-sillimanite equilibria, the aluminium silicate triple point. Am. J. Sc., 267, 259-272.
- ROBERTS, J.L., 1970. The intrusion of magma into brittle rocks, in NEWALL, G. and RAST, N., (eds). Mechanism of Igneous Intrusion, Gallery Press, Liverpool, 287-338.
- SHAND, S.J., 1949. Eruptive rocks. "Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits". George Allen & Unwin. Ltd, 487pp.
- SHARPE, M.R., BRITS, R., and ENGELBRECHT J. P., 1983. Rare earth and trace element evidence pertaining to the petrogenesis of 2,3 GA old continental andesite and other volcanic rocks from the Transvaal Sequence, South Africa. Inst. Geol. Res. Bushveld Complex, Pretoria, S. Afr., Res. Rept., 40, 63pp.
- , 1984. Petrography, classification and chronology of mafic sill intrusions beneath the Eastern Bushveld Complex. Geol. Surv. S. Afr., Bull., 77, 40pp.
- , and CHADWICK, B., 1981. The geometry and origin of structures in certain Transvaal sequence rocks within and adjacent to the eastern compartment of the Bushveld Complex. Inst. Geol. Res. Bushveld Complex, Pretoria, S. Afr., Res. Rept., 27, 19pp.
- , and IRVINE, T.N., 1983. Melting relations of two Bushveld chilled margin rocks and implications for the origin of chromitite. Carnegie Inst. Washington, Year Book, 82, 295-300.
- , and SNYMAN, J.A., 1980. A model for the emplacement of the eastern compartment of the Bushveld Complex. Tectonophysics, 65, 85-110.

- SNETHLAGE, R., and VON GRUENEWALDT, G., 1977. Oxygen fugacity and its bearing on the origin of chromitite layers in the Bushveld Complex. in KLEMM, D.D., and SCHNEIDER, H.J., (eds), Time and strata-bound ore deposits. Springer-Verlag, 444pp.
- SOUTH AFRICAN COMMITTEE FOR STRATIGRAPHY (SACS). 1980. Stratigraphy of South Africa. Part 1 (Comp. KENT, L.E.). Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa / Namibia, and the Republics of Bophuthatswana, Transkei and Venda., Geol. Surv. S. Afr., 8, 638pp.
- STRECKEISEN, A.L., 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. N. Jb. Miner., 107, 144-240.
- THOMPSON, J.B., 1957. The graphical analysis of mineral assemblages in pelitic schists. Am. Miner., 42, 842-857.
- , 1976. Mineral reactions in pelitic rocks : II Calculation of some P-T-X (Fe-Mg) phase relations. Am. J. Sc., 276, 425-454.
- TURNER, F.J., 1968. Metamorphic petrology - Mineralogical and field aspects., McGraw-Hill. Inc., 403pp.
- ULMER, G.C., 1969. Experimental investigations of chromite spinels. Econ. Geol., Mon., 4, 114-131.
- VAN ROOYEN, D.P., 1948. Fluviale andalusietafsettings in die distrik Marico. Bull. Geol. Opn. S. Afr., 19, 16pp.
- VERMAAK, C.F., 1970. The geology of the lower portion of the Bushveld Complex and its relationship to the floor rocks in the area west of the Pilanesberg, Western Transvaal. Geol. Soc. S. Afr., Spec. Publ. 1, 242-265.
- , 1976. The nickel pipes of Vlakfontein and vicinity, western Transvaal. Econ. Geol. 71, 261-186.
- , 1976. The Merensky Reef - Thoughts on its environment and genesis. Econ. Geol. 71, 1270-1298.
- VERWOERD, W.J., 1967. The carbonatites of South Africa and South West Africa. Geol. Surv. S. Afr., 6, 452pp.
- WAGNER, P.A., 1923. The chromite of the Bushveld Igneous Complex. S. Afr. J. Sci., 20, 223-235.
- WILLEMSE, J., 1959. The "floor" of the Bushveld Igneous Complex and its relationships, with special reference to the eastern Transvaal. Geol. Soc. S. Afr., Proc., 62, XXI-LXXX.

BYLAAG 1-1ANALITIESE METODEDES

1. ELEKTRONMIKROSONDE-ONTLEDINGS

Alle hoofelementontledings op minerale is uitgevoer met 'n elektronmikrosonde. Daar word 'n totaal van 839 mineraalontledings saam met die struktuurformules en sekere katioonverhoudings in die BYLAE van die onderskeie hoofstukke gegee. Die mineraalontledings sluit die volgende in: 183 ortopiroksene, 62 klinopiroksene, 34 oliviene, 15 plagioklase, 5 ortoklase, 607 chromiete, 43 cordieriete, 11 granate, 48 biotiete, 1 chloriet, 11 amfibole, en 2 prehniete.

Die chromietontledings is uitgevoer op poleerstukke waarin saamgestelde verteenwoordigende chromitietbrokstukkies gemonteer is. Die res van die monsters is almal gepoleerde dunsnitte van die gesteentes. Alle monterings is gepoleer tot 0.25 µm korrelgrootte diamantpoeier en met ongeveer 25 µm dikte koolstof opgedamp om die oppervlakke geleidend te maak vir elektrone.

Die meeste ontledings is uitgevoer op 'n "Cambridge Microscan 5 Microanalyser" wat gehuisves word in die Departement Geochemie van die Universiteit van Kaapstad. 'n Elektronbundeldeursnee van 1-2 µm is gebruik op alle minerale behalwe die veldspate en prehniete, waar 'n 10 µm bundeldeursnee nodig was om die verdamping van die alkalië te beperk. Die telye was 10-20 sek. op die pieke, en 4-10 sek. op die agtergronde. Die bundelstroom was (15×10^{-7}) A en die bundelspanning 15 kV. Analiseerkristalle van kwarts (vir Fe, Mn, Ca, Ti, Cr en K) en RAP (vir Si, Al, Mg en Na), en vloeiporsionele tellers met 'n Ar/CO₂ gasmengsel is gebruik. Natuurlike mineraalverwysings met samestellings so naby as moontlik aan die onbekendes, is gebruik, en sluit die volgende in: Kakanui piroop, Kakanui horingblende, Kakanui ougiet, Johnstown hipersteen, EnAl10 enstatiet, Marjalahti olivien, Rockport fajaliet, Stillwater chromiet, Tiebaghi chromiet, MgAl-glas, rodoniet, bustamiet en rutiel. Die meeste van die mineraalverwysings is gratis verskaf deur die Smithsonian Institute, Washington. Die empiriese korreksieprosedure van Bence en Albee (1968) is op die nominale konsentrasies uitgevoer.

Die Cr-23-reeks van chromiete en die ortopiroksene van die bronsitiete vanaf dagsome is ontleed op 'n "JEOL Superprobe 733"

BYLAAG 1-1ANALITIESE METODEDES

van die Departement Geologie van die Universiteit van Pretoria. In hierdie geval was die bundelstroom (0.2×10^{-7}) A en die bundelspanning 20 kV. Die analiseerkristalle was LiF (vir Fe en Mg), PET (vir Cr, Ti en Ca) en TAP (vir Si, Al en Mg).

Gasvloeioporsionele tellers met 'n Ar/Metaan gasmengsel is gebruik vir Mg, Al, Si, Ca en Ti, terwyl verseelde Xe gastellers gebruik is vir Fe, Mn en Cr. In hierdie geval is die ZAF korreksieprosedure op die nominale konsentrasies uitgevoer.

2. X-STRAALFLUORESENSIE-ONTLEDINGS

Alle gesteente-ontledings en ook die ontledings van bronsiete van dagsome (Opx-reeks) is uitgevoer met 'n "Siemens SRS 1" sekvensiële X-straalfluorensiespektrometer van die Departement Geologie van die Universiteit van Pretoria. Die 339 monsters is elk ontleed vir 8 tot 10 hoofelemente (h) en 6 tot 13 spoorelemente (s), wat uit die volgende saamgestel is: 112 Hekpoort- en Ongeluklawas (1120 h, 1232 s), 54 metamorfe gesteentes (540 h, 702 s), 31 Marico Hipabissale Suite (310 h, 403 s), 89 Rustenburg Gelaagde Suite (890 h, 1157 s), 53 bronsiete uit dagsome (338 s). Dit gee 'n totaal van 6692 elemente (2860 h, 3832 s). Op elke gesteentepoeier is die voggehalte (H_2O^-) by 110 °C en die gloeiverlies (GV) by 950 °C bepaal.

In die geval van elke dagsoommonster is daar onverweerde gesteentebrokkies van ongeveer 4 kg massa in die veld versamel. In die geval van die boorkern van die boorgat G1 op die plaas Goudini 30 JP, wissel die massa van die gesteentemonsters vanaf ongeveer 200 g tot 2 kg. Die kern is in verdunde salpetersuur gedompel en met growwe skuurpapier geskuur om enige metaalkontaminasie deur die boorkroon te verwyder voordat dit in die son gedroog was. In die geval van dagsoommonsters, waar daar genoeg materiaal beskikbaar was, is die gesteente eers deur 'n growwe kakebreker gemaal tot 'n maksimum deursnee van ongeveer 10 mm. Die materiaal is gesif op 'n ystersif van 5 mm gatopening en die fyn materiaal wat moontlik ysterskerwe van die kakebreker bevat, is verwerp. Ongeveer 1 kg van hierdie brokkies is in sommige gevalle deur 'n klein korundkakebreker fyngebreek tot kleiner as 5 mm. In ander gevalle is dieselfde breker met mangaanverharde staalkake gebruik, die brokkies oor 'n nyloonsif

BYLAAG 1-1ANALITIESE METODES

gestuur, en die materiaal fyner as 1 mm is verwerp om weereens van metaalkontaminasie ontslae te raak. Hierdie porsie is op 'n plastiekvel gekwarteer en 'n sub-monster van ongeveer 100 g behou. In die geval van die boorkern, waar die monster alreeds klein is, is dit met 'n hamer en in 'n ystervysel klein gekap en die ysterskerwe met 'n handmagneet verwyder. Die 100 g monster is met 'n agaat balmeule of 'n agaat skuifmeule gemaal vir tussen 1 en 4 uur, totdat ongeveer 90% daarvan deur 'n 25 μ m sif sou gaan. Aanvanklik is alle monsters deur 'n nylonsif van hierdie grootte gestuur, maar ondervinding het dit moontlik gemaak om die langdurige sifproses uit te sny en die korrelgrootte deur maaltyd te kontroleer. Daar is 'n 12 g, 40 mm deursnee briket gemaak van elke poeier deur dit saam met mowiol bindmiddel te pers onder 8 ton druk. Hierdie brikette is gebruik vir die bepaling van Na, asook alle spoorelemente. Twee glasskyfies van elke monster is gemaak volgens die metode van Norrish en Hutton (1969), vir die bepaling van alle hoofelemente, behalwe Na.

Kombinasies van die volgende natuurlike verwysingsmateriale is gebruik om kalibrasiekurwes op te stel: NIM-G, NIM-S, NIM-N, NIM-P, NIM-D, G-2, AGV-1, BCR-1, GSP-1, PCC-1, JG-1, JB-1, MRG-1, SY-2, SY-3. Elementsteurings op pieke en agtergronde is bepaal met steuringstandaarde, wat mengsels van die steurende element in 'n "blanko" is. X-straalbuisonswaardes is bepaal op blankos. In die geval van hoofelementbepalings, is daar slegs op piekposisies metings gemaak, en agtergrondwaardes is vanaf blankos verkry.

'n X-straalbuisspanning van 50 kV en -stroom van 40 mA is deurgaans gebruik. Die K_{α} X-straallyne is by alle hoofelementbepalings gemeet. 'n Gasvloei-proporsionele teller (VT) met 'n Ar/Metaan gasmengsel is gebruik om die langer golflengtes te meet, terwyl 'n sintillasieteller (ST) meer effektief is vir die korter golflengtes. Vir die lang golflengtes van elemente soos Na, Mg, Al, en Si, is 'n growwe (0.4 $^{\circ}$) kollimator gebruik terwyl 'n fyn kollimator (0.14 $^{\circ}$) gebruik is by die ander elemente.

Die persentasie fout en die deteksielimiet is verkry vanaf die kalibrasiekurwes van die standaarde. Die teoretiese deteksielimiet met 'n 99% betroubaarheidsinterval word bereken vanaf die formule

BYLAAG 1-1ANALITIESE METODEDES

$$\text{Deteksielimit} = (b/m) \sqrt{R/T},$$

waar m die helling van die kalibrasiekurwe (regressielyn) dws. tellings per sekonde per % of tellings per sekonde per dpm is. R is die tellings per sekonde op die agtergrond en T die teltyd op agtergrond plus piek.

Die parameters vir hoofelementbepalings word in die onderstaande tabel aangegee.

=====

Tabel Bylaag 1-1 1

Parameters gebruik vir hoofelementbepalings op XSF

<u>Oksied</u>	<u>Buis</u>	<u>Kristal</u>	<u>Teller</u>	<u>Teltyd</u>	<u>Steurings</u>	<u>%Fout</u>	<u>Deteksie-</u>
				<u>(sek)</u>	<u>gekorrig.</u>	<u>rela.</u>	<u>limiet %</u>
Fe ₂ O ₃	W	LiF220	VT	20	-	1.1	0.03
MnO	W	LiF220	VT	40	-	3.5	0.01
TiO ₂	Cr	LiF200	VT	20	-	11.8	0.01
CaO	Cr	LiF200	VT	20	-	2.2	0.01
K ₂ O	Cr	LiF200	VT	20	-	16.1	0.003
P ₂ O ₅	Cr	Ge	VT	100	Ca	52.3	0.02
SiO ₂	Cr	PET	VT	100	-	0.5	0.06
Al ₂ O ₃	Cr	PET	VT	100	-	7.2	0.04
MgO	Cr	TlAP	VT	200	Fe, Mn, Ti, Ca, K, Cr	2.0	0.19
Na ₂ O	Cr	TlAP	VT	200	-	5.2	0.08
Cr ₂ O ₃	W	LiF220	VT	200	-	21.8	0.01
NiO	W	LiF220	VT	200	-	66.6	0.001

=====

In die geval van spoorelemente is daar normaalweg tellings geneem op die pieke en op agtergronde aan weerskante van, en so na as moontlik, aan die pieke. In die geval van Ba is 'n L_α X-straallyn gemeet, terwyl by alle ander spoorelemente, die K_α X-straallyne gebruik is. Behalwe vir die steurings in die onderstaande tabel gelys, is daar ook buiskorreksies aangebring vir die elemente Co, Cr, V, Zn, Cu en Ni.

Alle tellings is vir dooietyd gekorrigeer. Posisiekorreksies is aangebring op die monsterhouers.

BYLAAG 1-1ANALITIESE METODEDES

Die parameters vir die spoorelemente word in die volgende tabel saamgevat.

=====

Tabel Bylaag 1-1 2

Parameters gebruik vir spoorelementbepalings op XSF

<u>Element</u>	<u>Buis</u>	<u>Kristal</u>	<u>Teller</u>	<u>Teltyd</u> <u>(sek)</u>	<u>Steurings</u> <u>gekorrig. (dpm)</u>	<u>Fout</u> <u>(dpm)</u>	<u>Deteksie-</u> <u>lim. (dpm)</u>
Ba	Cr	LiF200	VT	200	Ca,Ti	1	2
Sc	Cr	LiF200	VT	200	Ca,Ti	1	1
Co	W	LiF220	VT	100	-	1	3
Cr	W	LiF220	VT	100	V	2	3
V	W	LiF220	VT	100	Ti	1	3
Zn	Au	LiF220	ST	100	-	1	1
Cu	Au	LiF220	ST	100	-	1	2
Ni	Au	LiF220	ST	100	-	2	3
Rb	Mo	LiF220	ST	100	Sr	1	1
Sr	Mo	LiF220	ST	100	Rb	1	1
Y	W	LiF220	ST	100	Rb	1	2
Zr	W	LiF220	ST	100	Sr	1	2
Nb	W	LiF220	ST	200	Y	1	2

=====

Vir Rb en Sr is die massa-absorpsiekoëffisiënte bepaal met die Mo Compton verstrooide piek, volgens die metode van Reynolds (1963). In die geval van die ander spoorelemente, is dit bereken vanaf die voorafbepaalde hoofelementsamestellings van die gesteentes of minerale.

BYLAAG 4-1

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE WES-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	WT-01	WT-02	WT-03	WT-04	WT-05	WT-06	WT-07	WT-08	WT-09	WT-10	WT-11	WT-12	WT-13	WT-14
SiO ₂	56.93	56.46	53.67	57.14	57.17	56.06	57.07	56.55	57.26	55.48	56.10	54.97	55.21	54.81
TiO ₂	0.64	0.64	0.46	0.64	0.61	0.59	0.61	0.62	0.61	0.59	0.61	0.62	0.59	0.61
Al ₂ O ₃	13.69	13.87	11.23	15.55	15.14	15.44	15.15	15.64	15.10	14.97	15.10	14.59	14.09	15.56
FeO	9.58	10.03	10.03	8.96	8.85	8.60	9.12	9.19	9.26	8.80	9.02	9.92	9.29	8.49
MnO	0.13	0.14	0.17	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.14	0.18	0.16	0.16
MgO	7.29	7.82	12.54	5.22	5.03	5.11	5.50	5.95	6.26	5.44	5.47	7.92	7.81	5.79
CaO	6.77	7.01	6.88	7.56	8.17	8.93	7.21	7.36	5.18	8.42	8.17	6.87	7.79	8.34
Na ₂ O	1.71	1.56	1.36	1.75	1.67	1.82	1.44	1.91	2.42	2.61	1.76	3.37	1.71	2.38
K ₂ O	0.90	0.90	0.72	1.79	1.29	0.82	2.05	0.83	1.19	0.75	1.60	0.06	1.25	1.01
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.06	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	0.09	0.10
BV	0.88	0.58	1.64	1.05	0.95	1.41	1.04	0.99	0.60	1.40	1.10	0.42	0.96	1.68
H ₂ O-	0.09	0.05	0.06	0.05	0.08	0.07	0.04	0.06	0.10	0.05	0.08	0.06	0.08	0.11
Totaal	98.71	99.16	98.82	99.96	99.20	99.10	99.48	99.35	98.23	98.79	99.25	99.08	99.03	99.04

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	58	58	69	49	50	46	47	49	49	45	48	56	55	47
Cr	601	599	1215	208	208	208	262	287	306	199	198	502	495	200
V	187	188	176	177	180	175	171	172	173	178	179	208	188	184
Zn	73	65	31	54	64	292	60	14	31	2	44	1	60	0
Cu	159	157	293	87	89	85	95	102	100	80	84	146	136	83
Ni	75	74	76	71	72	66	74	77	75	57	70	72	69	67
Nb	5	1	0	4	4	3	4	5	4	3	5	4	5	6
Zr	125	116	76	123	122	114	126	123	122	106	114	103	97	112
Y	16	12	6	16	16	13	19	15	15	17	19	14	17	20
Sr	159	167	140	185	185	52	152	44	125	69	106	75	110	42
Rb	39	38	27	78	51	49	92	40	49	34	73	2	70	44

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	14.590	13.290	6.480	13.140	15.160	13.840	13.850	13.750	12.320	9.880	11.870	5.170	9.640	8.880
Or	5.420	5.380	4.380	10.660	7.740	4.990	12.280	4.990	7.160	4.530	9.630	0.370	7.530	6.120
Ab	14.730	13.320	11.830	14.920	14.330	15.760	12.340	16.440	20.820	22.600	15.120	28.840	14.710	20.620
An	27.570	28.530	22.950	29.570	30.520	32.210	29.240	32.070	27.240	27.620	29.090	24.770	27.540	29.570
Di	3.130	6.910	6.910	3.580	4.670	5.870	3.030	2.110	0.700	6.910	5.480	4.730	5.960	6.090
He	1.790	2.480	2.480	2.670	3.590	4.320	2.190	1.430	0.460	4.910	3.950	2.610	3.120	3.910
En	17.070	28.810	28.120	11.460	10.560	10.290	12.490	14.070	15.500	10.690	11.320	17.750	17.020	11.960
Fs	11.210	11.850	11.850	9.820	9.310	8.690	10.380	10.890	11.540	8.710	9.360	11.250	10.210	8.800
Mt	2.890	3.040	3.040	2.670	2.660	2.600	2.730	2.760	2.780	2.670	2.710	2.970	2.800	2.580
Il	1.240	0.890	0.890	1.220	1.180	1.150	1.170	1.190	1.170	1.150	1.170	1.190	1.140	1.190
Ap	0.230	0.130	0.130	0.250	0.240	0.240	0.250	0.250	0.230	0.280	0.240	0.240	0.220	0.240

KLEURINDEKS

KI	37	39	54	31	32	33	32	32	32	35	34	41	40	35
Elev. (m)	56	71	147	218	249	274	274	345	371	406	472	513	508	498

BYLAAG 4-1

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE WES-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	WT-15	WT-16	WT-17	WT-18	WT-19	WT-20	WT-21	WT-22	WT-23	WT-24	WT-26	WT-27	WT-28	WT-29
SiO ₂	55.82	52.51	57.92	57.43	57.85	57.48	55.22	54.54	53.99	54.35	56.33	51.51	57.35	57.44
TiO ₂	0.61	0.70	0.61	0.60	0.61	0.61	0.70	0.64	0.54	0.43	0.68	0.53	0.61	0.63
Al ₂ O ₃	14.81	17.45	15.08	14.98	15.17	15.30	15.93	16.70	13.56	11.62	14.49	13.69	15.18	15.78
FeO	8.83	10.76	8.84	8.68	8.81	8.83	8.93	9.72	9.71	9.71	8.98	9.88	8.42	8.21
MnO	0.16	0.18	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.15	0.15	0.20	0.14	0.17	0.14	0.14
MgO	5.91	7.40	5.51	5.29	5.40	5.49	5.26	5.23	8.79	11.06	5.17	8.73	4.78	5.28
CaO	9.93	8.48	7.09	8.30	6.95	8.05	10.77	11.22	8.11	6.71	8.31	10.40	9.82	7.39
Na ₂ O	1.86	1.56	1.29	1.39	1.56	1.57	0.67	0.73	1.23	2.16	2.94	1.24	1.64	1.71
K ₂ O	0.32	0.03	1.70	1.00	1.48	0.85	0.25	0.11	1.22	0.09	0.17	0.43	0.16	2.03
P ₂ O ₅	0.10	0.15	0.11	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.07	0.05	0.10	0.07	0.10	0.11
GV	0.83	0.35	1.04	1.24	0.87	0.81	1.74	0.56	1.92	2.01	1.38	2.22	0.52	0.81
H ₂ O-	0.08	0.08	0.11	0.17	0.09	0.14	0.08	0.05	0.07	0.08	0.12	0.12	0.07	0.08
Totaal	99.26	99.65	99.44	99.32	99.03	99.37	99.83	99.75	99.36	98.47	98.81	98.99	98.79	99.61

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	52	56	48	49	48	49	49	54	61	62	48	60	47	50
Cr	235	370	265	263	268	266	195	237	592	1176	116	632	200	228
V	178	179	171	167	169	170	190	187	179	173	186	187	170	182
Zn	115	3	59	64	35	21	10	6	14	7	166	117	216	12
Cu	94	124	97	92	91	87	85	98	164	259	71	178	82	88
Ni	66	84	75	68	70	69	64	70	72	82	62	67	64	74
Nb	3	8	6	6	7	5	6	4	1	0	4	3	5	5
Zr	104	145	129	126	130	125	138	123	92	67	129	96	126	126
Y	14	22	21	18	21	16	22	15	12	8	20	17	17	18
Sr	159	61	179	219	149	232	86	151	109	271	237	151	107	155
Rb	17	2	93	54	72	41	15	2	56	4	6	23	4	89

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	12.890	8.560	16.920	17.420	16.550	16.670	17.910	15.680	9.060	7.700	11.780	6.490	17.940	13.280
Or	1.920	0.200	10.210	6.030	8.880	5.110	1.510	0.640	7.410	0.570	1.040	2.600	0.980	12.110
Ab	15.960	13.260	11.110	12.010	13.430	13.450	5.810	6.240	10.640	18.860	25.470	10.820	14.120	14.610
An	31.580	40.700	30.770	32.270	30.540	32.630	40.420	5.980	6.640	6.700	7.110	11.470	6.880	3.240
Di	8.780	0.290	2.020	4.320	1.870	3.470	6.190	4.870	3.250	2.650	5.340	5.780	5.270	2.180
He	5.760	0.190	1.420	3.090	1.330	2.440	4.520	10.330	19.320	25.350	9.900	17.110	8.900	11.800
En	10.850	18.370	12.980	11.430	12.820	12.250	10.450	9.640	10.850	11.520	8.540	9.880	7.820	9.090
Fs	8.160	13.460	10.430	9.380	10.450	9.860	8.770	2.890	2.940	2.970	2.730	3.010	2.530	2.460
Mt	2.650	3.200	2.660	2.620	2.650	2.650	2.690	1.230	1.060	0.850	1.330	1.050	1.180	1.220
Il	1.170	1.330	1.170	1.170	1.180	1.170	1.350	0.230	0.170	0.130	0.240	0.170	0.240	0.250
Ap	0.230	0.350	0.260	0.230	0.240	0.240	0.350							

KLEURINDEKS

KI	37	37	31	32	30	32	34	35	44	50	35	48	33	30
Elev. (m)	482	421	376	315	254	213	188	147	91	15	15	132	173	182

BYLAAG 4-1

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE WES-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	WT-30	WT-31	WT-32	WT-33	WT-34	WT-35	WT-36	WT-37	WT-38	WT-39	WT-40	WT-41	WT-42	WT-43
SiO ₂	55.78	57.23	58.07	57.79	54.33	54.98	56.48	57.38	57.05	57.11	55.68	56.92	56.42	64.95
TiO ₂	0.60	0.61	0.62	0.60	0.53	0.58	0.60	0.57	0.65	0.63	0.61	0.57	0.60	0.66
Al ₂ O ₃	16.21	15.55	15.54	15.23	14.18	16.60	15.20	14.38	14.70	14.77	15.88	15.01	15.25	16.26
FeO	9.02	9.15	9.01	8.76	8.70	8.17	9.03	8.45	9.47	9.39	8.07	8.97	9.14	4.53
MnO	0.14	0.15	0.14	0.14	0.16	0.14	0.15	0.16	0.20	0.18	0.15	0.15	0.15	0.07
MgO	5.44	5.71	5.53	5.37	7.56	4.22	5.47	6.46	8.16	7.05	5.39	5.87	5.53	1.42
CaO	10.39	8.23	8.62	7.54	9.09	11.33	8.41	7.12	4.01	6.70	8.58	6.78	7.38	9.35
Na ₂ O	0.99	1.20	1.05	1.33	1.67	1.33	1.84	3.59	3.09	2.25	2.98	2.44	1.42	1.59
K ₂ O	0.10	0.62	0.31	1.64	0.54	1.02	1.46	0.11	0.55	0.40	0.50	1.44	1.85	0.22
P ₂ O ₅	0.09	0.10	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.11	0.08	0.10	0.11
GV	0.79	0.59	0.64	0.82	2.06	1.42	0.64	0.78	0.67	0.83	1.17	0.95	0.94	0.49
H ₂ O-	0.06	0.06	0.06	0.05	0.10	0.12	0.08	0.08	0.08	0.08	0.14	0.11	0.03	0.03
Totaal	99.61	99.20	99.70	99.37	99.00	100.01	99.46	99.16	98.73	99.49	99.26	99.29	98.81	99.68

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	50	50	49	45	53	45	48	52	54	51	45	50	47	47
Cr	230	272	266	262	510	243	196	430	449	439	190	312	265	280
V	178	172	171	166	180	188	176	172	187	193	176	164	170	165
Zn	13	49	56	56	13	47	47	0	3	6	3	2	35	601
Cu	85	91	89	89	131	86	80	131	140	132	88	99	117	72
Ni	65	73	72	71	66	57	68	65	84	70	66	65	74	35
Nb	5	5	6	6	6	6	6	4	6	5	5	6	7	8
Zr	115	129	133	126	92	102	112	97	118	111	115	115	125	140
Y	14	17	19	21	15	19	19	17	17	17	18	18	20	13
Sr	43	169	208	156	54	103	129	88	93	122	77	84	119	98
Rb	4	32	17	84	28	64	79	5	39	20	24	74	93	7

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	17.040	18.110	20.550	16.410	10.570	12.750	11.840	9.340	11.290	13.500	8.810	10.850	13.680	32.910
Or	0.600	3.680	1.870	9.820	3.300	6.140	8.750	0.650	3.300	2.370	3.020	8.680	11.130	1.320
Ab	8.440	10.290	8.930	11.420	14.530	11.380	15.790	30.800	26.590	19.230	25.690	21.010	12.270	13.510
An	39.890	35.650	37.050	31.120	30.480	36.790	29.170	23.140	19.580	29.380	29.020	26.150	30.360	36.850
Di	5.500	2.400	2.570	2.920	8.310	8.720	5.880	6.310	0.000	1.840	6.770	3.690	3.010	3.410
He	3.990	1.690	1.830	2.080	4.220	7.380	4.260	3.620	0.000	1.080	4.410	2.450	2.190	4.240
En	11.140	13.280	12.670	12.180	15.540	6.590	11.030	13.410	20.680	16.910	10.530	13.140	12.640	1.990
Fs	9.270	10.690	10.350	9.960	9.050	6.400	9.160	8.820	12.110	11.350	7.860	10.010	10.520	2.840
Mt	2.690	2.740	2.690	2.620	2.650	2.450	2.700	2.540	2.850	2.810	2.430	2.670	2.760	1.350
Il	1.160	1.170	1.190	1.150	1.040	1.110	1.150	1.110	1.250	1.210	1.190	1.100	1.170	1.270
Ap	0.220	0.240	0.250	0.240	0.190	0.240	0.230	0.190	0.240	0.240	0.250	0.190	0.230	0.260

KLEURINDEKS

KI	34	32	31	31	41	33	34	36	37	35	33	33	32	15
Elev. (m)	203	213	183	203	264	350	406	422	437	452	396	305	244	208

BYLAAG 4-1

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE WES-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	WT-44	WT-45	WT-46	WT-47	WT-48	WT-49	WT-50
SiO ₂	55.75	56.89	54.41	56.04	57.81	58.21	61.49
TiO ₂	0.68	0.56	0.58	0.61	0.61	0.60	0.49
Al ₂ O ₃	16.75	15.44	13.93	12.96	14.16	12.63	10.28
FeO	9.02	8.44	8.45	9.38	7.94	8.89	8.84
MnO	0.14	0.13	0.14	0.16	0.12	0.14	0.14
MgO	5.03	5.17	6.59	8.10	6.47	7.87	9.20
CaO	11.09	8.41	10.19	7.20	8.48	9.22	4.31
Na ₂ O	0.72	1.58	2.11	1.39	3.03	0.80	3.43
K ₂ O	0.08	0.98	0.36	1.21	0.06	0.11	0.03
P ₂ O ₅	0.11	0.09	0.05	0.09	0.10	0.08	0.14
GV	0.32	1.80	2.30	1.61	0.42	0.63	0.56
H ₂ O-	0.02	0.09	0.10	0.09	0.02	0.03	0.05
Totaal	99.71	99.58	99.21	98.84	99.22	99.21	98.96

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	45	46	54	56	44	54	59
Cr	191	229	578	626	601	636	660
V	186	178	193	181	149	173	162
Zn	5	5	18	57	109	4	25
Cu	75	89	172	158	169	149	222
Ni	65	65	61	71	67	63	74
Nb	6	3	4	5	5	2	4
Zr	137	110	104	118	171	109	100
Y	20	14	13	17	16	14	14
Sr	143	76	126	151	504	537	89
Rb	1	52	17	51	1	5	2

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	17.900	15.950	9.640	13.110	11.690	20.240	15.680
Or	0.490	5.910	2.210	7.340	0.340	0.630	0.190
Ab	6.080	13.670	18.390	12.100	25.860	6.870	29.450
An	42.420	32.830	28.280	26.210	25.130	30.890	12.730
Di	5.610	4.380	12.270	5.320	8.910	8.080	4.560
He	4.360	3.140	6.860	2.700	4.700	3.980	1.940
En	9.980	11.110	11.210	18.230	12.140	16.090	21.110
Fs	8.890	9.120	7.180	10.630	7.350	9.090	10.300
Mt	2.680	2.550	2.580	2.850	2.370	2.660	2.650
Il	1.290	1.090	1.140	1.190	1.170	1.150	0.950
Ap	0.260	0.220	0.120	0.200	0.230	0.200	0.330

KLEURINDEKS

KI	33	31	41	41	37	41	41
Elev. (m)	172	157	116	56	56	46	30

BYLAAG 4-2

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE OOS-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	OT-01	OT-02	OT-03	OT-04	OT-05	OT-06	OT-07	OT-08	OT-09	OT-10	OT-11	OT-12	OT-13	OT-14
SiO ₂	52.40	50.16	53.14	53.23	56.62	57.07	57.11	56.79	57.40	54.31	56.89	55.08	57.09	57.37
TiO ₂	0.78	1.14	0.51	0.61	0.61	0.61	0.62	0.59	0.60	0.49	0.53	0.53	0.60	0.61
Al ₂ O ₃	14.49	15.41	13.42	15.37	15.39	15.15	15.40	15.09	15.09	10.77	12.09	13.23	14.73	15.08
FeO	9.40	12.68	9.50	8.61	8.81	9.09	8.70	9.28	8.78	9.87	9.45	8.37	8.78	8.69
MnO	0.17	0.20	0.17	0.15	0.13	0.14	0.15	0.13	0.13	0.16	0.13	0.15	0.14	0.14
MgO	7.37	6.84	10.07	5.83	5.33	5.66	5.39	5.13	5.23	12.87	9.57	9.10	5.48	5.42
CaO	8.12	10.38	6.31	8.12	6.16	6.36	5.51	7.56	6.34	7.13	6.43	7.56	5.59	7.17
Na ₂ O	2.65	2.19	0.93	1.20	1.33	2.33	1.41	2.46	2.41	1.08	1.15	1.35	2.47	1.65
K ₂ O	0.95	0.57	1.55	2.16	1.62	1.40	2.77	1.01	1.03	0.64	1.63	1.00	1.47	1.26
P ₂ O ₅	0.07	0.12	0.07	0.09	0.10	0.09	0.11	0.09	0.09	0.07	0.06	0.08	0.10	0.10
GV	2.67	0.16	2.81	4.13	2.73	2.17	2.40	1.86	2.18	1.24	2.12	2.95	2.39	2.60
H ₂ O-	0.12	0.08	0.10	0.15	0.20	0.14	0.09	0.08	0.07	0.11	0.09	0.10	0.19	0.20
Totaal	99.19	99.93	98.58	99.65	99.03	100.21	99.66	100.07	99.35	98.74	100.14	99.50	99.03	100.29

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	49	63	78	53	50	48	48	46	47	66	58	53	48	47
Cr	126	211	1023	275	281	284	290	272	271	1335	916	672	277	278
V	231	211	194	180	166	170	173	159	160	173	170	182	164	163
Zn	108	171	38	119	109	52	65	87	72	63	64	60	47	58
Cu	97	117	197	109	94	89	89	87	83	277	211	163	88	88
Ni	130	96	68	66	72	68	71	66	65	69	70	61	70	71
Nb	1	2	1	3	7	3	2	4	7	4	5	2	7	4
Zr	77	91	74	89	126	116	126	121	125	82	101	82	125	118
Y	12	20	7	13	19	13	18	16	16	11	14	12	17	15
Sr	69	152	96	118	156	202	189	268	157	103	128	140	227	185
Rb	23	25	62	79	108	86	147	59	44	28	62	38	77	79

238.

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	3.220	0.500	8.990	9.690	17.430	12.330	14.210	12.570	14.490	8.420	12.750	11.610	13.210	16.280
Or	5.820	3.380	9.520	13.360	9.960	8.440	16.800	6.150	6.280	3.850	9.790	6.110	8.990	7.620
Ab	23.240	18.490	8.190	10.660	11.700	20.050	12.270	21.330	20.900	9.370	9.890	11.790	21.570	14.290
An	25.670	30.540	29.040	31.540	31.030	27.260	27.310	27.810	28.070	23.150	23.420	28.000	25.640	30.720
Di	8.150	9.300	1.750	4.980	0.000	2.060	0.000	4.770	1.720	7.530	4.810	5.900	1.130	2.420
He	4.480	7.320	0.740	3.220	0.000	1.450	0.000	3.450	1.260	2.570	2.090	2.390	0.790	1.690
En	15.200	12.730	25.320	12.880	13.780	13.420	13.780	10.890	12.590	29.270	22.020	20.680	13.590	12.690
Fs	9.590	11.490	12.190	9.540	11.390	10.800	11.130	9.040	10.580	11.430	11.000	9.600	10.900	10.190
Mt	2.880	3.750	2.930	2.660	2.700	2.740	2.640	2.580	2.670	2.990	2.840	2.560	2.690	2.630
Il	1.530	2.160	1.020	1.200	1.200	1.170	1.210	1.150	1.170	0.960	1.030	1.050	1.190	1.180
Ap	0.180	0.270	0.180	0.220	0.240	0.220	0.260	0.210	0.220	0.150	0.180	0.190	0.240	0.240

KLEURINDEKS

KI	42	47	44	34	29	32	29	32	30	55	44	42	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BYLAAG 4-2

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE OOS-TRANSVAAL
HEELGESTEEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	OT-16	OT-17	OT-18	OT-19	OT-20	OT-21	OT-22	OT-23	OT-24	OT-25	OT-26	OT-27	OT-28	OT-29
SiO ₂	56.18	56.66	55.58	52.31	53.34	56.96	56.09	56.33	57.37	56.93	56.38	57.14	58.13	57.03
TiO ₂	0.61	0.62	0.60	0.80	0.62	0.60	0.58	0.61	0.61	0.62	0.62	0.61	0.62	0.60
Al ₂ O ₃	15.07	15.19	14.12	14.36	15.22	15.03	14.91	15.27	15.02	15.39	15.23	15.17	15.11	15.20
FeO	8.79	8.88	8.84	9.34	9.99	8.95	8.68	8.75	9.12	8.97	9.45	9.22	8.76	8.96
MnO	0.13	0.13	0.17	0.17	0.16	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
MgO	5.38	5.59	7.06	7.64	5.99	5.26	5.42	5.61	5.53	5.79	5.85	5.90	5.58	5.53
CaO	6.65	6.02	6.48	7.96	5.72	8.85	7.67	6.45	6.23	6.43	6.57	6.85	6.95	6.70
Na ₂ O	2.48	1.87	1.94	2.67	3.47	1.32	1.52	2.13	2.67	2.25	2.07	2.23	1.93	1.53
K ₂ O	0.99	1.53	0.81	0.98	0.33	0.91	1.10	1.04	0.99	1.15	1.12	1.02	1.19	1.35
F ₂ O ₅	0.10	0.10	0.09	0.08	0.10	0.10	0.09	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
GV	2.46	2.88	3.15	2.95	3.10	1.87	1.95	2.61	1.35	2.17	1.60	1.21	1.23	1.21
H ₂ O-	0.16	0.21	0.16	0.19	0.07	0.15	0.07	0.09	0.04	0.29	0.14	0.06	0.08	0.08
Totaal	99.00	99.68	99.00	99.45	98.11	100.13	98.22	99.14	99.17	100.25	99.27	99.65	99.82	98.43

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	46	46	51	48	51	47	47	45	46	47	47	49	47	49
Cr	277	276	476	127	230	272	279	273	275	273	275	281	278	288
V	162	166	167	231	181	163	171	164	171	167	169	172	170	172
Zn	49	60	42	130	10	49	87	47	36	63	44	36	86	84
Cu	89	87	133	88	92	91	89	88	89	95	86	90	87	90
Ni	71	73	72	146	83	71	67	73	71	76	70	71	69	75
Nb	5	5	4	3	6	5	7	7	5	6	6	5	6	6
Zr	124	126	102	82	124	124	123	127	128	127	122	123	124	123
Y	17	18	17	16	16	16	17	18	18	17	0	17	19	19
Sr	260	266	118	73	81	120	155	224	184	117	217	187	150	145
Rb	69	93	41	26	11	49	60	53	56	22	56	50	70	58

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	12.540	14.540	13.430	2.870	6.140	16.790	15.870	14.080	12.700	13.110	13.070	13.080	15.560	16.390
Or	6.090	9.380	5.020	5.990	2.040	5.450	6.770	6.370	5.970	6.910	6.770	6.120	7.090	8.210
Ab	21.730	16.340	17.070	23.400	30.870	11.400	13.340	18.620	23.070	19.400	17.910	19.120	16.470	13.290
An	28.000	29.450	28.600	25.180	26.220	32.930	31.730	30.050	26.600	29.100	29.610	28.760	29.390	31.430
Di	2.620	0.350	2.250	8.100	1.370	5.230	3.440	1.140	2.030	1.320	1.450	2.440	2.330	0.980
He	1.870	0.240	1.230	4.250	1.010	3.900	2.410	0.780	1.470	0.890	1.030	1.670	1.630	0.690
En	12.650	14.210	17.280	15.960	15.030	10.880	12.400	13.910	13.100	14.100	14.210	13.780	12.960	13.690
Fs	10.330	11.280	10.890	9.590	12.700	9.290	9.970	10.870	10.850	10.930	11.570	10.790	10.420	11.130
Mt	2.690	2.710	2.720	2.860	3.110	2.690	2.660	2.700	2.750	2.710	2.870	2.770	2.680	2.720
Il	1.190	1.210	1.190	1.570	1.230	1.160	1.150	1.190	1.170	1.200	1.200	1.180	1.190	1.170
Ap	0.240	0.240	0.220	0.200	0.240	0.220	0.220	0.250	0.240	0.260	0.240	0.240	0.230	0.240

KLEURINDEKS

KI	31	30	36	42	34	33	32	31	31	31	32	33	31	30
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BYLAAG 4-2

LAWAS VAN DIE HEKPOORT FORMASIE IN DIE OOS-TRANSVAAL
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	OT-30	OT-31	
SiO ₂	59.42	59.08	
TiO ₂	0.64	0.59	
Al ₂ O ₃	15.86	14.98	
FeO	9.22	8.40	
MnO	0.17	0.13	
MgO	6.02	5.17	
CaO	8.34	8.08	
Na ₂ O	1.98	2.53	Gest. Nr. = gesteentenommer
K ₂ O	0.54	0.43	
P ₂ O ₅	0.12	0.10	
GV	1.05	0.73	GV = gloeiverlies by 950°C
H ₂ O-	0.22	0.09	H ₂ O- = gedroog by 110°C
Totaal	103.58	100.31	

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	46	42
Cr	284	267
V	170	165
Zn	64	59
Cu	91	96
Ni	72	61
Nb	7	6
Zr	129	120
Y	22	16
Sr	148	165
Rb	84	16

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	15.390	15.670
Or	3.100	2.530
Ab	16.320	21.510
An	31.990	28.330
Di	3.700	5.410
He	2.480	3.830
En	12.900	10.390
Fs	9.920	8.440
Mt	2.660	2.490
Il	1.190	1.120
Ap	0.280	0.220

KLEURINDEKS

KI	33	32
----	----	----

BYLAAG 4-3

LAWAS VAN DIE ONGELUK FORMASIE IN DIE NOORD-KAAP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	NK-01	NK-02	NK-03	NK-04	NK-05	NK-06	NK-07	NK-08	NK-09	NK-10	NK-11	NK-12	NK-13	NK-14
SiO ₂	54.35	54.66	54.54	55.64	54.23	53.79	54.82	55.35	55.44	56.37	55.44	54.18	54.92	55.12
TiO ₂	0.63	0.53	0.64	0.63	0.63	0.62	0.63	0.63	0.59	0.60	0.64	0.63	0.63	0.63
Al ₂ O ₃	14.41	13.67	14.45	14.47	14.49	14.55	14.35	14.15	14.22	14.26	14.44	14.56	14.35	14.41
FeO	9.61	9.70	9.60	9.29	9.35	9.11	9.32	7.57	8.91	9.15	9.36	8.81	9.19	9.31
MnO	0.14	0.16	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.12	0.13	0.13	0.15	0.15
MgO	6.01	8.22	5.91	5.69	5.81	5.47	5.62	5.70	5.47	6.04	5.98	5.18	5.46	5.57
CaO	7.52	8.47	8.01	7.16	9.50	10.68	9.41	8.71	8.86	5.76	6.19	11.20	9.49	9.07
Na ₂ O	2.28	1.62	2.32	2.27	1.86	1.81	2.00	2.34	2.39	2.48	3.07	1.82	2.00	1.94
K ₂ O	0.75	0.72	0.34	1.61	0.27	0.25	0.42	0.53	0.70	1.31	0.81	0.15	0.56	0.70
P ₂ O ₅	0.11	0.08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11
GV	3.13	1.88	3.04	2.16	2.72	2.87	2.49	2.36	2.64	2.83	2.61	3.09	2.31	2.58
H ₂ O-	0.14	0.12	0.14	0.23	0.14	0.18	0.14	0.09	0.11	0.16	0.15	0.21	0.16	0.16
Totaal	99.08	99.83	99.22	99.40	99.25	99.58	99.45	97.68	99.57	99.19	98.93	100.08	99.33	99.75

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	52	54	51	47	49	46	50	49	45	47	51	46	48	49
Cr	103	233	102	99	99	100	99	101	198	202	102	115	95	97
V	182	164	184	182	184	180	182	181	162	167	181	173	176	178
Zn	64	55	57	64	63	60	65	62	51	49	56	55	65	68
Cu	75	128	76	75	77	74	77	80	85	73	77	73	73	75
Ni	74	69	54	69	60	67	75	71	66	72	69	63	72	71
Nb	4	3	5	5	5	5	5	5	6	5	3	6	4	3
Zr	103	84	104	105	106	102	103	106	111	111	103	110	101	102
Y	16	11	14	15	15	15	16	16	16	17	14	17	14	14
Sr	183	160	156	204	179	194	229	414	207	263	158	166	250	239
Rb	29	22	12	55	14	13	20	25	32	58	32	8	32	39

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	10.480	9.780	11.440	9.960	12.240	11.400	12.080	11.350	10.950	11.970	9.120	12.120	11.970	12.140
Or	4.600	4.350	2.060	9.800	1.630	1.520	2.540	3.230	4.300	8.050	4.950	0.920	3.380	4.260
Ab	20.100	14.000	20.380	19.740	16.270	15.800	17.430	20.370	20.850	21.730	26.950	15.860	17.400	16.890
An	27.970	28.430	29.140	25.220	31.470	31.900	29.840	27.330	26.770	24.800	24.100	32.080	29.400	29.340
Di	4.890	7.370	5.490	5.080	8.000	10.550	8.380	7.890	8.570	2.030	3.420	11.540	8.710	7.690
He	3.430	3.880	3.900	3.630	5.640	7.680	6.090	5.620	6.110	1.340	2.340	8.560	6.420	5.640
En	13.320	17.460	12.740	12.230	11.260	9.190	10.530	10.950	10.070	14.650	13.850	7.950	9.980	10.690
Fs	10.700	10.540	10.370	10.000	9.110	7.670	8.770	8.940	8.240	11.130	10.850	6.760	8.430	9.000
Mt	2.960	2.930	2.950	2.830	2.860	2.770	2.840	2.830	2.710	2.810	2.870	2.690	2.800	2.830
Il	1.250	1.020	1.260	1.240	1.240	1.220	1.230	1.220	1.150	1.190	1.260	1.220	1.220	1.240
Ap	0.260	0.200	0.260	0.260	0.250	0.250	0.250	0.250	0.240	0.260	0.270	0.270	0.260	0.260

KLEURINDEKS

KI	37	43	37	35	38	39	38	37	37	33	35	39	38	37
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BYLAAG 4-3

LAWAS VAN DIE ONGELUK FORMASIE IN DIE NOORD-KAAP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	NK-15	NK-16	NK-17	NK-18	NK-19	NK-20	NK-21	NK-22	NK-23	NK-24	NK-25	NK-26	NK-27	NK-28
SiO ₂	55.32	54.52	53.14	53.47	52.70	49.41	54.06	57.67	54.48	53.55	54.26	56.87	54.37	54.36
TiO ₂	0.63	0.62	0.62	0.62	1.14	0.58	0.63	0.67	0.63	0.62	0.63	0.65	0.63	0.63
Al ₂ O ₃	14.48	14.55	14.39	14.40	11.61	14.92	14.39	15.30	14.33	14.26	14.32	14.98	14.38	14.29
FeO	9.56	9.53	9.53	9.30	13.13	7.18	9.39	9.56	9.53	8.61	9.32	9.56	9.10	9.43
MnO	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15
MgO	5.65	5.65	5.69	5.44	2.75	4.16	5.35	6.04	6.00	5.35	5.56	6.14	5.55	5.49
CaO	8.63	8.02	10.31	10.26	12.80	19.48	10.66	11.16	7.65	11.96	9.88	9.00	10.34	8.21
Na ₂ O	2.08	2.17	1.59	1.79	0.39	0.37	2.08	1.72	3.24	1.52	1.46	2.04	1.37	2.69
K ₂ O	0.47	1.57	0.77	0.59	0.57	0.01	0.24	0.26	0.77	0.07	0.41	0.73	0.62	0.90
P ₂ O ₅	0.11	0.11	0.11	0.11	0.15	0.10	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
GV	2.14	2.16	2.98	3.01	3.12	3.23	2.68	-3.31	2.35	3.03	3.06	-1.15	2.89	2.46
H ₂ O-	0.16	0.12	0.14	0.14	0.18	0.08	0.08	0.09	0.18	0.09	0.15	0.03	0.11	0.13
Totaal	99.37	99.17	99.42	99.28	98.69	99.65	99.81	99.42	99.42	99.31	99.30	99.10	99.61	98.85

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	50	49	50	48	49	39	47	52	49	44	51	50	50	39
Cr	99	104	95	97	11	112	96	108	97	97	100	106	101	99
V	184	174	175	179	273	163	177	187	183	177	181	188	179	179
Zn	64	64	67	67	156	43	56	60	62	48	64	55	63	64
Cu	79	74	76	76	21	66	73	73	77	74	75	77	79	79
Ni	74	73	74	71	101	41	70	69	68	64	71	76	73	73
Nb	5	3	4	4	4	5	5	4	4	5	5	0	1	1
Zr	105	99	101	102	133	103	104	106	104	103	102	101	100	102
Y	14	15	14	14	28	15	15	15	15	14	13	10	12	13
Sr	207	155	96	102	256	27	214	230	109	285	230	213	277	130
Rb	22	56	25	19	18	2	13	15	29	3	23	30	34	52

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	12.610	8.320	10.010	10.530	18.100	8.090	10.410	12.900	5.620	12.480	13.990	11.700	13.310	8.110
Or	2.850	9.580	4.750	3.630	3.540	0.070	1.450	1.480	4.710	0.460	2.550	4.310	3.810	5.520
Ab	18.050	18.930	13.940	15.740	3.430	3.250	18.090	14.130	28.220	13.310	13.930	17.160	11.970	23.590
An	29.600	26.050	30.910	30.630	29.530	40.410	30.040	32.340	22.930	33.070	33.220	29.420	32.250	25.140
Di	6.450	6.730	10.120	10.100	10.070	23.170	11.030	10.100	7.450	13.430	8.410	6.990	9.590	7.680
He	4.780	4.980	7.460	7.580	20.400	17.260	8.480	6.980	5.160	9.420	6.110	4.750	6.860	5.770
En	11.470	11.370	9.970	9.370	2.480	0.000	8.590	9.930	11.930	7.590	10.480	11.990	9.840	10.620
Fs	9.750	9.650	8.430	8.060	5.760	0.000	7.570	7.870	9.510	6.110	8.730	9.350	8.070	9.160
Mt	2.910	2.900	2.920	2.860	4.060	2.200	2.860	2.750	2.900	2.640	2.840	2.820	2.780	2.890
Il	1.230	1.220	1.220	1.220	2.270	1.150	1.220	1.240	1.240	1.220	1.240	1.230	1.230	1.240
Ap	0.260	0.250	0.250	0.260	0.360	0.230	0.240	0.250	0.280	0.250	0.260	0.250	0.250	0.260

KLEURINDEKS

KI	37	37	40	39	45	44	40	39	38	40	38	37	38	37
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BYLAAG 4-3

LAWAS VAN DIE ONGELUK FORMASIE IN DIE NOORD-KAAP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	NK-29	NK-30	NK-31	NK-32	NK-33
SiO ₂	53.79	54.65	54.91	54.57	55.27
TiO ₂	0.63	0.62	0.63	0.62	0.60
Al ₂ O ₃	14.28	14.36	14.32	14.48	14.05
FeO	9.38	9.38	9.38	9.33	9.24
MnO	0.17	0.14	0.15	0.15	0.15
MgO	5.73	5.49	5.49	5.66	5.84
CaO	8.94	9.28	9.33	8.15	7.38
Na ₂ O	2.65	1.73	2.23	2.22	2.66
K ₂ O	1.01	0.58	0.51	1.77	1.41
P ₂ O ₅	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
GV	2.28	2.90	1.95	2.19	2.09
H ₂ O-	0.10	0.09	0.11	0.13	0.14
Totaal	99.07	99.33	99.12	99.38	98.94

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	50	49	49	49	49
Cr	98	101	97	104	232
V	175	179	181	174	168
Zn	67	63	59	64	59
Cu	77	76	76	76	80
Ni	74	74	66	67	69
Nb	2	2	1	2	2
Zr	102	101	101	102	106
Y	13	13	13	16	15
Sr	159	162	300	180	132
Rb	45	34	21	101	82

CIPW NORMS VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	6.170	13.070	10.980	7.500	8.110
Or	6.160	3.580	3.080	10.770	8.600
Ab	23.120	15.150	19.400	19.290	23.210
An	24.860	30.750	28.340	24.990	22.930
Di	9.660	7.630	8.720	7.570	6.830
He	6.950	5.710	6.530	5.480	4.750
En	10.250	10.620	10.010	10.970	11.840
Fs	8.460	9.110	8.590	9.110	9.440
Mt	2.860	2.870	2.850	2.840	2.820
Il	1.230	1.230	1.220	1.220	1.170
Ap	0.250	0.260	0.250	0.250	0.260

KLEURINDEKS

KI	39	37	38	37	37
----	----	----	----	----	----

BYLAAG 5-1

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN NORITIESE EN GABBROIESE GESTEENTES

Gest. Nr.	DN-05	DN-06	DN-07	DN-08	DN-10	DN-13	DN-16	DN-17	DN-18	DN-19	DN-24	DN-25	DN-28	DN-30
SiO ₂	54.55	55.05	54.05	53.90	54.77	55.54	55.61	52.16	54.33	51.59	53.83	53.57	54.00	51.48
TiO ₂	0.21	0.05	0.10	0.26	0.12	0.04	0.11	0.08	0.05	0.15	0.06	0.08	0.14	0.06
Al ₂ O ₃	0.90	1.14	1.43	0.76	0.89	1.30	0.62	1.67	1.05	1.09	1.17	0.92	0.65	0.32
Cr ₂ O ₃	0.20	0.53	0.41	0.11	0.11	0.58	0.20	0.53	0.42	0.13	0.29	0.16	0.23	0.02
FeO	13.37	11.55	15.57	17.60	15.85	10.58	13.16	20.99	15.04	23.15	16.87	18.89	16.53	28.08
MnO	0.28	0.20	0.29	0.34	0.31	0.20	0.29	0.38	0.32	0.44	0.35	0.34	0.30	0.60
MgO	27.97	29.84	26.87	25.94	26.21	30.43	29.62	22.58	27.57	20.86	25.89	24.04	26.93	18.31
CaO	2.60	1.20	1.75	1.50	1.93	1.33	0.60	1.44	1.01	1.66	1.38	2.13	0.74	0.82
Totaal	100.08	99.58	100.45	100.41	100.18	100.00	100.22	99.82	99.81	99.07	99.84	100.14	99.51	99.70

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.958	1.961	1.948	1.961	1.979	1.961	1.977	1.943	1.962	1.958	1.962	1.968	1.968	1.982
Ti	0.006	0.002	0.003	0.007	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.004	0.002	0.002	0.004	0.002
Al	0.038	0.048	0.061	0.033	0.038	0.054	0.026	0.073	0.045	0.049	0.050	0.040	0.028	0.015
Cr	0.006	0.077	0.012	0.003	0.003	0.016	0.006	0.016	0.012	0.004	0.008	0.004	0.007	0.001
Fe	0.401	0.344	0.469	0.536	0.479	0.313	0.391	0.654	0.454	0.735	0.514	0.581	0.504	0.904
Mn	0.008	0.035	0.009	0.011	0.009	0.006	0.009	0.012	0.010	0.014	0.011	0.011	0.009	0.020
Mg	1.497	1.585	1.444	1.407	1.412	1.602	1.570	1.254	1.484	1.181	1.406	1.317	1.463	1.051
Ca	0.100	0.046	0.068	0.059	0.075	0.050	0.023	0.057	0.039	0.068	0.054	0.084	0.029	0.034
Totaal	4.014	4.006	4.013	4.015	3.998	4.003	4.004	4.011	4.008	4.012	4.007	4.007	4.011	4.008

Mg/(Mg+Fe)	0.789	0.822	0.755	0.724	0.747	0.837	0.801	0.657	0.766	0.616	0.732	0.694	0.744	0.538
L.k.teit	Moilwas- lokasie	Witfon- tein	Moilwas- lokasie	Rietpan 6 JO	Kalkpan 3 JO	Leeuw- fontein 61 JP	Petrus- dam 55 JP	Wit- fontein 10 JO	Zand- fontein 35 JP	Doorn- laagte 2 JO	Koffy- kraal 69 JP	Staats- drift 74 JP	Magdale- naskraal 37 JP	Olifant- sfontein 33 JP

BYLAAG 5-1

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN NORITIESE EN GABBROIESE GESTEENTES

Gest. Nr.	DN-31	DN-32	DN-33	DN-34	DN-35	DN-36	DN-38	DN-39	63386.4	63428	63624.6	63774.7	64082	64265.4
SiO ₂	54.38	55.26	54.37	54.24	55.03	54.33	55.17	54.67	55.26	55.64	53.75	53.76	55.32	54.65
TiO ₂	0.11	0.09	0.12	0.06	0.08	0.12	0.11	0.11	0.16	0.14	0.19	0.22	0.07	0.09
Al ₂ O ₃	0.71	1.66	0.75	0.93	0.80	0.92	0.93	0.67	1.24	1.21	0.82	1.06	1.31	0.43
Cr ₂ O ₃	0.18	0.67	0.09	0.19	0.18	0.25	0.23	0.14	0.33	0.41	0.18	0.27	0.52	0.39
FeO	14.79	9.86	15.63	10.39	13.78	16.07	12.79	15.07	10.14	9.91	16.98	16.85	9.67	13.95
MnO	0.26	0.23	0.36	0.22	0.29	0.33	0.27	0.28	0.21	0.05	0.33	0.29	0.19	0.26
MgO	27.76	30.50	26.99	33.14	29.02	27.19	29.92	27.87	31.44	32.03	26.97	26.62	31.62	29.75
CaO	1.08	1.50	1.43	0.94	0.88	0.81	0.83	0.90	0.58	0.80	0.83	1.04	1.14	0.73
Totaal	99.26	99.77	99.73	100.10	100.07	100.01	100.25	99.71	99.36	100.19	100.05	100.12	99.84	100.23

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.971	1.952	1.971	1.918	1.968	1.965	1.960	1.973	1.956	1.951	1.954	1.952	1.948	1.956
Ti	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.002	0.002
Al	0.030	0.069	0.032	0.039	0.034	0.039	0.039	0.029	0.052	0.050	0.035	0.045	0.055	0.018
Cr	0.005	0.019	0.003	0.005	0.005	0.007	0.007	0.004	0.010	0.011	0.005	0.008	0.014	0.011
Fe	0.448	0.291	0.474	0.307	0.412	0.486	0.380	0.455	0.300	0.291	0.516	0.512	0.285	0.418
Mn	0.008	0.007	0.011	0.007	0.009	0.010	0.008	0.009	0.006	0.001	0.010	0.009	0.006	0.008
Mg	1.500	1.606	1.459	1.747	1.547	1.466	1.585	1.500	1.659	1.674	1.461	1.441	1.660	1.587
Ca	0.042	0.057	0.056	0.036	0.034	0.032	0.032	0.035	0.022	0.030	0.032	0.041	0.043	0.028
Totaal	4.008	4.002	4.008	4.060	4.010	4.008	4.014	4.007	4.010	4.013	4.018	4.014	4.013	4.027

Mg/(Mg+Fe)	0.770	0.847	0.755	0.851	0.790	0.751	0.807	0.767	0.846	0.852	0.738	0.737	0.853	0.791
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

L.k.teit	Knapdaar	Klare-	Doorn-	Roode-	Kuilen-	Cyfergat	Tweekopp-	Tweekopp-						
	26 JP	stroom	laagte	rand	burg	38 JP	iesfontein	iesfontein						
		147 KP	51 JP	41 JP	39 JP		143 KP	143 KP						
									811.6	798.9	739.0	693.2	599.9	543.6

BYLAAG 5-1

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
 ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN NORITIESE EN GABBROIESE GESTEENTES

Gest. Nr.	64534	64629	64749.8	64797.2	64806	65004	65290	65399.9	65747.4	65955.7	66040.2
SiO ₂	55.50	53.89	55.14	54.28	54.86	55.19	55.19	54.85	55.34	54.59	55.54
TiO ₂	0.18	0.24	0.07	0.26	0.07	0.11	0.06	0.31	0.26	0.10	0.46
Al ₂ O ₃	0.98	0.77	0.82	0.72	1.04	1.09	1.47	1.24	1.34	1.07	0.80
Cr ₂ O ₃	0.17	0.25	0.33	0.27	0.38	0.50	0.55	0.41	0.39	0.48	0.13
FeO	11.12	15.59	12.58	14.66	11.85	10.58	7.88	11.94	9.30	13.36	10.55
MnO	0.20	0.32	0.25	0.28	0.24	0.20	0.17	0.23	0.19	0.23	0.23
MgO	30.59	27.62	30.03	28.33	29.90	30.88	32.19	29.95	31.67	28.87	31.01
CaO	1.67	0.76	0.86	0.69	1.40	0.64	1.65	1.01	1.80	1.14	1.44
Totaal	100.40	99.43	100.08	99.48	99.75	99.18	99.16	100.00	99.97	99.84	100.14

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.958	1.958	1.961	1.962	1.955	1.961	1.945	1.949	1.947	1.956	1.958
Ti	0.005	0.006	0.002	0.007	0.002	0.003	0.002	0.008	0.007	0.003	0.012
Al	0.041	0.033	0.034	0.031	0.044	0.046	0.061	0.052	0.055	0.045	0.033
Cr	0.005	0.007	0.009	0.008	0.011	0.014	0.015	0.012	0.011	0.014	0.003
Fe	0.328	0.474	0.374	0.443	0.353	0.314	0.232	0.355	0.273	0.400	0.311
Mn	0.006	0.010	0.007	0.008	0.007	0.006	0.005	0.007	0.006	0.007	0.007
Mg	1.608	1.496	1.592	1.526	1.588	1.635	1.691	1.586	1.644	1.542	1.629
Ca	0.063	0.030	0.033	0.027	0.054	0.024	0.062	0.038	0.068	0.044	0.054
Totaal	4.014	4.014	4.013	4.011	4.013	4.004	4.014	4.007	4.011	4.010	4.009
Mg/(Mg+Fe)	0.830	0.759	0.809	0.774	0.817	0.838	0.879	0.817	0.857	0.793	0.839
Elev. (m)	461.8	432.5	396.0	381.6	378.9	318.3	231.3	197.8	91.9	28.4	2.7

BYLAAG 5-2

RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
 OLIVIENONTLEDINGS VAN OLIVIENORITIESE GESTEENTES

Gest. Nr.	63386.4	63428	64534	65290	65399.9	65747.4	66040.2
SiO ₂	39.47	39.63	38.51	39.97	38.55	39.37	39.12
TiO ₂	0.02	0.02	0.01	0.00	0.03	0.01	0.02
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
FeO	15.54	15.71	19.06	13.20	20.21	15.47	17.00
MnO	0.18	0.05	0.21	0.19	0.22	0.21	0.23
MgO	44.82	44.51	41.76	46.66	40.58	44.23	43.06
CaO	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02
Totaal	100.04	99.93	99.56	100.04	99.64	99.32	99.48

AANTAL KATIONE PER 4 SUURSTOWWE

Si	0.993	0.998	0.991	0.995	0.996	0.998	0.997
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.327	0.331	0.410	0.275	0.437	0.328	0.362
Mn	0.004	0.001	0.005	0.004	0.005	0.005	0.000
Mg	1.681	1.671	1.602	1.731	1.563	1.671	1.636
Ca	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001
Totaal	3.006	3.001	3.009	3.005	3.003	3.002	3.002
Mg/(Mg+Fe)	0.837	0.834	0.796	0.862	0.781	0.835	0.818
Elev. (m)	811.6	798.9	461.8	231.3	197.8	91.9	2.7

BYLAAG 5-3

RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS

KLINOPIROKSEENONTLEDINGS VAN GABBROIESE GESTEENTES

Gest. Nr.	G3386.4	G3428	G3624.6	G3774.7	G4265.4	G4534	G5955.7	G6040.2
SiO ₂	52.16	55.31	52.72	52.36	53.05	52.56	51.79	52.62
TiO ₂	0.41	0.21	0.31	0.48	0.40	0.39	0.74	0.40
Al ₂ O ₃	2.11	3.75	1.31	1.55	0.44	0.88	3.40	2.20
Cr ₂ O ₃	0.87	0.40	0.39	0.47	0.65	0.57	0.83	0.61
FeO	4.14	6.75	6.76	7.32	4.77	4.10	5.26	3.43
MnO	0.11	0.00	0.17	0.16	0.15	0.11	0.11	0.11
MgO	16.16	20.36	16.03	15.57	16.63	17.07	16.89	16.17
CaO	22.67	12.50	23.36	21.10	22.78	23.31	19.19	23.13
Na ₂ O	0.38	0.29	0.26	0.34	0.26	0.28	0.69	0.50
K ₂ O	0.01	0.10	0.01	0.01	0.00	0.00	0.23	0.00
Totaal	99.04	99.68	100.31	99.37	99.14	99.26	99.12	99.17

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.932	1.978	1.946	1.949	1.967	1.945	1.909	1.940
Ti	0.011	0.006	0.009	0.014	0.011	0.011	0.021	0.011
Al	0.092	0.158	0.057	0.068	0.019	0.038	0.148	0.095
Cr	0.025	0.011	0.011	0.014	0.019	0.017	0.024	0.018
Fe	0.128	0.202	0.209	0.228	0.148	0.127	0.162	0.106
Mn	0.003	0.000	0.005	0.005	0.005	0.003	0.004	0.003
Mg	0.892	1.085	0.881	0.864	0.919	0.941	0.928	0.888
Ca	0.899	0.479	0.884	0.842	0.905	0.924	0.758	0.914
Na	0.028	0.020	0.019	0.024	0.019	0.020	0.049	0.035
K	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.011	0.000
Totaal	4.012	3.944	4.021	4.009	4.012	4.027	4.014	4.011
Mg/(Mg+Fe)	0.874	0.843	0.808	0.791	0.861	0.881	0.851	0.893
Elev. (m)	811.6	798.9	739.0	693.2	543.6	461.8	28.4	2.7

BYLAAG 5-4

RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS

PLAGIOKLAASONTLEDINGS

Gest. Nr.	63428	63774.7	63774.7	64534	64534	64629	64629	64797.2	64797.2	65747.4	65747.4	66040.2	66040.2
		kern	rand	kern	rand	kern	rand	kern	rand	kern	rand	kern	rand
SiO ₂	48.09	50.22	46.80	50.84	50.45	49.72	49.31	49.67	49.27	55.27	54.03	53.77	51.75
TiO ₂	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	32.97	31.46	32.18	31.10	32.42	32.29	32.18	32.05	32.18	28.23	28.45	29.12	30.28
Fe ₂ O ₃	0.06	0.24	0.00	0.03	0.06	0.08	0.13	0.07	0.05	0.00	0.01	0.03	0.05
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	16.83	15.39	16.14	14.93	15.08	14.77	16.04	15.84	15.99	10.94	11.28	12.38	13.53
Na ₂ O	2.26	2.96	2.49	3.36	3.15	3.26	2.61	2.75	2.78	5.57	5.59	4.86	4.12
K ₂ O	0.03	0.19	0.14	0.08	0.06	0.14	0.09	0.06	0.05	0.03	0.05	0.06	0.06
Totaal	100.25	100.46	100.29	100.34	100.21	99.26	100.36	101.01	100.30	100.08	99.45	100.22	99.60

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Si	8.805	9.144	8.995	9.244	9.185	9.148	8.995	9.044	8.992	9.955	9.825	9.716	9.429
Ti	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.005	0.000	0.003
Al	7.116	6.753	6.923	6.665	6.744	6.788	6.921	6.880	6.923	5.994	6.099	6.204	6.503
Fe	0.009	0.037	0.000	0.005	0.010	0.012	0.019	0.010	0.007	0.000	0.002	0.005	0.008
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	3.302	3.002	3.156	2.908	2.941	2.912	3.136	3.090	3.127	2.111	2.199	2.398	2.641
Na	0.802	1.046	0.882	1.183	1.112	1.162	0.923	0.971	0.985	1.944	1.970	1.703	1.455
K	0.008	0.045	0.032	0.019	0.013	0.032	0.022	0.013	0.011	0.007	0.012	0.013	0.013
Totaal	20.043	20.026	19.994	20.025	20.006	20.056	20.017	20.009	20.044	20.017	20.111	20.006	20.051
An %	80.3	73.3	77.5	70.8	72.3	70.9	76.8	75.8	75.8	52.0	52.6	58.3	64.3
Elev. (m)	798.9	693.2	693.2	461.8	461.8	432.5	432.5	381.6	381.6	91.9	91.9	2.7	2.7

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Best. Nr.	DN-01	DN-02	DN-03	DN-04	DN-05	DN-06	DN-07	DN-08	DN-09	DN-10	DN-11	DN-12	DN-13	DN-14
SiO ₂	53.74	47.11	54.68	54.06	51.37	56.07	54.40	53.18	55.09	55.95	54.32	55.78	54.83	54.11
TiO ₂	0.46	0.23	0.55	0.54	0.14	0.33	0.54	0.25	0.51	0.53	0.37	0.45	0.31	0.35
Al ₂ O ₃	11.01	7.54	13.17	15.59	16.93	8.60	11.51	14.00	14.65	13.12	11.68	14.55	10.27	12.19
FeO	9.46	8.98	9.31	8.48	6.32	9.45	9.61	8.45	7.87	8.57	9.32	9.43	9.74	9.49
MnO	0.17	0.16	0.16	0.14	0.13	0.18	0.16	0.16	0.15	0.15	0.21	0.15	0.19	0.18
MgO	12.96	23.22	8.47	6.50	12.12	17.07	10.93	12.27	6.56	7.77	12.52	7.67	15.42	11.60
CaO	6.43	4.72	7.43	8.32	8.51	5.31	6.66	7.40	7.54	7.20	7.83	7.98	6.63	6.83
Na ₂ O	1.14	0.11	1.53	1.94	1.52	1.53	1.85	1.65	2.29	1.94	0.87	0.90	1.38	1.27
K ₂ O	0.49	0.19	0.36	1.18	0.78	0.61	1.24	0.86	1.44	1.59	0.09	0.13	0.51	0.92
P ₂ O ₅	0.07	0.04	0.08	0.08	0.02	0.06	0.08	0.04	0.08	0.09	0.09	0.09	0.05	0.06
GV	2.56	5.63	2.82	2.57	1.04	-0.14	1.54	1.21	2.17	1.85	1.51	1.86	0.13	1.80
H ₂ O-	0.56	0.34	0.39	0.21	0.14	0.13	0.23	0.19	0.28	0.28	0.33	0.19	0.13	0.19
Totaal	99.05	98.27	98.95	99.61	99.02	99.20	98.75	99.66	98.63	99.04	99.14	99.18	99.59	98.99

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	67	100	58	54	64	78	67	71	51	56	74	62	76	67
Cr	1425	4009	558	171	668	1798	808	578	288	427	1043	416	1980	1032
V	180	102	176	161	75	138	161	109	145	152	165	185	168	184
Zn	77	130	80	74	47	76	83	65	75	68	87	55	74	77
Cu	31	1	64	46	121	49	56	94	44	48	1	26	44	30
Ni	305	1347	175	108	397	325	237	276	107	149	376	217	383	262
Ba	478	98	353	250	152	212	292	161	334	368	25	52	178	231
Sc	40	24	36	35	25	36	37	33	31	33	38	44	46	51
Nb	2	0	4	3	0	1	3	0	4	5	10	2	2	1
Zr	69	40	91	84	14	50	78	34	96	99	75	83	49	59
Y	10	13	15	12	0	6	10	4	14	15	7	10	6	8
Sr	99	14	142	304	267	136	194	266	238	244	163	232	123	142
Rb	22	0	22	44	27	19	45	29	60	55	4	6	15	41

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	6.7	0.0	10.8	6.6	0.0	2.9	3.7	1.0	7.0	7.9	8.6	15.3	2.5	5.7
Or	3.0	1.2	2.2	7.2	4.7	3.6	7.5	5.2	8.9	9.7	0.5	0.8	3.0	5.6
Ab	10.0	1.0	13.5	16.9	13.1	13.0	16.1	14.2	20.1	16.9	7.5	7.8	11.7	11.1
An	24.4	21.0	29.2	31.3	37.8	14.9	20.0	28.7	26.4	23.1	28.4	36.3	20.4	25.6
Di	4.6	2.5	4.2	4.9	3.1	6.7	7.1	4.7	5.6	6.4	6.0	1.8	7.1	4.8
He	2.1	0.6	2.9	4.0	1.0	2.3	3.9	2.1	4.2	4.4	2.8	1.4	2.8	2.5
En	31.4	44.8	20.0	14.4	27.0	39.6	24.7	28.9	14.4	17.0	29.2	18.8	35.2	27.5
Fs	16.4	12.6	15.6	13.3	10.4	15.8	15.4	14.5	12.2	13.3	15.8	16.6	16.1	16.3
Fo	0.0	11.3	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fa	0.0	3.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Il	0.9	0.5	1.1	1.1	0.3	0.6	1.1	0.5	1.0	1.0	0.7	0.9	0.6	0.7
Cr	0.3	0.9	0.1	0.0	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2
Ap	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1

Ges. tipe	Diabaas	Diabaas	Diabaas	Diabaas	Noriet	Noriet	Noriet	Noriet	Noriet	Noriet	Diabaas	Diabaas	Noriet	Diabaas
Sone	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS
L.k.teit	Welbe- dacht 39 JO	Moilwas- lokasie	Moilwas- lokasie	Moilwas- lokasie	Moilwas- lokasie	Witfon- tein 10 JO	Moilwas- lokasie	Rietpan 6 JO	Rietpan 6 JO	Kalkpan 3 JO	Zand- poortje 95 JP	Rietgat 91 JP	Leeuw- fontein 61 JP	Berg- fontein 60 JP

250.

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	DN-15	DN-16	DN-17	DN-18	DN-19	DN-20	DN-21	DN-22	DN-23	DN-24	DN-25	DN-26	DN-27	DN-28
SiO ₂	56.13	55.70	54.54	55.91	55.96	55.65	55.11	53.72	53.37	55.15	52.63	53.69	52.65	50.94
TiO ₂	0.61	0.26	0.42	0.34	0.49	0.48	0.40	0.66	0.35	0.35	0.26	0.66	0.51	0.11
Al ₂ O ₃	15.67	6.63	12.55	8.80	15.14	15.06	13.23	14.45	11.56	11.16	17.35	14.60	15.47	14.15
FeO	8.03	9.26	9.89	8.80	8.34	8.87	8.70	9.57	9.11	9.39	7.85	9.01	7.95	8.84
MnO	0.15	0.18	0.18	0.17	0.14	0.15	0.15	0.19	0.42	0.16	0.14	0.15	0.14	0.16
MgO	4.31	21.09	10.66	16.85	6.32	5.67	10.35	6.59	14.02	13.68	8.53	6.57	8.18	14.56
CaO	7.40	4.29	8.60	5.40	7.87	8.37	8.00	10.43	6.81	6.57	9.90	10.39	10.27	8.93
Na ₂ O	2.66	1.04	1.64	1.46	2.41	1.98	0.50	1.55	0.87	1.54	1.87	1.81	1.68	0.99
K ₂ O	1.71	0.37	0.54	0.63	1.46	1.19	0.10	0.51	1.31	0.79	0.49	0.52	0.54	0.07
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.06	0.05	0.09	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06	0.03	0.06	0.04	0.01
GV	2.23	0.33	0.24	0.21	1.23	1.92	2.19	1.66	1.22	0.03	0.07	1.54	1.26	0.32
H ₂ O-	0.27	0.11	0.18	0.08	0.14	0.20	0.25	0.10	0.09	0.10	0.16	0.20	0.11	0.13
Totaal	99.26	99.30	99.50	98.70	99.59	99.65	99.07	99.50	99.19	98.98	99.28	99.20	98.80	99.21

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	38	87	68	75	52	52	61	49	69	71	58	49	47	78
Cr	87	2348	928	1824	211	101	815	142	1244	1296	333	198	436	1039
V	181	124	202	142	143	180	150	261	147	163	142	247	205	93
Zn	89	69	74	73	76	77	71	82	166	78	59	77	63	66
Cu	1	54	64	39	56	51	1	38	0	48	36	66	52	102
Ni	1	509	216	304	146	84	286	81	399	367	169	92	127	360
Ba	335	145	207	219	375	362	31	159	1323	258	178	120	142	39
Sc	41	37	51	38	35	40	40	60	37	42	39	55	49	37
Nb	5	0	0	1	3	3	2	4	2	1	0	4	3	0
Zr	113	37	49	49	112	91	84	79	69	66	40	0	64	0
Y	19	3	8	6	14	13	10	20	9	6	3	22	3	0
Sr	167	97	156	143	250	238	234	64	104	147	197	70	64	199
Rb	62	12	21	20	49	39	4	24	67	26	17	18	17	0

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	8.2	2.0	4.4	3.7	6.4	9.1	14.1	7.7	2.4	3.6	2.0	6.8	4.3	0.0
Or	10.5	2.2	3.2	3.8	8.8	7.2	0.6	3.1	7.9	4.7	2.9	3.2	3.3	0.4
Ab	23.3	8.9	14.0	12.5	20.7	17.2	4.4	13.4	7.5	13.1	16.0	15.7	14.6	8.5
An	26.6	12.4	25.5	15.8	26.6	29.4	34.7	31.7	24.2	21.4	37.8	31.0	33.9	34.3
Di	4.2	5.5	8.8	6.7	5.7	5.3	3.1	9.1	5.6	6.3	5.9	9.7	9.2	6.1
He	4.8	1.5	5.1	2.2	4.6	5.1	1.6	8.1	2.4	2.7	3.5	8.1	5.5	2.4
En	9.2	50.4	22.7	39.4	13.4	12.0	25.2	12.6	33.0	31.5	18.7	12.3	16.6	31.0
Fs	11.9	16.0	15.1	14.8	12.6	13.5	15.2	12.9	15.9	15.6	12.5	11.8	11.4	14.0
Fo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Fa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Il	1.2	0.5	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	1.3	0.7	0.7	0.5	1.3	1.0	0.2
Cr	0.0	0.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2
Ap	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0

Gest. tipe	Diabaas	Noriet	Noriet	Noriet	Nor. dia	Diabaas	Diabaas	Diabaas	Diabaas	Noriet	Noriet	Diabaas	Diabaas	Noriet
Sone	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	MHS	rand-
L. Kateit	Berg- fontein	Petrus- dam	Wit- fontein	Zand- fontein	Doorn- laagte	Kalk- fontein	Doorn- rivier	Roode- sloot	Roode- sloot	Koffy- kraal	Staats- drift	Riekers- dam	Riekers- dam	Magdale- naskuil
	60 JP	55 JP	10 JO	35 JP	2 JO	1 JF	97 JP	84 JP	84 JP	69 JF	74 JP	109 JP	109 JP	37 JP

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	DN-29	DN-30	DN-31	DN-32	DN-33	DN-34	DN-35	DN-36	DN-37	DN-38	DN-39	G3327.9	G3333	G3354.3
SiO ₂	53.19	55.92	50.63	52.28	51.57	50.47	51.27	52.22	54.49	51.16	49.76	51.33	46.23	55.23
TiO ₂	0.38	0.48	0.08	0.29	0.09	0.04	0.05	0.10	0.39	0.07	0.05	0.14	0.07	0.28
Al ₂ O ₃	11.71	15.06	16.72	7.84	16.41	20.07	17.74	8.65	8.57	19.65	19.82	6.59	6.20	3.81
FeO	9.19	9.03	7.51	9.62	5.61	4.42	6.46	11.27	9.13	5.27	6.80	11.97	13.64	10.69
MnO	0.16	0.16	0.15	0.16	0.14	0.11	0.14	0.22	0.19	0.12	0.13	0.19	0.19	0.21
MgO	12.25	6.62	13.34	22.40	10.97	13.07	13.18	19.27	17.43	12.06	11.54	22.64	29.18	24.55
CaO	7.42	8.45	9.35	4.67	13.63	10.63	9.61	6.07	5.34	10.24	9.99	3.84	3.30	3.98
Na ₂ O	1.99	2.07	1.26	1.28	1.40	0.95	1.06	0.74	1.08	1.48	1.08	0.68	0.63	0.60
K ₂ O	0.52	1.09	0.09	0.71	0.06	0.06	0.10	0.04	0.55	0.08	0.14	0.09	0.07	0.27
P ₂ O ₅	0.05	0.09	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BV	1.59	0.64	-0.10	-0.08	-0.02	0.07	-0.17	-0.28	1.99	0.11	0.17	0.05	-0.74	-0.31
H ₂ O-	0.23	0.16	0.08	0.14	0.11	0.10	0.10	0.19	0.11	0.08	0.18	0.10	0.15	0.15
Totaal	98.68	99.77	99.12	99.35	99.98	100.00	99.55	98.50	99.32	100.33	99.67	97.63	98.93	99.47

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	66	53	70	97	59	54	65	95	74	58	60	140	128	96
Cr	1375	198	632	3499	863	644	843	1715	2013	898	450	6877	3371	2727
V	177	170	76	112	104	53	54	109	137	41	209	147	75	119
Zn	67	77	53	76	31	29	44	85	73	35	56	88	95	87
Cu	48	34	80	40	96	32	73	73	15	99	62	761	63	46
Ni	288	115	318	704	254	280	281	416	405	341	218	132	703	477
Ba	171	339	44	202	28	46	37	40	158	52	25	42	32	90
Sc	47	38	29	28	46	18	24	47	35	18	28	37	20	44
Nb	2	4	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1
Zr	60	87	1	64	1	0	1	0	50	0	0	1	1	19
Y	9	14	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	4
Sr	144	238	219	9	262	243	247	125	146	304	340	95	94	46
Rb	20	36	3	23	0	0	3	0	22	3	4	0	2	12

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	1.4	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Or	3.2	6.5	0.5	4.2	0.4	0.4	0.6	0.2	3.3	0.5	0.8	0.5	0.4	1.6
Ab	17.3	17.7	10.7	10.8	11.8	8.0	9.0	6.3	9.4	12.5	9.2	5.8	5.3	5.1
An	22.1	28.9	40.0	13.6	38.3	50.4	43.5	20.4	17.3	46.6	49.1	14.9	13.9	6.9
Di	8.5	5.8	4.0	5.9	17.7	1.6	2.6	5.9	5.7	2.5	0.4	2.7	1.5	8.1
He	4.0	4.9	1.5	1.6	5.9	0.3	0.8	2.2	1.9	0.7	0.2	0.9	0.5	2.2
En	27.5	14.0	26.9	34.2	17.2	29.7	31.6	62.5	41.8	25.5	25.5	46.3	21.3	56.2
Fs	14.8	13.6	11.3	10.5	6.5	7.5	11.5	18.4	15.7	8.3	11.2	17.5	7.3	17.8
Fo	0.0	0.0	3.3	13.2	1.4	1.5	0.1	2.3	0.0	2.3	2.2	6.8	35.4	0.8
Fa	0.0	0.0	1.5	4.5	0.6	0.4	0.0	1.1	0.0	0.8	1.1	2.8	13.4	0.3
Il	0.7	0.9	0.2	0.6	0.2	0.1	0.1	0.2	0.8	0.1	0.1	0.3	0.1	0.5
Cr	0.3	0.0	0.1	0.8	0.2	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	1.5	0.7	0.6
Ap	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Gest. tipe	Diabaas	Noriet	Noriet	Ol.nor.	Gab.nor.	Noriet	Noriet	Gab.nor.	Diabaas	Noriet	Noriet	Ol.nor.	Noriet	Piroks.
Sone	MHS	MHS	rand-	MHS	rand-	rand-	rand-	rand-	MHS	rand-	rand-	laer	laer	laer
L.k.teit	Leeuw- fontein 61 JP	Olifant- fontein 33 JP	Knapdaar 26 JP	Klare- stroom 147 KP	Doorn- laagte 51 JP	Roo-de- rand 41 JP	Kuilen- rand 39 JP	Cyfergat 38 JP	Brak- fontein 132 KP	Tweekop- piesfon- tein 143 KP	Tweekop- piesfon- tein 143 KP			
												829.4	827.8	821.4

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G3375	G3386.4	G3428	G3466	G3922	G3955	G3624.6	G3774.7	G3805	G3889.4	G4000	G4019.5	G4199.2	G4252.8
SiO ₂	46.61	54.58	53.32	53.91	52.11	53.21	51.82	52.61	52.71	54.04	54.01	53.62	54.49	54.22
TiO ₂	0.07	0.13	0.12	0.14	0.14	0.18	0.10	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.16	0.18
Al ₂ O ₃	3.87	3.36	3.82	5.39	9.26	8.56	14.45	10.59	6.85	5.01	4.95	4.37	4.89	6.53
FeO	11.48	9.09	9.38	10.15	13.58	10.20	9.31	10.64	12.07	9.84	10.26	11.18	10.95	10.30
MnO	0.19	0.18	0.19	0.20	0.25	0.18	0.18	0.19	0.21	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20
MgO	34.17	28.67	28.61	25.19	18.00	20.86	14.43	17.45	21.35	24.87	25.01	24.35	24.52	22.88
CaO	2.17	2.42	2.53	3.58	5.53	4.96	7.87	6.79	5.20	3.94	3.65	3.49	3.67	4.42
Na ₂ O	0.28	0.23	0.26	0.52	0.89	1.09	1.29	1.06	0.67	0.49	0.58	0.57	0.65	0.82
K ₂ O	0.03	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BV	-0.68	-0.24	-0.31	-0.49	-0.45	0.01	-0.04	-0.23	-0.29	0.50	0.11	0.20	-0.42	-0.28
H ₂ O-	0.10	0.12	0.15	0.11	0.14	0.14	0.03	0.13	0.09	0.15	0.11	0.27	0.08	0.21
Totaal	98.30	98.60	98.15	98.76	99.51	99.46	99.55	99.50	99.12	99.28	99.14	98.52	99.31	99.59

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	137	90	97	90	104	89	79	84	117	91	2	117	113	87
Cr	5865	4880	5870	3447	1418	2547	1029	1792	2363	2785	3048	2776	2918	2658
V	90	135	121	133	188	121	107	129	137	96	136	210	105	104
Zn	86	77	84	89	109	86	70	89	93	78	78	81	83	83
Cu	6	30	5	7	211	41	59	47	318	160	119	200	146	12
Ni	1602	832	777	573	507	753	263	388	852	665	673	546	779	479
Ba	15	13	28	30	22	44	43	53	31	35	41	41	43	54
Sc	23	41	35	38	52	35	36	43	46	37	37	40	39	40
Nb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	0	4	0	2	0	3	2	5	3	8	7	10	5	7
Y	0	0	0	0	0	3	0	1	2	0	1	1	1	1
Sr	42	31	40	77	124	128	200	158	96	70	67	62	62	94
Rb	1	2	2	0	0	0	2	2	0	3	3	3	3	2

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Or	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Ab	2.4	2.0	2.2	4.4	7.5	9.2	10.9	9.0	5.7	4.2	4.9	4.9	5.5	6.9
An	9.2	8.0	9.1	12.3	21.1	18.3	33.4	23.8	15.5	11.3	10.7	9.2	10.1	13.8
Di	1.0	2.7	2.3	3.5	3.4	3.9	3.3	5.4	6.1	5.4	4.8	5.1	5.0	5.0
He	0.2	0.5	0.5	0.9	1.7	1.2	1.4	2.2	2.2	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4
En	28.6	66.3	60.9	56.5	38.5	44.5	32.0	37.6	44.5	57.1	55.7	55.6	54.7	51.1
Fs	7.0	15.2	14.4	16.6	21.6	15.9	15.3	16.9	18.5	16.6	16.7	18.7	17.9	16.8
Fo	39.3	2.9	6.8	3.3	3.3	4.1	1.8	2.2	4.2	2.0	3.3	2.5	2.8	2.4
Fa	10.7	0.7	1.8	1.1	2.0	1.6	0.9	1.1	1.9	0.6	1.1	0.9	1.0	0.9
Il	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cr	1.3	1.1	1.3	0.7	0.3	0.5	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
Ap	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ges. tipe	Ol.nor.	Noriet	Ol.nor.	Noriet	Noriet	Noriet	Noriet	Gab.nor.	Gab.nor.	Noriet	Gab.nor.	Gab.nor.	Noriet	Gab.nor.
Sone	laer	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-
Elev. (m)	815.0	811.6	798.9	787.3	770.2	760.2	739.0	693.2	684.0	658.3	624.5	618.6	563.8	547.5

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G4265.4	G4328.6	G4354.7	G4460	G4534	G4594	G4629.9	G4749.8	G4797.2	G4806	G4855.3	G5004.6	G5054	G5105
SiO ₂	56.19	54.93	54.69	52.58	49.97	54.03	53.58	56.15	54.48	55.32	55.67	55.94	57.22	55.11
TiO ₂	0.22	0.22	0.20	0.12	0.12	0.20	0.22	0.24	0.20	0.33	0.24	0.25	0.31	0.20
Al ₂ O ₃	4.41	4.48	5.86	14.99	4.15	6.60	7.85	4.02	2.47	4.99	3.30	3.97	2.85	4.69
FeO	11.22	11.68	10.97	7.17	12.52	10.65	11.14	10.48	13.63	9.60	9.83	8.82	8.89	9.06
MnO	0.22	0.22	0.22	0.15	0.19	0.21	0.21	0.20	0.22	0.18	0.20	0.18	0.17	0.18
MgO	23.01	23.51	22.80	15.82	29.72	21.83	19.48	24.31	24.90	23.69	26.15	26.01	26.08	25.46
CaO	3.21	3.50	3.94	8.33	2.47	4.57	5.13	3.06	1.75	3.27	2.93	3.04	2.15	3.38
Na ₂ O	0.63	0.53	0.72	1.40	0.34	0.92	0.86	0.62	0.31	0.66	0.49	0.63	0.57	0.63
K ₂ O	0.27	0.23	0.17	0.09	0.10	0.23	0.25	0.36	0.20	0.32	0.24	0.26	0.62	0.16
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GV	-0.30	-0.24	-0.42	-0.32	-0.48	-0.34	-0.18	-0.28	0.13	0.27	-0.21	-0.07	0.14	-0.08
H ₂ O	0.24	0.19	0.13	0.13	0.18	0.15	0.16	0.26	0.26	0.22	0.16	0.13	0.23	0.16
Totaal	99.33	99.26	99.29	100.47	99.29	99.06	98.71	99.43	98.56	98.86	99.01	99.17	99.24	98.96

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	90	98	98	77	142	95	96	99	147	92	99	93	92	90
Cr	2793	2277	2246	1002	2504	2230	1690	2832	2435	2689	2964	3178	3257	3031
V	35	223	154	76	140	123	141	117	181	106	117	90	91	109
Zn	93	97	92	52	92	81	82	81	105	74	75	69	70	73
Cu	27	58	77	91	44	57	108	152	343	89	59	69	36	17
Ni	402	426	552	276	1132	335	287	704	656	464	575	657	432	386
Ba	83	65	66	72	60	85	96	90	65	96	66	85	148	54
Sc	47	52	49	31	26	42	43	38	41	32	35	29	30	30
Nb	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
Zr	22	16	14	3	7	15	19	20	6	28	11	20	39	9
Y	3	2	2	0	0	1	3	2	1	0	2	1	3	0
Sr	56	55	78	231	60	105	118	48	24	67	40	53	24	57
Rb	11	9	5	0	3	7	8	13	9	12	10	10	24	8

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	0.5	1.5	0.4	0.5	2.4	0.0
Or	1.6	1.4	1.0	0.5	0.6	1.4	1.5	2.1	1.2	1.9	1.4	1.5	3.7	1.0
Ab	5.3	4.5	6.1	11.7	2.9	7.8	7.3	5.2	2.7	5.7	4.2	5.3	4.9	5.4
An	8.4	9.2	12.3	34.1	9.5	13.3	17.0	7.1	4.8	9.8	6.1	7.3	3.4	9.6
Di	4.6	5.0	4.5	4.3	1.7	5.8	5.1	5.0	2.4	4.2	5.5	5.2	4.8	4.8
He	1.4	1.6	1.4	1.3	0.5	1.8	1.9	1.4	0.8	1.1	1.3	1.1	1.0	1.1
En	55.3	56.4	54.4	32.2	41.0	48.4	46.6	58.2	61.8	57.8	62.9	62.6	63.1	61.0
Fs	19.7	20.5	19.2	10.8	12.8	17.3	19.5	18.3	24.9	16.8	17.2	15.3	15.4	15.7
Fo	0.0	0.0	0.2	3.4	22.5	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Fa	0.0	0.0	0.1	1.3	7.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Il	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4
Cr	0.6	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
Ap	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Gest. tipe	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Noriet	Ol. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Noriet	Gab. nor.	Webster.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.
Sone	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-
Elev. (m)	543.6	524.4	516.4	484.3	461.8	443.5	432.5	396.0	381.6	378.9	363.8	318.3	303.3	287.7

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G5159.6	G5220	G5290	G5399.9	G5446	G5510.1	G5560	G5650.7	G5711.2	G5747.4	G5790.4	G5908.5	G5955.7	G5980.4
SiO ₂	52.93	52.54	44.92	49.88	55.54	55.31	55.35	55.79	55.51	44.76	54.01	55.97	55.86	55.84
TiO ₂	0.20	0.18	0.13	0.23	0.27	0.23	0.27	0.23	0.23	0.18	0.22	0.28	0.30	0.33
Al ₂ O ₃	3.96	6.75	3.66	7.65	5.10	4.73	4.12	4.28	3.99	3.09	4.33	5.15	6.59	6.94
FeO	11.80	10.54	10.04	10.82	9.71	9.28	9.36	9.66	8.97	11.62	9.04	9.79	9.67	9.29
MnO	0.20	0.20	0.17	0.19	0.18	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.16	0.18	0.18	0.17
MgO	24.68	21.11	36.70	24.45	23.92	25.03	25.28	25.70	26.14	35.39	27.00	23.33	21.07	20.63
CaO	3.33	6.15	2.87	4.58	3.88	3.30	3.05	3.00	2.85	1.96	2.86	3.63	4.41	4.66
Na ₂ O	0.48	0.66	0.40	0.61	0.83	0.79	0.68	0.73	0.67	0.67	0.68	0.96	1.11	1.19
K ₂ O	0.16	0.12	0.11	0.26	0.28	0.26	0.32	0.21	0.24	0.26	0.24	0.31	0.32	0.37
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
GV	0.56	0.76	-0.50	0.26	-0.31	-0.24	-0.27	-0.32	-0.08	-0.15	0.12	-0.21	-0.26	0.00
H ₂ O-	0.30	0.18	0.11	0.24	0.15	0.14	0.13	0.11	0.21	0.19	0.18	0.18	0.14	0.19
Totaal	98.61	99.20	98.62	99.18	99.56	99.01	98.47	99.58	98.91	98.15	98.85	99.58	99.40	99.62

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	150	93	130	99	90	89	96	96	90	163	103	88	85	83
Cr	2873	2493	5143	3730	2804	2358	2930	2857	3353	2766	3942	2516	2415	2414
V	100	164	79	174	110	99	107	107	98	61	92	115	127	127
Zn	84	74	69	107	75	71	72	77	68	78	67	74	74	73
Cu	574	53	14	8	19	9	17	15	31	131	66	33	41	34
Ni	2144	373	2189	828	507	527	642	584	675	2067	839	513	470	451
Ba	47	39	51	86	97	92	102	81	83	96	81	115	128	140
Sc	33	41	20	34	35	31	34	37	32	17	30	35	31	34
Nb	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Zr	11	11	7	15	24	24	21	15	16	18	18	31	23	35
Y	2	2	0	1	2	2	1	2	0	1	1	2	4	6
Sr	55	90	46	88	75	76	54	59	54	56	62	87	105	110
Rb	6	5	3	8	10	8	13	7	9	10	7	11	10	12

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.5	1.5
Or	1.0	0.7	0.7	1.5	1.7	1.5	1.9	1.2	1.4	1.6	1.4	1.8	1.9	2.2
Ab	4.1	5.7	3.4	5.2	7.0	6.7	5.8	6.2	5.7	5.7	5.8	8.1	9.4	10.1
An	8.3	15.3	7.9	17.5	9.3	8.6	7.3	7.8	7.2	4.7	8.1	8.8	12.1	12.5
Di	5.2	9.5	4.3	3.4	6.3	5.1	5.1	4.6	4.6	3.3	4.1	5.8	6.1	6.6
He	1.6	3.0	0.8	0.9	1.6	1.2	1.2	1.1	1.0	0.7	0.9	1.5	1.8	1.9
En	53.3	44.1	15.0	36.3	56.1	58.6	61.1	60.6	62.8	14.2	56.5	55.4	49.7	48.4
Fs	18.9	16.1	3.0	11.7	16.5	15.8	16.3	16.5	15.6	3.5	13.6	16.8	16.5	15.7
Fo	4.7	3.4	52.1	16.4	0.3	1.2	0.0	0.8	0.4	51.5	6.6	0.0	0.0	0.0
Fa	1.9	1.4	11.6	5.8	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	13.8	1.7	0.0	0.0	0.0
Il	0.4	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6
Cr	0.6	0.5	1.1	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.9	0.5	0.5	0.5
Ap	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Gest. tipe	Gab. nor.	Gab. nor.	Ol. nor.	Ol. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Ol. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.	Gab. nor.
Sone	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-	rand-
Elev. (m)	271.1	252.7	231.3	197.8	183.8	164.3	149.0	121.4	103.0	91.9	78.8	42.8	28.4	20.0

BYLAAG 5-5

MARICO HIPABISSALE SUITE EN RANDGESTEENTES VAN DIE BOSVELDKOMPLEKS
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G6005	G6025.2	G6040.2	
SiO ₂	53.74	54.64	48.02	
TiO ₂	0.35	0.41	0.29	
Al ₂ O ₃	7.71	8.87	6.45	
FeO	9.03	9.40	9.80	
MnO	0.16	0.17	0.16	
MgO	19.36	18.10	27.49	
CaO	4.93	5.58	4.10	
Na ₂ O	1.32	1.46	1.04	
K ₂ O	0.44	0.53	0.41	
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.01	
GV	0.13	0.26	0.71	GV = gloeiverlies by 950°C
H ₂ O-	0.18	0.19	0.22	H ₂ O- = gedroog by 110°C
Totaal	99.37	99.62	98.70	

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	80	84	116
Cr	2529	2289	3109
V	124	137	100
Zn	72	74	77
Cu	39	37	24
Ni	456	504	1333
Ba	168	207	153
Sc	33	32	23
Nb	2	1	1
Zr	40	45	38
Y	6	7	4
Sr	128	152	116
Rb	14	17	14

CIPW NORMS BEREKEN VOLGENS IRVINE EN BARAGAR

Q	2.0	0.1	0.0	Ges.tipe = gesteentetipe
Or	2.6	3.1	2.5	MHS = Marico Hipabissale Suite
Ab	11.2	12.4	8.9	L.k.teit = lokaliteit (plaas)
An	13.9	16.2	11.9	Elev.(m) = elevasie bo vloer in boorgat G1 op Goudini
Di	6.6	7.0	5.7	Nor.dia. = noritiese diabaas of ortopirokseen-amfibool gesteente
He	1.9	2.3	1.3	
En	45.4	42.0	22.8	Ol.nor. = oliviennoriet
Fs	15.2	15.6	5.9	Gab.nor. = gabbroïese noriet
Fo	0.0	0.0	30.9	Piroks. = pirokseniet
Fa	0.0	0.0	8.8	Webster. = websteriet
Il	0.7	0.8	0.6	
Cr	0.5	0.5	0.7	
Ap	0.0	0.0	0.0	
Ges.tipe	Gab.nor.	Gab.nor.	Ol.nor.	
Sone	rand-	rand-	rand-	
Elev.(m)	13.4	7.3	2.7	

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE
ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	DS2.7	DS31.4	DS38.1	DS45.0	DS45.2	DS50.7	DS55.2	DS65.9	DS69.7	DS73.9	DS81.2	DS89.5	DS101.2	DS106.4
SiO ₂	54.59	56.10	54.74	54.69	55.27	55.39	55.44	57.31	55.32	56.25	55.28	54.78	55.53	56.20
TiO ₂	0.11	0.09	0.11	0.11	0.09	0.16	0.07	0.01	0.06	0.13	0.06	0.16	0.10	0.13
Al ₂ O ₃	1.19	1.10	1.17	1.12	1.12	1.08	1.13	0.42	1.27	1.33	1.10	0.79	1.00	0.50
Cr ₂ O ₃	0.58	0.54	0.57	0.53	0.47	0.53	0.44	0.06	0.45	0.48	0.54	0.50	0.47	0.21
FeO	10.00	10.29	10.32	9.83	9.81	9.57	6.78	8.41	8.38	9.45	8.96	10.04	10.24	10.63
MnO	0.19	0.21	0.23	0.24	0.19	0.21	0.17	0.19	0.21	0.19	0.16	0.24	0.26	0.23
MgO	31.40	30.96	31.05	31.16	31.78	31.37	33.24	33.11	32.33	31.77	32.09	32.12	31.24	31.50
CaO	1.03	0.99	1.21	1.57	0.78	0.94	1.67	0.73	1.43	0.70	1.30	0.78	1.15	0.53
Totaal	99.09	100.28	99.40	99.25	99.51	99.25	98.94	100.24	99.45	100.30	99.49	99.41	99.99	99.93

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.943	1.969	1.946	1.945	1.953	1.961	1.949	1.990	1.948	1.965	1.950	1.944	1.959	1.980
Ti	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	0.002	0.000	0.002	0.003	0.001	0.004	0.003	0.003
Al	0.050	0.045	0.049	0.047	0.047	0.045	0.047	0.017	0.053	0.055	0.046	0.033	0.042	0.021
Cr	0.016	0.015	0.016	0.015	0.013	0.015	0.012	0.002	0.013	0.013	0.015	0.014	0.013	0.006
Fe	0.298	0.302	0.307	0.292	0.290	0.283	0.199	0.244	0.247	0.276	0.264	0.298	0.302	0.313
Mn	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.007	0.008	0.007
Mg	1.666	1.620	1.645	1.652	1.674	1.655	1.741	1.714	1.696	1.654	1.687	1.699	1.642	1.654
Ca	0.039	0.037	0.046	0.060	0.029	0.036	0.063	0.027	0.054	0.026	0.049	0.030	0.043	0.020
Totaal	4.021	3.998	4.019	4.021	4.015	4.005	4.019	4.000	4.018	3.998	4.018	4.029	4.011	4.003

Mg/(Mg+Fe)	0.848	0.843	0.842	0.850	0.852	0.854	0.897	0.875	0.873	0.857	0.865	0.851	0.845	0.841
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

Elev. (m)	2022.8	1994.1	1987.4	1980.5	1980.3	1974.8	1970.3	1959.6	1955.8	1951.6	1944.3	1936.0	1924.3	1919.1
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Gest. Nr.	DS112.7	DS113.3	DS114.9	DS121.4	DS130.1	DS140.3	DS155.2	DS156.5	DS157.3	DS166.1	DS181.8	DS203.5	DS242.8	G100
SiO ₂	53.78	56.73	55.54	55.34	54.99	55.20	55.66	55.91	55.63	55.39	55.25	55.15	54.84	55.43
TiO ₂	0.09	0.08	0.12	0.10	0.17	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.13	0.10
Al ₂ O ₃	1.13	1.02	0.91	1.09	0.99	1.07	1.31	1.23	1.17	1.09	1.67	1.15	1.14	1.45
Cr ₂ O ₃	0.58	0.45	0.50	0.56	0.54	0.54	0.47	0.48	0.53	0.47	0.52	0.52	0.56	0.55
FeO	9.86	5.96	9.99	10.09	10.26	9.97	9.43	9.01	9.83	9.54	9.66	10.25	10.62	10.26
MnO	0.19	0.14	0.19	0.22	0.19	0.21	0.19	0.19	0.20	0.22	0.23	0.20	0.21	0.22
MgO	31.94	34.49	32.40	31.23	31.08	30.61	31.59	32.16	31.30	31.65	30.78	31.71	30.41	30.36
CaO	1.82	1.05	0.72	1.58	1.74	1.78	1.30	1.29	1.67	1.18	1.29	0.80	1.98	1.46
Totaal	99.39	99.92	100.37	100.21	99.96	99.47	100.04	100.35	100.41	99.63	99.47	99.86	99.89	99.83

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.917	1.961	1.948	1.950	1.946	1.958	1.955	1.954	1.953	1.955	1.963	1.947	1.947	1.959
Ti	0.003	0.002	0.003	0.003	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
Al	0.047	0.042	0.038	0.045	0.041	0.045	0.054	0.051	0.048	0.045	0.049	0.048	0.047	0.060
Cr	0.016	0.012	0.014	0.016	0.015	0.015	0.013	0.013	0.015	0.013	0.015	0.014	0.016	0.015
Fe	0.294	0.172	0.293	0.297	0.304	0.296	0.277	0.263	0.289	0.282	0.287	0.303	0.315	0.303
Mn	0.006	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006
Mg	1.696	1.777	1.694	1.640	1.639	1.619	1.653	1.675	1.638	1.665	1.630	1.669	1.608	1.599
Ca	0.069	0.039	0.027	0.060	0.066	0.068	0.049	0.048	0.063	0.045	0.049	0.030	0.075	0.055
Totaal	4.049	4.010	4.023	4.017	4.021	4.009	4.009	4.012	4.013	4.013	4.001	4.019	4.018	4.001

Mg/(Mg+Fe)	0.852	0.912	0.853	0.847	0.844	0.846	0.857	0.864	0.850	0.855	0.850	0.847	0.836	0.841
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	--------

Elev. (m)	1912.8	1912.2	1910.6	1904.1	1895.4	1885.2	1870.3	1869.0	1868.2	1859.4	1843.7	1822.0	1782.7	1813.3
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

257

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE
ORTOPIROKSEENONILEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	G134	G170	G200	G233.4	G294	G350	G444.7	G495	G553	G609	G640.4	G743	G760	G1182
SiO ₂	55.38	55.26	55.35	53.85	55.42	55.08	55.40	55.44	55.52	55.28	55.27	55.16	55.45	55.41
TiO ₂	0.09	0.12	0.10	0.04	0.07	0.12	0.14	0.11	0.08	0.15	0.08	0.14	0.08	0.06
Al ₂ O ₃	1.35	1.19	1.08	1.22	1.45	1.08	0.88	1.20	1.20	0.89	1.44	0.99	1.37	1.60
Cr ₂ O ₃	0.51	0.58	0.46	0.38	0.54	0.01	0.44	0.57	0.49	0.43	0.52	0.53	0.54	0.54
FeO	9.57	9.46	9.56	9.74	9.50	9.77	10.27	9.40	9.43	9.66	8.67	9.26	8.51	8.60
MnO	0.12	0.23	0.23	0.23	0.24	0.19	0.18	0.22	0.21	0.22	0.19	0.21	0.20	0.19
MgO	31.00	31.17	31.40	31.97	30.71	31.54	31.81	31.16	31.26	31.31	31.56	31.73	31.95	31.91
CaO	1.16	1.32	0.97	1.38	1.25	1.48	0.80	1.00	1.09	1.49	1.51	1.21	1.41	1.58
Totaal	99.18	99.33	99.15	98.81	99.18	99.27	99.92	99.10	99.28	99.43	99.24	99.23	99.51	99.89

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.961	1.956	1.961	1.927	1.963	1.953	1.954	1.963	1.963	1.958	1.952	1.953	1.951	1.944
Ti	0.002	0.003	0.003	0.001	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002	0.002
Al	0.056	0.050	0.045	0.052	0.061	0.045	0.037	0.050	0.050	0.037	0.060	0.041	0.057	0.066
Cr	0.014	0.016	0.013	0.011	0.015	0.000	0.012	0.016	0.014	0.012	0.014	0.015	0.015	0.015
Fe	0.283	0.280	0.283	0.291	0.281	0.290	0.303	0.278	0.279	0.286	0.256	0.274	0.250	0.252
Mn	0.004	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.005	0.007	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006
Mg	1.636	1.645	1.658	1.704	1.620	1.667	1.672	1.645	1.647	1.653	1.661	1.675	1.676	1.669
Ca	0.044	0.050	0.037	0.053	0.048	0.056	0.030	0.038	0.041	0.057	0.057	0.046	0.053	0.004
Totaal	4.001	4.007	4.007	4.043	3.998	4.021	4.018	4.000	4.003	4.013	4.009	4.015	4.011	4.014

Mg/(Mg+Fe)	0.852	0.855	0.854	0.853	0.852	0.852	0.847	0.855	0.855	0.853	0.867	0.859	0.870	0.869
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Harzb.
-----------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	---------	---------	--------

Elev. (m)	1802.9	1791.9	1782.8	1772.6	1754.1	1737.1	1708.2	1692.9	1675.2	1658.1	1648.5	1617.3	1612.1	1483.5
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Gest. Nr.	G1235	G1267	G1290	G1321	G1372.3	G1471	G1525	G1569	G1577	G1607	G1633	G1684	G1707	G1755.5
SiO ₂	55.71	55.61	55.73	55.12	55.88	55.77	55.71	55.77	55.27	55.33	55.44	55.71	55.66	55.48
TiO ₂	0.07	0.07	0.08	0.07	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.13	0.06	0.07	0.08
Al ₂ O ₃	1.17	1.49	1.34	1.37	1.39	0.91	1.58	1.40	1.40	1.56	1.21	1.74	1.69	1.73
Cr ₂ O ₃	0.49	0.52	0.53	0.51	0.46	0.45	0.52	0.46	0.49	0.46	0.35	0.56	0.58	0.57
FeO	8.96	9.40	9.55	9.68	9.85	8.79	8.62	8.89	8.38	8.66	8.59	8.38	8.51	8.44
MnO	0.19	0.19	0.20	0.21	0.19	0.20	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.17	0.17
MgO	31.67	31.00	31.40	31.63	31.34	32.19	31.95	31.84	32.18	31.98	32.71	31.48	32.13	31.67
CaO	1.04	1.05	1.21	1.27	1.01	1.20	1.21	0.91	1.45	1.34	0.67	1.88	1.13	1.91
Totaal	99.30	99.33	100.04	99.86	100.21	99.59	99.89	99.57	99.46	99.63	99.30	100.01	99.94	100.05

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.964	1.964	1.957	1.944	1.960	1.962	1.952	1.960	1.946	1.946	1.951	1.951	1.948	1.943
Ti	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002
Al	0.049	0.062	0.055	0.057	0.057	0.038	0.065	0.058	0.058	0.065	0.050	0.072	0.070	0.071
Cr	0.014	0.014	0.015	0.014	0.013	0.013	0.014	0.013	0.014	0.006	0.010	0.015	0.016	0.016
Fe	0.264	0.278	0.280	0.285	0.289	0.259	0.253	0.261	0.247	0.255	0.253	0.245	0.249	0.247
Mn	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Mg	1.664	1.631	1.644	1.663	1.638	1.688	1.668	1.668	1.689	1.676	1.716	1.643	1.676	1.654
Ca	0.039	0.040	0.045	0.048	0.038	0.045	0.045	0.034	0.055	0.051	0.025	0.071	0.043	0.072
Totaal	4.002	3.996	4.005	4.019	4.003	4.011	4.006	4.002	4.016	4.013	4.015	4.004	4.008	4.011

Mg/(Mg+Fe)	0.863	0.855	0.854	0.854	0.850	0.867	0.869	0.865	0.873	0.868	0.872	0.870	0.871	0.870
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Duniet	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------

Elev. (m)	1467.3	1457.6	1450.5	1441.1	1425.5	1395.4	1378.9	1365.5	1363.1	1353.9	1346.0	1330.5	1323.4	1308.7
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

258

BYLAAG 6-1

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE
ORTHOPIROKSEENONTLEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	G1799	G1871	G2246	G2260.2	G2374	G2405	G2432.8	G2495.2	G2587.5	G2927	G3186.5	G3386.4	G3428
SiO ₂	55.67	55.74	55.89	55.30	55.71	56.08	56.26	55.96	55.67	55.78	55.57	55.26	55.64
TiO ₂	0.08	0.10	0.09	0.09	0.06	0.07	0.09	0.20	0.11	0.11	0.14	0.16	0.14
Al ₂ O ₃	1.82	1.48	1.07	1.12	1.27	1.22	1.26	1.44	1.34	1.38	1.22	1.24	1.21
Cr ₂ O ₃	0.56	0.52	0.46	0.45	0.45	0.46	0.48	0.36	0.52	0.46	0.44	0.33	0.41
FeO	8.81	8.76	9.75	9.60	9.03	8.50	8.40	8.35	9.11	9.91	9.88	10.14	9.91
MnO	0.18	0.22	0.22	0.22	0.18	0.19	0.16	0.18	0.17	0.23	0.07	0.21	0.05
MgO	31.62	31.92	31.21	30.95	31.24	31.74	32.17	32.36	32.16	30.79	31.44	31.44	32.03
CaO	1.29	1.09	1.50	1.25	1.16	1.55	1.44	0.97	0.96	1.57	0.78	0.58	0.80
Totaal	100.03	99.83	100.19	98.98	99.10	99.81	100.26	99.82	100.04	100.23	99.54	99.36	100.19
AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE													
Si	1.949	1.954	1.963	1.964	1.969	1.965	1.961	1.957	1.951	1.960	1.961	1.956	1.952
Ti	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004
Al	0.075	0.061	0.044	0.047	0.053	0.050	0.052	0.059	0.055	0.057	0.051	0.052	0.050
Cr	0.016	0.014	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.010	0.014	0.013	0.012	0.010	0.011
Fe	0.258	0.257	0.286	0.285	0.267	0.249	0.245	0.244	0.267	0.291	0.292	0.300	0.291
Mn	0.005	0.007	0.006	0.007	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.007	0.002	0.006	0.001
Mg	1.650	1.668	1.634	1.638	1.645	1.658	1.672	1.687	1.680	1.613	1.654	1.659	1.674
Ca	0.048	0.041	0.057	0.047	0.044	0.058	0.054	0.037	0.036	0.059	0.030	0.022	0.030
Totaal	4.004	4.005	4.006	4.004	3.996	4.001	4.004	4.003	4.011	4.002	4.004	4.009	4.014
Mg/(Mg+Fe)	0.865	0.867	0.851	0.852	0.861	0.869	0.872	0.874	0.863	0.847	0.850	0.847	0.852
Ges. tipe	Harzb.	Gabbro	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Duniet	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Noriet	Ol.noriet
Elev. (m)	1295.4	1273.5	1159.2	1154.8	1120.1	1110.7	1102.2	1083.2	1055.1	951.6	872.5	811.6	798.9

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

KLINOPIROKSEENONTLEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	DS2.7	DS38.1	DS45.0	DS81.2	DS113.3	DS114.9	DS121.4	DS130.1	DS140.3	DS155.2	DS156.5	DS157.3	DS166.1	DS203.5
SiO ₂	52.16	52.04	52.16	53.03	53.92	52.73	53.39	52.96	52.92	53.01	54.13	53.72	52.84	53.08
TiO ₂	0.19	0.37	0.25	0.05	0.14	0.23	0.34	0.38	0.36	0.28	0.18	0.24	0.35	0.22
Al ₂ O ₃	1.57	1.83	1.73	0.41	1.28	1.10	1.02	1.19	1.48	1.99	1.74	1.70	1.57	1.21
Cr ₂ O ₃	0.88	1.07	1.00	0.42	1.03	0.84	0.73	0.79	0.98	0.86	0.68	0.95	0.85	0.80
FeO	3.71	4.13	3.80	2.87	2.22	3.80	3.40	3.58	3.56	3.90	3.70	3.44	3.65	3.50
MnO	0.10	0.14	0.14	0.60	0.09	0.12	0.14	0.10	0.10	0.13	0.11	0.10	0.13	0.10
MgO	16.58	16.64	16.65	17.64	17.63	17.35	17.33	17.25	16.58	16.83	18.51	17.37	16.79	16.99
CaO	23.62	22.44	23.12	24.59	23.42	23.00	23.43	23.41	22.91	22.39	19.79	21.85	23.37	23.36
Na ₂ O	0.37	0.46	0.42	0.28	0.52	0.35	0.35	0.31	0.35	0.50	0.46	0.26	0.34	0.32
K ₂ O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Totaal	99.18	99.12	99.28	99.90	100.25	99.53	100.13	99.97	99.25	99.90	99.30	99.63	99.90	99.58

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.932	1.927	1.929	1.955	1.957	1.942	1.951	1.941	1.950	1.940	1.970	1.960	1.938	1.951
Ti	0.005	0.010	0.007	0.001	0.004	0.006	0.009	0.010	0.010	0.008	0.005	0.006	0.010	0.006
Al	0.069	0.080	0.075	0.018	0.055	0.048	0.044	0.052	0.064	0.086	0.075	0.073	0.068	0.052
Cr	0.026	0.031	0.029	0.012	0.029	0.024	0.021	0.023	0.028	0.025	0.020	0.027	0.025	0.023
Fe	0.115	0.128	0.118	0.088	0.067	0.117	0.104	0.110	0.110	0.119	0.113	0.105	0.112	0.108
Mn	0.003	0.004	0.004	0.002	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003
Mg	0.915	0.918	0.918	0.970	0.953	0.952	0.944	0.942	0.910	0.918	1.004	0.944	0.918	0.931
Ca	0.937	0.891	0.916	0.971	0.911	0.908	0.917	0.919	0.905	0.878	0.772	0.854	0.919	0.920
Na	0.027	0.033	0.030	0.020	0.036	0.025	0.025	0.022	0.025	0.035	0.033	0.018	0.025	0.022
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Totaal	4.029	4.023	4.027	4.038	4.016	4.027	4.020	4.022	4.006	4.014	3.994	3.992	4.018	4.017

Mg/(Mg+Fe)	0.888	0.877	0.886	0.916	0.933	0.890	0.900	0.895	0.892	0.884	0.899	0.899	0.891	0.896
Elev. (m)	2022.8	1987.4	1980.5	1944.3	1912.2	1910.6	1904.1	1895.4	1885.2	1870.3	1869.0	1868.2	1859.4	1822.0

Gest. Nr.	DS242.8	6134	6170	6200	6294	6350	6444.7	6495	6743	6760	61267	61321	61372.3	61471
SiO ₂	52.56	53.99	52.92	52.65	52.65	53.04	53.34	52.95	52.62	52.86	53.00	53.40	53.20	53.69
TiO ₂	0.26	0.19	0.22	0.21	0.19	0.25	0.24	0.18	0.24	0.16	0.19	0.15	0.16	0.10
Al ₂ O ₃	1.22	1.50	1.58	1.81	1.56	1.08	1.09	1.61	1.31	1.90	2.08	1.27	1.97	1.10
Cr ₂ O ₃	0.89	0.93	0.97	0.90	0.90	0.71	0.76	1.01	0.81	0.01	0.88	0.74	0.72	0.54
FeO	3.79	3.38	3.37	3.84	3.96	3.81	3.58	3.71	3.27	3.39	3.60	3.57	3.53	3.21
MnO	0.11	0.10	0.13	0.13	0.09	0.09	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.10	0.10
MgO	17.01	17.20	17.05	16.88	18.48	17.26	17.27	16.87	17.04	17.26	16.60	17.40	16.78	17.40
CaO	22.91	22.95	22.96	22.51	20.90	22.50	22.56	22.46	23.40	22.65	22.34	22.98	23.32	23.42
Na ₂ O	0.29	0.43	0.35	0.34	0.38	0.31	0.35	0.29	0.34	0.26	0.54	0.36	0.36	0.33
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Totaal	99.04	100.67	99.55	99.28	99.11	99.05	99.26	99.20	99.16	98.61	99.36	100.01	100.14	99.89

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.945	1.957	1.943	1.940	1.937	1.951	1.961	1.950	1.943	1.951	1.947	1.952	1.942	1.961
Ti	0.007	0.005	0.006	0.006	0.005	0.007	0.006	0.005	0.007	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003
Al	0.053	0.064	0.068	0.078	0.067	0.047	0.047	0.070	0.057	0.082	0.090	0.055	0.085	0.047
Cr	0.026	0.027	0.028	0.026	0.026	0.021	0.022	0.029	0.024	0.000	0.025	0.021	0.021	0.015
Fe	0.117	0.102	0.103	0.118	0.122	0.117	0.110	0.114	0.101	0.105	0.110	0.109	0.108	0.098
Mn	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003
Mg	0.938	0.929	0.933	0.927	1.013	0.946	0.946	0.926	0.938	0.950	0.909	0.947	0.913	0.947
Ca	0.908	0.891	0.903	0.889	0.824	0.887	0.889	0.886	0.925	0.896	0.879	0.899	0.912	0.917
Na	0.021	0.030	0.025	0.024	0.027	0.022	0.025	0.021	0.024	0.019	0.038	0.026	0.026	0.023
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Totaal	4.018	4.008	4.015	4.014	4.025	4.001	4.010	4.006	4.023	4.012	4.009	4.019	4.014	4.016

Mg/(Mg+Fe)	0.888	0.900	0.900	0.886	0.892	0.889	0.895	0.890	0.902	0.900	0.891	0.896	0.894	0.906
Elev. (m)	1782.7	1802.9	1791.9	1782.8	1754.1	1737.1	1708.2	1692.8	1617.3	1612.1	1457.6	1441.1	1425.5	1395.4

BYLAAG 6-2

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

KLINOPIROKSEENONTLEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	G1525	G1567	G1577	G1607	G1666	G1671.9	G1684	G1707	G1720	G1731	G1732.1	G1755.5	G1799	G1860
SiO ₂	54.08	53.08	52.95	52.72	50.83	51.48	52.62	53.50	50.49	50.84	51.48	53.10	51.13	49.13
TiO ₂	0.14	0.18	0.21	0.24	0.51	0.41	0.16	0.17	0.45	0.57	0.41	0.16	0.53	0.76
Al ₂ O ₃	2.04	1.73	1.87	2.52	3.81	3.15	2.53	1.72	3.95	3.34	3.15	2.31	3.55	1.63
Cr ₂ O ₃	0.86	0.69	0.75	1.08	0.15	0.06	0.85	0.72	0.21	0.47	0.06	0.89	0.32	0.03
FeO	3.32	3.75	3.48	3.40	8.90	10.50	3.81	3.41	8.70	8.18	10.50	3.62	8.82	20.48
MnO	0.12	0.15	0.13	0.09	0.23	0.26	0.12	0.09	0.23	0.19	0.26	0.12	0.22	0.52
MgO	17.51	17.19	17.50	16.15	16.25	15.72	17.38	17.08	16.32	16.10	15.72	17.40	16.31	14.00
CaO	20.70	22.04	22.39	22.17	18.35	17.46	21.90	22.86	18.32	19.46	17.46	22.08	17.92	12.43
Na ₂ O	0.46	0.38	0.43	0.66	0.31	0.36	0.43	0.34	0.32	0.27	0.36	0.45	0.30	0.15
K ₂ O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.17	0.00
Totaal	99.23	99.21	99.71	99.03	99.34	99.41	99.80	99.89	99.00	99.43	99.41	100.13	99.27	99.13

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.971	1.952	1.938	1.941	1.893	1.922	1.924	1.953	1.886	1.893	1.922	1.934	1.904	1.912
Ti	0.004	0.005	0.006	0.006	0.014	0.011	0.005	0.005	0.013	0.016	0.011	0.004	0.015	0.022
Al	0.088	0.075	0.081	0.109	0.167	0.139	0.109	0.074	0.174	0.146	0.139	0.097	0.156	0.075
Cr	0.025	0.020	0.022	0.031	0.004	0.002	0.025	0.021	0.006	0.014	0.002	0.025	0.010	0.001
Fe	0.101	0.115	0.107	0.105	0.277	0.328	0.117	0.104	0.272	0.255	0.328	0.110	0.275	0.665
Mn	0.004	0.005	0.004	0.003	0.007	0.008	0.004	0.003	0.007	0.006	0.008	0.004	0.007	0.017
Mg	0.951	0.942	0.955	0.886	0.901	0.874	0.947	0.929	0.909	0.893	0.874	0.944	0.905	0.812
Ca	0.808	0.868	0.878	0.875	0.732	0.698	0.858	0.894	0.733	0.776	0.698	0.862	0.715	0.518
Na	0.032	0.027	0.031	0.047	0.022	0.026	0.031	0.024	0.023	0.019	0.026	0.032	0.021	0.011
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Totaal	3.985	4.010	4.020	4.005	4.019	4.009	4.020	4.007	4.023	4.020	4.009	4.015	4.009	4.034

Mg / (Mg+Fe)	0.903	0.891	0.899	0.894	0.764	0.727	0.890	0.899	0.769	0.777	0.727	0.895	0.767	0.549
Elev. (m)	1378.9	1365.5	1363.1	1353.9	1335.9	1334.1	1330.5	1323.4	1319.5	1316.1	1315.8	1308.7	1295.4	1276.8

Gest. Nr.	G1971	G2246	G2374	G2405	G2432.8	G2495.2	G2927	G3186.5	G3386.4	G3428
SiO ₂	53.34	53.26	52.78	53.50	53.37	52.43	53.43	52.94	52.16	55.31
TiO ₂	0.21	0.19	0.15	0.16	0.22	0.37	0.24	0.33	0.41	0.21
Al ₂ O ₃	1.96	1.12	1.83	1.52	1.35	2.45	1.85	1.65	2.11	3.75
Cr ₂ O ₃	0.97	0.82	0.74	0.76	0.80	0.98	0.81	0.79	0.87	0.40
FeO	3.04	3.42	3.75	2.97	3.19	3.49	3.58	3.37	4.14	6.75
MnO	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.13	0.12	0.11	0.11	0.00
MgO	16.48	16.71	16.71	16.97	16.89	17.09	16.43	16.62	16.17	20.36
CaO	22.91	22.76	22.63	23.38	22.97	22.08	23.27	23.20	22.67	12.50
Na ₂ O	0.58	0.36	0.35	0.28	0.34	0.51	0.37	0.32	0.38	0.29
K ₂ O	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10
Totaal	99.64	98.77	99.09	99.67	99.24	99.54	100.11	99.34	99.03	99.67

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.952	1.968	1.947	1.957	1.961	1.923	1.951	1.949	1.932	1.978
Ti	0.006	0.005	0.004	0.004	0.006	0.010	0.006	0.009	0.011	0.006
Al	0.085	0.049	0.080	0.066	0.059	0.106	0.079	0.072	0.092	0.158
Cr	0.028	0.024	0.021	0.022	0.023	0.028	0.023	0.023	0.025	0.011
Fe	0.093	0.106	0.115	0.091	0.098	0.107	0.109	0.104	0.128	0.202
Mn	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.000
Mg	0.899	0.920	0.919	0.925	0.925	0.934	0.894	0.911	0.892	1.085
Ca	0.899	0.901	0.894	0.916	0.905	0.868	0.910	0.915	0.899	0.479
Na	0.041	0.026	0.025	0.020	0.024	0.036	0.026	0.023	0.027	0.020
K	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
Totaal	4.007	4.004	4.012	4.005	4.004	4.017	4.004	4.006	4.012	3.944

Mg / (Mg+Fe)	0.906	0.896	0.888	0.910	0.904	0.897	0.891	0.897	0.874	0.843
Elev. (m)	1273.5	1159.2	1120.1	1110.7	1102.2	1083.2	951.6	872.5	811.6	798.9

BYLAAG 6-3

LAER EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

OLIVIENONTLEDINGS VAN BOORGATMONSTERS

Gest. Nr.	DS54.3	DS55.2	DS58.0	DS69.7	DS155.2	G640.4	G821.8	G840.5	G907	G956.4	G1014.4	G1070	G1108	G1157
SiO ₂	39.90	40.24	40.09	39.60	38.98	40.03	40.05	39.96	39.85	40.09	39.68	39.63	39.39	39.78
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02
FeO	13.73	11.55	11.92	13.68	15.45	13.68	12.80	11.03	12.11	11.62	12.69	13.56	13.99	13.88
MnO	0.23	0.17	0.18	0.20	0.18	0.18	0.19	0.17	0.15	0.17	0.18	0.19	0.19	0.21
MgO	45.42	46.98	47.33	45.63	44.41	45.56	46.16	48.06	47.05	47.85	46.72	45.80	45.75	45.56
CaO	0.05	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.12	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07
Totaal	99.35	99.03	99.59	99.14	99.08	99.51	99.26	99.40	99.21	99.82	99.35	99.26	99.40	99.53

AANTAL KATIONE PER 4 SUURSTOWWE

Si	1.002	1.003	0.996	0.997	0.991	1.003	1.002	0.992	0.995	0.993	0.993	0.996	0.992	0.999
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.288	0.241	0.248	0.288	0.328	0.287	0.268	0.229	0.253	0.241	0.266	0.285	0.294	0.290
Mn	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Mg	1.700	1.746	1.753	1.712	1.683	1.701	1.722	1.778	1.752	1.767	1.742	1.716	1.716	1.705
Ca	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Totaal	2.997	2.996	3.003	3.003	3.008	2.997	2.997	3.007	3.004	3.006	3.007	3.003	3.008	3.001

Mg/(Mg+Fe)	0.854	0.878	0.876	0.856	0.836	0.855	0.865	0.885	0.873	0.880	0.867	0.857	0.853	0.854
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Duniet	Harzb.	Duniet	Harzb.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Duniet	Harzb.
-----------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Elev. (m)	1971.2	1970.3	1967.5	1955.8	1870.3	1648.4	1593.3	1587.6	1567.3	1552.2	1534.5	1517.6	1506.0	1490.5
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Gest. Nr.	G1182	G1607	G1633	G1671.9	G1707	G1720	G1755.5	G1799	G2198	G2495.2	G3386.4	G3428
SiO ₂	39.42	39.37	39.73	37.46	40.00	37.01	39.70	39.52	39.12	40.07	39.47	39.63
TiO ₂	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02
FeO	13.91	13.94	13.72	27.23	13.48	26.86	13.19	13.96	15.26	12.58	15.54	15.71
MnO	0.20	0.22	0.21	0.39	0.16	0.36	0.16	0.19	0.20	0.19	0.18	0.05
MgO	45.45	46.13	45.84	34.80	45.58	34.30	46.89	45.31	44.40	46.44	44.82	44.51
CaO	0.05	0.04	0.05	0.38	0.05	0.35	0.03	0.03	0.04	0.06	0.00	0.00
Totaal	99.06	99.72	99.58	100.34	99.32	98.93	100.00	99.08	99.06	99.38	100.04	99.94

AANTAL KATIONE PER 4 SUURSTOWWE

Si	0.995	0.988	0.996	0.996	1.003	0.998	0.989	0.997	0.994	1.001	0.993	0.998
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Fe	0.294	0.293	0.288	0.605	0.283	0.606	0.275	0.294	0.324	0.263	0.327	0.331
Mn	0.004	0.005	0.004	0.009	0.003	0.008	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.001
Mg	1.710	1.725	1.713	1.379	1.704	1.378	1.741	1.704	1.681	1.729	1.681	1.671
Ca	0.001	0.001	0.001	0.011	0.001	0.010	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000
Totaal	3.005	3.012	3.003	3.003	2.996	3.001	3.010	3.002	3.005	2.998	3.006	3.001

Mg/(Mg+Fe)	0.853	0.854	0.856	0.694	0.857	0.694	0.863	0.852	0.838	0.868	0.837	0.834
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ges. tipe	Harzb.	Duniet	Harzb.	Doleriet	Harzb.	Doleriet	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Ol.noriet	Ol.noriet
-----------	--------	--------	--------	----------	--------	----------	--------	--------	--------	--------	-----------	-----------

Elev. (m)	1483.5	1353.9	1346.0	1334.1	1323.4	1319.5	1308.7	1295.4	1173.8	1083.2	811.6	798.9
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------

BYLAAG 6-4

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN DAGSOOMPIROKSENIETE

Gest. Nr.	Opx-02	Opx-03	Opx-04	Opx-05	Opx-06	Opx-07	Opx-08	Opx-09	Opx-10	Opx-11	Opx-12	Opx-13	Opx-14	Opx-15
SiO ₂	55.57	56.05	55.72	56.06	57.42	55.33	55.82	55.89	56.58	56.48	56.41	56.18	56.23	55.84
TiO ₂	0.07	0.09	0.08	0.09	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	0.08
Al ₂ O ₃	1.28	1.24	1.25	1.13	1.08	1.19	1.16	1.13	1.11	0.88	1.21	1.16	1.36	1.30
Cr ₂ O ₃	0.54	0.57	0.56	0.52	0.53	0.55	0.53	0.53	0.60	0.61	0.55	0.52	0.60	0.62
FeO	10.59	9.28	10.54	10.43	8.55	8.48	9.28	9.08	8.47	8.49	8.15	9.56	8.33	8.07
MnO	0.21	0.19	0.22	0.22	0.19	0.17	0.21	0.21	0.19	0.19	0.19	0.21	0.18	0.18
MgO	30.50	31.74	30.37	30.52	30.95	32.34	31.68	31.19	31.78	32.18	32.07	30.97	32.36	32.42
CaO	1.29	0.88	1.03	0.90	0.67	1.30	0.88	1.62	1.01	0.71	1.49	1.23	1.12	1.09
Totaal	100.05	100.04	99.77	99.87	99.46	99.41	99.63	99.72	99.82	99.63	100.14	99.90	100.25	99.60

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	102	101	107	107	99	92	105	103	100	88	96	101	100	95
Cr	3677	3886	3815	3564	3658	3740	3622	3594	4092	4167	3739	3557	4088	4220
V	83	85	178	95	67	62	79	88	90	115	65	98	72	75
Zn	80	62	76	82	62	72	84	75	62	55	62	72	77	58
Cu	5	4	9	17	0	25	25	1	0	0	0	8	29	0
Ni	583	446	724	762	704	579	831	751	685	527	766	724	703	534

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.962	1.963	1.969	1.977	2.007	1.949	1.964	1.967	1.978	1.978	1.967	1.974	1.959	1.957
Ti	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Al	0.053	0.051	0.052	0.047	0.044	0.049	0.048	0.047	0.046	0.036	0.050	0.048	0.056	0.054
Cr	0.015	0.016	0.016	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.017	0.017	0.015	0.014	0.017	0.017
Fe	0.312	0.272	0.311	0.307	0.250	0.250	0.273	0.267	0.248	0.249	0.238	0.281	0.243	0.236
Mn	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Mg	1.604	1.657	1.600	1.603	1.613	1.698	1.661	1.636	1.656	1.679	1.667	1.622	1.681	1.693
Ca	0.049	0.033	0.039	0.034	0.025	0.049	0.033	0.061	0.038	0.027	0.056	0.046	0.042	0.041
Totaal	4.003	4.001	3.995	3.991	3.961	4.017	4.003	4.001	3.989	3.993	3.999	3.993	4.003	4.006

Mg/(Mg+Fe)	0.840	0.860	0.837	0.839	0.866	0.872	0.859	0.861	0.870	0.871	0.875	0.852	0.874	0.878
Elev. (m)	850	824	850	864	1229	1294	1349	1414	1477	1294	1384	1429	1454	1619
L.k.teit.	Roode- rand 41 JP	Roode- rand 41 JP	Kuilen- burg 39 JP	Cyfer- gat 38 JP	Cyfer- gat 38 JP	Cyfer- gat 38 JP	Cyfer- gat 38 JP	Cyfer- gat 38 JP	Alewyns- poort 29 JP	Cyfer- gat 38 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP
Sone	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer

BYLAAG 6-4

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN DAGSOOMPIROKSENIETE

Gest. Nr.	Opk-16	Opk-17	Opk-18	Opk-19	Opk-20	Opk-21	Opk-22	Opk-23	Opk-24	Opk-25	Opk-26	Opk-27	Opk-28	Opk-29
SiO ₂	56.25	56.28	55.96	56.92	56.65	56.03	56.49	56.64	56.07	56.55	56.84	56.11	56.28	56.79
TiO ₂	0.10	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06
Al ₂ O ₃	1.24	1.19	1.19	1.06	1.33	1.18	1.13	1.26	1.37	1.17	1.03	1.26	1.59	1.41
Cr ₂ O ₃	0.56	0.61	0.61	0.65	0.63	0.68	0.60	0.65	0.65	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59
FeO	8.15	8.76	9.64	8.31	8.98	8.47	9.76	8.54	8.54	8.85	9.17	9.19	8.33	7.59
MnO	0.18	0.21	0.24	0.19	0.21	0.19	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.20	0.18
MgO	32.86	30.16	30.97	32.54	31.67	32.13	30.65	31.41	31.88	31.53	31.87	30.69	31.24	32.27
CaO	0.84	1.57	0.92	0.77	0.90	0.83	1.47	1.48	1.21	1.04	0.66	1.67	2.00	1.57
Totaal	100.18	98.83	99.59	100.51	100.43	99.58	100.38	100.24	99.99	100.04	100.45	99.79	100.30	100.46

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	98	106	108	101	93	101	96	101	81	104	105	101	94	67
Cr	3799	4181	4147	4454	4300	4619	4137	4465	4479	4415	4336	4209	4157	4017
V	103	74	81	69	77	73	75	70	69	67	59	88	88	53
Zn	58	70	69	57	62	59	64	61	32	63	64	65	56	25
Cu	1	0	0	1	11	1	9	5	0	1	0	0	0	4
Ni	634	544	555	578	511	564	548	606	579	590	589	495	607	604

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.958	1.991	1.972	1.975	1.972	1.965	1.978	1.975	1.961	1.976	1.980	1.972	1.963	1.968
Ti	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002
Al	0.051	0.049	0.049	0.044	0.055	0.049	0.047	0.052	0.056	0.048	0.042	0.052	0.065	0.058
Cr	0.015	0.017	0.017	0.018	0.017	0.019	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.016
Fe	0.237	0.259	0.284	0.242	0.261	0.248	0.286	0.249	0.250	0.259	0.267	0.270	0.243	0.220
Mn	0.005	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005
Mg	1.705	1.590	1.627	1.683	1.643	1.680	1.599	1.632	1.662	1.642	1.655	1.608	1.624	1.667
Ca	0.031	0.060	0.035	0.029	0.034	0.031	0.055	0.055	0.045	0.039	0.025	0.063	0.075	0.058

Totaal	4.006	3.974	3.993	3.998	3.990	3.999	3.989	3.989	4.000	3.989	3.994	3.991	3.994	3.994
Mg/(Mg+Fe)	0.878	0.860	0.851	0.874	0.863	0.871	0.848	0.868	0.869	0.864	0.861	0.856	0.870	0.883
Elev. (m)	1639	1742	1764	1859	1850	1910	1919	1854	1859	1899	1907	1734	1839	1884
L.k.teit.	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Alewyns- poort 29 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP	Stryd- fontein 12 JP
Sone	laer	laer	laer	kritieke	kritieke	kritieke	kritieke	kritieke	kritieke	kritieke	kritieke	laer	laer	kritieke

BYLAAG 6-4

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN DAGSOOMPIROKSENIETE

Gest. Nr.	Orx-30	Orx-31	Orx-32	Orx-33	Orx-34	Orx-35	Orx-36	Orx-37	Orx-38	Orx-39	Orx-40	Orx-41	Orx-42	Orx-43
SiO ₂	56.32	56.22	56.77	55.59	56.48	56.57	56.43	56.50	56.75	56.34	56.41	56.27	55.25	56.25
TiO ₂	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07	0.07	0.09	0.07	0.08	0.08
Al ₂ O ₃	1.11	1.10	1.08	1.22	1.10	1.10	1.13	1.21	1.12	1.32	1.29	1.13	1.11	1.07
Cr ₂ O ₃	0.58	0.61	0.53	0.53	0.52	0.53	0.54	0.63	0.54	0.54	0.57	0.60	0.59	0.59
FeO	9.70	10.33	8.55	8.54	8.03	7.79	8.88	8.09	8.98	9.61	8.56	9.58	9.04	9.51
MnO	0.22	0.23	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.17	0.18	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21
MgO	31.15	30.69	31.75	32.06	32.18	32.45	31.25	31.98	31.83	31.27	31.14	30.96	29.67	31.08
CaO	1.02	1.28	1.39	1.12	0.97	1.04	1.06	1.32	0.94	0.89	2.13	1.11	2.73	1.51
Totaal	100.18	100.54	100.33	99.33	99.53	99.75	99.54	99.98	100.41	100.25	100.39	99.92	98.61	100.30

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	103	106	97	92	100	99	106	93	101	103	81	100	102	101
Cr	3951	4147	3652	3659	3566	3627	3672	4284	3686	3689	3932	4105	4049	4062
V	88	98	119	59	55	73	58	75	66	75	64	80	83	81
Zn	67	73	64	57	63	59	69	58	75	79	31	64	68	73
Cu	1	9	3	2	1	0	4	4	7	23	6	4	0	12
Ni	524	538	660	502	819	812	785	542	671	543	505	517	523	529

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.973	1.971	1.977	1.957	1.976	1.973	1.981	1.971	1.976	1.971	1.969	1.976	1.977	1.970
Ti	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Al	0.046	0.046	0.044	0.050	0.046	0.045	0.047	0.050	0.046	0.054	0.053	0.047	0.047	0.044
Cr	0.016	0.017	0.015	0.015	0.014	0.015	0.015	0.017	0.015	0.015	0.016	0.017	0.017	0.016
Fe	0.284	0.303	0.249	0.251	0.235	0.227	0.261	0.236	0.261	0.281	0.250	0.281	0.270	0.279
Mn	0.006	0.007	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Mg	1.627	1.603	1.648	1.683	1.678	1.687	1.635	1.663	1.652	1.630	1.620	1.620	1.582	1.623
Ca	0.038	0.048	0.052	0.042	0.036	0.039	0.040	0.049	0.035	0.033	0.080	0.042	0.089	0.057

Totaal	3.993	3.996	3.992	4.008	3.992	3.994	3.986	3.993	3.992	3.992	3.995	3.991	3.990	3.997
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Mg/(Mg+Fe)	0.851	0.841	0.869	0.870	0.877	0.881	0.863	0.876	0.863	0.853	0.866	0.852	0.854	0.854
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Elev. (m)	2090	2113	1129	1219	1414	1399	1464	1616	1424	1149	1729	1999	2009	2040
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

L.k.teit.	Drie- kop 14 JP	Stryd- fontein 12 JP	Barboon- randjes 144 KP	Barboon- randjes 144 KP	Barboon- randjes 144 KP	Barboon- randjes 144 KP	Barboon- randjes 144 KP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Alewyns- poort 29 JP	Goudini 30 JP	Goudini 30 JP	Goudini 30 JP
-----------	-----------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------	------------------	------------------

Sone	kritieke	kritieke	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	kritieke	kritieke	kritieke
------	----------	----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----------	----------	----------

265.

BYLAAG 6-4

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

ORTOPIROKSEENONTLEDINGS VAN DAGSOOMPIROKSENIETE

Gest. Nr.	Opk-44	Opk-45	Opk-46	Opk-47	Opk-48	Opk-49	Opk-50	Opk-51	Opk-52	Opk-53	Opk-54
SiO ₂	56.24	56.18	56.42	56.02	56.01	56.40	56.69	55.95	56.46	55.99	55.54
TiO ₂	0.06	0.05	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.10	0.08	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	1.19	1.31	1.16	1.14	1.19	1.31	1.10	1.22	1.07	1.25	1.61
Cr ₂ O ₃	0.54	0.61	0.50	0.49	0.46	0.56	0.53	0.51	0.52	0.61	0.66
FeO	8.61	9.19	9.42	9.48	9.40	8.17	9.12	10.85	9.39	9.18	8.64
MnO	0.19	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.21	0.20	0.19	0.19
MgO	31.73	31.69	31.08	30.20	30.31	31.82	31.55	30.08	31.67	31.32	30.52
CaO	1.34	0.86	1.12	2.10	1.76	1.38	1.07	1.35	0.85	1.02	1.51
Totaal	99.90	100.10	99.98	99.71	99.39	99.90	100.31	100.27	100.24	99.64	98.74

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	74	98	104	105	105	96	105	103	100	94	105
Cr	3700	4156	3411	3386	3163	3828	3635	3457	3563	4186	4534
V	66	61	56	110	81	73	84	107	50	126	57
Zn	31	63	68	69	74	66	68	73	70	56	79
Cu	6	0	0	0	17	15	3	10	2	1	30
Ni	469	522	656	654	673	749	792	561	591	540	592

AANTAL KATIONE PER 6 SUURSTOWWE

Si	1.969	1.966	1.978	1.976	1.978	1.970	1.978	1.971	1.973	1.969	1.968
Ti	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002
Al	0.049	0.054	0.048	0.048	0.049	0.054	0.045	0.051	0.044	0.052	0.067
Cr	0.014	0.014	0.012	0.012	0.012	0.015	0.013	0.014	0.014	0.017	0.018
Fe	0.252	0.269	0.276	0.280	0.278	0.239	0.266	0.320	0.274	0.270	0.256
Mn	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Mg	1.656	1.653	1.624	1.588	1.596	1.657	1.640	1.579	1.650	1.641	1.612
Ca	0.050	0.032	0.042	0.079	0.067	0.052	0.040	0.051	0.032	0.038	0.057

Totaal	3.998	3.998	3.989	3.992	3.989	3.994	3.991	3.994	3.996	3.995	3.987
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Mg/(Mg+Fe)	0.868	0.860	0.855	0.850	0.852	0.874	0.861	0.832	0.857	0.860	0.863
------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Elev. (m)	2050	1952	1109	1139	1159	1294	1339	1474	1449	1419	1896
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

L.k.teit.	Turf- bult 10 JP	Stryd- fontein 12 JP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Brak- fontein 132 KP	Twee- koppies- fontein 143 KP	Bedford 142 KP	Twee- koppies- fontein 143 KP	Driekop 142 KP
Sone	kritieke	kritieke	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	laer	kritieke

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G100	G170	G294	G408.2	G495	G609	G691	G760	G821.8	G907	G1108	G1182	G1290	G1372.3
SiO ₂	54.29	55.45	55.00	54.63	55.27	55.38	54.64	55.02	39.06	39.92	39.48	53.27	54.88	54.78
TiO ₂	0.09	0.11	0.10	0.11	0.10	0.14	0.12	0.09	0.06	0.03	0.02	0.07	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	2.15	2.18	1.95	2.16	2.04	2.48	2.17	1.47	1.89	1.01	0.82	1.65	1.62	1.36
Cr ₂ O ₃	0.64	0.59	0.58	0.75	0.58	0.59	0.66	0.61	2.38	0.75	0.31	0.55	0.57	0.51
FeO	9.88	9.24	10.24	8.97	8.96	8.61	8.99	8.50	12.42	11.89	13.32	8.83	9.39	9.49
MnO	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.17	0.19	0.19	0.20	0.20
NiO	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.20	0.32	0.26	0.11	0.09	0.10
MgO	29.98	29.58	29.46	29.06	29.99	28.56	29.65	31.40	40.21	43.66	44.11	32.70	30.73	30.68
CaO	1.77	1.87	1.73	1.85	1.78	1.95	1.79	1.47	0.73	0.44	0.49	1.24	1.33	1.30
Na ₂ O	0.30	0.32	0.31	0.32	0.30	0.42	0.36	0.17	0.29	0.25	0.22	0.21	0.21	0.18
K ₂ O	0.03	0.03	0.05	0.09	0.02	0.15	0.05	0.00	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Totaal	99.42	99.65	99.70	98.22	99.31	98.55	98.71	99.00	97.45	98.51	99.23	98.83	99.11	98.68

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	111	108	106	100	99	94	102	98	160	171	206	110	103	106
Cr	4370	4051	3965	5106	3991	4009	4532	4150	8750	5163	2102	3781	3878	3521
V	87	86	84	88	77	82	83	69	81	30	15	74	87	93
Zn	74	70	71	69	68	67	66	64	84	79	82	68	74	73
Cu	13	6	1	5	6	10	7	3	15	8	3	2	3	5
Ni	582	541	543	513	516	497	556	537	1600	2486	2006	847	715	769
Ba	22	17	11	15	14	23	19	1	12	8	11	7	4	0
Sc	0	0	2	3	1	7	3	0	0	2	0	0	0	0

CIPW NORMS

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.18	0.18	0.30	0.54	0.12	0.90	0.30	0.00	0.12	0.36	0.00	0.06	0.06	0.06
Ab	2.55	2.72	2.63	2.76	2.56	3.61	3.09	1.45	2.52	1.81	0.00	1.80	1.79	1.54
An	4.46	4.44	3.79	4.27	4.19	4.50	4.21	3.28	3.65	1.48	1.23	3.57	3.48	2.91
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	1.02	0.00	0.00	0.00
Kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
Di	2.88	3.19	3.10	3.33	3.14	3.51	3.15	2.77	0.00	0.45	0.00	1.79	2.11	2.40
He	0.60	0.63	0.69	0.65	0.60	0.67	0.60	0.48	0.00	0.08	0.00	0.31	0.41	0.48
En	64.42	69.04	66.42	68.92	69.51	69.63	67.46	71.64	2.78	0.00	0.00	63.42	70.02	70.61
Fs	15.51	15.72	16.87	15.37	15.15	15.22	14.83	14.13	0.59	0.00	0.00	12.59	15.69	16.10
Fo	6.55	2.39	4.02	2.26	2.97	0.64	4.12	4.25	70.06	77.21	77.58	12.72	4.35	3.99
Fa	1.74	0.60	1.13	0.55	0.71	0.16	1.00	0.92	16.44	17.23	19.44	2.78	1.08	1.00
Ln	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
Il	0.17	0.21	0.19	0.21	0.19	0.27	0.23	0.17	0.12	0.06	0.04	0.14	0.15	0.14
Cr	0.95	0.87	0.86	1.12	0.86	0.88	0.99	0.91	3.61	1.12	0.46	0.82	0.85	0.76
Ap	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M/(M+F+A)	74.60	75.52	73.54	75.60	76.37	75.68	75.93	78.36	75.95	78.16	76.50	78.32	76.18	76.02
Ges. tipe	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Harzb.	Piroks.	Piroks.
Elev. (m)	1813.3	1791.9	1754.1	1719.2	1692.9	1658.1	1633.1	1612.1	1593.3	1567.3	1506.0	1483.5	1450.5	1425.5

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	G1525	G1607	G1707	G1799	G2164	G2198	G2246	G2374	G2446.6	G2575	G2728.4	G2806.5	G2945	G2978
SiO ₂	55.28	41.07	53.92	53.28	49.60	43.76	55.33	55.24	50.45	39.49	55.25	55.21	54.94	49.72
TiO ₂	0.08	0.05	0.07	0.06	0.07	0.05	0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.10	0.10	0.08
Al ₂ O ₃	1.52	1.39	1.91	1.79	1.20	0.88	1.75	1.40	1.06	0.72	1.85	1.81	2.08	1.99
Cr ₂ O ₃	0.57	1.40	0.70	0.57	0.49	0.59	0.50	0.59	0.48	0.49	0.50	0.52	0.56	0.48
FeO	8.40	12.36	8.31	8.63	11.59	12.96	9.12	8.87	9.87	13.90	10.08	9.61	9.26	10.58
MnO	0.20	0.19	0.17	0.18	0.17	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.21	0.20	0.20	0.19
NiO	0.10	0.27	0.10	0.10	0.28	0.20	0.09	0.09	0.16	0.27	0.10	0.09	0.09	0.16
MgO	31.55	40.19	31.84	31.54	32.43	38.54	30.05	31.38	36.11	42.27	29.61	30.16	29.80	33.55
CaO	1.37	0.82	1.45	1.37	1.15	0.96	1.63	1.43	0.97	0.41	1.60	1.56	1.75	1.49
Na ₂ O	0.19	0.27	0.23	0.27	0.21	0.21	0.31	0.18	0.18	0.19	0.28	0.21	0.27	0.32
K ₂ O	0.02	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.12	0.04	0.03	0.03	0.03
P ₂ O ₅	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Totaal	99.28	98.10	98.72	97.81	97.21	98.37	99.13	99.45	99.52	98.09	99.62	99.50	99.08	98.60

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	99	158	106	102	218	163	102	101	131	205	110	109	108	143
Cr	3910	8800	4815	3901	3383	4042	3399	3699	3288	3332	3399	3525	3850	3273
V	63	42	58	68	72	56	94	67	40	30	96	87	90	70
Zn	63	73	65	67	69	87	67	67	67	108	75	74	71	73
Cu	11	72	7	13	1461	97	10	3	9	46	1	4	22	24
Ni	772	2096	775	767	2180	1606	707	740	1279	2143	748	732	738	1233
Ba	3	12	9	4	4	7	11	2	1	4	11	6	10	19
Sc	1	2	0	1	2	0	3	0	0	7	3	2	2	0

CIPW NORMS

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.12	0.42	0.12	0.12	0.06	0.06	0.30	0.00	0.00	0.72	0.24	0.18	0.18	0.18
Ab	1.62	2.33	1.97	2.34	1.83	1.81	2.65	1.53	1.53	1.24	2.38	1.79	2.31	2.75
An	3.26	2.42	4.17	3.69	2.37	1.45	3.27	3.03	2.10	0.77	3.69	3.93	4.42	3.96
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
Kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	2.43	1.06	2.12	2.20	2.22	2.22	3.26	2.72	1.85	0.81	2.80	2.55	2.88	2.29
He	0.41	0.21	0.35	0.39	0.52	0.48	0.63	0.49	0.33	0.17	0.61	0.52	0.57	0.47
En	71.92	7.84	66.81	65.06	49.13	18.93	69.69	71.20	48.18	0.00	68.26	69.78	68.77	44.62
Fs	14.05	1.74	12.66	13.06	13.11	4.72	15.53	14.76	9.77	0.00	17.11	16.32	15.65	10.42
Fo	4.27	65.67	8.78	9.97	23.08	54.39	3.01	4.31	28.96	74.95	3.13	3.17	3.36	27.37
Fa	0.92	16.07	1.83	2.21	6.79	14.96	0.74	0.99	6.47	20.28	0.86	0.82	0.84	7.05
Ln	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Il	0.15	0.10	0.14	0.12	0.14	0.10	0.19	0.15	0.12	0.08	0.19	0.19	0.19	0.15
Cr	0.85	2.10	1.04	0.86	0.74	0.88	0.74	0.80	0.71	0.74	0.74	0.77	0.83	0.72
Ap	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
Ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M/(M+F+A)	78.56	75.99	78.81	77.95	73.30	74.52	76.02	77.62	78.23	74.84	74.01	75.38	75.71	75.43
Gest. tipe	Piroks.	Duniet	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Duniet	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.
Elev. (m)	1378.9	1353.9	1323.4	1295.4	1184.2	1173.8	1159.2	1120.1	1098.0	1058.9	1012.1	988.3	946.1	936.0

BYLAAG 6-5

LAER SONE EN KRITIEKE SONE VAN DIE RUSTENBURG GELAAGDE SUITE

HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	63038.2	63076.1	63121.5	63260	63386.4
SiO ₂	53.74	44.70	49.15	54.61	53.70
TiO ₂	0.12	0.09	0.10	0.16	0.12
Al ₂ O ₃	2.68	1.80	2.38	2.12	4.25
Cr ₂ O ₃	0.55	0.53	0.63	0.59	0.62
FeO	9.78	12.74	10.69	10.76	9.79
MnO	0.18	0.21	0.18	0.22	0.19
NiO	0.17	0.24	0.18	0.10	0.18
MgO	28.39	36.48	33.16	27.56	27.62
CaO	1.95	1.15	1.63	2.01	2.77
Na ₂ O	0.48	0.41	0.48	0.37	0.22
K ₂ O	0.09	0.11	0.07	0.08	0.02
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Totaal	98.14	98.47	98.66	98.59	99.49

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	130	157	137	113	171
Cr	3749	3659	4323	4061	4234
V	76	64	68	110	60
Zn	73	88	73	85	75
Cu	307	61	60	34	83
Ni	1312	1886	1446	768	1416
Ba	25	24	32	16	6
Sc	4	4	2	5	2

CIPW NORMS

Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	0.54	0.66	0.42	0.48	0.12
Ab	4.14	3.52	4.12	3.18	1.87
An	4.99	2.79	4.19	3.94	10.61
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	3.14	1.91	2.60	3.91	2.04
He	0.69	0.43	0.54	0.97	0.46
En	62.03	20.44	39.83	65.54	62.00
Fs	15.72	5.31	9.44	18.69	16.15
Fo	6.00	49.71	29.90	1.59	4.34
Fa	1.68	14.23	7.81	0.50	1.25
Ln	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Il	0.23	0.17	0.19	0.31	0.23
Cr	0.83	0.79	0.94	0.88	0.92
Ap	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

M/(M+F+A) 73.28 73.34 74.68 71.09 73.36

Ges.tipe Piroks. Duniet Duniet Piroks. Ol.Noriet

Elev. (m) 917.7 906.1 892.3 850.1 811.6

BYLAAG 7-1

ONTLEDINGS VAN CHROMIETKORRELS OMSLUIT DEUR OLIVIEN

Monsternr.	D569.7	G640.4	G821.8	G907	G1014.4	G1108	G1159	G1607	G1707	G2198	G2495.2	G3386.4	G3428	G5290
TiO ₂	1.83	0.54	0.59	1.36	1.60	1.07	1.28	0.85	0.46	1.09	1.24	1.13	0.67	1.17
Al ₂ O ₃	14.85	16.78	19.03	16.64	17.19	16.16	12.39	12.82	19.67	14.83	16.67	8.16	20.84	21.20
Cr ₂ O ₃	44.05	44.29	45.34	43.37	41.99	44.23	47.11	47.27	42.69	43.88	42.58	30.71	43.28	42.12
FeO	30.36	27.73	24.82	29.12	28.74	30.15	30.82	31.97	25.28	33.26	29.45	49.49	26.53	26.30
MnO	0.23	0.21	0.22	0.27	0.25	0.31	0.32	0.29	0.20	0.29	0.23	0.30	0.13	0.29
MoO	7.02	9.13	10.77	7.15	8.44	6.96	5.82	5.73	10.03	4.73	7.81	5.85	7.28	8.08
Totaal	98.34	98.68	100.77	97.91	98.21	98.88	97.74	98.93	98.33	98.08	97.98	95.64	98.73	99.16

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.368	0.106	0.111	0.272	0.316	0.213	0.264	0.173	0.089	0.223	0.247	0.240	0.131	0.226
Al	4.679	5.148	5.623	5.220	5.314	5.041	4.003	4.090	5.947	4.761	5.197	2.712	6.376	6.416
Cr	9.314	9.118	8.989	9.128	8.710	9.257	10.213	10.119	8.661	9.452	8.908	6.848	8.886	8.553
Fe ³⁺	1.271	1.522	1.165	1.108	1.345	1.276	1.256	1.444	1.215	1.341	1.401	5.961	0.476	0.579
Fe ²⁺	5.518	4.516	4.039	5.374	4.960	5.397	5.811	5.794	4.209	6.236	5.115	5.709	5.284	5.069
Mn	0.052	0.046	0.047	0.061	0.056	0.070	0.074	0.067	0.043	0.067	0.052	0.072	0.029	0.063
Mg	2.798	3.544	4.026	2.837	3.300	2.746	2.379	2.313	3.836	1.921	3.080	2.459	2.818	3.093

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.336	0.440	0.499	0.345	0.400	0.337	0.290	0.285	0.477	0.235	0.376	0.301	0.348	0.379
Mg/(Mg+Fe)	0.292	0.370	0.436	0.304	0.344	0.291	0.252	0.242	0.414	0.202	0.321	0.174	0.328	0.354
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.230	0.337	0.289	0.206	0.271	0.237	0.216	0.249	0.289	0.215	0.274	1.044	0.090	0.114
Cr/(Cr+Al)	0.666	0.639	0.615	0.636	0.621	0.647	0.718	0.712	0.593	0.665	0.632	0.716	0.582	0.571
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.664	0.560	0.501	0.655	0.600	0.663	0.710	0.715	0.523	0.765	0.624	0.699	0.652	0.621
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.083	0.096	0.074	0.072	0.087	0.082	0.081	0.092	0.077	0.086	0.090	0.384	0.030	0.037
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.307	0.326	0.356	0.338	0.346	0.324	0.259	0.261	0.376	0.306	0.335	0.175	0.405	0.413
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.610	0.577	0.570	0.591	0.567	0.594	0.660	0.646	0.547	0.608	0.575	0.441	0.565	0.550
Cr/Mg	3.328	2.573	2.233	3.217	2.639	3.371	4.294	4.376	2.258	4.921	2.892	2.785	3.153	2.765
Cr/(Cr+Fe)	0.578	0.602	0.633	0.585	0.580	0.581	0.591	0.583	0.615	0.555	0.577	0.370	0.607	0.602
Cr/Al	1.990	1.771	1.599	1.749	1.639	1.837	2.551	2.474	1.456	1.985	1.714	2.525	1.394	1.333
Cr/Fe	1.372	1.510	1.727	1.408	1.382	1.387	1.445	1.398	1.597	1.248	1.367	0.587	1.542	1.514
Cr/Fe(gewig)	1.277	1.406	1.608	1.311	1.286	1.292	1.346	1.302	1.487	1.161	1.273	0.546	1.436	1.410

Cr ³⁺	61.000	57.800	57.000	59.100	56.700	59.400	66.000	64.600	54.700	60.800	57.400	44.100	56.500	55.000
Fe ³⁺	8.300	9.600	7.400	7.200	8.800	8.200	8.100	9.200	7.700	8.600	9.000	38.400	3.000	3.700
Al ³⁺	30.700	32.600	35.600	33.800	34.600	32.400	25.900	26.100	37.600	30.600	33.500	17.500	40.500	41.300

Ges. tipe	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Harzb.	Duniet	Harzb.	Duniet	Duniet	Ol.nor.	Ol.nor.	Ol.nor.
Elev.(m)	1955.8	1648.4	1593.3	1567.3	1534.5	1506.0	1490.5	1353.9	1323.4	1173.8	1083.2	811.6	798.9	231.3

270.

BYLAAG 7-1

ONTLEDINGS VAN CHROMIETKORRELS OMSLUIT DEUR OLIVIEN

Monsternr.	65399.9	65747.4	66040.2
TiO ₂	2.01	0.19	1.58
Al ₂ O ₃	17.83	19.14	18.88
Cr ₂ O ₃	42.08	33.91	27.13
FeO	31.75	38.65	45.40
MnO	0.26	0.25	0.28
MgO	4.95	6.15	5.22
Totaal	98.88	98.29	98.49

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.403	0.038	0.314
Al	5.606	5.935	5.876
Cr	8.878	7.055	5.666
Fe ³⁺	0.709	2.935	3.831
Fe ²⁺	6.376	5.570	6.196
Mn	0.059	0.056	0.063
Mg	1.969	2.412	2.055

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.236	0.302	0.249
Mg / (Mg+Fe)	0.217	0.221	0.170
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.111	0.527	0.618
Cr / (Cr+Al)	0.613	0.543	0.491
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.764	0.698	0.751
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.047	0.184	0.249
Al / (Al+Fe ³⁺ +Mg)	0.369	0.373	0.382
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Mg)	0.584	0.443	0.369
Cr / Mg	4.509	2.925	2.757
Cr / (Cr+Fe)	0.556	0.453	0.361
Cr / Al	1.584	1.189	0.964
Cr / Fe	1.253	0.830	0.565
Cr / Fe (gewig)	1.167	0.772	0.526

Cr ³⁺	58.400	44.300	36.900
Fe ³⁺	4.700	18.400	24.900
Al ³⁺	36.900	37.300	38.200

Ges. tipe	01.nor.	01.nor.	01.nor.
Elev. (m)	197.8	91.9	2.7

BYLAAG 7-2

ONTLEDINGS VAN CHROMIETKORRELS OMSLUIT DEUR ORTOPIROKSEEN

Monsternr.	DS2.7	DS20	DS24	DS24	DS29	DS40	DS44	DS45.0	DS45.0	DS45.2	DS69.7	DS81.2	DS89.5	DS89.5
TiO ₂	0.59	0.72	0.45	0.41	0.35	0.70	0.60	0.36	0.64	0.42	0.42	0.58	0.82	0.83
Al ₂ O ₃	11.54	10.89	16.50	16.37	15.40	11.75	13.59	15.26	10.09	10.94	14.76	12.13	9.47	11.68
Cr ₂ O ₃	48.77	48.08	47.56	47.31	48.44	48.44	48.67	47.50	48.81	49.60	48.44	54.98	54.93	52.67
FeO	31.10	31.74	23.41	23.99	25.35	29.56	27.07	26.43	32.22	30.51	25.83	23.44	26.83	26.07
MnO	0.21	0.26	0.30	0.32	0.23	0.26	0.24	0.20	0.19	0.16	0.21	0.24	0.22	0.19
MgO	6.52	6.84	11.04	10.20	9.41	7.60	8.53	8.62	6.26	6.88	9.11	7.89	6.30	6.98
Totaal	98.73	98.53	99.26	98.60	99.18	98.31	98.70	98.37	98.21	98.51	98.77	99.26	98.57	98.42

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.120	0.147	0.087	0.080	0.069	0.142	0.120	0.071	0.132	0.086	0.083	0.117	0.170	0.169
Al	3.687	3.486	4.981	5.003	4.727	3.736	4.247	4.746	3.265	3.503	4.569	3.822	3.071	3.737
Cr	10.457	10.327	9.635	9.701	9.977	10.335	10.205	9.913	10.598	10.656	10.061	11.623	11.951	11.307
Fe ³⁺	1.615	1.893	1.210	1.136	1.158	1.645	1.309	1.198	1.873	1.670	1.205	0.323	0.639	0.618
Fe ²⁺	5.437	5.317	3.805	4.066	4.364	5.026	4.694	4.635	5.526	5.262	4.469	4.918	5.534	5.301
Mn	0.048	0.060	0.065	0.070	0.051	0.059	0.054	0.045	0.044	0.037	0.047	0.054	0.051	0.044
Mg	2.635	2.770	4.216	3.943	3.654	3.057	3.372	3.391	2.562	2.787	3.567	3.144	2.584	2.825

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.326	0.342	0.526	0.492	0.456	0.378	0.418	0.423	0.317	0.346	0.444	0.390	0.318	0.348
Mg / (Mg+Fe)	0.272	0.277	0.457	0.431	0.398	0.314	0.360	0.368	0.257	0.287	0.386	0.375	0.295	0.323
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.297	0.356	0.318	0.279	0.265	0.327	0.279	0.258	0.339	0.317	0.270	0.066	0.115	0.117
Cr / (Cr+Al)	0.739	0.748	0.659	0.660	0.678	0.734	0.706	0.676	0.765	0.753	0.688	0.753	0.796	0.752
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.674	0.658	0.474	0.508	0.544	0.622	0.582	0.577	0.683	0.654	0.556	0.610	0.682	0.652
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.103	0.121	0.076	0.072	0.073	0.105	0.083	0.076	0.119	0.105	0.076	0.021	0.041	0.039
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.234	0.222	0.315	0.316	0.298	0.238	0.269	0.299	0.207	0.221	0.289	0.242	0.196	0.239
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.664	0.658	0.609	0.613	0.629	0.658	0.647	0.625	0.674	0.673	0.635	0.737	0.763	0.722
Cr / Mg	3.968	3.729	2.285	2.460	2.731	3.381	3.027	2.923	4.136	3.824	2.821	3.696	4.625	4.003
Cr / (Cr+Fe)	0.597	0.589	0.658	0.651	0.644	0.608	0.630	0.629	0.589	0.606	0.639	0.689	0.659	0.656
Cr / Al	2.836	2.962	1.934	1.939	2.111	2.766	2.403	2.089	3.246	3.042	2.202	3.041	3.892	3.026
Cr / Fe	1.483	1.432	1.921	1.865	1.807	1.550	1.700	1.699	1.432	1.537	1.773	2.218	1.936	1.910
Cr / Fe (gewig)	1.381	1.334	1.789	1.736	1.682	1.443	1.583	1.582	1.334	1.431	1.651	2.065	1.802	1.779
Cr ³⁺	66.400	65.800	60.900	61.200	62.900	65.800	64.700	62.500	67.300	67.300	63.500	73.700	76.300	72.200
Fe ³⁺	10.300	12.100	7.600	7.200	7.300	10.500	8.300	7.600	11.900	10.500	7.600	2.000	4.100	3.900
Al ³⁺	23.400	22.200	31.500	31.600	29.800	23.800	26.900	29.900	20.700	22.100	28.900	24.200	19.600	23.900
Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.
Elev. (m)	2022.8	2005.5	2001.5	2001.5	1996.5	1985.5	1981.5	1980.5	1980.5	1980.3	1956.8	1944.3	1936.0	1936.0

272.

BYLAAG 7-2

ONTLEDINGS VAN CHROMIETKORRELS OMSLUIT DEUR ORTOPIROKSEEN

Monsternr.	DS106.4	DS101.2	DS113.3	DS114.9	DS155.2	DS156.5	DS156.5	G100	G134	G170	G444.7	G495	G1707	G1755.5
TiO ₂	0.61	0.72	0.41	0.46	1.10	0.59	0.42	0.70	0.95	0.04	0.46	0.02	0.52	0.33
Al ₂ O ₃	10.14	9.95	12.17	9.87	15.38	14.70	12.36	8.84	11.20	7.83	12.02	8.82	19.40	18.37
Cr ₂ O ₃	51.43	50.61	53.40	53.79	41.05	47.19	48.39	49.14	48.47	48.30	50.13	50.57	42.61	43.91
FeO	30.95	30.23	21.44	29.20	33.60	27.18	29.76	30.90	31.75	35.77	29.51	31.63	25.74	24.78
MnO	0.22	0.18	0.10	0.23	0.16	0.19	0.18	0.18	0.28	0.31	0.19	0.27	0.17	0.19
MgO	5.63	6.31	11.45	5.48	7.17	8.58	7.01	6.54	6.20	4.14	6.82	5.30	9.49	10.79
Totaal	98.98	98.00	98.97	99.03	98.46	98.43	98.12	96.30	98.85	96.39	99.13	96.61	97.93	98.37

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.126	0.149	0.080	0.095	0.220	0.117	0.086	0.148	0.194	0.009	0.093	0.004	0.101	0.064
Al	3.276	3.230	3.743	3.198	4.815	4.581	3.944	2.923	3.589	2.643	3.813	2.936	5.915	5.552
Cr	11.150	11.024	11.020	11.694	8.624	9.867	10.361	10.902	10.421	10.938	10.671	11.294	8.717	8.904
Fe ³⁺	1.323	1.448	1.076	0.918	2.121	1.318	1.524	1.880	1.602	2.401	1.330	1.762	1.165	1.417
Fe ²⁺	5.774	5.516	3.604	5.796	5.344	4.693	5.215	5.370	5.617	6.166	5.313	5.708	4.404	3.897
Mn	0.051	0.042	0.022	0.054	0.036	0.043	0.041	0.043	0.064	0.075	0.043	0.065	0.037	0.041
Mg	2.301	2.591	4.455	2.246	2.840	3.382	2.830	2.735	2.513	1.768	2.737	2.231	3.660	4.125

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.285	0.320	0.553	0.279	0.347	0.419	0.352	0.337	0.309	0.223	0.340	0.281	0.454	0.514
Mg/(Mg+Fe)	0.245	0.271	0.488	0.251	0.276	0.360	0.296	0.274	0.258	0.171	0.292	0.230	0.397	0.437
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.229	0.262	0.299	0.158	0.397	0.281	0.292	0.350	0.285	0.390	0.250	0.309	0.265	0.364
Cr/(Cr+Al)	0.773	0.773	0.747	0.785	0.642	0.683	0.724	0.789	0.744	0.805	0.737	0.794	0.596	0.616
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.715	0.680	0.447	0.721	0.653	0.581	0.648	0.663	0.691	0.777	0.660	0.719	0.546	0.486
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.084	0.092	0.068	0.058	0.136	0.084	0.096	0.120	0.103	0.150	0.084	0.110	0.074	0.089
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.208	0.206	0.236	0.202	0.309	0.291	0.249	0.186	0.230	0.165	0.241	0.184	0.374	0.350
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.708	0.702	0.696	0.740	0.554	0.626	0.655	0.694	0.668	0.684	0.675	0.706	0.552	0.561
Cr/Mg	4.846	4.254	2.474	5.207	3.037	2.917	3.662	3.986	4.147	6.189	3.899	5.061	2.382	2.159
Cr/(Cr+Fe)	0.611	0.613	0.702	0.635	0.536	0.622	0.606	0.601	0.591	0.561	0.616	0.602	0.610	0.626
Cr/Al	3.403	3.413	2.944	3.657	1.791	2.154	2.627	3.730	2.904	4.139	2.798	3.847	1.474	1.604
Cr/Fe	1.571	1.583	2.355	1.742	1.155	1.642	1.538	1.504	1.443	1.277	1.606	1.512	1.565	1.675
Cr/Fe(gewig)	1.463	1.474	2.193	1.622	1.076	1.529	1.432	1.400	1.344	1.189	1.496	1.408	1.457	1.560
Cr ³⁺	70.800	70.200	69.600	74.000	55.400	62.600	65.500	69.400	66.800	68.400	67.500	70.600	55.200	56.100
Fe ³⁺	8.400	9.200	6.800	5.800	13.600	8.400	9.600	12.000	10.300	15.000	8.400	11.000	7.400	8.900
Al ³⁺	20.800	20.600	23.600	20.200	30.900	29.100	24.900	18.600	23.000	16.500	24.100	18.400	37.400	35.000

Ges.tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.
Elev.(m)	1919.1	1924.3	1912.2	1910.6	1870.3	1869.0	1869.0	1813.3	1802.9	1791.9	1708.2	1692.9	1323.4	1308.7

273.

BYLAAG Z-2

ONTLEDINGS VAN CHROMIETKORRELS OMSLUIT DEUR ORTOPIROKSEEN

Monsternr.	G3186.5	G3186.5	G3386.4	G3428	G4082	G4534	G4806	G4806	G5747.4	G5399.9	G6040.2
TiO ₂	0.70	0.33	0.64	0.78	0.47	1.15	0.45	1.08	1.53	2.08	0.68
Al ₂ O ₃	20.84	18.75	13.37	16.74	14.12	19.05	11.06	7.12	14.16	17.69	10.74
Cr ₂ O ₃	44.92	46.69	42.98	42.28	48.15	41.72	46.36	48.37	39.57	41.84	44.40
FeO	22.74	23.27	33.74	27.30	27.74	29.36	34.67	37.10	36.52	31.06	35.98
MnO	0.15	0.15	0.22	0.33	0.20	0.28	0.24	0.27	0.24	0.24	0.26
MgO	9.34	8.85	7.10	5.91	7.88	6.33	4.82	3.85	6.61	5.49	6.52
Totaal	98.69	98.04	98.05	93.34	98.56	97.89	97.60	97.79	98.63	98.40	98.58

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.135	0.065	0.129	0.164	0.094	0.229	0.094	0.231	0.308	0.418	0.139
Al	6.292	5.761	4.239	5.527	4.428	5.951	3.620	2.385	4.463	5.568	3.440
Cr	9.101	9.627	9.143	9.366	10.133	8.746	10.181	10.870	8.369	8.836	9.542
Fe ³⁺	0.337	0.483	2.359	0.778	1.251	0.844	2.011	2.283	2.551	0.760	2.740
Fe ²⁺	4.535	4.591	5.232	5.618	4.923	5.665	6.042	6.534	5.618	6.178	5.438
Mn	0.033	0.033	0.050	0.078	0.045	0.063	0.056	0.065	0.054	0.054	0.060
Mg	3.567	3.440	2.847	2.468	3.126	2.502	1.996	1.631	2.636	2.186	2.642

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.440	0.428	0.352	0.305	0.388	0.306	0.248	0.200	0.319	0.261	0.327
Mg/(Mg+Fe)	0.423	0.404	0.273	0.278	0.336	0.278	0.199	0.156	0.244	0.240	0.244
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.074	0.105	0.451	0.138	0.254	0.149	0.333	0.349	0.454	0.123	0.504
Cr/(Cr+Al)	0.591	0.626	0.683	0.629	0.696	0.595	0.738	0.820	0.652	0.613	0.735
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.560	0.572	0.648	0.695	0.612	0.694	0.752	0.800	0.681	0.739	0.673
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.021	0.030	0.150	0.050	0.079	0.054	0.127	0.147	0.166	0.050	0.174
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.400	0.363	0.269	0.353	0.280	0.383	0.229	0.154	0.290	0.367	0.219
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.578	0.607	0.581	0.598	0.641	0.563	0.644	0.700	0.544	0.583	0.607
Cr/Mg	2.551	2.798	3.211	3.795	3.241	3.496	5.102	6.664	3.175	4.043	3.612
Cr/(Cr+Fe)	0.651	0.655	0.546	0.594	0.621	0.573	0.558	0.552	0.506	0.560	0.539
Cr/Al	1.446	1.671	2.157	1.695	2.288	1.469	2.813	4.559	1.875	1.587	2.774
Cr/Fe	1.868	1.897	1.205	1.464	1.641	1.344	1.264	1.233	1.024	1.274	1.167
Cr/Fe(gewig)	1.739	1.767	1.122	1.363	1.528	1.251	1.177	1.148	0.954	1.186	1.086

Cr ³⁺	57.900	60.700	58.100	59.800	64.100	56.300	64.400	70.000	54.400	58.300	60.700
Fe ³⁺	2.100	3.000	15.000	5.000	7.900	5.400	12.700	14.700	16.600	5.000	17.400
Al ³⁺	40.000	36.300	26.900	35.300	28.000	38.300	22.900	15.300	29.000	36.700	21.900

Ges. tipe	Harzb.	Harzb.	Noriet	Ol.nor	Noriet	Ol.nor	Gab.nor.	Gab.nor	Ol.nor	Ol.nor	Ol.nor
Elev. (m)	872.5	872.5	811.6	798.9	599.5	461.8	378.9	378.9	91.9	197.9	2.7

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	DS20	DS27	DS29	DS31.4	DS38.1	DS40	DS40	DS44	DS44	DS45	DS45	DS45	DS45.2	DS45.2
TiO ₂	0.76	0.43	0.43	0.14	1.25	0.72	0.70	0.68	0.66	0.60	0.18	1.44	1.24	1.44
Al ₂ O ₃	12.25	15.42	15.23	7.10	6.51	11.27	11.75	12.84	13.23	13.91	6.19	7.76	7.88	7.10
Cr ₂ O ₃	47.88	49.10	49.18	50.28	48.67	49.34	48.44	48.75	48.91	47.60	49.54	48.83	50.90	49.95
FeO	29.94	23.94	24.11	35.23	36.40	27.92	29.56	27.74	26.81	27.79	36.60	34.80	32.30	33.87
MnO	0.22	0.22	0.22	0.31	0.29	0.23	0.26	0.22	0.19	0.22	0.26	0.23	0.23	0.27
MgO	7.75	10.60	10.47	4.41	4.41	8.39	7.60	8.84	8.94	8.31	3.96	5.23	6.10	5.36
Totaal	98.80	99.71	99.64	97.47	97.53	97.87	98.31	99.07	98.74	98.43	96.73	98.29	98.65	97.99

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.153	0.083	0.083	0.030	0.267	0.146	0.142	0.135	0.131	0.120	0.039	0.302	0.258	0.304
Al	3.865	4.673	4.626	2.376	2.183	3.586	3.736	4.001	4.127	4.357	2.101	2.554	2.569	2.349
Cr	10.136	9.984	10.023	11.288	10.949	10.534	10.335	10.194	10.237	10.004	11.282	10.784	11.133	11.088
Fe ³⁺	1.693	1.177	1.184	2.276	2.333	1.588	1.645	1.534	1.373	1.399	2.539	2.057	1.783	1.955
Fe ²⁺	5.010	3.972	4.012	6.089	6.327	4.717	5.026	4.601	4.561	4.778	6.275	6.070	5.689	5.997
Mn	0.050	0.048	0.048	0.075	0.070	0.053	0.059	0.049	0.043	0.050	0.063	0.054	0.054	0.064
Mg	3.093	4.063	4.023	1.867	1.870	3.377	3.057	3.485	3.528	3.293	1.700	2.177	2.515	2.243

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.382	0.506	0.501	0.235	0.228	0.417	0.378	0.431	0.436	0.408	0.213	0.264	0.307	0.272
Mg/(Mg+Fe)	0.316	0.441	0.436	0.182	0.178	0.349	0.314	0.362	0.373	0.348	0.162	0.211	0.252	0.220
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.338	0.296	0.295	0.374	0.369	0.337	0.327	0.333	0.301	0.293	0.405	0.339	0.313	0.326
Cr/(Cr+Al)	0.724	0.681	0.684	0.826	0.834	0.746	0.734	0.718	0.713	0.697	0.843	0.808	0.813	0.825
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.618	0.494	0.499	0.765	0.772	0.583	0.622	0.569	0.564	0.592	0.787	0.736	0.693	0.728
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.108	0.074	0.075	0.143	0.151	0.101	0.105	0.098	0.087	0.089	0.160	0.134	0.115	0.127
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.246	0.295	0.292	0.149	0.141	0.228	0.238	0.254	0.262	0.276	0.132	0.166	0.166	0.153
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.646	0.631	0.633	0.708	0.708	0.671	0.658	0.648	0.650	0.635	0.709	0.701	0.719	0.720
Cr/Mg	3.277	2.457	2.492	6.048	5.854	3.119	3.381	2.925	2.902	3.038	6.636	4.953	4.426	4.943
Cr/(Cr+Fe)	0.602	0.660	0.659	0.574	0.558	0.626	0.608	0.624	0.633	0.618	0.561	0.570	0.598	0.582
Cr/Al	2.623	2.137	2.167	4.752	5.017	2.938	2.766	2.548	2.481	2.296	5.370	4.222	4.334	4.721
Cr/Fe	1.512	1.939	1.929	1.349	1.264	1.671	1.550	1.662	1.725	1.620	1.280	1.327	1.490	1.394
Cr/Fe(gewig)	1.408	1.806	1.796	1.257	1.177	1.556	1.443	1.547	1.606	1.508	1.192	1.235	1.387	1.298
Cr ³⁺	64.600	63.100	63.300	70.800	70.800	67.100	65.800	64.800	65.000	63.500	70.900	70.000	71.900	72.000
Fe ³⁺	10.800	7.400	7.500	14.300	15.100	10.100	10.500	9.800	8.700	8.900	15.900	13.400	11.500	12.700
Al ³⁺	24.600	29.500	29.200	14.900	14.100	22.800	23.800	25.400	26.200	27.600	13.200	16.600	16.600	15.300
Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.
Elev. (m)	2005.5	1996.5	1996.5	1995.1	1987.5	1985.5	1985.5	1981.5	1981.5	1980.5	1980.5	1980.5	1980.3	1980.3

275.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	DS54.3	DS54.3	DS55.2	DS55.2	DS55.2	DS55.2	DS58	DS58	DS69.7	DS69.7	DS73.9	DS73.9	DS81.2	DS81.2
TiO ₂	0.28	0.57	0.47	0.41	0.65	0.44	0.98	0.89	1.16	1.75	1.17	0.79	0.82	0.81
Al ₂ O ₃	13.24	13.31	13.81	14.15	15.76	13.91	15.12	15.01	19.94	17.03	13.94	13.16	9.55	10.46
Cr ₂ O ₃	43.95	44.51	46.54	46.12	46.59	48.24	44.86	44.68	42.90	42.67	50.71	50.70	57.22	56.74
FeO	34.54	33.70	29.57	29.26	25.85	25.74	28.67	29.00	25.23	27.52	25.69	27.30	23.83	22.62
MnO	0.34	0.29	0.00	0.20	0.18	0.21	0.23	0.21	0.19	0.19	0.20	0.23	0.23	0.23
MgO	5.67	5.76	7.92	8.20	9.89	9.93	8.95	8.86	9.10	9.57	6.89	6.33	7.37	8.14
Totaal	98.02	98.14	98.31	98.34	98.92	98.47	98.81	98.65	98.52	98.73	98.60	98.51	99.02	99.00

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.057	0.116	0.094	0.082	0.127	0.087	0.193	0.176	0.225	0.341	0.236	0.161	0.168	0.164
Al	4.246	4.262	4.342	4.431	4.823	4.305	4.672	4.648	6.056	5.203	4.414	4.198	3.061	3.322
Cr	9.457	9.564	9.817	9.691	9.567	10.019	9.300	9.285	8.743	8.748	10.773	10.853	12.308	12.092
Fe ³⁺	2.182	1.941	1.652	1.714	1.355	1.502	1.642	1.715	0.751	1.366	0.341	0.627	0.295	0.257
Fe ²⁺	5.679	5.717	4.945	4.789	4.258	4.152	4.644	4.658	4.687	4.601	5.431	5.553	5.126	4.841
Mn	0.078	0.067	0.000	0.045	0.040	0.047	0.051	0.047	0.041	0.042	0.046	0.053	0.053	0.053
Mg	2.300	2.333	3.150	3.248	3.829	3.888	3.498	3.471	3.496	3.699	2.759	2.555	2.989	3.270

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.288	0.290	0.389	0.404	0.473	0.484	0.430	0.427	0.427	0.446	0.337	0.315	0.368	0.403
Mg/(Mg+Fe)	0.226	0.234	0.323	0.333	0.405	0.408	0.358	0.353	0.391	0.383	0.323	0.292	0.355	0.391
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.384	0.340	0.334	0.358	0.318	0.362	0.354	0.368	0.160	0.297	0.063	0.113	0.058	0.053
Cr/(Cr+Al)	0.690	0.692	0.693	0.686	0.665	0.699	0.666	0.666	0.591	0.627	0.709	0.721	0.801	0.785
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.712	0.710	0.611	0.596	0.527	0.516	0.570	0.573	0.573	0.554	0.663	0.685	0.632	0.597
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.137	0.123	0.104	0.108	0.086	0.095	0.105	0.110	0.048	0.089	0.022	0.040	0.019	0.016
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.267	0.270	0.275	0.280	0.306	0.272	0.299	0.297	0.390	0.340	0.284	0.268	0.195	0.212
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.595	0.607	0.621	0.612	0.608	0.633	0.596	0.593	0.562	0.571	0.694	0.692	0.786	0.772
Cr/Mg	4.112	4.099	3.117	2.983	2.499	2.577	2.659	2.675	2.501	2.365	3.904	4.248	4.118	3.697
Cr/(Cr+Fe)	0.546	0.555	0.598	0.599	0.630	0.639	0.597	0.593	0.617	0.595	0.651	0.637	0.694	0.703
Cr/Al	2.227	2.244	2.261	2.187	1.984	2.327	1.991	1.997	1.444	1.681	2.441	2.585	4.020	3.640
Cr/Fe	1.203	1.249	1.488	1.490	1.704	1.772	1.479	1.457	1.608	1.466	1.866	1.756	2.270	2.372
Cr/Fe(gewig)	1.120	1.163	1.386	1.388	1.587	1.650	1.378	1.356	1.497	1.365	1.738	1.635	2.114	2.208
Cr ³⁺	59.500	60.700	62.100	61.200	60.800	63.300	59.600	59.300	56.200	57.100	69.400	69.200	78.600	77.200
Fe ³⁺	13.700	12.300	10.500	10.800	8.600	9.500	10.500	11.000	4.800	8.900	2.200	4.000	1.900	1.600
Al ³⁺	26.700	27.000	27.500	28.000	30.600	27.200	29.900	29.700	38.900	34.000	28.400	26.800	19.500	21.200
Ges. tipe	Duniet	Duniet	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Piroks.	Piroks.
Elev. (m)	1971.2	1971.2	1970.3	1970.3	1970.3	1970.3	1967.5	1967.5	1956.8	1956.8	1956.8	1956.8	1944.3	1944.3

276.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	DS89.5	DS89.5	DS101.2	DS101.2	DS112.7	DS113.3	DS113.3	DS113.3	DS113.3	DS140.3	DS155.2	DS156.5	DS156.5	DS157.3
TiO ₂	1.50	1.70	0.29	0.17	1.06	0.43	0.46	0.46	0.44	1.14	1.28	0.96	0.80	1.36
Al ₂ O ₃	11.38	9.09	6.71	6.60	9.39	12.27	12.69	13.55	12.67	8.52	14.74	16.22	16.33	11.77
Cr ₂ O ₃	51.92	53.57	49.70	50.00	52.53	52.11	53.04	48.57	48.52	56.61	41.18	43.83	43.37	46.84
FeO	24.71	27.11	36.96	37.24	28.28	21.62	20.84	25.19	27.13	26.10	34.21	29.33	30.30	32.88
MnO	0.23	0.26	0.36	0.33	0.18	0.17	0.16	0.12	0.18	0.22	0.22	0.22	0.24	0.23
MgO	8.49	7.01	3.25	3.20	6.91	11.51	11.80	11.14	9.91	5.75	6.97	8.31	7.65	5.66
Totaal	98.23	98.74	97.27	97.54	98.35	98.11	98.99	99.03	98.85	98.34	98.60	98.87	98.69	98.74

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.304	0.350	0.063	0.037	0.219	0.085	0.090	0.090	0.087	0.239	0.256	0.189	0.159	0.279
Al	3.612	2.932	2.273	2.232	3.035	3.798	3.884	4.143	3.927	2.794	4.628	5.008	5.071	3.780
Cr	11.057	11.593	11.298	11.345	11.393	10.823	10.894	9.965	10.092	12.456	8.676	9.081	9.036	10.094
Fe ³⁺	0.723	0.775	2.303	2.349	1.135	1.209	1.042	1.712	1.807	0.272	2.184	1.532	1.576	1.568
Fe ²⁺	4.843	5.430	6.582	6.588	5.352	3.540	3.485	3.754	4.161	5.801	5.438	4.894	5.100	5.926
Mn	0.052	0.060	0.088	0.080	0.042	0.038	0.035	0.026	0.040	0.052	0.050	0.049	0.054	0.053
Mg	3.409	2.860	1.393	1.369	2.825	4.507	4.569	4.309	3.886	2.385	2.768	3.246	3.005	2.300

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.413	0.345	0.175	0.172	0.345	0.560	0.567	0.534	0.483	0.291	0.337	0.399	0.371	0.280
Mg/(Mg+Fe)	0.380	0.316	0.136	0.133	0.303	0.487	0.502	0.441	0.394	0.282	0.266	0.336	0.310	0.235
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.149	0.143	0.350	0.357	0.212	0.341	0.299	0.456	0.434	0.047	0.401	0.313	0.309	0.265
Cr/(Cr+Al)	0.754	0.798	0.832	0.836	0.790	0.740	0.737	0.706	0.720	0.817	0.652	0.645	0.641	0.728
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.587	0.655	0.825	0.828	0.655	0.440	0.433	0.466	0.517	0.709	0.663	0.601	0.629	0.720
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.047	0.051	0.145	0.147	0.073	0.076	0.066	0.108	0.114	0.017	0.141	0.098	0.100	0.101
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.235	0.192	0.143	0.140	0.195	0.240	0.246	0.262	0.248	0.180	0.299	0.321	0.323	0.245
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.718	0.758	0.712	0.712	0.732	0.684	0.689	0.630	0.638	0.803	0.560	0.581	0.576	0.654
Cr/Mg	3.244	4.054	8.112	8.288	4.032	2.401	2.384	2.313	2.597	5.222	3.134	2.798	3.007	4.390
Cr/(Cr+Fe)	0.665	0.651	0.560	0.559	0.637	0.695	0.706	0.646	0.628	0.672	0.532	0.586	0.575	0.574
Cr/Al	3.061	3.954	4.970	5.083	3.754	2.850	2.805	2.405	2.570	4.458	1.875	1.813	1.782	2.670
Cr/Fe	1.987	1.868	1.271	1.269	1.756	2.279	2.406	1.823	1.691	2.051	1.138	1.413	1.353	1.347
Cr/Fe (gewig)	1.850	1.740	1.184	1.182	1.635	2.122	2.241	1.698	1.575	1.910	1.060	1.316	1.260	1.254
Cr ³⁺	71.800	75.800	71.200	71.200	73.200	68.400	68.900	63.000	63.800	80.200	56.000	58.100	57.600	65.400
Fe ³⁺	4.700	5.100	14.500	14.700	7.300	7.600	6.600	10.800	11.400	1.800	14.100	9.800	10.100	10.200
Al ³⁺	23.500	19.200	14.300	14.000	19.500	24.000	24.600	26.200	24.800	18.000	29.900	32.100	32.300	24.500
Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Piroks.
Elev. (m)	1936	1936	1924.3	1924.3	1912.8	1912.2	1912.2	1912.2	1912.2	1885.2	1870.3	1869	1869	1868.2

277.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	DS181.8	DS181.8	DS206.9	DS242.8	G134	G134	G134	G134	G233.4	G233.4	G233.4	G233.4	G444.7	G640.4
TiO ₂	0.73	1.31	1.10	1.19	0.38	0.89	1.11	0.89	0.65	0.54	0.49	0.67	0.75	0.57
Al ₂ O ₃	7.44	7.82	11.15	9.41	14.06	13.98	10.48	11.23	13.22	14.72	13.96	12.88	8.01	17.34
Cr ₂ O ₃	50.89	51.24	48.77	54.31	46.07	45.72	47.67	47.43	47.85	48.26	49.75	50.12	52.78	41.34
FeO	33.04	32.55	31.46	27.42	31.77	30.35	32.99	33.44	26.62	24.59	24.38	26.16	30.92	30.73
MnO	0.27	0.28	0.25	0.24	0.26	0.21	0.22	0.23	0.23	0.15	0.14	0.16	0.25	0.26
MgO	5.73	4.88	5.53	6.10	6.46	7.53	6.08	5.93	9.01	10.74	10.14	9.23	5.70	8.58
Totaal	98.10	98.08	98.26	98.67	99.00	98.68	98.55	99.15	97.58	99.00	98.86	99.22	98.41	98.82

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.153	0.277	0.227	0.246	0.076	0.178	0.228	0.182	0.131	0.105	0.096	0.133	0.157	0.111
Al	2.448	2.588	3.612	3.054	4.433	4.389	3.379	3.593	4.164	4.495	4.302	3.999	2.625	5.316
Cr	11.235	11.380	10.602	11.826	9.747	9.632	10.313	10.181	10.113	9.889	10.287	10.442	11.606	8.503
Fe ³⁺	2.010	1.478	1.330	0.628	1.667	1.622	1.851	1.863	1.462	1.405	1.219	1.293	1.455	1.958
Fe ²⁺	5.704	6.167	5.903	5.686	5.441	5.140	5.698	5.729	4.489	3.923	4.113	4.472	5.735	4.727
Mn	0.064	0.067	0.058	0.056	0.059	0.047	0.051	0.053	0.052	0.033	0.031	0.036	0.059	0.057
Mg	2.385	2.043	2.266	2.504	2.577	2.991	2.480	2.400	3.590	4.149	3.953	3.625	2.363	3.327

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.295	0.249	0.277	0.306	0.321	0.368	0.303	0.295	0.444	0.514	0.490	0.448	0.292	0.413
Mg/(Mg+Fe)	0.236	0.211	0.239	0.284	0.266	0.307	0.247	0.240	0.376	0.438	0.426	0.386	0.247	0.332
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.352	0.240	0.225	0.110	0.306	0.316	0.325	0.325	0.326	0.358	0.296	0.289	0.254	0.414
Cr/(Cr+Al)	0.821	0.815	0.746	0.795	0.687	0.687	0.753	0.739	0.708	0.688	0.705	0.723	0.816	0.615
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.705	0.751	0.723	0.694	0.679	0.632	0.697	0.705	0.556	0.486	0.510	0.552	0.708	0.587
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.128	0.096	0.086	0.041	0.105	0.104	0.119	0.119	0.093	0.089	0.077	0.082	0.093	0.124
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.156	0.168	0.232	0.197	0.280	0.281	0.217	0.230	0.265	0.285	0.272	0.254	0.167	0.337
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.716	0.737	0.682	0.763	0.615	0.616	0.664	0.651	0.643	0.626	0.651	0.664	0.740	0.539
Cr/Mg	4.711	5.570	4.678	4.723	3.783	3.221	4.159	4.243	2.817	2.384	2.602	2.880	4.912	2.556
Cr/(Cr+Fe)	0.593	0.598	0.595	0.652	0.578	0.587	0.577	0.573	0.630	0.650	0.659	0.644	0.618	0.560
Cr/Al	4.590	4.397	2.935	3.873	2.199	2.194	3.052	2.834	2.429	2.200	2.391	2.611	4.421	1.600
Cr/Fe	1.456	1.488	1.466	1.873	1.371	1.424	1.366	1.341	1.700	1.856	1.929	1.812	1.614	1.272
Cr/Fe(gewig)	1.356	1.386	1.365	1.744	1.277	1.326	1.272	1.249	1.583	1.728	1.797	1.687	1.503	1.184
Cr ³⁺	71.600	73.700	68.200	76.300	61.500	61.600	66.400	65.100	64.300	62.600	65.100	66.400	74.000	53.900
Fe ³⁺	12.800	9.600	8.600	4.000	10.500	10.400	11.900	11.900	9.300	8.900	7.700	8.200	9.300	12.400
Al ³⁺	15.600	16.800	23.200	19.700	28.000	28.100	21.700	23.000	26.500	28.500	27.200	25.400	16.700	33.700
Ges. tipe	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Piroks.	Harzb.
Elev. (m)	1843.7	1843.7	1818.6	1782.7	1802.9	1902.9	1802.9	1802.9	1772.6	1772.6	1772.6	1772.6	1708.2	1648.4

278.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	6640.4	6815	6815	6821.8	6840.5	6857	6907	6956.4	61014.4	61070	61108	61159	61607	61633
TiO ₂	0.61	0.76	0.71	0.74	0.70	0.43	1.75	1.31	2.05	1.02	0.94	1.32	0.64	1.18
Al ₂ O ₃	16.78	16.83	17.31	18.23	18.99	16.40	16.56	18.46	13.64	17.81	20.75	17.26	17.37	13.18
Cr ₂ O ₃	43.74	43.31	42.87	42.54	43.18	42.41	41.89	42.82	45.34	43.09	39.09	43.25	42.82	45.40
FeO	28.75	28.62	27.87	28.04	24.77	29.93	30.03	26.62	29.97	29.13	29.21	28.76	29.92	33.68
MnO	0.21	0.24	0.24	0.26	0.20	0.29	0.26	0.28	0.29	0.22	0.27	0.28	0.25	0.33
MgO	9.15	8.54	9.01	8.94	9.37	7.54	7.64	8.66	7.06	7.75	8.25	7.98	8.16	4.89
Totaal	99.24	98.30	98.01	98.75	97.21	97.00	98.13	98.15	98.35	99.02	98.51	98.85	99.16	98.66

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.119	0.150	0.140	0.144	0.137	0.087	0.348	0.257	0.414	0.200	0.182	0.260	0.125	0.242
Al	5.121	5.201	5.335	5.563	5.844	5.171	5.165	5.675	4.320	5.479	6.309	5.322	5.328	4.233
Cr	8.956	8.981	8.865	8.711	8.917	8.973	8.767	8.832	9.635	8.895	7.975	8.949	8.813	9.785
Fe ³⁺	1.685	1.518	1.521	1.437	0.964	1.683	1.371	0.979	1.216	1.225	1.352	1.209	1.609	1.498
Fe ²⁺	4.541	4.758	4.574	4.636	4.445	5.013	5.276	4.828	5.520	5.135	4.950	5.085	4.904	6.179
Mn	0.046	0.053	0.053	0.057	0.044	0.066	0.058	0.062	0.066	0.049	0.059	0.062	0.055	0.076
Mg	3.532	3.338	3.512	3.451	3.648	3.007	3.014	3.367	2.828	3.016	3.173	3.113	3.166	1.987

KATION- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.438	0.412	0.434	0.427	0.451	0.375	0.364	0.411	0.339	0.370	0.391	0.380	0.392	0.243
Mg/(Mg+Fe)	0.362	0.347	0.366	0.362	0.403	0.310	0.312	0.367	0.296	0.322	0.335	0.331	0.327	0.206
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.371	0.319	0.332	0.310	0.217	0.336	0.260	0.203	0.220	0.238	0.273	0.238	0.328	0.243
Cr/(Cr+Al)	0.636	0.633	0.624	0.610	0.604	0.634	0.629	0.609	0.690	0.619	0.558	0.627	0.623	0.698
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.563	0.588	0.566	0.573	0.549	0.625	0.636	0.589	0.661	0.630	0.609	0.620	0.608	0.757
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.107	0.097	0.097	0.091	0.061	0.106	0.090	0.063	0.080	0.078	0.086	0.078	0.102	0.096
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.325	0.331	0.339	0.354	0.372	0.327	0.337	0.366	0.285	0.351	0.404	0.344	0.338	0.273
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.568	0.572	0.564	0.554	0.567	0.567	0.573	0.570	0.635	0.570	0.510	0.578	0.560	0.631
Cr/Mg	2.536	2.690	2.524	2.524	2.444	2.983	2.908	2.623	3.406	2.949	2.513	2.875	2.783	4.925
Cr/(Cr+Fe)	0.590	0.589	0.593	0.589	0.622	0.573	0.569	0.603	0.589	0.583	0.559	0.587	0.575	0.560
Cr/Al	1.749	1.727	1.662	1.566	1.526	1.735	1.697	1.557	2.230	1.623	1.264	1.681	1.654	2.311
Cr/Fe	1.439	1.431	1.455	1.434	1.648	1.340	1.319	1.521	1.431	1.399	1.265	1.422	1.353	1.275
Cr/Fe (gewig)	1.339	1.332	1.354	1.336	1.535	1.248	1.228	1.416	1.332	1.302	1.178	1.324	1.260	1.187
Cr ³⁺	56.800	57.200	56.400	55.400	56.700	56.700	57.300	57.000	63.500	57.000	51.000	57.800	56.000	63.100
Fe ³⁺	10.700	9.700	9.700	9.100	6.100	10.600	9.000	6.300	8.000	7.800	8.600	7.800	10.200	9.700
Al ³⁺	32.500	33.100	33.900	35.400	37.200	32.700	33.800	36.600	28.500	35.100	40.300	34.400	33.800	27.300
Ges. tipe	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Duniet	Harzb.	Duniet	Harzb.
Elev. (m)	1648.4	1595.3	1595.3	1595.3	1587.6	1582.5	1567.3	1552.2	1534.5	1517.6	1506.0	1490.5	1353.9	1346.0

279.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	G1633	G1684	G1684	G1755.5	G2198	G2495.2	G3386.4	G3428	G3428	G4534	G4749	G5290	G5290	G5399.9
TiO ₂	1.06	0.40	0.28	0.41	0.87	1.00	1.20	0.42	0.42	3.33	0.44	0.74	0.40	0.83
Al ₂ O ₃	14.27	19.72	26.85	23.36	16.01	17.56	13.70	19.60	19.60	15.09	8.04	25.90	25.97	24.02
Cr ₂ O ₃	44.75	40.75	36.09	39.41	42.61	42.17	35.59	44.32	44.32	40.52	48.06	39.26	39.90	38.08
FeO	31.12	30.01	23.80	24.41	33.48	28.81	41.29	22.07	22.07	33.03	38.38	22.01	23.11	28.45
MnO	0.26	0.34	0.17	0.15	0.26	0.21	0.26	0.17	0.17	0.29	0.41	0.20	0.13	0.23
MgO	6.98	7.29	11.57	11.53	5.42	8.21	5.87	12.44	12.44	5.97	3.52	10.91	9.63	6.52
Totaal	98.44	98.51	98.76	99.27	98.65	97.96	97.91	99.02	99.02	98.23	98.85	99.02	99.14	98.13

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.213	0.078	0.052	0.076	0.175	0.198	0.244	0.079	0.079	0.675	0.093	0.138	0.075	0.162
Al	4.502	6.061	7.774	6.830	5.059	5.440	4.369	5.798	5.798	4.790	2.660	7.555	7.631	7.325
Cr	9.473	8.405	7.011	7.732	9.034	8.765	7.615	8.798	8.798	8.631	10.668	7.684	7.867	7.792
Fe ³⁺	1.598	1.377	1.111	1.285	1.557	1.400	3.527	1.245	1.245	1.230	2.487	0.486	0.351	0.561
Fe ²⁺	5.369	5.169	3.779	3.780	5.950	4.934	5.817	3.388	3.388	6.211	6.522	4.070	4.468	5.596
Mn	0.059	0.075	0.035	0.032	0.059	0.047	0.060	0.036	0.036	0.066	0.097	0.042	0.027	0.050
Mg	2.786	2.835	4.238	4.265	2.166	3.217	2.368	4.655	4.655	2.397	1.473	4.026	3.580	2.515

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.342	0.354	0.529	0.530	0.267	0.395	0.289	0.579	0.579	0.279	0.184	0.497	0.445	0.310
Mg / (Mg+Fe)	0.286	0.302	0.464	0.457	0.224	0.337	0.202	0.501	0.501	0.244	0.141	0.469	0.426	0.290
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.298	0.266	0.294	0.340	0.262	0.284	0.606	0.368	0.368	0.198	0.381	0.119	0.079	0.100
Cr / (Cr+Al)	0.678	0.581	0.474	0.531	0.641	0.617	0.636	0.603	0.603	0.643	0.800	0.504	0.508	0.515
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.658	0.646	0.471	0.470	0.733	0.605	0.711	0.421	0.421	0.721	0.816	0.503	0.555	0.690
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.103	0.087	0.070	0.081	0.100	0.090	0.227	0.079	0.079	0.084	0.157	0.031	0.022	0.036
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.289	0.383	0.489	0.431	0.323	0.349	0.282	0.366	0.366	0.327	0.168	0.480	0.482	0.467
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.608	0.530	0.441	0.488	0.577	0.562	0.491	0.555	0.555	0.589	0.675	0.489	0.496	0.497
Cr / Mg	3.401	2.965	1.655	1.813	4.170	2.725	3.216	1.890	1.890	3.600	7.242	1.909	2.198	3.098
Cr / (Cr+Fe)	0.576	0.562	0.589	0.604	0.546	0.581	0.449	0.655	0.655	0.537	0.542	0.628	0.620	0.559
Cr / Al	2.104	1.387	0.902	1.132	1.786	1.611	1.743	1.517	1.517	1.802	4.011	1.017	1.031	1.064
Cr / Fe	1.360	1.284	1.434	1.527	1.203	1.384	0.815	1.899	1.899	1.160	1.184	1.687	1.632	1.266
Cr / Fe (gewig)	1.266	1.196	1.335	1.421	1.120	1.289	0.759	1.768	1.768	1.080	1.102	1.570	1.520	1.178

Cr ³⁺	60.800	53.000	44.100	48.800	57.700	56.200	49.100	55.500	55.500	58.900	67.500	48.900	49.600	49.700
Fe ³⁺	10.300	8.700	7.000	8.100	9.900	9.000	22.700	7.900	7.900	8.400	15.700	3.100	2.200	3.600
Al ³⁺	28.900	38.300	48.900	43.100	32.300	34.900	28.200	36.600	36.600	32.700	16.800	48.000	48.100	46.700

Ges. tipe	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Harzb.	Duniet	Duniet	Ol. nor.	Ol. nor.	Ol. nor.	Ol. nor.	Gab. nor.	Ol. nor.	Ol. nor.	Ol. nor.
Elev. (m)	1346	1330.5	1330.5	1308.7	1173.8	1083.2	811.6	798.9	798.9	461.8	443.5	231.3	231.3	197.8

280.

BYLAAG 7-3

ONTLEDINGS VAN DIE TUSSENKORRELSE CHROMIETE

Monsternr.	G5747.4	G6040	JPE1002	JPE1002	JPE1002	JPE1002	JPE1002
TiO ₂	0.27	0.43	0.63	0.60	0.63	0.65	0.67
Al ₂ O ₃	17.53	21.00	14.58	14.69	14.86	14.59	14.53
Cr ₂ O ₃	32.79	36.84	47.01	46.78	46.92	46.93	47.64
FeO	41.84	33.36	25.82	25.60	25.44	25.61	25.17
MnO	0.21	0.23	0.07	0.10	0.09	0.08	0.07
MgO	6.11	7.09	10.62	10.71	10.88	10.74	10.17
Totaal	98.75	98.95	98.73	98.48	98.82	98.60	98.25

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.054	0.084	0.123	0.117	0.123	0.127	0.132
Al	5.444	6.396	4.467	4.506	4.536	4.471	4.488
Cr	6.833	7.529	9.664	9.628	9.610	9.651	9.874
Fe ³⁺	3.615	1.908	1.622	1.632	1.609	1.624	1.374
Fe ²⁺	5.606	5.302	3.992	3.940	3.902	3.946	4.143
Mn	0.047	0.050	0.015	0.022	0.020	0.018	0.016
Mg	2.400	2.732	4.116	4.155	4.201	4.164	3.974

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.300	0.340	0.508	0.513	0.518	0.513	0.490
Mg/(Mg+Fe)	0.206	0.275	0.423	0.427	0.433	0.428	0.419
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.645	0.360	0.406	0.414	0.412	0.411	0.332
Cr/(Cr+Al)	0.557	0.541	0.684	0.681	0.679	0.683	0.688
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.700	0.660	0.492	0.487	0.482	0.487	0.510
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.228	0.121	0.103	0.104	0.102	0.103	0.087
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.343	0.404	0.284	0.286	0.288	0.284	0.285
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.430	0.475	0.613	0.611	0.610	0.613	0.627
Cr/Mg	2.847	2.756	2.348	2.317	2.288	2.318	2.485
Cr/(Cr+Fe)	0.426	0.511	0.633	0.633	0.636	0.634	0.641
Cr/Al	1.255	1.177	2.163	2.137	2.119	2.158	2.200
Cr/Fe	0.741	1.044	1.722	1.728	1.744	1.733	1.790
Cr/Fe(gewig)	0.690	0.972	1.603	1.609	1.624	1.613	1.666
Cr ³⁺	43.000	47.600	61.300	61.100	61.000	61.300	62.700
Fe ³⁺	22.700	12.100	10.300	10.400	10.200	10.300	8.700
Al ³⁺	34.300	40.400	28.400	28.600	28.800	28.400	28.500

Ges. tipe	Ol.nor.	Ol.nor.	chromit.	chromit.	chromit.	chromit.	chromit.
Elev.(m)	91.9	2.7					

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-01-01	CR-01-02	CR-01-03	CR-01-04	CR-01-05	CR-01-06	CR-01-07	CR-01-08	CR-01-09	CR-01-10	CR-01-11	CR-01-12	CR-01-13	CR-01-14
TiO ₂	0.56	0.59	0.56	0.57	0.61	0.56	0.55	0.56	0.59	0.55	0.56	0.56	0.56	0.58
Al ₂ O ₃	16.16	15.59	15.89	16.13	15.97	16.36	15.50	15.50	16.39	15.48	16.13	15.93	15.32	16.08
Cr ₂ O ₃	49.17	49.48	49.33	49.02	49.55	48.44	49.00	49.40	48.38	47.64	48.69	48.97	49.14	48.83
FeO	23.37	23.29	23.27	23.20	22.64	23.33	23.11	23.50	23.31	24.68	23.19	23.45	23.24	23.31
MnO	0.18	0.17	0.17	0.19	0.18	0.18	0.16	0.20	0.18	0.18	0.16	0.19	0.18	0.20
MgO	9.53	9.85	9.66	9.68	10.04	9.88	10.67	9.49	9.92	10.21	10.04	9.55	10.37	9.79
Totaal	98.97	98.97	98.88	98.79	98.99	98.75	98.99	98.65	98.77	98.74	98.77	98.65	98.81	98.79

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.110	0.115	0.110	0.112	0.119	0.109	0.107	0.110	0.115	0.107	0.109	0.110	0.109	0.113
Al	4.955	4.780	4.877	4.948	4.882	5.008	4.724	4.780	5.014	4.741	4.936	4.901	4.690	4.930
Cr	10.115	10.179	10.158	10.091	10.165	9.949	10.021	10.221	9.931	9.791	9.997	10.110	10.095	10.045
Fe ³⁺	0.711	0.810	0.746	0.738	0.715	0.824	1.041	0.778	0.824	1.252	0.848	0.769	0.996	0.799
Fe ²⁺	4.374	4.258	4.322	4.313	4.197	4.244	3.958	4.364	4.237	4.112	4.188	4.351	4.053	4.273
Mn	0.040	0.037	0.038	0.042	0.040	0.040	0.035	0.044	0.040	0.040	0.035	0.042	0.040	0.044
Mg	3.696	3.820	3.750	3.757	3.883	3.826	4.114	3.702	3.839	3.956	3.886	3.717	4.016	3.797

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.458	0.473	0.465	0.465	0.481	0.474	0.510	0.459	0.475	0.490	0.481	0.461	0.498	0.470
Mg/(Mg+Fe)	0.421	0.430	0.425	0.427	0.442	0.430	0.451	0.419	0.431	0.424	0.436	0.421	0.443	0.428
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.163	0.190	0.173	0.171	0.170	0.194	0.263	0.178	0.195	0.305	0.202	0.177	0.246	0.187
Cr/(Cr+Al)	0.671	0.680	0.676	0.671	0.675	0.665	0.680	0.681	0.664	0.674	0.669	0.674	0.683	0.671
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.542	0.527	0.535	0.535	0.519	0.526	0.490	0.541	0.525	0.510	0.519	0.539	0.502	0.530
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.045	0.051	0.047	0.047	0.045	0.052	0.066	0.049	0.052	0.079	0.054	0.049	0.063	0.051
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.314	0.303	0.309	0.314	0.310	0.317	0.299	0.303	0.318	0.300	0.313	0.311	0.297	0.313
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.641	0.646	0.644	0.640	0.645	0.631	0.635	0.648	0.630	0.620	0.633	0.641	0.640	0.637
Cr/Mg	2.737	2.665	2.709	2.686	2.618	2.601	2.436	2.761	2.587	2.475	2.572	2.720	2.514	2.646
Cr/(Cr+Fe)	0.665	0.668	0.667	0.666	0.674	0.663	0.667	0.665	0.662	0.646	0.665	0.664	0.667	0.664
Cr/Al	2.042	2.130	2.083	2.039	2.082	1.987	2.121	2.139	1.981	2.065	2.026	2.063	2.152	2.038
Cr/Fe	1.989	2.009	2.005	1.998	2.069	1.963	2.005	1.988	1.962	1.825	1.985	1.975	1.999	1.981
Cr/Fe (gewig)	1.852	1.870	1.866	1.860	1.927	1.828	1.867	1.851	1.827	1.700	1.849	1.839	1.862	1.844
Cr ³⁺	64.100	64.600	64.400	64.000	64.500	63.000	63.500	64.800	63.000	62.000	63.400	64.100	64.000	63.700
Fe ³⁺	4.500	5.100	4.700	4.700	4.500	5.200	6.600	4.900	5.200	7.900	5.400	4.900	6.300	5.100
Al ³⁺	31.400	30.300	30.900	31.400	31.000	31.700	29.900	30.300	31.800	30.000	31.300	31.100	29.700	31.300

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-01-15	CR-01-16	CR-01-17	CR-01-18	CR-01-19	CR-01-20	CR-01-GEM	CR-02-01	CR-02-02	CR-02-03	CR-02-04	CR-02-05	CR-02-06	CR-02-07
TiO ₂	0.58	0.58	0.56	0.56	0.54	0.53	0.57	0.45	0.44	0.44	0.44	0.43	0.44	0.43
Al ₂ O ₃	15.80	16.46	16.52	15.93	15.60	15.51	15.92	16.27	16.20	16.18	15.90	16.17	16.03	16.47
Cr ₂ O ₃	48.92	48.42	48.01	48.80	48.80	48.67	48.83	48.55	48.38	48.79	48.71	48.27	48.67	49.39
FeO	23.26	23.80	23.67	23.46	23.79	24.12	23.45	20.82	20.69	20.57	20.81	20.87	20.57	20.16
MnO	0.19	0.10	0.10	0.10	0.13	0.14	0.16	0.11	0.14	0.16	0.17	0.16	0.16	0.15
MgO	9.96	9.85	9.85	9.61	9.56	9.14	9.83	13.29	13.38	13.34	13.34	13.41	13.42	12.66
Totaal	98.71	99.21	98.71	98.46	98.42	98.11	98.76	99.49	99.23	99.48	99.37	99.31	99.29	99.26

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.114	0.113	0.109	0.110	0.106	0.105	0.112	0.085	0.084	0.083	0.084	0.082	0.084	0.082
Al	4.847	5.017	5.056	4.907	4.815	4.816	4.883	4.833	4.821	4.807	4.733	4.808	4.770	4.922
Cr	10.069	9.903	9.859	10.087	10.107	10.141	10.051	9.676	9.660	9.726	9.729	9.630	9.717	9.903
Fe ³⁺	0.857	0.855	0.866	0.785	0.866	0.832	0.843	1.320	1.352	1.301	1.371	1.399	1.346	1.011
Fe ²⁺	4.207	4.293	4.274	4.343	4.345	4.483	4.262	3.068	3.017	3.036	3.024	3.004	2.998	3.264
Mn	0.042	0.022	0.022	0.022	0.029	0.031	0.035	0.023	0.030	0.034	0.036	0.034	0.034	0.032
Mg	3.865	3.798	3.813	3.745	3.733	3.590	3.814	4.994	5.037	5.013	5.023	5.043	5.051	4.786

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.479	0.469	0.471	0.463	0.462	0.445	0.472	0.619	0.625	0.623	0.624	0.627	0.628	0.595
Mg/(Mg+Fe)	0.433	0.424	0.426	0.422	0.417	0.403	0.428	0.532	0.535	0.536	0.533	0.534	0.538	0.528
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.204	0.199	0.203	0.181	0.199	0.186	0.198	0.430	0.448	0.428	0.453	0.466	0.449	0.310
Cr/(Cr+Al)	0.675	0.664	0.661	0.673	0.677	0.678	0.673	0.667	0.667	0.669	0.673	0.667	0.671	0.668
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.521	0.531	0.529	0.537	0.538	0.555	0.528	0.381	0.375	0.377	0.376	0.373	0.372	0.405
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.054	0.054	0.055	0.050	0.055	0.053	0.053	0.083	0.085	0.082	0.087	0.088	0.085	0.064
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.307	0.318	0.320	0.311	0.305	0.305	0.309	0.305	0.304	0.304	0.299	0.304	0.301	0.311
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.638	0.628	0.625	0.639	0.640	0.642	0.637	0.611	0.610	0.614	0.614	0.608	0.614	0.625
Cr/Mg	2.605	2.608	2.585	2.694	2.708	2.825	2.635	1.938	1.918	1.940	1.937	1.909	1.924	2.069
Cr/(Cr+Fe)	0.665	0.658	0.657	0.663	0.660	0.656	0.663	0.688	0.689	0.692	0.689	0.686	0.691	0.698
Cr/Al	2.078	1.974	1.950	2.056	2.099	2.106	2.058	2.002	2.004	2.023	2.056	2.003	2.037	2.012
Cr/Fe	1.989	1.924	1.918	1.967	1.940	1.908	1.969	2.205	2.211	2.243	2.213	2.187	2.237	2.316
Cr/Fe (gewig)	1.852	1.791	1.786	1.831	1.806	1.776	1.833	2.053	2.059	2.088	2.061	2.036	2.083	2.157
Cr ³⁺	63.800	62.800	62.500	63.900	64.000	64.200	63.700	61.100	61.000	61.400	61.400	60.800	61.400	62.500
Fe ³⁺	5.400	5.400	5.500	5.000	5.500	5.300	5.300	8.300	8.500	8.200	8.700	8.800	8.500	6.400
Al ³⁺	30.700	31.800	32.000	31.100	30.500	30.500	31.000	30.500	30.400	30.400	29.900	30.400	30.100	31.100

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-02-08	CR-02-09	CR-02-10	CR-02-11	CR-02-12	CR-02-13	CR-02-14	CR-02-15	CR-02-16	CR-02-17	CR-02-18	CR-02-19	CR-02-20	CR-02-GEM
TiO ₂	0.44	0.43	0.43	0.40	0.44	0.44	0.42	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.46	0.44
Al ₂ O ₃	16.25	16.06	16.48	16.18	16.07	15.84	16.13	16.15	15.85	16.01	16.46	16.14	15.84	16.13
Cr ₂ O ₃	48.43	48.81	48.21	48.73	48.92	49.22	48.48	48.27	47.87	47.93	46.92	47.33	47.77	48.38
FeO	20.64	20.64	20.50	20.60	20.35	20.50	20.83	20.71	21.03	20.88	20.96	20.76	20.88	20.67
MnO	0.18	0.15	0.17	0.10	0.17	0.01	0.17	0.16	0.10	0.08	0.11	0.13	0.12	0.14
MgO	13.47	13.42	13.57	13.40	13.20	13.43	13.48	13.44	12.87	12.97	13.20	13.18	13.23	13.29
Totaal	99.41	99.51	99.36	99.41	99.15	99.44	99.51	99.16	98.15	98.31	98.09	97.98	98.30	99.07

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.083	0.081	0.081	0.076	0.084	0.084	0.080	0.082	0.083	0.085	0.084	0.085	0.088	0.084
Al	4.824	4.769	4.887	4.807	4.795	4.711	4.786	4.807	4.784	4.819	4.946	4.862	4.762	4.811
Cr	9.647	9.726	9.592	9.715	9.794	9.823	9.652	9.641	9.694	9.681	9.460	9.566	9.637	9.682
Fe ³⁺	1.362	1.342	1.359	1.326	1.244	1.299	1.403	1.388	1.357	1.331	1.426	1.403	1.424	1.340
Fe ²⁺	2.986	3.008	2.955	3.018	3.065	3.028	2.983	2.987	3.148	3.129	3.043	3.034	3.031	3.039
Mn	0.038	0.032	0.036	0.021	0.036	0.002	0.036	0.034	0.022	0.017	0.024	0.028	0.026	0.030
Mg	5.058	5.041	5.090	5.036	4.982	5.053	5.060	5.061	4.914	4.938	5.017	5.022	5.032	5.014

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.629	0.626	0.633	0.625	0.619	0.625	0.629	0.629	0.609	0.612	0.622	0.623	0.624	0.623
Mg/(Mg+Fe)	0.538	0.537	0.541	0.537	0.536	0.539	0.536	0.536	0.522	0.525	0.529	0.531	0.530	0.534
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.456	0.446	0.460	0.439	0.406	0.429	0.470	0.465	0.431	0.426	0.469	0.462	0.470	0.441
Cr/(Cr+Al)	0.667	0.671	0.663	0.669	0.671	0.676	0.669	0.667	0.670	0.668	0.657	0.663	0.669	0.668
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.371	0.374	0.367	0.375	0.381	0.375	0.371	0.371	0.391	0.388	0.378	0.377	0.376	0.377
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.086	0.085	0.086	0.084	0.079	0.082	0.089	0.088	0.086	0.084	0.090	0.089	0.090	0.085
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.305	0.301	0.309	0.303	0.303	0.298	0.302	0.304	0.302	0.304	0.312	0.307	0.301	0.304
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.609	0.614	0.606	0.613	0.619	0.620	0.609	0.609	0.612	0.612	0.598	0.604	0.609	0.612
Cr/Mg	1.907	1.929	1.884	1.929	1.966	1.944	1.908	1.905	1.973	1.960	1.885	1.905	1.915	1.931
Cr/(Cr+Fe)	0.689	0.691	0.690	0.691	0.695	0.694	0.688	0.688	0.683	0.685	0.679	0.683	0.684	0.689
Cr/Al	2.000	2.039	1.963	2.021	2.043	2.085	2.017	2.005	2.026	2.009	1.913	1.968	2.024	2.013
Cr/Fe	2.219	2.236	2.224	2.237	2.273	2.270	2.201	2.204	2.152	2.170	2.117	2.156	2.163	2.211
Cr/Fe (gewig)	2.066	2.082	2.071	2.083	2.116	2.114	2.049	2.052	2.004	2.021	1.971	2.007	2.014	2.059
Cr ³⁺	60.900	61.400	60.600	61.300	61.900	62.000	60.900	60.900	61.200	61.100	59.800	60.400	60.900	61.200
Fe ³⁺	8.600	8.500	8.600	8.400	7.900	8.200	8.900	8.800	8.600	8.400	9.000	8.900	9.000	8.500
Al ³⁺	30.500	30.100	30.900	30.300	30.300	29.800	30.200	30.400	30.200	30.400	31.200	30.700	30.100	30.400

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-03-01	CR-03-02	CR-03-03	CR-03-04	CR-03-05	CR-03-06	CR-03-07	CR-03-08	CR-03-09	CR-03-10	CR-03-11	CR-03-12	CR-03-13	CR-03-14
TiO ₂	0.39	0.40	0.41	0.40	0.40	0.41	0.41	0.37	0.41	0.39	0.40	0.39	0.39	0.39
Al ₂ O ₃	14.19	14.32	14.30	14.28	14.56	14.37	14.47	14.40	14.41	14.69	14.66	14.32	14.33	14.42
Cr ₂ O ₃	50.61	50.46	50.74	50.38	50.54	50.69	50.30	50.79	50.68	49.87	50.63	50.10	50.16	50.69
FeO	21.98	22.12	21.85	22.02	21.90	21.95	22.09	21.79	21.98	21.93	21.54	22.03	22.13	21.67
MnO	0.18	0.19	0.19	0.17	0.18	0.18	0.20	0.19	0.16	0.19	0.18	0.20	0.20	0.18
MgO	11.42	11.56	11.68	11.58	11.52	11.54	11.45	11.06	11.50	11.72	11.28	11.64	11.48	11.39
Totaal	98.77	99.05	99.17	98.83	99.10	99.14	98.92	98.60	99.14	98.79	98.69	98.68	98.69	98.74

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.076	0.078	0.079	0.078	0.078	0.080	0.080	0.072	0.080	0.076	0.078	0.076	0.076	0.076
Al	4.334	4.356	4.343	4.353	4.425	4.368	4.408	4.413	4.381	4.467	4.478	4.368	4.375	4.403
Cr	10.373	10.300	10.340	10.304	10.306	10.340	10.281	10.445	10.339	10.175	10.377	10.253	10.276	10.386
Fe ³⁺	1.141	1.188	1.158	1.188	1.114	1.133	1.151	0.997	1.121	1.206	0.989	1.227	1.197	1.059
Fe ²⁺	3.624	3.587	3.551	3.575	3.609	3.602	3.624	3.742	3.622	3.526	3.680	3.541	3.598	3.637
Mn	0.040	0.042	0.041	0.037	0.039	0.039	0.044	0.042	0.035	0.042	0.040	0.044	0.044	0.040
Mg	4.413	4.449	4.487	4.465	4.429	4.438	4.412	4.288	4.423	4.508	4.358	4.491	4.434	4.400

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.549	0.554	0.558	0.555	0.551	0.552	0.549	0.534	0.550	0.561	0.542	0.559	0.552	0.548
Mg/(Mg+Fe)	0.481	0.482	0.488	0.484	0.484	0.484	0.480	0.475	0.483	0.488	0.483	0.485	0.480	0.484
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.315	0.331	0.326	0.332	0.308	0.314	0.318	0.266	0.309	0.342	0.269	0.347	0.333	0.291
Cr/(Cr+Al)	0.705	0.703	0.704	0.703	0.700	0.703	0.700	0.703	0.702	0.695	0.699	0.701	0.701	0.702
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.451	0.446	0.442	0.445	0.449	0.448	0.451	0.466	0.450	0.439	0.458	0.441	0.448	0.452
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.072	0.075	0.073	0.075	0.070	0.072	0.073	0.063	0.071	0.076	0.062	0.077	0.076	0.067
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.274	0.275	0.274	0.275	0.279	0.276	0.278	0.278	0.277	0.282	0.283	0.276	0.276	0.278
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.655	0.650	0.653	0.650	0.650	0.653	0.649	0.659	0.653	0.642	0.655	0.647	0.648	0.655
Cr/Mg	2.351	2.315	2.304	2.308	2.327	2.330	2.330	2.436	2.338	2.257	2.381	2.283	2.318	2.361
Cr/(Cr+Fe)	0.685	0.683	0.687	0.684	0.686	0.686	0.683	0.688	0.686	0.683	0.690	0.683	0.682	0.689
Cr/Al	2.393	2.364	2.381	2.367	2.329	2.367	2.333	2.367	2.360	2.278	2.317	2.348	2.349	2.359
Cr/Fe	2.177	2.157	2.196	2.163	2.182	2.184	2.153	2.204	2.180	2.150	2.222	2.150	2.143	2.212
Cr/Fe(gewig)	2.027	2.008	2.045	2.014	2.032	2.033	2.005	2.052	2.030	2.002	2.069	2.002	1.995	2.059
Cr ³⁺	65.500	65.000	65.300	65.000	65.000	65.300	64.900	65.900	65.300	64.200	65.500	64.700	64.800	65.500
Fe ³⁺	7.200	7.500	7.300	7.500	7.000	7.200	7.300	6.300	7.100	7.600	6.200	7.700	7.600	6.700
Al ³⁺	27.300	27.500	27.400	27.500	27.900	27.600	27.800	27.800	27.700	28.200	28.300	27.600	27.600	27.800

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-03-15	CR-03-16	CR-03-17	CR-03-18	CR-03-19	CR-03-20	CR-03-GEM	CR-04-01	CR-04-02	CR-04-03	CR-04-04	CR-04-05	CR-04-06	CR-04-07
TiO ₂	0.42	0.36	0.37	0.39	0.38	0.39	0.39	0.43	0.44	0.41	0.43	0.42	0.50	0.46
Al ₂ O ₃	14.45	14.41	14.40	14.37	14.09	14.28	14.39	17.27	16.47	16.47	16.71	16.59	17.27	17.64
Cr ₂ O ₃	50.33	49.61	50.12	49.87	49.61	49.56	50.29	48.31	48.41	48.52	48.07	48.42	48.86	49.35
FeO	21.90	22.42	22.22	22.32	22.49	22.74	22.05	20.33	21.10	21.13	20.81	20.77	20.36	20.03
MnO	0.19	0.07	0.08	0.11	0.10	0.08	0.16	0.13	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.15
MgO	11.64	11.41	11.05	11.60	11.39	11.33	11.46	12.87	12.66	12.82	13.00	12.86	11.76	11.56
Totaal	98.93	98.28	98.24	98.66	98.06	98.38	98.74	99.34	99.19	99.47	99.16	99.20	98.92	99.19

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.082	0.070	0.073	0.076	0.075	0.076	0.076	0.082	0.084	0.078	0.082	0.080	0.096	0.088
Al	4.396	4.416	4.427	4.384	4.332	4.376	4.391	5.132	4.922	4.905	4.979	4.949	5.193	5.292
Cr	10.274	10.200	10.338	10.208	10.235	10.192	10.298	9.633	9.708	9.696	9.610	9.692	9.858	9.935
Fe ³⁺	1.167	1.243	1.090	1.256	1.284	1.279	1.159	1.072	1.201	1.243	1.248	1.200	0.758	0.596
Fe ²⁺	3.561	3.632	3.758	3.575	3.623	3.666	3.617	3.216	3.274	3.222	3.152	3.197	3.586	3.668
Mn	0.042	0.015	0.018	0.024	0.022	0.018	0.035	0.028	0.024	0.026	0.030	0.030	0.037	0.032
Mg	4.479	4.423	4.297	4.476	4.430	4.392	4.424	4.838	4.786	4.830	4.900	4.853	4.473	4.387

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.557	0.549	0.534	0.556	0.550	0.545	0.550	0.601	0.594	0.600	0.609	0.603	0.555	0.545
Mg / (Mg+Fe)	0.487	0.476	0.470	0.481	0.475	0.470	0.481	0.530	0.517	0.520	0.527	0.525	0.507	0.507
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.328	0.342	0.290	0.351	0.354	0.349	0.320	0.333	0.367	0.386	0.396	0.375	0.211	0.163
Cr / (Cr+Al)	0.700	0.698	0.700	0.700	0.703	0.700	0.701	0.652	0.664	0.664	0.659	0.662	0.655	0.652
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.443	0.451	0.466	0.444	0.450	0.455	0.450	0.399	0.406	0.400	0.391	0.397	0.445	0.455
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.074	0.078	0.069	0.079	0.081	0.081	0.073	0.068	0.076	0.078	0.079	0.076	0.048	0.038
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.278	0.278	0.279	0.277	0.273	0.276	0.277	0.324	0.311	0.310	0.314	0.312	0.328	0.335
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.649	0.643	0.652	0.644	0.646	0.643	0.650	0.608	0.613	0.612	0.607	0.612	0.624	0.628
Cr / Mg	2.294	2.306	2.406	2.280	2.310	2.320	2.328	1.991	2.028	2.008	1.961	1.997	2.204	2.264
Cr / (Cr+Fe)	0.685	0.677	0.681	0.679	0.676	0.673	0.683	0.692	0.684	0.685	0.686	0.688	0.694	0.700
Cr / Al	2.337	2.310	2.335	2.329	2.363	2.329	2.345	1.877	1.972	1.977	1.930	1.958	1.898	1.877
Cr / Fe	2.173	2.092	2.133	2.113	2.086	2.061	2.157	2.247	2.169	2.171	2.184	2.204	2.269	2.330
Cr / Fe (gewig)	2.023	1.948	1.986	1.967	1.942	1.919	2.008	2.092	2.020	2.022	2.034	2.052	2.113	2.169
Cr ³⁺	64.900	64.300	65.200	64.400	64.600	64.300	65.000	60.800	61.300	61.200	60.700	61.200	62.400	62.800
Fe ³⁺	7.400	7.800	6.900	7.900	8.100	8.100	7.300	6.800	7.600	7.800	7.900	7.600	4.800	3.800
Al ³⁺	27.800	27.800	27.900	27.700	27.300	27.600	27.700	32.400	31.100	31.000	31.400	31.200	32.800	33.400

286

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-04-08	CR-04-09	CR-04-10	CR-04-11	CR-04-12	CR-04-13	CR-04-14	CR-04-15	CR-04-16	CR-04-17	CR-04-18	CR-04-19	CR-04-20	CR-04-GEM
TiO ₂	0.43	0.44	0.46	0.46	0.46	0.42	0.44	0.42	0.43	0.43	0.45	0.42	0.42	0.43
Al ₂ O ₃	16.66	17.15	17.58	16.71	16.08	17.16	16.88	17.20	16.61	16.97	17.59	16.42	17.11	16.93
Cr ₂ O ₃	48.75	49.48	48.22	49.93	50.78	48.10	49.53	48.75	47.20	47.27	47.39	47.58	47.14	48.50
FeO	20.39	19.67	20.61	20.39	20.58	20.66	20.68	20.41	21.35	20.69	20.73	21.16	20.63	20.62
MnO	0.15	0.12	0.13	0.13	0.16	0.10	0.15	0.14	0.12	0.09	0.10	0.08	0.09	0.13
MgO	12.36	11.99	11.94	11.27	10.98	12.62	10.89	12.52	12.36	12.67	12.58	12.69	12.71	12.26
Totaal	98.74	98.85	98.94	98.89	99.04	99.06	98.57	99.44	98.07	98.12	98.84	98.35	98.10	98.87

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.082	0.084	0.088	0.089	0.089	0.080	0.085	0.080	0.083	0.083	0.086	0.081	0.081	0.082
Al	5.007	5.155	5.271	5.056	4.882	5.122	5.131	5.121	5.019	5.108	5.253	4.942	5.146	5.080
Cr	9.831	9.980	9.700	10.136	10.344	9.634	10.102	9.740	9.570	9.547	9.495	9.609	9.514	9.765
Fe ³⁺	0.997	0.696	0.853	0.630	0.596	1.083	0.596	0.979	1.246	1.180	1.081	1.288	1.178	0.990
Fe ²⁺	3.351	3.499	3.532	3.747	3.838	3.293	3.865	3.334	3.332	3.239	3.312	3.232	3.225	3.401
Mn	0.032	0.026	0.028	0.028	0.035	0.021	0.033	0.030	0.026	0.019	0.021	0.017	0.019	0.028
Mg	4.699	4.559	4.528	4.313	4.217	4.765	4.187	4.716	4.724	4.824	4.752	4.831	4.836	4.654

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.584	0.566	0.562	0.535	0.524	0.591	0.520	0.586	0.586	0.598	0.589	0.599	0.600	0.578
Mg/(Mg+Fe)	0.519	0.521	0.508	0.496	0.488	0.521	0.484	0.522	0.508	0.522	0.520	0.517	0.523	0.515
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.298	0.199	0.242	0.168	0.155	0.329	0.154	0.294	0.374	0.364	0.326	0.398	0.365	0.291
Cr/(Cr+Al)	0.663	0.659	0.648	0.667	0.679	0.653	0.663	0.655	0.656	0.651	0.644	0.660	0.649	0.658
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.416	0.434	0.438	0.465	0.476	0.409	0.480	0.414	0.414	0.402	0.411	0.401	0.400	0.422
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.063	0.044	0.054	0.040	0.038	0.068	0.038	0.062	0.079	0.075	0.068	0.081	0.074	0.063
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.316	0.326	0.333	0.320	0.308	0.323	0.324	0.323	0.317	0.323	0.332	0.312	0.325	0.321
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.621	0.630	0.613	0.641	0.654	0.608	0.638	0.615	0.604	0.603	0.600	0.607	0.601	0.617
Cr/Mg	2.092	2.189	2.142	2.350	2.453	2.022	2.413	2.065	2.026	1.979	1.998	1.989	1.967	2.098
Cr/(Cr+Fe)	0.693	0.704	0.689	0.698	0.700	0.688	0.694	0.693	0.676	0.684	0.684	0.680	0.684	0.690
Cr/Al	1.964	1.936	1.840	2.005	2.119	1.881	1.969	1.902	1.907	1.869	1.808	1.944	1.849	1.922
Cr/Fe	2.261	2.379	2.212	2.315	2.333	2.201	2.265	2.259	2.090	2.160	2.162	2.126	2.161	2.224
Cr/Fe (gewig)	2.105	2.215	2.060	2.156	2.172	2.050	2.109	2.103	1.946	2.011	2.013	1.980	2.012	2.071
Cr ³⁺	62.100	63.000	61.300	64.100	65.400	60.800	63.800	61.500	60.400	60.300	60.000	60.700	60.100	61.700
Fe ³⁺	6.300	4.400	5.400	4.000	3.800	6.800	3.800	6.200	7.900	7.500	6.800	8.100	7.400	6.300
Al ³⁺	31.600	32.600	33.300	32.000	30.900	32.300	32.400	32.300	31.700	32.300	33.200	31.200	32.500	32.100

287.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-05-01	CR-05-02	CR-05-03	CR-05-04	CR-05-05	CR-05-06	CR-05-07	CR-05-08	CR-05-09	CR-05-10	CR-05-11	CR-05-12	CR-05-13	CR-05-14
TiO ₂	0.41	0.38	0.39	0.40	0.41	0.41	0.41	0.44	0.42	0.40	0.41	0.48	0.42	0.39
Al ₂ O ₃	14.82	14.64	14.80	14.78	14.65	14.81	14.67	14.82	14.71	14.76	14.90	17.15	14.85	14.64
Cr ₂ O ₃	49.78	49.59	49.41	49.33	49.80	49.63	49.14	49.12	49.39	49.52	49.25	50.31	50.00	49.57
FeO	22.78	22.64	22.45	22.89	22.40	23.24	23.40	22.35	23.29	22.78	23.50	19.48	22.59	22.81
MnO	0.13	0.15	0.16	0.15	0.14	0.17	0.15	0.17	0.15	0.18	0.17	0.17	0.14	0.16
MgO	11.52	11.69	11.62	11.21	11.58	11.18	11.25	11.20	11.14	11.54	11.04	11.67	10.73	11.19
Totaal	99.44	99.09	98.83	98.76	98.98	99.44	99.02	98.10	99.10	99.18	99.27	99.26	98.73	98.76

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.079	0.074	0.076	0.078	0.080	0.079	0.080	0.086	0.082	0.077	0.080	0.092	0.082	0.076
Al	4.484	4.441	4.499	4.509	4.452	4.492	4.465	4.548	4.478	4.476	4.528	5.150	4.547	4.470
Cr	10.107	10.094	10.079	10.098	10.155	10.100	10.036	10.114	10.088	10.077	10.043	10.137	10.274	10.155
Fe ³⁺	1.250	1.318	1.271	1.237	1.234	1.249	1.339	1.166	1.272	1.292	1.270	0.529	1.014	1.223
Fe ²⁺	3.641	3.555	3.572	3.719	3.597	3.753	3.715	3.701	3.759	3.611	3.798	3.622	3.895	3.719
Mn	0.028	0.033	0.035	0.033	0.031	0.037	0.033	0.038	0.033	0.039	0.037	0.037	0.031	0.035
Mg	4.409	4.486	4.468	4.326	4.452	4.289	4.332	4.348	4.289	4.427	4.244	4.433	4.157	4.322

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.548	0.558	0.556	0.538	0.553	0.533	0.538	0.540	0.533	0.551	0.528	0.550	0.516	0.538
Mg / (Mg+Fe)	0.474	0.479	0.480	0.466	0.480	0.462	0.461	0.472	0.460	0.475	0.456	0.516	0.459	0.466
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.343	0.371	0.356	0.333	0.343	0.333	0.360	0.315	0.338	0.358	0.334	0.146	0.261	0.329
Cr / (Cr+Al)	0.693	0.695	0.691	0.691	0.695	0.692	0.692	0.690	0.693	0.692	0.689	0.663	0.693	0.694
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.452	0.442	0.444	0.462	0.447	0.467	0.462	0.460	0.467	0.449	0.472	0.450	0.484	0.462
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.079	0.083	0.080	0.078	0.078	0.079	0.085	0.074	0.080	0.081	0.080	0.033	0.064	0.077
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.283	0.280	0.284	0.285	0.281	0.284	0.282	0.287	0.283	0.283	0.286	0.326	0.287	0.282
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.638	0.637	0.636	0.637	0.641	0.638	0.634	0.639	0.637	0.636	0.634	0.641	0.649	0.641
Cr/Mg	2.292	2.250	2.255	2.334	2.281	2.355	2.317	2.326	2.352	2.276	2.366	2.287	2.472	2.350
Cr / (Cr+Fe)	0.674	0.674	0.675	0.671	0.678	0.669	0.665	0.675	0.667	0.673	0.665	0.710	0.677	0.673
Cr/Al	2.254	2.273	2.240	2.240	2.281	2.249	2.248	2.224	2.253	2.251	2.218	1.968	2.259	2.272
Cr/Fe	2.066	2.071	2.081	2.038	2.102	2.019	1.986	2.078	2.005	2.056	1.982	2.442	2.093	2.055
Cr/Fe (gewig)	1.924	1.928	1.938	1.897	1.957	1.880	1.849	1.935	1.867	1.914	1.845	2.274	1.949	1.913
Cr ³⁺	63.800	63.700	63.600	63.700	64.100	63.800	63.400	63.900	63.700	63.600	63.400	64.100	64.900	64.100
Fe ³⁺	7.900	8.300	8.000	7.800	7.800	7.900	8.500	7.400	8.000	8.200	8.000	3.300	6.400	7.700
Al ³⁺	28.300	28.000	28.400	28.500	28.100	28.400	28.200	28.700	28.300	28.300	28.600	32.600	28.700	28.200

288.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-05-15	CR-05-16	CR-05-17	CR-05-18	CR-05-19	CR-05-20	CR-05-GEM	CR-06-01	CR-06-02	CR-06-03	CR-06-04	CR-06-05	CR-06-06	CR-06-07
TiO ₂	0.41	0.36	0.37	0.38	0.39	0.37	0.40	0.43	0.48	0.46	0.48	0.50	0.49	0.46
Al ₂ O ₃	14.76	14.62	14.41	14.67	14.87	14.61	14.85	12.59	12.63	12.51	12.55	12.63	12.71	12.62
Cr ₂ O ₃	49.15	49.33	49.22	49.42	48.55	49.31	49.44	53.58	52.53	53.08	53.11	52.89	53.56	53.50
FeO	22.88	22.92	23.32	22.37	22.94	22.96	22.70	20.20	20.44	20.61	20.65	20.45	20.07	20.41
MnO	0.16	0.09	0.12	0.13	0.12	0.11	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16
MgO	11.29	11.39	10.88	11.17	11.48	11.35	11.31	12.03	12.37	12.21	12.26	12.15	11.76	12.17
Totaal	98.65	98.71	98.32	98.14	98.35	98.71	98.85	98.99	98.60	99.03	99.21	98.80	98.75	99.32

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.080	0.070	0.073	0.074	0.076	0.072	0.078	0.084	0.094	0.090	0.093	0.098	0.096	0.089
Al	4.505	4.459	4.430	4.504	4.541	4.457	4.523	3.850	3.864	3.820	3.824	3.864	3.901	3.843
Cr	10.066	10.096	10.153	10.181	9.949	10.095	10.103	10.994	10.784	10.874	10.858	10.857	11.030	10.933
Fe ³⁺	1.270	1.305	1.272	1.166	1.357	1.304	1.218	0.988	1.165	1.127	1.132	1.084	0.877	1.045
Fe ²⁺	3.686	3.656	3.815	3.708	3.614	3.667	3.688	3.395	3.273	3.339	3.333	3.356	3.495	3.366
Mn	0.035	0.020	0.027	0.029	0.026	0.024	0.033	0.035	0.033	0.035	0.035	0.040	0.035	0.035
Mg	4.359	4.395	4.231	4.338	4.435	4.380	4.357	4.653	4.787	4.716	4.725	4.702	4.566	4.688

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.542	0.546	0.526	0.539	0.551	0.544	0.542	0.578	0.594	0.586	0.586	0.584	0.566	0.582
Mg/(Mg+Fe)	0.468	0.470	0.454	0.471	0.471	0.468	0.470	0.515	0.519	0.514	0.514	0.514	0.511	0.515
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.345	0.357	0.334	0.314	0.376	0.355	0.330	0.291	0.356	0.337	0.340	0.323	0.251	0.311
Cr/(Cr+Al)	0.691	0.694	0.696	0.693	0.687	0.694	0.691	0.741	0.736	0.740	0.740	0.738	0.739	0.740
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.458	0.454	0.474	0.461	0.449	0.456	0.458	0.422	0.406	0.414	0.414	0.416	0.434	0.418
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.080	0.082	0.080	0.074	0.086	0.082	0.077	0.062	0.074	0.071	0.072	0.069	0.056	0.066
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.284	0.281	0.279	0.284	0.287	0.281	0.285	0.243	0.244	0.241	0.242	0.244	0.247	0.243
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.635	0.637	0.640	0.642	0.628	0.637	0.638	0.694	0.682	0.687	0.687	0.687	0.698	0.691
Cr/Mg	2.309	2.297	2.400	2.347	2.243	2.304	2.319	2.363	2.252	2.306	2.298	2.309	2.416	2.332
Cr/(Cr+Fe)	0.670	0.670	0.666	0.676	0.667	0.670	0.673	0.715	0.709	0.709	0.709	0.710	0.716	0.712
Cr/Al	2.234	2.264	2.292	2.260	2.191	2.265	2.234	2.856	2.791	2.847	2.840	2.810	2.828	2.845
Cr/Fe	2.031	2.035	1.996	2.089	2.001	2.031	2.059	2.508	2.430	2.435	2.432	2.446	2.523	2.479
Cr/Fe (gewig)	1.891	1.895	1.858	1.945	1.863	1.891	1.917	2.335	2.263	2.267	2.264	2.277	2.349	2.308
Cr ³⁺	63.500	63.700	64.000	64.200	62.800	63.700	63.800	69.400	68.200	68.700	68.700	68.700	69.800	69.100
Fe ³⁺	8.000	8.200	8.000	7.400	8.600	8.200	7.700	6.200	7.400	7.100	7.200	6.900	5.500	6.600
Al ³⁺	28.400	28.100	27.900	28.400	28.700	28.100	28.500	24.300	24.400	24.100	24.200	24.400	24.700	24.300

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-06-08	CR-06-09	CR-06-10	CR-06-11	CR-06-12	CR-06-13	CR-06-14	CR-06-15	CR-06-16	CR-06-17	CR-06-18	CR-06-19	CR-06-20	CR-06-GEM
TiO ₂	0.47	0.45	0.48	0.45	0.43	0.44	0.42	0.44	0.46	0.53	0.48	0.45	0.48	0.46
Al ₂ O ₃	12.62	12.88	12.76	12.59	12.29	12.26	12.28	12.85	12.62	12.81	12.73	13.02	12.84	12.64
Cr ₂ O ₃	53.28	53.26	53.30	53.28	53.68	53.48	53.91	52.99	52.14	52.01	52.96	52.64	53.07	53.11
FeO	20.31	20.29	20.30	20.42	20.53	20.57	20.75	20.88	21.00	20.80	20.57	20.58	20.38	20.51
MnO	0.16	0.18	0.15	0.18	0.18	0.16	0.18	0.21	0.11	0.14	0.10	0.13	0.12	0.16
MgO	11.76	11.56	12.18	12.35	11.98	11.96	11.85	11.21	12.12	12.23	11.36	11.40	11.86	11.94
Totaal	98.60	98.62	99.17	99.27	99.09	98.87	99.39	98.58	98.45	98.52	98.20	98.22	98.75	98.82

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.092	0.088	0.093	0.087	0.084	0.086	0.082	0.087	0.090	0.104	0.095	0.089	0.094	0.090
Al	3.879	3.960	3.889	3.831	3.760	3.759	3.751	3.962	3.872	3.922	3.936	4.019	3.935	3.872
Cr	10.990	10.988	10.899	10.879	11.021	11.004	11.050	10.963	10.736	10.686	10.989	10.903	10.914	10.917
Fe ³⁺	0.947	0.875	1.025	1.115	1.050	1.065	1.035	0.901	1.212	1.184	0.885	0.900	0.963	1.031
Fe ²⁺	3.484	3.552	3.365	3.294	3.407	3.411	3.463	3.668	3.361	3.335	3.629	3.608	3.469	3.428
Mn	0.035	0.040	0.033	0.039	0.040	0.035	0.040	0.047	0.024	0.031	0.022	0.029	0.026	0.035
Mg	4.573	4.496	4.696	4.754	4.637	4.639	4.579	4.372	4.705	4.737	4.444	4.452	4.598	4.627

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.568	0.559	0.582	0.591	0.576	0.576	0.569	0.544	0.583	0.587	0.550	0.552	0.570	0.575
Mg/(Mg+Fe)	0.508	0.504	0.517	0.519	0.510	0.509	0.504	0.489	0.507	0.512	0.496	0.497	0.509	0.509
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.272	0.246	0.305	0.339	0.308	0.312	0.299	0.246	0.360	0.355	0.244	0.249	0.278	0.301
Cr/(Cr+Al)	0.739	0.735	0.737	0.740	0.746	0.745	0.747	0.734	0.735	0.732	0.736	0.731	0.735	0.738
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.432	0.441	0.418	0.409	0.424	0.424	0.431	0.456	0.417	0.413	0.450	0.448	0.430	0.425
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.060	0.055	0.065	0.071	0.066	0.067	0.065	0.057	0.077	0.075	0.056	0.057	0.061	0.065
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.245	0.250	0.246	0.242	0.238	0.238	0.237	0.250	0.245	0.248	0.249	0.254	0.249	0.245
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.695	0.694	0.689	0.687	0.696	0.695	0.698	0.693	0.679	0.677	0.695	0.689	0.690	0.690
Cr/Mg	2.403	2.444	2.321	2.288	2.377	2.372	2.413	2.507	2.282	2.256	2.473	2.449	2.374	2.359
Cr/(Cr+Fe)	0.713	0.713	0.713	0.712	0.712	0.711	0.711	0.706	0.701	0.703	0.709	0.707	0.711	0.710
Cr/Al	2.833	2.775	2.803	2.840	2.931	2.927	2.946	2.767	2.772	2.724	2.792	2.713	2.773	2.819
Cr/Fe	2.481	2.482	2.483	2.467	2.472	2.458	2.457	2.400	2.348	2.364	2.434	2.419	2.462	2.448
Cr/Fe (gewig)	2.310	2.311	2.312	2.297	2.302	2.289	2.287	2.234	2.186	2.201	2.267	2.252	2.293	2.280
Cr ³⁺	69.500	69.400	68.900	68.700	69.600	69.500	69.800	69.300	67.900	67.700	69.500	68.900	69.000	69.000
Fe ³⁺	6.000	5.500	6.500	7.000	6.600	6.700	6.500	5.700	7.700	7.500	5.600	5.700	6.100	6.500
Al ³⁺	24.500	25.000	24.600	24.200	23.800	23.800	23.700	25.000	24.500	24.800	24.900	25.400	24.900	24.500

290.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-07-01	CR-07-02	CR-07-03	CR-07-04	CR-07-05	CR-07-06	CR-07-07	CR-07-08	CR-07-09	CR-07-10	CR-07-11	CR-07-12	CR-07-13	CR-07-14
TiO ₂	0.57	0.56	0.58	0.58	0.56	0.61	0.61	0.57	0.57	0.57	0.57	0.61	0.62	0.57
Al ₂ O ₃	13.79	13.50	13.66	13.58	13.59	14.26	14.59	13.63	13.68	14.14	13.55	14.19	14.37	14.07
Cr ₂ O ₃	50.60	50.36	49.84	49.99	50.03	48.83	50.17	49.84	49.09	49.56	50.11	49.01	51.11	50.48
FeO	22.86	23.83	24.36	24.14	24.37	24.50	23.01	24.48	24.66	23.56	23.89	24.38	22.70	22.97
MnO	0.12	0.17	0.17	0.17	0.14	0.18	0.17	0.15	0.19	0.19	0.18	0.16	0.14	0.17
MgO	11.02	10.88	10.83	10.80	10.75	11.00	10.66	10.59	10.85	11.13	10.93	10.98	9.96	10.57
Totaal	98.96	99.30	99.44	99.26	99.44	99.38	99.21	99.26	99.04	99.15	99.23	99.33	98.90	98.83

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.111	0.109	0.113	0.113	0.109	0.118	0.119	0.111	0.111	0.111	0.111	0.119	0.122	0.112
Al	4.224	4.130	4.172	4.157	4.154	4.341	4.456	4.177	4.191	4.312	4.145	4.323	4.429	4.324
Cr	10.400	10.338	10.214	10.267	10.262	9.973	10.282	10.249	10.091	10.142	10.287	10.020	10.570	10.409
Fe ³⁺	1.154	1.313	1.388	1.349	1.365	1.449	1.024	1.351	1.496	1.324	1.345	1.420	0.757	1.044
Fe ²⁺	3.815	3.861	3.892	3.894	3.921	3.843	3.963	3.973	3.865	3.775	3.842	3.852	4.208	3.965
Mn	0.026	0.037	0.037	0.037	0.031	0.039	0.037	0.033	0.042	0.042	0.040	0.035	0.031	0.038
Mg	4.270	4.211	4.184	4.182	4.157	4.236	4.119	4.105	4.205	4.294	4.230	4.232	3.883	4.109

KATIDON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.528	0.522	0.518	0.518	0.515	0.524	0.510	0.508	0.521	0.532	0.524	0.524	0.480	0.509
Mg/(Mg+Fe)	0.462	0.449	0.442	0.444	0.440	0.445	0.452	0.435	0.440	0.457	0.449	0.445	0.439	0.451
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.302	0.340	0.357	0.346	0.348	0.377	0.258	0.340	0.387	0.351	0.350	0.369	0.180	0.263
Cr/(Cr+Al)	0.711	0.715	0.710	0.712	0.712	0.697	0.698	0.710	0.707	0.702	0.713	0.699	0.705	0.706
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.472	0.478	0.482	0.482	0.485	0.476	0.490	0.492	0.479	0.468	0.476	0.476	0.520	0.491
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.073	0.083	0.088	0.086	0.086	0.092	0.065	0.086	0.095	0.084	0.085	0.090	0.048	0.066
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.268	0.262	0.265	0.263	0.263	0.275	0.283	0.265	0.266	0.273	0.263	0.274	0.281	0.274
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.659	0.655	0.647	0.651	0.650	0.633	0.652	0.650	0.640	0.643	0.652	0.636	0.671	0.660
Cr/Mg	2.436	2.455	2.441	2.455	2.469	2.355	2.496	2.496	2.400	2.362	2.432	2.368	2.722	2.533
Cr/(Cr+Fe)	0.677	0.666	0.659	0.662	0.660	0.653	0.673	0.658	0.653	0.665	0.665	0.655	0.680	0.675
Cr/Al	2.462	2.503	2.448	2.470	2.470	2.298	2.307	2.454	2.408	2.352	2.481	2.318	2.387	2.407
Cr/Fe	2.093	1.998	1.935	1.958	1.941	1.885	2.062	1.925	1.882	1.989	1.983	1.901	2.129	2.078
Cr/Fe (gewig)	1.949	1.861	1.801	1.823	1.807	1.755	1.920	1.792	1.753	1.852	1.847	1.770	1.982	1.935
Cr ³⁺	65.900	65.500	64.800	65.100	65.000	63.300	65.200	65.000	64.000	64.300	65.200	63.600	67.100	66.000
Fe ³⁺	7.300	8.300	8.800	8.600	8.600	9.200	6.500	8.600	9.500	8.400	8.500	9.000	4.800	6.600
Al ³⁺	26.800	26.200	26.400	26.400	26.300	27.500	28.300	26.500	26.600	27.300	26.300	27.400	28.100	27.400

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-07-15	CR-07-16	CR-07-17	CR-07-18	CR-07-19	CR-07-20	CR-07-GEM	CR-08-01	CR-08-02	CR-08-03	CR-08-04	CR-08-05	CR-08-06	CR-08-07
TiO ₂	0.58	0.53	0.54	0.60	0.59	0.53	0.58	0.56	0.62	0.56	0.56	0.56	0.56	0.66
Al ₂ O ₃	13.71	13.62	13.59	13.86	14.36	13.49	13.86	12.63	12.34	13.49	12.27	12.42	12.34	12.09
Cr ₂ O ₃	49.81	49.75	49.74	49.71	49.08	50.45	49.88	50.28	50.53	49.96	50.64	50.39	50.63	50.50
FeO	24.13	23.94	23.92	23.56	23.98	23.58	23.84	25.64	25.38	25.24	25.30	25.31	24.87	25.48
MnO	0.16	0.06	0.10	0.12	0.10	0.09	0.15	0.17	0.17	0.19	0.21	0.19	0.14	0.17
MgO	10.94	10.85	10.85	10.56	10.85	11.01	10.80	10.49	10.30	10.33	10.44	10.49	10.51	10.38
Totaal	99.33	98.75	98.74	98.41	98.96	99.15	99.11	99.77	99.34	99.77	99.42	99.36	99.05	99.28

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.113	0.104	0.106	0.118	0.115	0.104	0.113	0.110	0.122	0.109	0.110	0.110	0.110	0.130
Al	4.187	4.186	4.177	4.278	4.391	4.129	4.244	3.871	3.806	4.125	3.779	3.824	3.811	3.733
Cr	10.208	10.259	10.259	10.295	10.071	10.362	10.247	10.339	10.459	10.251	10.466	10.409	10.491	10.462
Fe ³⁺	1.379	1.348	1.352	1.191	1.308	1.302	1.282	1.571	1.491	1.405	1.534	1.547	1.477	1.545
Fe ²⁺	3.851	3.873	3.865	3.969	3.896	3.820	3.897	4.005	4.065	4.072	3.996	3.983	3.973	4.038
Mn	0.035	0.013	0.022	0.027	0.022	0.020	0.033	0.037	0.038	0.042	0.046	0.042	0.031	0.038
Mg	4.227	4.218	4.219	4.123	4.197	4.263	4.183	4.067	4.019	3.996	4.068	4.085	4.106	4.054

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.523	0.521	0.522	0.510	0.519	0.527	0.518	0.504	0.497	0.495	0.504	0.506	0.508	0.501
Mg/(Mg+Fe)	0.447	0.447	0.447	0.444	0.447	0.454	0.447	0.422	0.420	0.422	0.424	0.425	0.430	0.421
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.358	0.348	0.350	0.300	0.336	0.341	0.329	0.392	0.367	0.345	0.384	0.388	0.372	0.382
Cr/(Cr+Al)	0.709	0.710	0.711	0.706	0.696	0.715	0.707	0.728	0.733	0.713	0.735	0.731	0.734	0.737
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.477	0.479	0.478	0.490	0.481	0.473	0.482	0.496	0.503	0.505	0.496	0.494	0.492	0.499
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.087	0.085	0.086	0.076	0.083	0.082	0.081	0.100	0.095	0.089	0.097	0.098	0.094	0.098
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.266	0.265	0.265	0.271	0.279	0.262	0.269	0.245	0.242	0.261	0.239	0.242	0.242	0.237
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.647	0.650	0.650	0.653	0.639	0.656	0.650	0.655	0.664	0.650	0.663	0.660	0.665	0.665
Cr/Mg	2.415	2.432	2.432	2.497	2.399	2.431	2.450	2.542	2.602	2.565	2.573	2.548	2.555	2.581
Cr/(Cr+Fe)	0.661	0.663	0.663	0.666	0.659	0.669	0.664	0.650	0.653	0.652	0.654	0.653	0.658	0.652
Cr/Al	2.438	2.451	2.456	2.407	2.293	2.509	2.415	2.671	2.748	2.485	2.769	2.722	2.753	2.803
Cr/Fe	1.952	1.965	1.966	1.995	1.935	2.023	1.978	1.854	1.882	1.872	1.893	1.882	1.925	1.874
Cr/Fe(gewig)	1.817	1.830	1.831	1.858	1.802	1.884	1.842	1.726	1.753	1.743	1.762	1.753	1.792	1.745
Cr ³⁺	64.700	65.000	65.000	65.300	63.900	65.600	65.000	65.500	66.400	65.000	66.300	66.000	66.500	66.500
Fe ³⁺	8.700	8.500	8.600	7.600	8.300	8.200	8.100	10.000	9.500	8.900	9.700	9.800	9.400	9.800
Al ³⁺	26.500	26.500	26.500	27.100	27.800	26.100	26.900	24.500	24.200	26.100	24.000	24.200	24.200	23.700

292.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN DIE CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-08-08	CR-08-09	CR-08-10	CR-08-11	CR-08-12	CR-08-13	CR-08-14	CR-08-15	CR-08-16	CR-08-17	CR-08-18	CR-08-19	CR-08-20	CR-08-GEM
TiO ₂	0.56	0.56	0.55	0.54	0.55	0.57	0.63	0.57	0.54	0.53	0.52	0.52	0.54	0.56
Al ₂ O ₃	12.35	12.37	12.20	12.66	12.33	12.43	11.59	12.52	12.65	12.43	12.42	12.37	12.70	12.43
Cr ₂ O ₃	50.56	50.45	50.72	49.77	50.08	50.48	51.36	50.28	50.07	50.41	50.08	50.30	50.13	50.38
FeO	25.18	25.08	25.10	24.88	25.22	25.15	25.18	24.65	24.52	24.28	24.61	24.49	24.49	25.00
MnO	0.20	0.17	0.15	0.15	0.17	0.20	0.20	0.19	0.11	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16
MgO	10.44	10.47	10.39	10.60	10.36	10.36	10.22	10.52	10.54	10.51	10.49	10.65	10.47	10.45
Totaal	99.29	99.10	99.11	98.60	98.71	99.19	99.18	98.73	98.43	98.26	98.23	98.46	98.47	98.98

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.110	0.110	0.108	0.107	0.109	0.112	0.125	0.113	0.107	0.105	0.103	0.103	0.107	0.110
Al	3.807	3.819	3.771	3.917	3.823	3.836	3.594	3.874	3.922	3.865	3.863	3.836	3.938	3.841
Cr	10.458	10.450	10.519	10.332	10.418	10.454	10.687	10.440	10.417	10.517	10.451	10.466	10.429	10.446
Fe ³⁺	1.514	1.510	1.493	1.538	1.541	1.485	1.470	1.461	1.447	1.408	1.480	1.493	1.419	1.492
Fe ²⁺	3.995	3.984	4.013	3.925	4.008	4.023	4.071	3.952	3.948	3.949	3.952	3.896	3.969	3.990
Mn	0.044	0.038	0.033	0.033	0.038	0.044	0.045	0.042	0.025	0.022	0.025	0.029	0.031	0.036
Mg	4.071	4.089	4.062	4.149	4.063	4.045	4.009	4.118	4.134	4.134	4.127	4.178	4.106	4.085

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.505	0.507	0.503	0.514	0.503	0.501	0.496	0.510	0.512	0.511	0.511	0.517	0.508	0.506
Mg/(Mg+Fe)	0.425	0.427	0.425	0.432	0.423	0.423	0.420	0.432	0.434	0.436	0.432	0.437	0.433	0.427
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.379	0.379	0.372	0.392	0.385	0.369	0.361	0.370	0.367	0.357	0.374	0.383	0.358	0.374
Cr/(Cr+Al)	0.733	0.732	0.736	0.725	0.732	0.732	0.748	0.729	0.726	0.731	0.730	0.732	0.726	0.731
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.495	0.493	0.497	0.486	0.497	0.499	0.504	0.490	0.488	0.489	0.489	0.483	0.492	0.494
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.096	0.096	0.095	0.097	0.098	0.094	0.093	0.093	0.092	0.089	0.094	0.095	0.090	0.095
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.241	0.242	0.239	0.248	0.242	0.243	0.228	0.246	0.248	0.245	0.245	0.243	0.249	0.243
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.663	0.662	0.666	0.655	0.660	0.663	0.678	0.662	0.660	0.666	0.662	0.663	0.661	0.662
Cr/Mg	2.569	2.556	2.589	2.491	2.564	2.585	2.666	2.535	2.520	2.544	2.532	2.505	2.540	2.557
Cr/(Cr+Fe)	0.655	0.655	0.656	0.654	0.652	0.655	0.659	0.659	0.659	0.663	0.658	0.660	0.659	0.656
Cr/Al	2.747	2.737	2.790	2.638	2.725	2.725	2.974	2.695	2.656	2.721	2.706	2.729	2.649	2.720
Cr/Fe	1.899	1.902	1.911	1.892	1.878	1.898	1.929	1.929	1.931	1.963	1.924	1.942	1.936	1.906
Cr/Fe (gewig)	1.768	1.771	1.779	1.761	1.748	1.767	1.796	1.796	1.798	1.828	1.792	1.808	1.802	1.774
Cr ³⁺	66.300	66.200	66.600	65.400	66.000	66.300	67.800	66.200	66.000	66.600	66.200	66.300	66.100	66.200
Fe ³⁺	9.600	9.600	9.500	9.700	9.800	9.400	9.300	9.300	9.200	8.900	9.400	9.500	9.000	9.500
Al ³⁺	24.100	24.200	23.900	24.800	24.200	24.300	22.800	24.600	24.800	24.500	24.500	24.300	24.900	24.300

293.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-09-01	CR-09-02	CR-09-03	CR-09-04	CR-09-05	CR-09-06	CR-09-07	CR-09-08	CR-09-09	CR-09-10	CR-09-11	CR-09-12	CR-09-13	CR-09-14
TiO ₂	0.49	0.49	0.49	0.48	0.49	0.51	0.48	0.48	0.52	0.48	0.49	0.48	0.48	0.49
Al ₂ O ₃	12.64	12.68	12.64	12.63	12.61	12.60	12.66	12.60	12.65	12.68	12.53	12.67	12.68	12.60
Cr ₂ O ₃	51.16	51.22	51.03	51.11	51.11	51.25	51.26	51.15	50.93	51.26	51.09	51.09	51.32	51.14
FeO	22.68	22.54	22.76	22.61	22.61	22.71	23.03	22.54	22.88	22.76	22.46	22.80	22.59	22.75
MnO	0.16	0.14	0.13	0.17	0.13	0.14	0.19	0.17	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16
MgO	11.79	11.87	11.77	11.75	11.75	11.70	11.50	11.86	11.46	11.78	11.84	11.63	11.71	11.84
Totaal	98.92	98.94	98.82	98.75	98.70	98.91	99.12	98.80	98.60	99.11	98.57	98.82	98.94	98.98

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.096	0.096	0.096	0.094	0.096	0.100	0.094	0.094	0.102	0.094	0.096	0.094	0.094	0.096
Al	3.869	3.878	3.873	3.873	3.869	3.861	3.876	3.860	3.892	3.875	3.848	3.886	3.883	3.854
Cr	10.508	10.511	10.492	10.517	10.523	10.536	10.531	10.514	10.514	10.510	10.527	10.513	10.544	10.496
Fe ³⁺	1.431	1.419	1.444	1.422	1.416	1.404	1.406	1.439	1.389	1.428	1.433	1.413	1.386	1.459
Fe ²⁺	3.495	3.473	3.505	3.498	3.507	3.534	3.598	3.461	3.606	3.507	3.461	3.549	3.523	3.479
Mn	0.035	0.031	0.029	0.037	0.029	0.031	0.042	0.037	0.035	0.033	0.035	0.033	0.035	0.035
Mg	4.565	4.592	4.562	4.558	4.561	4.535	4.454	4.596	4.460	4.553	4.599	4.512	4.536	4.581

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.566	0.569	0.566	0.566	0.565	0.562	0.553	0.570	0.553	0.565	0.571	0.560	0.563	0.568
Mg/(Mg+Fe)	0.481	0.484	0.480	0.481	0.481	0.479	0.471	0.484	0.472	0.480	0.484	0.476	0.480	0.481
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.410	0.409	0.412	0.406	0.404	0.397	0.391	0.416	0.385	0.407	0.414	0.398	0.393	0.419
Cr/(Cr+Al)	0.731	0.730	0.730	0.731	0.731	0.732	0.731	0.732	0.730	0.731	0.732	0.730	0.731	0.731
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.434	0.431	0.434	0.434	0.435	0.438	0.447	0.430	0.447	0.435	0.429	0.440	0.437	0.432
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.090	0.090	0.091	0.090	0.090	0.089	0.089	0.091	0.088	0.090	0.091	0.089	0.088	0.092
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.244	0.245	0.244	0.246	0.245	0.243	0.246	0.246	0.244
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.665	0.665	0.664	0.665	0.666	0.667	0.666	0.665	0.666	0.665	0.666	0.665	0.667	0.664
Cr/Mg	2.302	2.289	2.300	2.307	2.307	2.323	2.364	2.288	2.357	2.308	2.289	2.330	2.325	2.291
Cr/(Cr+Fe)	0.681	0.682	0.679	0.681	0.681	0.681	0.678	0.682	0.678	0.680	0.683	0.679	0.682	0.680
Cr/Al	2.716	2.710	2.709	2.715	2.720	2.729	2.717	2.724	2.701	2.713	2.736	2.706	2.716	2.723
Cr/Fe	2.133	2.149	2.120	2.137	2.137	2.134	2.105	2.146	2.105	2.130	2.151	2.119	2.148	2.125
Cr/Fe(gewig)	1.986	2.001	1.974	1.990	1.990	1.987	1.960	1.998	1.960	1.983	2.003	1.973	2.000	1.979

Cr ³⁺	66.500	66.500	66.400	66.500	66.600	66.700	66.600	66.500	66.600	66.500	66.600	66.500	66.700	66.400
Fe ³⁺	9.100	9.000	9.100	9.000	9.000	8.900	8.900	9.100	8.800	9.000	9.100	8.900	8.800	9.200
Al ³⁺	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500	24.400	24.500	24.400	24.600	24.500	24.300	24.600	24.600	24.400

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-09-15	CR-09-16	CR-09-17	CR-09-18	CR-09-19	CR-09-20	CR-09-GEM	CR-10-01	CR-10-02	CR-10-03	CR-10-04	CR-10-05	CR-10-06	CR-10-07
TiO ₂	0.48	0.47	0.48	0.46	0.47	0.46	0.48	0.56	0.51	0.53	0.49	0.51	0.48	0.47
Al ₂ O ₃	12.56	12.67	12.69	12.67	12.76	12.86	12.65	12.58	12.45	12.94	12.54	12.80	12.63	12.69
Cr ₂ O ₃	51.18	50.84	50.77	50.65	50.52	50.61	51.03	51.91	51.83	52.92	51.50	52.98	52.53	51.68
FeO	22.56	22.34	22.35	22.41	22.90	22.15	22.62	22.65	22.97	21.74	22.75	21.86	21.42	22.78
MnO	0.18	0.05	0.05	0.09	0.08	0.11	0.14	0.18	0.18	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16
MgO	11.69	11.87	11.86	11.97	11.55	11.90	11.75	11.50	11.34	10.24	11.57	10.30	11.58	11.51
Totaal	98.65	98.24	98.20	98.25	98.28	98.09	98.67	99.38	99.28	98.53	99.01	98.60	98.80	99.29

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.094	0.092	0.094	0.090	0.092	0.090	0.094	0.109	0.100	0.105	0.096	0.101	0.094	0.092
Al	3.858	3.899	3.906	3.895	3.932	3.959	3.882	3.845	3.815	4.018	3.843	3.973	3.879	3.879
Cr	10.548	10.498	10.487	10.449	10.447	10.454	10.507	10.647	10.656	11.027	10.591	11.034	10.825	10.601
Fe ³⁺	1.405	1.418	1.418	1.475	1.436	1.407	1.423	1.290	1.330	0.744	1.373	0.791	1.108	1.336
Fe ²⁺	3.512	3.460	3.465	3.415	3.572	3.432	3.502	3.623	3.665	4.047	3.575	4.023	3.560	3.605
Mn	0.040	0.011	0.011	0.020	0.018	0.024	0.031	0.040	0.040	0.036	0.035	0.033	0.035	0.035
Mg	4.542	4.621	4.618	4.655	4.503	4.634	4.561	4.447	4.395	4.023	4.486	4.044	4.499	4.451

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.564	0.572	0.571	0.577	0.558	0.575	0.566	0.551	0.545	0.498	0.557	0.501	0.558	0.553
Mg/(Mg+Fe)	0.480	0.486	0.486	0.488	0.473	0.489	0.481	0.475	0.468	0.456	0.475	0.456	0.491	0.474
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.400	0.410	0.409	0.432	0.402	0.410	0.406	0.356	0.363	0.184	0.384	0.197	0.311	0.371
Cr/(Cr+Al)	0.732	0.729	0.729	0.728	0.726	0.725	0.730	0.735	0.736	0.733	0.734	0.735	0.736	0.732
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.436	0.428	0.429	0.423	0.442	0.425	0.434	0.449	0.455	0.502	0.443	0.499	0.442	0.447
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.089	0.090	0.090	0.093	0.091	0.089	0.090	0.082	0.084	0.047	0.087	0.050	0.070	0.085
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.244	0.247	0.247	0.246	0.249	0.250	0.246	0.244	0.241	0.254	0.243	0.252	0.245	0.245
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.667	0.664	0.663	0.660	0.661	0.661	0.664	0.675	0.674	0.698	0.670	0.698	0.685	0.670
Cr/Mg	2.322	2.272	2.271	2.245	2.320	2.256	2.304	2.394	2.424	2.741	2.361	2.728	2.406	2.382
Cr/(Cr+Fe)	0.682	0.683	0.682	0.681	0.676	0.684	0.681	0.684	0.681	0.697	0.682	0.696	0.699	0.682
Cr/Al	2.734	2.693	2.684	2.682	2.657	2.641	2.707	2.769	2.793	2.744	2.756	2.777	2.791	2.733
Cr/Fe	2.145	2.152	2.148	2.137	2.086	2.160	2.133	2.167	2.134	2.302	2.141	2.292	2.319	2.145
Cr/Fe (gewig)	1.997	2.004	2.000	1.990	1.942	2.012	1.986	2.018	1.987	2.143	1.993	2.134	2.159	1.997
Cr ³⁺	66.700	66.400	66.300	66.100	66.100	66.100	66.400	67.500	67.400	69.800	67.000	69.800	68.500	67.000
Fe ³⁺	8.900	9.000	9.000	9.300	9.100	8.900	9.000	8.200	8.400	4.700	8.700	5.000	7.000	8.400
Al ³⁺	24.400	24.700	24.700	24.600	24.900	25.000	24.500	24.400	24.100	25.400	24.300	25.100	24.500	24.500

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-10-08	CR-10-09	CR-10-10	CR-10-11	CR-10-12	CR-10-13	CR-10-14	CR-10-15	CR-10-16	CR-10-17	CR-10-18	CR-10-19	CR-10-20	CR-10-GEM
TiO ₂	0.44	0.41	0.49	0.50	0.53	0.46	0.45	0.49	0.47	0.52	0.51	0.51	0.47	0.49
Al ₂ O ₃	12.96	12.95	12.71	12.67	12.75	12.31	12.49	12.52	12.47	12.48	12.90	12.71	12.67	12.66
Cr ₂ O ₃	52.58	52.01	52.03	51.50	52.39	52.76	52.33	51.97	51.78	51.57	52.95	51.63	51.85	52.14
FeO	22.11	22.34	22.19	22.50	22.25	22.07	22.50	22.43	22.19	22.32	21.24	22.25	22.08	22.23
MnO	0.16	0.15	0.16	0.16	0.17	0.15	0.17	0.14	0.08	0.11	0.08	0.10	0.09	0.14
MgO	10.37	10.89	11.07	11.26	10.96	10.79	10.95	11.24	11.33	11.49	10.42	11.42	11.48	11.09
Totaal	98.62	98.75	98.65	98.59	99.05	98.54	98.89	98.79	98.32	98.49	98.10	98.62	98.64	98.75

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.087	0.081	0.096	0.098	0.104	0.091	0.089	0.096	0.093	0.102	0.101	0.100	0.092	0.096
Al	4.016	3.992	3.921	3.905	3.922	3.816	3.851	3.855	3.854	3.846	4.017	3.911	3.898	3.902
Cr	10.933	10.759	10.770	10.650	10.814	10.974	10.827	10.738	10.739	10.665	11.065	10.661	10.703	10.784
Fe ³⁺	0.876	1.087	1.116	1.248	1.056	1.028	1.144	1.214	1.222	1.284	0.715	1.227	1.215	1.121
Fe ²⁺	3.986	3.800	3.741	3.673	3.801	3.827	3.780	3.687	3.645	3.598	3.978	3.632	3.605	3.741
Mn	0.036	0.033	0.035	0.035	0.038	0.033	0.038	0.031	0.018	0.024	0.018	0.022	0.020	0.031
Mg	4.065	4.247	4.320	4.390	4.265	4.231	4.271	4.378	4.430	4.480	4.105	4.446	4.467	4.324

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.505	0.528	0.536	0.544	0.529	0.525	0.530	0.543	0.549	0.555	0.508	0.550	0.553	0.536
Mg/(Mg+Fe)	0.455	0.465	0.471	0.471	0.467	0.466	0.465	0.472	0.476	0.479	0.466	0.478	0.481	0.471
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.220	0.286	0.298	0.340	0.278	0.269	0.303	0.329	0.335	0.357	0.180	0.338	0.337	0.300
Cr/(Cr+Al)	0.731	0.729	0.733	0.732	0.734	0.742	0.738	0.736	0.736	0.735	0.734	0.732	0.733	0.734
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.495	0.472	0.464	0.456	0.471	0.475	0.470	0.457	0.451	0.445	0.492	0.450	0.447	0.464
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.055	0.069	0.071	0.079	0.067	0.065	0.072	0.077	0.077	0.081	0.045	0.078	0.077	0.071
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.254	0.252	0.248	0.247	0.248	0.241	0.243	0.244	0.244	0.243	0.254	0.248	0.246	0.247
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.691	0.679	0.681	0.674	0.685	0.694	0.684	0.679	0.679	0.675	0.700	0.675	0.677	0.682
Cr/Mg	2.689	2.533	2.493	2.426	2.536	2.594	2.535	2.453	2.424	2.381	2.696	2.398	2.396	2.494
Cr/(Cr+Fe)	0.692	0.688	0.689	0.684	0.690	0.693	0.687	0.687	0.688	0.686	0.702	0.687	0.689	0.689
Cr/Al	2.722	2.695	2.747	2.727	2.757	2.876	2.811	2.785	2.786	2.773	2.754	2.726	2.746	2.764
Cr/Fe	2.249	2.201	2.217	2.164	2.226	2.260	2.199	2.191	2.206	2.185	2.357	2.194	2.220	2.218
Cr/Fe (gewig)	2.094	2.050	2.064	2.015	2.073	2.105	2.048	2.040	2.054	2.034	2.195	2.043	2.067	2.065
Cr ³⁺	69.100	67.900	68.100	67.400	68.500	69.400	68.400	67.900	67.900	67.500	70.000	67.500	67.700	68.200
Fe ³⁺	5.500	6.900	7.100	7.900	6.700	6.500	7.200	7.700	7.700	8.100	4.500	7.800	7.700	7.100
Al ³⁺	25.400	25.200	24.800	24.700	24.800	24.100	24.300	24.400	24.400	24.400	25.400	24.800	24.600	24.700

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-11-01	CR-11-02	CR-11-03	CR-11-04	CR-11-05	CR-11-06	CR-11-07	CR-11-08	CR-11-09	CR-11-10	CR-11-11	CR-11-12	CR-11-13	CR-11-14
TiO ₂	0.39	0.38	0.33	0.39	0.36	0.38	0.38	0.39	0.39	0.35	0.38	0.38	0.37	0.35
Al ₂ O ₃	12.76	12.63	13.15	13.02	13.06	12.64	12.71	12.78	12.74	13.15	13.06	13.12	12.86	13.04
Cr ₂ O ₃	50.87	51.03	50.31	50.54	50.14	50.96	50.72	50.29	50.23	49.82	50.07	50.34	50.59	50.57
FeO	23.54	23.27	23.02	23.13	23.11	23.16	23.25	23.10	23.10	23.23	23.18	23.23	23.16	23.09
MnO	0.11	0.13	0.10	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.12	0.12	0.10	0.09	0.10	0.10
MgO	11.54	11.61	11.57	11.45	11.62	11.52	11.61	11.50	11.61	11.55	11.56	11.66	11.60	11.60
Totaal	99.21	99.05	98.48	98.61	98.38	98.77	98.79	98.20	98.19	98.22	98.35	98.82	98.68	98.75

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.076	0.074	0.065	0.076	0.071	0.074	0.074	0.077	0.077	0.069	0.075	0.074	0.072	0.068
Al	3.900	3.866	4.038	3.999	4.013	3.881	3.898	3.942	3.927	4.047	4.016	4.014	3.946	3.996
Cr	10.432	10.481	10.365	10.416	10.339	10.499	10.437	10.408	10.389	10.288	10.332	10.335	10.415	10.397
Fe ³⁺	1.515	1.504	1.467	1.432	1.506	1.471	1.516	1.497	1.530	1.528	1.503	1.502	1.494	1.470
Fe ²⁺	3.590	3.550	3.549	3.610	3.534	3.576	3.544	3.559	3.523	3.546	3.556	3.541	3.548	3.550
Mn	0.024	0.029	0.022	0.018	0.020	0.024	0.026	0.031	0.027	0.027	0.022	0.020	0.022	0.022
Mg	4.462	4.495	4.494	4.449	4.517	4.474	4.504	4.487	4.527	4.496	4.497	4.513	4.502	4.496

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.554	0.559	0.559	0.552	0.561	0.556	0.560	0.558	0.562	0.559	0.558	0.560	0.559	0.559
Mg / (Mg+Fe)	0.466	0.471	0.473	0.469	0.473	0.470	0.471	0.470	0.473	0.470	0.471	0.472	0.472	0.472
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.422	0.424	0.414	0.397	0.426	0.411	0.428	0.421	0.434	0.431	0.423	0.424	0.421	0.414
Cr / (Cr+Al)	0.728	0.730	0.720	0.723	0.720	0.730	0.728	0.725	0.726	0.718	0.720	0.720	0.725	0.722
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.446	0.441	0.441	0.448	0.439	0.444	0.440	0.442	0.438	0.441	0.442	0.440	0.441	0.441
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.096	0.095	0.092	0.090	0.095	0.093	0.096	0.095	0.097	0.096	0.095	0.095	0.094	0.093
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.246	0.244	0.254	0.252	0.253	0.245	0.246	0.249	0.248	0.255	0.253	0.253	0.249	0.252
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.658	0.661	0.653	0.657	0.652	0.662	0.659	0.657	0.656	0.649	0.652	0.652	0.657	0.655
Cr / Mg	2.338	2.332	2.307	2.341	2.289	2.347	2.317	2.320	2.295	2.288	2.297	2.290	2.313	2.312
Cr / (Cr+Fe)	0.671	0.675	0.674	0.674	0.672	0.675	0.674	0.673	0.673	0.670	0.671	0.672	0.674	0.674
Cr / Al	2.675	2.711	2.567	2.605	2.576	2.705	2.678	2.640	2.646	2.542	2.573	2.575	2.640	2.602
Cr / Fe	2.043	2.074	2.066	2.066	2.052	2.081	2.063	2.059	2.056	2.028	2.042	2.049	2.065	2.071
Cr / Fe (gewig)	1.903	1.931	1.924	1.924	1.910	1.937	1.921	1.917	1.914	1.888	1.902	1.908	1.923	1.928
Cr ³⁺	65.800	66.100	65.300	65.700	65.200	66.200	65.800	65.700	65.600	64.900	65.200	65.200	65.700	65.500
Fe ³⁺	9.600	9.500	9.200	9.000	9.500	9.300	9.600	9.400	9.700	9.600	9.500	9.500	9.400	9.300
Al ³⁺	24.600	24.400	25.400	25.200	25.300	24.500	24.600	24.900	24.800	25.500	25.300	25.300	24.900	25.200

297.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-11-15	CR-11-16	CR-11-17	CR-11-18	CR-11-19	CR-11-20	CR-11-GEM	CR-12-01	CR-12-02	CR-12-03	CR-12-04	CR-12-05	CR-12-06	CR-12-07
TiO ₂	0.39	0.36	0.38	0.39	0.35	0.37	0.37	0.50	0.46	0.50	0.49	0.47	0.49	0.50
Al ₂ O ₃	12.71	12.66	13.01	12.73	12.78	13.03	12.88	13.33	12.85	13.04	13.22	13.08	13.04	13.27
Cr ₂ O ₃	50.75	50.80	50.68	50.66	50.73	50.49	50.53	48.91	49.11	48.93	48.48	48.94	48.89	49.09
FeO	23.31	23.32	23.31	23.31	23.32	23.12	23.21	25.22	25.05	24.71	25.11	24.90	24.93	24.53
MnO	0.12	0.10	0.09	0.11	0.09	0.07	0.10	0.11	0.12	0.12	0.14	0.12	0.13	0.12
MgO	11.51	11.66	11.76	11.60	11.57	11.72	11.59	10.95	10.91	11.12	11.03	11.09	11.12	11.17
Totaal	98.79	98.90	99.23	98.80	98.84	98.80	98.68	99.02	98.50	98.42	98.47	98.60	98.60	98.68

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.076	0.070	0.074	0.076	0.068	0.072	0.072	0.098	0.091	0.098	0.096	0.092	0.096	0.098
Al	3.901	3.878	3.965	3.904	3.918	3.987	3.952	4.086	3.966	4.019	4.071	4.024	4.012	4.075
Cr	10.451	10.442	10.365	10.424	10.435	10.367	10.402	10.060	10.171	10.118	10.018	10.104	10.093	10.115
Fe ³⁺	1.495	1.539	1.522	1.520	1.511	1.501	1.501	1.658	1.682	1.667	1.719	1.687	1.703	1.613
Fe ²⁺	3.581	3.530	3.520	3.552	3.562	3.520	3.552	3.828	3.804	3.737	3.769	3.749	3.740	3.732
Mn	0.026	0.022	0.020	0.024	0.020	0.015	0.022	0.024	0.027	0.027	0.031	0.027	0.029	0.026
Mg	4.469	4.518	4.534	4.500	4.487	4.537	4.498	4.246	4.260	4.335	4.297	4.316	4.328	4.339

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.555	0.561	0.563	0.559	0.557	0.563	0.559	0.526	0.528	0.537	0.533	0.535	0.536	0.538
Mg/(Mg+Fe)	0.468	0.471	0.474	0.470	0.469	0.475	0.471	0.436	0.437	0.445	0.439	0.443	0.443	0.448
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.418	0.436	0.432	0.428	0.424	0.426	0.423	0.433	0.442	0.446	0.456	0.450	0.455	0.432
Cr/(Cr+Al)	0.728	0.729	0.723	0.728	0.727	0.722	0.725	0.711	0.719	0.716	0.711	0.715	0.716	0.713
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.445	0.439	0.437	0.441	0.443	0.437	0.441	0.474	0.472	0.463	0.467	0.465	0.464	0.462
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.094	0.097	0.096	0.096	0.095	0.095	0.095	0.105	0.106	0.105	0.109	0.107	0.108	0.102
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.246	0.244	0.250	0.246	0.247	0.252	0.249	0.258	0.251	0.254	0.257	0.254	0.254	0.258
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.660	0.658	0.654	0.658	0.658	0.654	0.656	0.637	0.643	0.640	0.634	0.639	0.638	0.640
Cr/Mg	2.339	2.311	2.286	2.317	2.326	2.285	2.313	2.369	2.388	2.334	2.331	2.341	2.332	2.331
Cr/(Cr+Fe)	0.673	0.673	0.673	0.673	0.673	0.674	0.673	0.647	0.650	0.652	0.646	0.650	0.650	0.654
Cr/Al	2.679	2.693	2.614	2.670	2.663	2.600	2.632	2.462	2.564	2.518	2.461	2.511	2.516	2.482
Cr/Fe	2.059	2.060	2.056	2.055	2.057	2.065	2.059	1.834	1.854	1.872	1.826	1.858	1.854	1.892
Cr/Fe(gewig)	1.917	1.918	1.914	1.913	1.915	1.923	1.917	1.707	1.726	1.743	1.700	1.730	1.727	1.762

Cr ³⁺	65.900	65.800	65.400	65.800	65.800	65.400	65.600	63.700	64.300	64.000	63.400	63.900	63.800	64.000
Fe ³⁺	9.400	9.700	9.600	9.600	9.500	9.500	9.500	10.500	10.600	10.500	10.900	10.700	10.800	10.200
Al ³⁺	24.600	24.500	25.000	24.600	24.700	25.100	24.900	25.900	25.100	25.400	25.800	25.400	25.400	25.800

298.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-12-08	CR-12-09	CR-12-10	CR-12-11	CR-12-12	CR-12-13	CR-12-14	CR-12-15	CR-12-16	CR-12-17	CR-12-18	CR-12-19	CR-12-20	CR-12-GEM
TiO ₂	0.48	0.51	0.50	0.48	0.47	0.51	0.49	0.48	0.46	0.47	0.39	0.50	0.47	0.48
Al ₂ O ₃	13.27	13.09	13.22	13.21	13.32	13.05	13.19	13.37	13.37	13.23	13.69	13.03	13.27	13.21
Cr ₂ O ₃	48.69	48.43	48.83	48.80	48.97	48.91	48.82	48.98	49.18	48.91	49.60	49.16	48.88	48.93
FeO	24.57	25.45	24.87	24.77	24.82	25.08	25.33	24.55	24.10	24.38	23.55	24.57	24.87	24.77
MnO	0.16	0.19	0.12	0.12	0.13	0.16	0.09	0.10	0.08	0.10	0.08	0.16	0.08	0.12
MgO	11.18	10.83	10.96	11.06	11.07	11.04	11.07	11.04	11.29	11.20	11.40	11.15	11.04	11.09
Totaal	98.35	98.50	98.50	98.44	98.78	98.75	98.99	98.52	98.48	98.29	98.71	98.57	98.61	98.60

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.094	0.100	0.098	0.094	0.092	0.100	0.096	0.094	0.090	0.092	0.076	0.098	0.092	0.094
Al	4.086	4.038	4.073	4.069	4.089	4.012	4.043	4.114	4.108	4.077	4.190	4.010	4.081	4.062
Cr	10.060	10.023	10.094	10.086	10.086	10.089	10.040	10.112	10.140	10.112	10.187	10.151	10.087	10.097
Fe ³⁺	1.665	1.738	1.637	1.656	1.641	1.700	1.725	1.585	1.571	1.626	1.471	1.643	1.648	1.652
Fe ²⁺	3.704	3.833	3.800	3.758	3.765	3.772	3.784	3.775	3.684	3.705	3.645	3.722	3.780	3.753
Mn	0.035	0.042	0.027	0.027	0.029	0.035	0.020	0.022	0.018	0.022	0.018	0.035	0.018	0.027
Mg	4.355	4.226	4.271	4.309	4.298	4.293	4.292	4.297	4.388	4.366	4.414	4.340	4.295	4.314

209.

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.540	0.524	0.529	0.534	0.533	0.532	0.531	0.532	0.544	0.541	0.548	0.538	0.532	0.535
Mg / (Mg+Fe)	0.448	0.431	0.440	0.443	0.443	0.440	0.438	0.445	0.455	0.450	0.463	0.447	0.442	0.444
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.450	0.453	0.431	0.441	0.436	0.451	0.456	0.420	0.427	0.439	0.404	0.441	0.436	0.440
Cr / (Cr+Al)	0.711	0.713	0.712	0.712	0.712	0.715	0.713	0.711	0.712	0.713	0.709	0.717	0.712	0.713
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.460	0.476	0.471	0.466	0.467	0.468	0.469	0.468	0.456	0.459	0.452	0.462	0.468	0.465
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.105	0.110	0.104	0.105	0.104	0.108	0.109	0.100	0.099	0.103	0.093	0.104	0.104	0.104
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.258	0.256	0.258	0.257	0.258	0.254	0.256	0.260	0.260	0.258	0.264	0.254	0.258	0.257
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.636	0.634	0.639	0.638	0.638	0.638	0.635	0.640	0.641	0.639	0.643	0.642	0.638	0.639
Cr / Mg	2.310	2.372	2.363	2.340	2.347	2.350	2.339	2.353	2.311	2.316	2.308	2.339	2.349	2.340
Cr / (Cr+Fe)	0.652	0.643	0.650	0.651	0.651	0.648	0.646	0.654	0.659	0.655	0.666	0.654	0.650	0.651
Cr / Al	2.462	2.483	2.478	2.479	2.467	2.515	2.484	2.458	2.468	2.481	2.431	2.532	2.472	2.485
Cr / Fe	1.874	1.799	1.856	1.863	1.866	1.844	1.822	1.887	1.930	1.897	1.991	1.892	1.858	1.868
Cr / Fe (gewig)	1.745	1.675	1.729	1.734	1.737	1.717	1.697	1.757	1.797	1.766	1.854	1.762	1.730	1.739
Cr ³⁺	63.600	63.400	63.900	63.800	63.800	63.900	63.500	64.000	64.100	63.900	64.300	64.200	63.800	63.900
Fe ³⁺	10.500	11.000	10.400	10.500	10.400	10.800	10.900	10.000	9.900	10.300	9.300	10.400	10.400	10.400
Al ³⁺	25.800	25.600	25.800	25.700	25.900	25.400	25.600	26.000	26.000	25.800	26.400	25.400	25.800	25.700

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-13-01	CR-13-02	CR-13-03	CR-13-04	CR-13-05	CR-13-06	CR-13-07	CR-13-08	CR-13-09	CR-13-10	CR-13-11	CR-13-12	CR-13-13	CR-13-14
TiO ₂	0.57	0.53	0.50	0.56	0.61	0.59	0.56	0.56	0.55	0.58	0.58	0.57	0.55	0.55
Al ₂ O ₃	15.08	15.46	15.14	15.06	15.36	15.03	15.02	15.00	14.97	15.09	15.01	14.93	14.98	14.95
Cr ₂ O ₃	47.62	48.90	47.53	47.66	48.24	47.33	47.42	47.49	47.39	47.83	47.47	47.38	47.36	47.05
FeO	23.69	23.36	24.17	23.54	23.43	23.69	23.83	23.93	23.69	23.63	23.85	23.76	23.84	23.83
MnO	0.05	0.09	0.08	0.06	0.04	0.08	0.08	0.08	0.06	0.07	0.09	0.09	0.05	0.07
MgO	12.02	11.04	11.95	11.70	10.60	12.02	11.90	11.93	11.94	11.60	12.02	11.92	11.97	11.89
Totaal	99.03	99.38	99.37	98.58	98.28	98.74	98.81	98.99	98.60	98.80	99.02	98.65	98.75	98.34

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.110	0.102	0.096	0.109	0.119	0.114	0.108	0.108	0.107	0.112	0.112	0.110	0.106	0.107
Al	4.555	4.684	4.560	4.578	4.715	4.552	4.550	4.537	4.543	4.582	4.535	4.531	4.539	4.549
Cr	9.652	9.941	9.606	9.722	9.936	9.619	9.640	9.638	9.651	9.744	9.625	9.647	9.629	9.606
Fe ³⁺	1.573	1.170	1.641	1.482	1.109	1.601	1.593	1.610	1.593	1.449	1.616	1.601	1.619	1.631
Fe ²⁺	3.506	3.852	3.525	3.596	3.994	3.491	3.530	3.526	3.509	3.642	3.498	3.515	3.507	3.515
Mn	0.011	0.020	0.017	0.013	0.009	0.017	0.017	0.017	0.013	0.015	0.020	0.020	0.011	0.015
Mg	4.593	4.231	4.553	4.499	4.116	4.605	4.561	4.564	4.584	4.455	4.594	4.576	4.588	4.577

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.567	0.524	0.564	0.556	0.507	0.569	0.564	0.564	0.566	0.550	0.568	0.566	0.567	0.566
Mg/(Mg+Fe)	0.475	0.457	0.469	0.470	0.446	0.475	0.471	0.470	0.473	0.467	0.473	0.472	0.472	0.471
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.449	0.304	0.465	0.412	0.278	0.459	0.451	0.456	0.454	0.398	0.462	0.456	0.462	0.464
Cr/(Cr+Al)	0.679	0.680	0.678	0.680	0.678	0.679	0.679	0.680	0.680	0.680	0.680	0.680	0.680	0.679
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.433	0.476	0.436	0.444	0.493	0.431	0.436	0.436	0.434	0.450	0.432	0.434	0.433	0.434
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.100	0.074	0.104	0.094	0.070	0.101	0.101	0.102	0.101	0.092	0.102	0.101	0.103	0.103
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.289	0.297	0.289	0.290	0.299	0.289	0.288	0.287	0.288	0.290	0.288	0.287	0.288	0.288
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.612	0.629	0.608	0.616	0.630	0.610	0.611	0.611	0.611	0.618	0.610	0.611	0.610	0.609
Cr/Mg	2.101	2.349	2.110	2.161	2.414	2.089	2.114	2.111	2.105	2.187	2.095	2.108	2.099	2.099
Cr/(Cr+Fe)	0.655	0.664	0.650	0.657	0.661	0.654	0.653	0.652	0.654	0.657	0.653	0.653	0.653	0.651
Cr/Al	2.119	2.122	2.106	2.123	2.107	2.113	2.118	2.124	2.124	2.127	2.122	2.129	2.121	2.112
Cr/Fe	1.901	1.979	1.859	1.914	1.947	1.889	1.882	1.877	1.892	1.914	1.882	1.885	1.878	1.867
Cr/Fe(gewig)	1.770	1.843	1.731	1.783	1.813	1.759	1.752	1.747	1.761	1.782	1.752	1.756	1.749	1.738

Cr ³⁺	61.200	62.900	60.800	61.600	63.000	61.000	61.100	61.100	61.100	61.800	61.000	61.100	61.000	60.900
Fe ³⁺	10.000	7.400	10.400	9.400	7.000	10.100	10.100	10.200	10.100	9.200	10.200	10.100	10.300	10.300
Al ³⁺	28.900	29.700	28.800	29.000	29.900	28.900	28.800	28.700	28.800	29.000	28.700	28.700	28.800	28.800

300.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-13-15	CR-13-16	CR-13-17	CR-13-18	CR-13-19	CR-13-20	CR-13-GEM	CR-14-01	CR-14-02	CR-14-03	CR-14-04	CR-14-05	CR-14-06	CR-14-07
TiO ₂	0.56	0.52	0.56	0.55	0.55	0.54	0.56	0.62	0.60	0.65	0.59	0.61	0.60	0.57
Al ₂ O ₃	14.91	15.04	14.91	14.87	14.98	14.96	15.04	14.36	14.41	14.46	14.31	14.35	14.22	14.12
Cr ₂ O ₃	47.51	47.23	47.33	47.23	47.42	47.12	47.53	48.24	48.85	47.11	47.44	47.67	47.54	47.23
FeO	23.79	25.51	23.91	23.84	23.80	23.97	23.85	24.70	24.59	24.99	25.43	25.25	25.44	25.49
MnO	0.05	0.07	0.07	0.05	0.08	0.06	0.07	0.11	0.07	0.11	0.08	0.07	0.07	0.10
MoO	11.91	11.88	11.71	11.84	11.93	11.77	11.78	10.47	9.89	11.19	11.23	11.29	11.19	11.14
Totaal	98.73	100.25	98.49	98.38	98.76	98.42	98.83	98.50	98.41	98.51	99.08	99.24	99.06	98.65

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.108	0.099	0.109	0.107	0.106	0.105	0.108	0.122	0.118	0.127	0.115	0.118	0.117	0.111
Al	4.522	4.498	4.538	4.526	4.540	4.553	4.559	4.420	4.458	4.423	4.357	4.361	4.333	4.321
Cr	9.669	9.478	9.666	9.647	9.643	9.622	9.668	9.963	10.140	9.670	9.692	9.720	9.720	9.698
Fe ³⁺	1.592	1.825	1.579	1.613	1.604	1.616	1.555	1.374	1.165	1.653	1.722	1.682	1.713	1.758
Fe ²⁺	3.528	3.589	3.585	3.537	3.515	3.561	3.575	4.021	4.233	3.772	3.772	3.763	3.788	3.777
Mn	0.011	0.015	0.015	0.011	0.017	0.013	0.015	0.024	0.016	0.024	0.018	0.015	0.015	0.022
Mg	4.569	4.495	4.508	4.559	4.574	4.531	4.517	4.076	3.870	4.330	4.325	4.340	4.313	4.312

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.564	0.556	0.557	0.563	0.565	0.560	0.558	0.503	0.478	0.534	0.534	0.536	0.532	0.533
Mg/(Mg+Fe)	0.472	0.454	0.466	0.470	0.472	0.467	0.468	0.430	0.418	0.444	0.441	0.443	0.439	0.438
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.451	0.508	0.440	0.456	0.456	0.454	0.435	0.342	0.275	0.438	0.457	0.447	0.452	0.466
Cr/(Cr+Al)	0.681	0.678	0.680	0.681	0.680	0.679	0.679	0.693	0.695	0.686	0.690	0.690	0.692	0.692
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.436	0.444	0.443	0.437	0.435	0.440	0.442	0.497	0.522	0.466	0.466	0.464	0.468	0.467
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.101	0.115	0.100	0.102	0.102	0.102	0.099	0.087	0.074	0.105	0.109	0.107	0.109	0.112
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.286	0.285	0.288	0.287	0.288	0.288	0.289	0.280	0.283	0.281	0.276	0.277	0.275	0.274
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.613	0.600	0.612	0.611	0.611	0.609	0.613	0.632	0.643	0.614	0.614	0.617	0.617	0.615
Cr/Mg	2.116	2.109	2.144	2.116	2.108	2.124	2.140	2.444	2.620	2.233	2.241	2.240	2.253	2.249
Cr/(Cr+Fe)	0.654	0.636	0.652	0.652	0.653	0.650	0.653	0.649	0.653	0.641	0.638	0.641	0.639	0.637
Cr/Al	2.138	2.107	2.130	2.131	2.124	2.113	2.120	2.254	2.275	2.186	2.224	2.229	2.243	2.244
Cr/Fe	1.888	1.751	1.872	1.873	1.884	1.859	1.884	1.847	1.878	1.783	1.764	1.785	1.767	1.752
Cr/Fe (gewig)	1.758	1.630	1.743	1.744	1.754	1.731	1.755	1.719	1.749	1.660	1.642	1.662	1.645	1.631

Cr ³⁺	61.300	60.000	61.200	61.100	61.100	60.900	61.300	63.200	64.300	61.400	61.500	61.700	61.700	61.500
Fe ³⁺	10.100	11.500	10.000	10.200	10.200	10.200	9.900	8.700	7.400	10.500	10.900	10.700	10.900	11.100
Al ³⁺	28.700	28.500	28.800	28.700	28.800	28.800	28.900	28.100	28.300	28.100	27.600	27.700	27.500	27.400

301.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIEILAE

Monsternr.	CR-14-08	CR-14-09	CR-14-10	CR-14-11	CR-14-12	CR-14-13	CR-14-14	CR-14-15	CR-14-16	CR-14-17	CR-14-18	CR-14-19	CR-14-20	CR-14-GEM
TiO ₂	0.59	0.57	0.65	0.59	0.61	0.59	0.55	0.58	0.65	0.59	0.63	0.60	0.59	0.60
Al ₂ O ₃	14.11	14.14	15.16	14.38	14.34	14.15	14.48	14.25	14.30	14.26	14.59	14.32	13.43	14.31
Cr ₂ O ₃	48.31	46.99	49.41	47.56	47.89	48.63	48.33	48.59	47.66	47.73	48.99	49.02	48.17	48.07
FeO	24.84	25.76	24.08	25.21	25.28	24.90	24.97	24.95	25.44	25.55	24.47	24.52	25.55	25.07
MnO	0.06	0.10	0.05	0.11	0.06	0.07	0.03	0.07	0.06	0.08	0.04	0.08	0.08	0.08
MgO	10.63	11.07	9.20	11.31	11.28	10.76	10.19	10.79	11.09	11.10	9.56	9.67	11.12	10.71
Totaal	98.54	98.63	98.55	99.16	99.46	99.10	98.55	99.23	99.20	99.31	98.28	98.21	98.94	98.84

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.116	0.111	0.128	0.114	0.118	0.115	0.108	0.113	0.126	0.115	0.125	0.119	0.115	0.117
Al	4.340	4.329	4.695	4.372	4.350	4.327	4.462	4.350	4.354	4.338	4.527	4.447	4.112	4.384
Cr	9.972	9.653	10.268	9.702	9.748	9.978	9.992	9.952	9.738	9.743	10.199	10.214	9.896	9.881
Fe ³⁺	1.456	1.795	0.780	1.698	1.666	1.465	1.330	1.473	1.656	1.690	1.024	1.101	1.761	1.501
Fe ²⁺	3.966	3.802	4.513	3.741	3.776	3.938	4.130	3.931	3.841	3.825	4.364	4.302	3.791	3.949
Mn	0.013	0.022	0.011	0.024	0.013	0.015	0.007	0.015	0.013	0.017	0.009	0.018	0.018	0.018
Mg	4.136	4.287	3.604	4.349	4.329	4.162	3.972	4.166	4.272	4.271	3.752	3.799	4.307	4.150

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.511	0.530	0.444	0.538	0.534	0.514	0.490	0.515	0.526	0.527	0.462	0.469	0.532	0.512
Mg/(Mg+Fe)	0.433	0.434	0.405	0.444	0.443	0.435	0.421	0.435	0.437	0.436	0.410	0.413	0.437	0.432
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.367	0.472	0.173	0.454	0.441	0.372	0.322	0.375	0.431	0.442	0.235	0.256	0.465	0.380
Cr/(Cr+Al)	0.697	0.690	0.686	0.689	0.691	0.697	0.691	0.696	0.691	0.692	0.693	0.697	0.706	0.693
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.489	0.470	0.556	0.462	0.466	0.486	0.510	0.485	0.474	0.473	0.538	0.531	0.468	0.488
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.092	0.114	0.049	0.108	0.106	0.093	0.084	0.093	0.105	0.107	0.065	0.070	0.112	0.095
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.275	0.274	0.298	0.277	0.276	0.274	0.283	0.276	0.276	0.275	0.287	0.282	0.261	0.278
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.632	0.612	0.652	0.615	0.618	0.633	0.633	0.631	0.618	0.618	0.648	0.648	0.628	0.627
Cr/Mg	2.411	2.252	2.849	2.231	2.252	2.397	2.516	2.389	2.280	2.281	2.718	2.689	2.298	2.381
Cr/(Cr+Fe)	0.648	0.633	0.660	0.641	0.642	0.649	0.647	0.648	0.639	0.638	0.654	0.654	0.641	0.645
Cr/Al	2.297	2.230	2.187	2.219	2.241	2.306	2.240	2.288	2.236	2.246	2.253	2.297	2.407	2.254
Cr/Fe	1.839	1.725	1.940	1.784	1.791	1.847	1.830	1.842	1.771	1.766	1.893	1.890	1.783	1.813
Cr/Fe(gewig)	1.712	1.606	1.807	1.661	1.668	1.719	1.704	1.715	1.649	1.645	1.763	1.760	1.660	1.688
Cr ³⁺	63.200	61.200	65.200	61.500	61.800	63.300	63.300	63.100	61.800	61.800	64.800	64.800	62.800	62.700
Fe ³⁺	9.200	11.400	5.000	10.800	10.600	9.300	8.400	9.300	10.500	10.700	6.500	7.000	11.200	9.500
Al ³⁺	27.500	27.400	29.800	27.700	27.600	27.400	28.300	27.600	27.700	27.500	28.700	28.200	26.100	27.800

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-15-01	CR-15-02	CR-15-03	CR-15-04	CR-15-05	CR-15-06	CR-15-07	CR-15-08	CR-15-09	CR-15-10	CR-15-11	CR-15-12	CR-15-13	CR-15-14
TiO ₂	0.46	0.47	0.44	0.45	0.39	0.48	0.43	0.43	0.45	0.42	0.43	0.45	0.43	0.55
Al ₂ O ₃	17.71	17.32	17.71	17.40	18.47	17.23	17.33	18.26	17.67	17.66	17.30	18.31	17.53	17.53
Cr ₂ O ₃	45.35	45.62	44.94	45.34	44.71	45.60	45.51	44.50	45.35	44.74	45.24	44.33	45.79	45.07
FeO	23.58	24.06	23.76	24.20	23.66	24.17	24.13	23.88	23.75	23.75	23.62	23.55	23.34	23.68
MnO	0.04	0.04	0.09	0.10	0.05	0.07	0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.07	0.05	0.07
MgO	11.86	11.62	11.92	11.77	12.06	11.74	11.85	12.03	11.95	11.80	11.72	12.00	11.42	11.92
Totaal	99.00	99.13	98.86	99.26	99.34	99.29	99.31	99.13	99.23	98.47	98.37	98.71	98.56	98.82

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.088	0.090	0.084	0.086	0.074	0.092	0.082	0.082	0.086	0.081	0.083	0.086	0.083	0.105
Al	5.300	5.194	5.303	5.204	5.486	5.157	5.180	5.439	5.275	5.311	5.219	5.473	5.287	5.255
Cr	9.106	9.179	9.029	9.099	8.911	9.158	9.127	8.893	9.083	9.029	9.157	8.892	9.267	9.066
Fe ³⁺	1.418	1.447	1.499	1.525	1.455	1.502	1.529	1.505	1.470	1.499	1.459	1.463	1.281	1.468
Fe ²⁺	3.589	3.673	3.549	3.611	3.532	3.632	3.589	3.543	3.560	3.570	3.597	3.533	3.715	3.570
Mn	0.009	0.009	0.019	0.022	0.011	0.015	0.013	0.006	0.013	0.022	0.013	0.015	0.011	0.015
Mg	4.490	4.408	4.515	4.453	4.531	4.445	4.480	4.532	4.512	4.489	4.472	4.538	4.357	4.520

303.

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.556	0.545	0.560	0.552	0.562	0.550	0.555	0.561	0.559	0.557	0.554	0.562	0.540	0.559
Mg/(Mg+Fe)	0.473	0.463	0.472	0.464	0.476	0.464	0.467	0.473	0.473	0.470	0.469	0.476	0.466	0.473
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.395	0.394	0.422	0.422	0.412	0.414	0.426	0.425	0.413	0.420	0.405	0.414	0.345	0.411
Cr/(Cr+Al)	0.632	0.639	0.630	0.636	0.619	0.640	0.638	0.621	0.633	0.630	0.637	0.619	0.637	0.633
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.444	0.455	0.440	0.448	0.438	0.450	0.445	0.439	0.441	0.443	0.446	0.438	0.460	0.441
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.090	0.091	0.095	0.096	0.092	0.095	0.097	0.095	0.093	0.095	0.092	0.092	0.081	0.093
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.335	0.328	0.335	0.329	0.346	0.326	0.327	0.343	0.333	0.335	0.330	0.346	0.334	0.333
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.576	0.580	0.570	0.575	0.562	0.579	0.576	0.562	0.574	0.570	0.578	0.562	0.585	0.574
Cr/Mg	2.028	2.083	2.000	2.043	1.967	2.060	2.037	1.962	2.013	2.011	2.047	1.960	2.127	2.006
Cr/(Cr+Fe)	0.645	0.642	0.641	0.639	0.641	0.641	0.641	0.638	0.644	0.640	0.644	0.640	0.650	0.643
Cr/Al	1.718	1.767	1.703	1.748	1.624	1.776	1.762	1.635	1.722	1.700	1.755	1.625	1.753	1.725
Cr/Fe	1.818	1.793	1.788	1.772	1.787	1.784	1.783	1.762	1.806	1.781	1.811	1.780	1.855	1.800
Cr/Fe (gewig)	1.693	1.669	1.665	1.649	1.664	1.661	1.660	1.641	1.681	1.658	1.686	1.657	1.727	1.676
Cr ³⁺	57.500	58.000	57.000	57.500	56.200	57.900	57.600	56.200	57.400	57.000	57.800	56.200	58.500	57.400
Fe ³⁺	9.000	9.100	9.500	9.600	9.200	9.500	9.700	9.500	9.300	9.500	9.200	9.200	8.100	9.300
Al ³⁺	33.500	32.800	33.500	32.900	34.600	32.600	32.700	34.300	33.300	33.500	33.000	34.600	33.400	33.300

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-15-15	CR-15-16	CR-15-17	CR-15-18	CR-15-19	CR-15-20	CR-15-GEM	CR-16-01	CR-16-02	CR-16-03	CR-16-04	CR-16-05	CR-16-06	CR-16-07
TiO ₂	0.43	0.43	0.44	0.43	0.44	0.45	0.45	0.40	0.40	0.42	0.41	0.42	0.42	0.42
Al ₂ O ₃	17.11	17.84	17.24	17.92	17.46	17.12	17.61	14.96	14.88	15.21	14.98	14.74	14.95	15.18
Cr ₂ O ₃	45.14	44.89	45.19	44.70	45.24	45.59	45.14	48.55	48.54	48.13	48.42	48.92	48.23	48.19
FeO	24.16	23.56	23.96	23.86	23.79	24.04	23.83	22.63	22.64	22.86	22.59	22.96	22.54	22.95
MnO	0.06	0.07	0.06	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.06	0.11	0.10
MgO	11.55	11.84	11.77	11.89	11.80	11.70	11.81	11.89	11.85	11.92	11.94	11.85	11.93	11.95
Totaal	98.45	98.63	98.66	98.85	98.80	98.98	98.90	98.49	98.35	98.60	98.39	98.95	98.18	98.79

AANTAL KATIONE, PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.083	0.082	0.084	0.082	0.084	0.086	0.086	0.078	0.078	0.081	0.080	0.081	0.082	0.081
Al	5.167	5.353	5.186	5.363	5.241	5.141	5.278	4.549	4.532	4.614	4.557	4.469	4.556	4.597
Cr	9.147	9.038	9.122	8.976	9.112	9.187	9.078	9.905	9.921	9.797	9.883	9.952	9.863	9.791
Fe ³⁺	1.520	1.444	1.523	1.497	1.479	1.499	1.472	1.391	1.391	1.427	1.402	1.416	1.417	1.450
Fe ²⁺	3.657	3.573	3.592	3.570	3.589	3.624	3.596	3.491	3.503	3.494	3.474	3.523	3.458	3.482
Mn	0.013	0.015	0.013	0.011	0.015	0.017	0.013	0.013	0.009	0.013	0.011	0.013	0.024	0.022
Mg	4.412	4.494	4.479	4.501	4.480	4.445	4.477	4.573	4.566	4.574	4.594	4.545	4.599	4.577

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.547	0.557	0.555	0.558	0.555	0.551	0.555	0.567	0.566	0.567	0.569	0.563	0.571	0.568
Mg/(Mg+Fe)	0.460	0.473	0.467	0.470	0.469	0.465	0.469	0.484	0.483	0.482	0.485	0.479	0.485	0.481
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.416	0.404	0.424	0.419	0.412	0.414	0.410	0.399	0.397	0.408	0.404	0.402	0.410	0.416
Cr/(Cr+Al)	0.639	0.628	0.637	0.626	0.635	0.641	0.632	0.685	0.686	0.680	0.684	0.690	0.684	0.680
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.453	0.443	0.445	0.442	0.445	0.449	0.445	0.433	0.434	0.433	0.431	0.437	0.429	0.432
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.096	0.091	0.096	0.095	0.093	0.095	0.093	0.088	0.088	0.090	0.089	0.089	0.090	0.091
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.326	0.338	0.328	0.339	0.331	0.325	0.333	0.287	0.286	0.291	0.288	0.282	0.288	0.290
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.578	0.571	0.576	0.567	0.576	0.580	0.573	0.625	0.626	0.619	0.624	0.628	0.623	0.618
Cr/Mg	2.073	2.011	2.037	1.994	2.034	2.067	2.027	2.166	2.173	2.142	2.151	2.190	2.144	2.139
Cr/(Cr+Fe)	0.639	0.643	0.641	0.639	0.643	0.642	0.642	0.670	0.670	0.666	0.670	0.668	0.669	0.665
Cr/Al	1.770	1.688	1.759	1.674	1.739	1.787	1.720	2.178	2.189	2.123	2.169	2.227	2.165	2.130
Cr/Fe	1.767	1.802	1.783	1.771	1.798	1.793	1.791	2.029	2.027	1.991	2.027	2.015	2.023	1.986
Cr/Fe (gewig)	1.645	1.677	1.660	1.649	1.674	1.670	1.668	1.889	1.888	1.854	1.887	1.876	1.884	1.849
Cr ³⁺	57.800	57.100	57.600	56.700	57.600	58.000	57.400	62.500	62.600	61.900	62.400	62.800	62.300	61.800
Fe ³⁺	9.600	9.100	9.600	9.500	9.300	9.500	9.300	8.800	8.800	9.000	8.800	8.900	8.900	9.200
Al ³⁺	32.600	33.800	32.800	33.900	33.100	32.500	33.300	28.700	28.600	29.100	28.800	28.200	28.800	29.000

304.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-16-08	CR-16-09	CR-16-10	CR-16-11	CR-16-12	CR-16-13	CR-16-14	CR-16-15	CR-16-16	CR-16-17	CR-16-18	CR-16-19	CR-16-20	CR-16-GEM
TiO ₂	0.42	0.42	0.41	0.39	0.44	0.43	0.44	0.50	0.42	0.42	0.43	0.39	0.42	0.42
Al ₂ O ₃	14.87	15.06	14.71	15.11	15.00	15.05	15.15	15.00	14.96	15.04	15.47	14.78	15.06	15.01
Cr ₂ O ₃	48.72	48.53	48.93	48.53	48.88	48.76	48.69	48.80	48.11	48.62	48.00	48.69	48.66	48.55
FeO	22.76	22.87	23.07	22.90	23.08	22.73	22.61	22.73	22.53	22.73	22.22	22.63	22.79	22.74
MnO	0.08	0.05	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07
MgO	11.83	11.85	11.53	11.86	11.16	12.02	12.11	12.03	12.02	12.04	12.31	11.86	12.03	11.90
Totaal	98.68	98.78	98.74	98.87	98.63	99.05	99.07	99.15	98.11	98.91	98.49	98.41	99.04	98.69

AANTAL KATIONE, PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.081	0.081	0.080	0.075	0.086	0.083	0.085	0.096	0.082	0.081	0.083	0.076	0.081	0.081
Al	4.517	4.567	4.479	4.577	4.579	4.548	4.573	4.530	4.559	4.550	4.680	4.501	4.551	4.554
Cr	9.931	9.874	9.996	9.864	10.012	9.887	9.861	9.888	9.838	9.869	9.743	9.950	9.866	9.885
Fe ³⁺	1.389	1.396	1.366	1.409	1.238	1.399	1.397	1.389	1.440	1.419	1.411	1.397	1.422	1.398
Fe ²⁺	3.518	3.525	3.619	3.514	3.761	3.475	3.446	3.481	3.433	3.461	3.359	3.493	3.465	3.498
Mn	0.017	0.011	0.020	0.017	0.015	0.013	0.015	0.020	0.015	0.013	0.013	0.013	0.017	0.015
Mg	4.546	4.545	4.441	4.544	4.309	4.595	4.624	4.595	4.634	4.607	4.711	4.569	4.598	4.568

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.564	0.563	0.551	0.564	0.534	0.569	0.573	0.569	0.575	0.571	0.584	0.567	0.570	0.566
Mg / (Mg+Fe)	0.481	0.480	0.471	0.480	0.463	0.485	0.488	0.485	0.488	0.486	0.497	0.483	0.485	0.483
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.395	0.396	0.377	0.401	0.329	0.403	0.405	0.399	0.419	0.410	0.420	0.400	0.410	0.400
Cr / (Cr+Al)	0.687	0.684	0.691	0.683	0.686	0.685	0.683	0.686	0.683	0.684	0.675	0.688	0.684	0.685
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.436	0.437	0.449	0.436	0.466	0.431	0.427	0.431	0.425	0.429	0.416	0.433	0.430	0.434
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.088	0.088	0.086	0.089	0.078	0.088	0.088	0.088	0.091	0.090	0.089	0.088	0.090	0.088
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.285	0.288	0.283	0.289	0.289	0.287	0.289	0.287	0.288	0.287	0.296	0.284	0.287	0.288
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.627	0.623	0.631	0.622	0.632	0.624	0.623	0.626	0.621	0.623	0.615	0.628	0.623	0.624
Cr / Mg	2.184	2.172	2.251	2.170	2.323	2.152	2.133	2.152	2.123	2.142	2.068	2.178	2.146	2.164
Cr / (Cr+Fe)	0.669	0.667	0.667	0.667	0.667	0.670	0.671	0.670	0.669	0.669	0.671	0.670	0.669	0.669
Cr / Al	2.198	2.162	2.232	2.155	2.187	2.174	2.156	2.183	2.158	2.169	2.082	2.210	2.168	2.170
Cr / Fe	2.024	2.007	2.005	2.004	2.002	2.028	2.036	2.030	2.019	2.023	2.043	2.034	2.019	2.019
Cr / Fe (gewig)	1.885	1.868	1.867	1.866	1.865	1.889	1.896	1.890	1.880	1.883	1.902	1.894	1.880	1.880
Cr ³⁺	62.700	62.300	63.100	62.200	63.200	62.400	62.300	62.600	62.100	62.300	61.500	62.800	62.300	62.400
Fe ³⁺	8.800	8.800	8.600	8.900	7.800	8.800	8.800	8.800	9.100	9.000	8.900	8.800	9.000	8.800
Al ³⁺	28.500	28.800	28.300	28.900	28.900	28.700	28.900	28.700	28.800	28.700	29.600	28.400	28.700	28.800

305

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-17-01	CR-17-02	CR-17-03	CR-17-04	CR-17-05	CR-17-06	CR-17-07	CR-17-08	CR-17-09	CR-17-10	CR-17-11	CR-17-12	CR-17-13	CR-17-14
TiO ₂	0.43	0.43	0.41	0.42	0.44	0.44	0.43	0.40	0.41	0.43	0.41	0.41	0.45	0.42
Al ₂ O ₃	15.86	15.68	15.70	15.73	15.97	15.79	15.62	15.72	15.59	15.60	15.89	15.81	15.76	15.77
Cr ₂ O ₃	48.33	48.24	48.22	48.01	48.00	48.03	48.84	48.00	47.87	48.02	47.91	47.72	48.10	48.28
FeO	21.40	21.48	21.48	21.89	21.53	21.27	21.06	21.35	21.40	21.58	21.36	21.30	21.52	21.32
MnO	0.06	0.05	0.10	0.07	0.10	0.05	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08
MoO	12.78	12.77	12.81	12.84	12.91	12.80	12.51	12.87	12.89	12.84	13.01	12.81	12.88	12.98
Totaal	98.86	98.65	98.72	98.96	98.95	98.38	98.55	98.43	98.23	98.56	98.66	98.15	98.80	98.85

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.082	0.083	0.079	0.080	0.084	0.085	0.083	0.077	0.079	0.083	0.079	0.079	0.086	0.080
Al	4.760	4.718	4.720	4.717	4.783	4.760	4.715	4.735	4.706	4.697	4.769	4.774	4.731	4.729
Cr	9.734	9.740	9.726	9.660	9.645	9.714	9.893	9.701	9.695	9.701	9.648	9.668	9.688	9.714
Fe ³⁺	1.341	1.376	1.397	1.463	1.404	1.357	1.226	1.410	1.441	1.437	1.427	1.400	1.408	1.397
Fe ²⁺	3.217	3.211	3.186	3.195	3.172	3.193	3.286	3.154	3.142	3.173	3.122	3.164	3.176	3.140
Mn	0.013	0.011	0.022	0.015	0.022	0.011	0.020	0.019	0.015	0.019	0.017	0.022	0.019	0.017
Mg	4.852	4.861	4.871	4.870	4.891	4.881	4.777	4.904	4.922	4.890	4.939	4.893	4.891	4.923

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.601	0.602	0.605	0.604	0.607	0.604	0.592	0.609	0.610	0.607	0.613	0.607	0.606	0.611
Mg/(Mg+Fe)	0.516	0.515	0.515	0.511	0.517	0.517	0.514	0.518	0.518	0.515	0.521	0.517	0.516	0.520
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.417	0.429	0.438	0.458	0.443	0.425	0.373	0.447	0.459	0.453	0.457	0.442	0.443	0.445
Cr/(Cr+Al)	0.672	0.674	0.673	0.672	0.669	0.671	0.677	0.672	0.673	0.674	0.669	0.669	0.672	0.673
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.399	0.398	0.395	0.396	0.393	0.396	0.408	0.391	0.390	0.393	0.387	0.393	0.394	0.389
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.085	0.087	0.088	0.092	0.089	0.086	0.077	0.089	0.091	0.091	0.090	0.088	0.089	0.088
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.301	0.298	0.298	0.298	0.302	0.301	0.298	0.299	0.297	0.297	0.301	0.301	0.299	0.299
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.615	0.615	0.614	0.610	0.609	0.614	0.625	0.612	0.612	0.613	0.609	0.610	0.612	0.613
Cr/Mg	2.006	2.004	1.997	1.983	1.972	1.990	2.071	1.978	1.970	1.984	1.953	1.976	1.981	1.973
Cr/(Cr+Fe)	0.681	0.680	0.680	0.675	0.678	0.681	0.687	0.680	0.679	0.678	0.680	0.679	0.679	0.682
Cr/Al	2.045	2.064	2.061	2.048	2.017	2.041	2.098	2.049	2.060	2.066	2.023	2.025	2.048	2.054
Cr/Fe	2.135	2.123	2.123	2.074	2.108	2.135	2.193	2.126	2.115	2.104	2.121	2.118	2.113	2.141
Cr/Fe(gewig)	1.988	1.977	1.976	1.931	1.963	1.988	2.042	1.979	1.969	1.959	1.975	1.972	1.968	1.994

Cr ³⁺	61.500	61.500	61.400	61.000	60.900	61.400	62.500	61.200	61.200	61.300	60.900	61.000	61.200	61.300
Fe ³⁺	8.500	8.700	8.800	9.200	8.900	8.600	7.700	8.900	9.100	9.100	9.000	8.800	8.900	8.800
Al ³⁺	30.100	29.800	29.800	29.800	30.200	30.100	29.800	29.900	29.700	29.700	30.100	30.100	29.900	29.900

306.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMIITIELAE

Monsternr.	CR-17-15	CR-17-16	CR-17-17	CR-17-18	CR-17-19	CR-17-20	CR-17-GEM	CR-18-01	CR-18-02	CR-18-03	CR-18-04	CR-18-05	CR-18-06	CR-18-07
TiO ₂	0.43	0.44	0.44	0.42	0.41	0.41	0.42	0.45	0.42	0.44	0.41	0.37	0.42	0.40
Al ₂ O ₃	15.73	15.76	15.80	15.93	15.87	15.77	15.77	14.61	13.47	14.66	13.50	11.31	13.38	13.12
Cr ₂ O ₃	48.17	47.92	48.23	48.45	48.25	48.17	48.12	50.15	49.40	50.41	50.14	53.01	49.39	49.21
FeO	21.49	21.20	21.45	21.25	21.43	21.41	21.41	23.28	24.58	22.78	23.93	23.53	24.75	25.13
MnO	0.10	0.07	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.06	0.10	0.09	0.11	0.10	0.11	0.13
MgO	12.85	12.83	12.85	12.84	12.98	12.83	12.84	9.86	10.33	10.51	10.37	9.96	10.44	10.26
Totaal	98.77	98.22	98.87	98.97	99.03	98.68	98.64	98.41	98.30	98.89	98.46	98.28	98.49	98.25

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.082	0.085	0.084	0.080	0.078	0.079	0.081	0.089	0.083	0.086	0.081	0.074	0.083	0.079
Al	4.725	4.757	4.740	4.774	4.749	4.740	4.742	4.519	4.173	4.494	4.176	3.549	4.136	4.073
Cr	9.708	9.705	9.710	9.742	9.689	9.716	9.708	10.409	10.269	10.369	10.407	11.161	10.245	10.252
Fe ³⁺	1.402	1.369	1.381	1.323	1.406	1.386	1.389	0.893	1.391	0.965	1.255	1.142	1.453	1.516
Fe ²⁺	3.178	3.171	3.186	3.196	3.145	3.181	3.180	4.217	4.012	3.991	3.999	4.098	3.976	4.021
Mn	0.022	0.015	0.022	0.017	0.019	0.019	0.017	0.013	0.022	0.020	0.024	0.023	0.024	0.029
Mg	4.882	4.898	4.877	4.867	4.914	4.879	4.884	3.858	4.048	4.076	4.058	3.953	4.082	4.030

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.606	0.607	0.605	0.604	0.610	0.605	0.606	0.478	0.502	0.505	0.504	0.491	0.507	0.501
Mg/(Mg+Fe)	0.516	0.519	0.516	0.519	0.519	0.516	0.517	0.430	0.428	0.451	0.436	0.430	0.429	0.421
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.441	0.432	0.434	0.414	0.447	0.436	0.437	0.212	0.347	0.242	0.314	0.279	0.366	0.377
Cr/(Cr+Al)	0.673	0.671	0.672	0.671	0.671	0.672	0.672	0.697	0.711	0.698	0.714	0.759	0.712	0.716
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.394	0.393	0.395	0.396	0.390	0.395	0.394	0.522	0.498	0.495	0.496	0.509	0.493	0.499
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.089	0.086	0.087	0.084	0.089	0.087	0.088	0.056	0.088	0.061	0.079	0.072	0.092	0.096
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.298	0.300	0.299	0.301	0.300	0.299	0.299	0.286	0.264	0.284	0.264	0.224	0.261	0.257
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.613	0.613	0.613	0.615	0.612	0.613	0.613	0.658	0.649	0.655	0.657	0.704	0.647	0.647
Cr/Mg	1.988	1.981	1.991	2.002	1.972	1.991	1.988	2.698	2.537	2.544	2.565	2.823	2.509	2.544
Cr/(Cr+Fe)	0.679	0.681	0.680	0.683	0.680	0.680	0.680	0.671	0.655	0.677	0.665	0.680	0.654	0.649
Cr/Al	2.055	2.040	2.048	2.041	2.040	2.050	2.047	2.303	2.461	2.307	2.492	3.145	2.477	2.517
Cr/Fe	2.120	2.137	2.126	2.156	2.129	2.127	2.125	2.037	1.900	2.092	1.981	2.130	1.887	1.852
Cr/Fe(gewig)	1.973	1.990	1.980	2.007	1.982	1.981	1.979	1.897	1.769	1.948	1.845	1.983	1.757	1.724
Cr ³⁺	61.300	61.300	61.300	61.500	61.200	61.300	61.300	65.800	64.900	65.500	65.700	70.400	64.700	64.700
Fe ³⁺	8.900	8.700	8.700	8.400	8.900	8.800	8.800	5.600	8.800	6.100	7.900	7.200	9.200	9.600
Al ³⁺	29.800	30.000	29.900	30.100	30.000	29.900	29.900	28.600	26.400	28.400	26.400	22.400	26.100	25.700

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-18-08	CR-18-09	CR-18-10	CR-18-11	CR-18-12	CR-18-13	CR-18-14	CR-18-15	CR-18-16	CR-18-17	CR-18-18	CR-18-19	CR-18-20	CR-18-GEM
TiO ₂	0.47	0.42	0.45	0.43	0.42	0.41	0.43	0.42	0.44	0.44	0.44	0.45	0.41	0.43
Al ₂ O ₃	14.05	13.53	13.72	13.25	14.04	14.37	13.46	14.19	14.60	14.72	13.80	13.95	13.43	13.76
Cr ₂ O ₃	50.36	49.37	49.55	49.39	49.67	49.60	49.19	48.94	50.04	49.53	49.14	49.30	49.10	49.74
FeO	23.44	24.48	24.03	24.71	24.10	23.98	24.98	24.17	22.92	22.85	24.23	24.11	25.02	24.05
MnO	0.08	0.12	0.09	0.08	0.10	0.06	0.08	0.08	0.10	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09
MgO	10.12	10.29	10.52	10.44	10.10	10.27	10.22	10.23	10.56	10.51	10.65	10.46	10.27	10.32
Totaal	98.52	98.21	98.36	98.30	98.43	98.69	98.36	98.03	98.66	98.13	98.35	98.35	98.32	98.39

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.093	0.083	0.089	0.085	0.083	0.081	0.085	0.083	0.086	0.087	0.087	0.089	0.081	0.085
Al	4.343	4.195	4.239	4.105	4.343	4.423	4.171	4.397	4.484	4.541	4.258	4.308	4.162	4.256
Cr	10.446	10.272	10.272	10.268	10.309	10.245	10.227	10.176	10.311	10.252	10.174	10.216	10.209	10.323
Fe ³⁺	1.025	1.366	1.311	1.457	1.182	1.170	1.432	1.260	1.033	1.034	1.395	1.299	1.467	1.251
Fe ²⁺	4.117	4.020	3.957	3.976	4.109	4.068	4.061	4.055	3.962	3.968	3.910	3.985	4.035	4.027
Mn	0.018	0.027	0.020	0.018	0.022	0.013	0.018	0.018	0.022	0.018	0.020	0.018	0.020	0.020
Mg	3.957	4.036	4.112	4.092	3.952	3.999	4.006	4.010	4.102	4.101	4.157	4.086	4.026	4.038

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.490	0.501	0.510	0.507	0.490	0.496	0.497	0.497	0.509	0.508	0.515	0.506	0.499	0.501
Mg / (Mg+Fe)	0.435	0.428	0.438	0.430	0.428	0.433	0.422	0.430	0.451	0.451	0.439	0.436	0.423	0.433
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.249	0.340	0.331	0.367	0.288	0.288	0.353	0.311	0.261	0.261	0.357	0.326	0.363	0.311
Cr / (Cr+Al)	0.706	0.710	0.708	0.714	0.704	0.698	0.710	0.698	0.697	0.693	0.705	0.703	0.710	0.708
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.510	0.499	0.490	0.493	0.510	0.504	0.503	0.503	0.491	0.492	0.485	0.494	0.501	0.499
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.065	0.086	0.083	0.092	0.075	0.074	0.090	0.080	0.065	0.065	0.088	0.082	0.093	0.079
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.275	0.265	0.268	0.259	0.274	0.279	0.263	0.278	0.283	0.287	0.269	0.272	0.263	0.269
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.660	0.649	0.649	0.649	0.651	0.647	0.646	0.643	0.651	0.648	0.643	0.646	0.645	0.652
Cr / Mg	2.640	2.545	2.498	2.509	2.609	2.562	2.553	2.538	2.514	2.500	2.448	2.500	2.536	2.557
Cr / (Cr+Fe)	0.670	0.656	0.661	0.654	0.661	0.662	0.651	0.657	0.674	0.672	0.657	0.659	0.650	0.662
Cr / Al	2.405	2.448	2.423	2.501	2.374	2.316	2.452	2.314	2.300	2.258	2.389	2.371	2.453	2.426
Cr / Fe	2.031	1.907	1.950	1.890	1.949	1.956	1.862	1.915	2.064	2.050	1.918	1.934	1.856	1.956
Cr / Fe (gewig)	1.892	1.776	1.815	1.760	1.814	1.821	1.734	1.783	1.922	1.908	1.785	1.800	1.728	1.821
Cr ³⁺	66.100	64.900	64.900	64.900	65.100	64.700	64.600	64.300	65.100	64.800	64.300	64.600	64.500	65.200
Fe ³⁺	6.500	8.600	8.300	9.200	7.500	7.400	9.000	8.000	6.500	6.500	8.800	8.200	9.300	7.900
Al ³⁺	27.500	26.500	26.800	25.900	27.400	27.900	26.300	27.800	28.300	28.700	26.900	27.200	26.300	26.900

308.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-19-01	CR-19-02	CR-19-03	CR-19-04	CR-19-05	CR-19-06	CR-19-07	CR-19-08	CR-19-09	CR-19-10	CR-19-11	CR-19-12	CR-19-13	CR-19-14
TiO ₂	0.47	0.47	0.49	0.45	0.47	0.48	0.46	0.40	0.53	0.48	0.46	0.48	0.45	0.39
Al ₂ O ₃	12.34	12.38	12.43	12.34	12.12	12.31	12.38	12.45	12.36	12.30	12.37	12.36	12.40	12.38
Cr ₂ O ₃	52.41	51.85	51.78	51.94	52.01	51.66	51.98	52.03	52.09	51.80	51.88	52.02	51.88	52.08
FeO	21.58	21.56	21.51	21.63	21.68	21.59	21.52	21.56	21.64	21.63	21.47	21.56	21.68	21.68
MnO	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
MgO	11.73	12.03	12.08	12.02	11.91	12.10	11.99	12.00	12.08	12.14	12.15	12.10	12.09	12.16
Totaal	98.57	98.35	98.35	98.44	98.23	98.18	98.37	98.49	98.74	98.40	98.37	98.56	98.53	98.72

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.092	0.092	0.096	0.088	0.093	0.094	0.090	0.078	0.104	0.094	0.090	0.094	0.088	0.076
Al	3.797	3.808	3.821	3.793	3.739	3.791	3.808	3.824	3.788	3.779	3.801	3.793	3.806	3.792
Cr	10.822	10.701	10.680	10.713	10.766	10.674	10.729	10.724	10.711	10.680	10.696	10.712	10.684	10.703
Fe ³⁺	1.196	1.307	1.307	1.317	1.310	1.346	1.282	1.295	1.294	1.352	1.323	1.307	1.334	1.353
Fe ²⁺	3.517	3.398	3.385	3.401	3.436	3.372	3.416	3.405	3.412	3.364	3.359	3.388	3.388	3.358
Mn	0.009	0.013	0.013	0.013	0.009	0.009	0.009	0.011	0.009	0.011	0.009	0.009	0.007	0.007
Mg	4.566	4.680	4.697	4.674	4.648	4.713	4.666	4.663	4.683	4.719	4.722	4.697	4.694	4.711

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.565	0.579	0.581	0.579	0.575	0.583	0.577	0.578	0.578	0.584	0.584	0.581	0.581	0.584
Mg / (Mg+Fe)	0.492	0.499	0.500	0.498	0.495	0.500	0.498	0.498	0.499	0.500	0.502	0.500	0.498	0.500
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.340	0.385	0.386	0.387	0.381	0.399	0.375	0.380	0.379	0.402	0.394	0.386	0.394	0.403
Cr / (Cr+Al)	0.740	0.738	0.737	0.738	0.742	0.738	0.738	0.737	0.739	0.739	0.738	0.738	0.737	0.738
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.435	0.421	0.419	0.421	0.425	0.417	0.423	0.422	0.422	0.416	0.416	0.419	0.419	0.416
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.076	0.083	0.083	0.083	0.083	0.085	0.081	0.082	0.082	0.086	0.084	0.083	0.084	0.085
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.240	0.241	0.242	0.240	0.236	0.240	0.241	0.241	0.240	0.239	0.240	0.240	0.240	0.239
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.684	0.677	0.676	0.677	0.681	0.675	0.678	0.677	0.678	0.675	0.676	0.677	0.675	0.675
Cr / Mg	2.370	2.286	2.274	2.292	2.316	2.265	2.300	2.300	2.287	2.263	2.265	2.281	2.276	2.272
Cr / (Cr+Fe)	0.697	0.695	0.695	0.694	0.694	0.693	0.696	0.695	0.695	0.694	0.696	0.695	0.693	0.694
Cr / Al	2.850	2.810	2.795	2.824	2.879	2.816	2.817	2.804	2.828	2.826	2.814	2.824	2.807	2.823
Cr / Fe	2.296	2.274	2.276	2.271	2.268	2.262	2.284	2.282	2.276	2.264	2.285	2.281	2.263	2.271
Cr / Fe (gewig)	2.138	2.117	2.119	2.114	2.112	2.107	2.127	2.125	2.119	2.108	2.127	2.124	2.107	2.115
Cr ³⁺	68.400	67.700	67.600	67.700	68.100	67.500	67.800	67.700	67.800	67.500	67.600	67.700	67.500	67.500
Fe ³⁺	7.600	8.300	8.300	8.300	8.300	8.500	8.100	8.200	8.200	8.600	8.400	8.300	8.400	8.500
Al ³⁺	24.000	24.100	24.200	24.000	23.600	24.000	24.100	24.100	24.000	23.900	24.000	24.000	24.100	23.900

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-19-15	CR-19-16	CR-19-17	CR-19-18	CR-19-19	CR-19-20	CR-19-GEM	CR-20-01	CR-20-02	CR-20-03	CR-20-04	CR-20-05	CR-20-06	CR-20-07
TiO ₂	0.46	0.46	0.48	0.45	0.48	0.46	0.46	0.45	0.47	0.46	0.44	0.44	0.46	0.43
Al ₂ O ₃	12.32	12.43	12.40	12.35	12.38	12.42	12.36	13.21	13.42	13.47	13.69	13.60	13.92	13.72
Cr ₂ O ₃	51.81	51.78	51.68	51.73	51.91	51.65	51.90	51.09	50.46	50.65	51.05	50.75	51.30	50.31
FeO	21.62	21.51	21.62	21.63	21.43	21.54	21.58	22.89	22.59	22.69	21.94	22.64	21.76	22.62
MnO	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06	0.04	0.06	0.03	0.01	0.08	0.10	0.06	0.05
MgO	12.10	12.07	12.14	12.13	12.14	12.17	12.07	11.31	11.48	11.59	11.20	11.16	10.66	11.64
Totaal	98.36	98.28	98.34	98.31	98.37	98.30	98.41	99.01	98.45	98.87	98.40	98.69	98.16	98.77

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.090	0.090	0.094	0.088	0.094	0.090	0.090	0.088	0.092	0.090	0.086	0.086	0.091	0.084
Al	3.788	3.824	3.811	3.797	3.804	3.817	3.799	4.045	4.121	4.117	4.211	4.174	4.305	4.191
Cr	10.688	10.687	10.657	10.673	10.703	10.651	10.703	10.498	10.398	10.388	10.537	10.452	10.645	10.312
Fe ³⁺	1.344	1.308	1.344	1.354	1.305	1.352	1.318	1.281	1.297	1.315	1.079	1.201	0.868	1.329
Fe ²⁺	3.373	3.387	3.370	3.366	3.368	3.346	3.389	3.693	3.626	3.606	3.710	3.731	3.907	3.575
Mn	0.011	0.007	0.004	0.004	0.007	0.013	0.009	0.013	0.007	0.002	0.018	0.022	0.013	0.011
Mg	4.706	4.697	4.719	4.718	4.719	4.731	4.693	4.381	4.460	4.481	4.358	4.333	4.170	4.498

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.582	0.581	0.583	0.584	0.584	0.586	0.581	0.543	0.552	0.554	0.540	0.537	0.516	0.557
Mg/(Mg+Fe)	0.499	0.500	0.500	0.500	0.502	0.502	0.499	0.468	0.475	0.477	0.476	0.468	0.466	0.478
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.398	0.386	0.399	0.402	0.387	0.404	0.389	0.347	0.358	0.365	0.291	0.322	0.222	0.372
Cr/(Cr+Al)	0.738	0.737	0.737	0.738	0.738	0.736	0.738	0.722	0.716	0.716	0.715	0.715	0.712	0.711
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.418	0.419	0.417	0.416	0.416	0.414	0.419	0.457	0.448	0.446	0.460	0.463	0.484	0.443
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.085	0.083	0.085	0.086	0.082	0.086	0.083	0.081	0.082	0.083	0.068	0.076	0.055	0.084
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.239	0.242	0.241	0.240	0.241	0.241	0.240	0.256	0.261	0.260	0.266	0.264	0.272	0.265
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.676	0.676	0.674	0.674	0.677	0.673	0.677	0.663	0.657	0.657	0.666	0.660	0.673	0.651
Cr/Mg	2.271	2.276	2.258	2.262	2.268	2.251	2.281	2.396	2.332	2.318	2.418	2.412	2.553	2.293
Cr/(Cr+Fe)	0.694	0.695	0.693	0.693	0.696	0.694	0.695	0.678	0.679	0.678	0.688	0.679	0.690	0.678
Cr/Al	2.822	2.795	2.797	2.811	2.814	2.790	2.818	2.595	2.523	2.523	2.502	2.504	2.473	2.460
Cr/Fe	2.266	2.276	2.260	2.261	2.290	2.267	2.274	2.111	2.112	2.111	2.200	2.120	2.229	2.103
Cr/Fe(gewig)	2.110	2.119	2.104	2.106	2.133	2.111	2.117	1.965	1.967	1.965	2.049	1.974	2.076	1.958
Cr ³⁺	67.600	67.600	67.400	67.400	67.700	67.300	67.700	66.300	65.700	65.700	66.600	66.000	67.300	65.100
Fe ³⁺	8.500	8.300	8.500	8.600	8.300	8.500	8.300	8.100	8.200	8.300	6.800	7.600	5.500	8.400
Al ³⁺	23.900	24.200	24.100	24.000	24.100	24.100	24.000	25.600	26.100	26.000	26.600	26.400	27.200	26.500

10.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-20-08	CR-20-09	CR-20-10	CR-20-11	CR-20-12	CR-20-13	CR-20-14	CR-20-15	CR-20-16	CR-20-17	CR-20-18	CR-20-19	CR-20-20	CR-20-GEM
TiO ₂	0.46	0.43	0.45	0.47	0.44	0.49	0.47	0.46	0.50	0.46	0.46	0.46	0.43	0.46
Al ₂ O ₃	13.66	13.57	13.54	13.56	13.54	13.41	13.54	13.55	13.39	13.58	13.48	13.61	13.61	13.55
Cr ₂ O ₃	50.21	50.48	50.42	50.34	50.40	50.47	50.36	50.42	50.45	50.39	50.27	50.08	50.48	50.52
FeO	22.62	22.59	22.61	22.60	22.54	22.59	22.46	22.66	22.40	22.52	22.70	22.46	22.59	22.52
MnO	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.07	0.07	0.03	0.06
MgO	11.78	11.73	11.70	11.50	11.69	11.59	11.65	11.68	11.66	11.65	11.65	11.76	11.74	11.54
Totaal	98.80	98.86	98.78	98.54	98.67	98.60	98.56	98.84	98.45	98.65	98.63	98.44	98.88	98.65

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.090	0.084	0.088	0.092	0.086	0.096	0.092	0.090	0.098	0.090	0.090	0.090	0.084	0.090
Al	4.168	4.142	4.137	4.158	4.141	4.109	4.147	4.138	4.107	4.155	4.126	4.168	4.153	4.150
Cr	10.281	10.339	10.337	10.357	10.344	10.378	10.349	10.333	10.384	10.345	10.326	10.290	10.335	10.382
Fe ³⁺	1.371	1.352	1.350	1.301	1.343	1.321	1.320	1.350	1.313	1.320	1.368	1.362	1.345	1.288
Fe ²⁺	3.527	3.541	3.552	3.616	3.550	3.592	3.561	3.562	3.562	3.570	3.563	3.519	3.546	3.606
Mn	0.015	0.013	0.013	0.015	0.013	0.011	0.018	0.015	0.011	0.011	0.015	0.015	0.007	0.013
Mg	4.547	4.529	4.522	4.460	4.523	4.493	4.513	4.513	4.524	4.509	4.511	4.556	4.531	4.471

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.563	0.561	0.560	0.552	0.560	0.556	0.559	0.559	0.559	0.558	0.559	0.564	0.561	0.553
Mg/(Mg+Fe)	0.481	0.481	0.480	0.476	0.480	0.478	0.480	0.479	0.481	0.480	0.478	0.483	0.481	0.477
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.389	0.382	0.380	0.360	0.378	0.368	0.371	0.379	0.369	0.370	0.384	0.387	0.379	0.357
Cr/(Cr+Al)	0.711	0.714	0.714	0.714	0.714	0.716	0.714	0.714	0.717	0.714	0.715	0.712	0.713	0.714
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.437	0.439	0.440	0.448	0.440	0.444	0.441	0.441	0.441	0.442	0.441	0.436	0.439	0.447
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.087	0.085	0.085	0.082	0.085	0.084	0.084	0.085	0.083	0.083	0.086	0.086	0.085	0.081
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.263	0.262	0.261	0.263	0.262	0.260	0.262	0.262	0.260	0.263	0.261	0.263	0.262	0.262
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.650	0.653	0.653	0.655	0.654	0.656	0.654	0.653	0.657	0.654	0.653	0.650	0.653	0.656
Cr/Mg	2.261	2.283	2.286	2.322	2.287	2.310	2.293	2.290	2.295	2.294	2.289	2.259	2.281	2.322
Cr/(Cr+Fe)	0.677	0.679	0.678	0.678	0.679	0.679	0.679	0.678	0.680	0.679	0.677	0.678	0.679	0.680
Cr/Al	2.466	2.496	2.499	2.491	2.498	2.525	2.496	2.497	2.528	2.490	2.502	2.469	2.489	2.502
Cr/Fe	2.099	2.113	2.109	2.106	2.114	2.113	2.120	2.104	2.130	2.116	2.094	2.108	2.113	2.121
Cr/Fe(gewig)	1.954	1.967	1.963	1.961	1.969	1.967	1.974	1.959	1.983	1.970	1.950	1.963	1.967	1.975
Cr ³⁺	65.000	65.300	65.300	65.500	65.400	65.600	65.400	65.300	65.700	65.400	65.300	65.000	65.300	65.600
Fe ³⁺	8.700	8.500	8.500	8.200	8.500	8.400	8.300	8.500	8.300	8.300	8.600	8.600	8.500	8.100
Al ³⁺	26.300	26.200	26.100	26.300	26.200	26.000	26.200	26.200	26.000	26.300	26.100	26.300	26.200	26.200

311.

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-21-01	CR-21-02	CR-21-03	CR-21-04	CR-21-05	CR-21-06	CR-21-07	CR-21-08	CR-21-09	CR-21-10	CR-21-11	CR-21-12	CR-21-13	CR-21-14
TiO ₂	0.40	0.39	0.39	0.41	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.40	0.37	0.39	0.39
Al ₂ O ₃	17.33	17.52	17.40	17.32	17.41	17.32	17.14	17.28	17.41	17.39	17.29	17.34	17.41	17.20
Cr ₂ O ₃	46.34	46.63	47.41	46.98	47.09	46.70	47.18	46.86	46.83	47.00	46.94	47.94	46.37	47.09
FeO	20.68	22.66	20.34	20.74	20.62	20.38	20.07	20.48	20.39	21.14	20.65	20.66	20.39	20.60
MnO	0.10	0.08	0.08	0.06	0.05	0.07	0.05	0.03	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05
MgO	13.70	13.65	12.93	13.69	13.76	13.51	13.35	13.61	13.70	13.29	13.70	13.62	13.68	13.66
Totaal	98.55	100.93	98.55	99.20	99.32	98.37	98.17	98.64	98.76	99.24	99.02	99.99	98.29	98.99

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.076	0.072	0.074	0.077	0.073	0.074	0.073	0.072	0.072	0.070	0.076	0.069	0.074	0.074
Al	5.150	5.099	5.200	5.120	5.137	5.163	5.129	5.137	5.164	5.152	5.119	5.095	5.185	5.097
Cr	9.241	9.106	9.507	9.319	9.324	9.341	9.473	9.347	9.321	9.343	9.326	9.452	9.267	9.364
Fe ³⁺	1.457	1.650	1.144	1.406	1.392	1.347	1.253	1.372	1.371	1.365	1.403	1.314	1.400	1.391
Fe ²⁺	2.904	3.030	3.169	2.945	2.926	2.964	3.009	2.948	2.921	3.079	2.936	2.994	2.909	2.942
Mn	0.021	0.017	0.017	0.013	0.011	0.015	0.011	0.006	0.011	0.011	0.009	0.013	0.011	0.011
Mg	5.150	5.025	4.888	5.120	5.136	5.095	5.053	5.118	5.141	4.980	5.131	5.063	5.154	5.121

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.639	0.624	0.607	0.635	0.637	0.632	0.627	0.635	0.638	0.618	0.636	0.628	0.639	0.635
Mg/(Mg+Fe)	0.541	0.518	0.531	0.541	0.543	0.542	0.543	0.542	0.545	0.528	0.542	0.540	0.545	0.542
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.502	0.544	0.361	0.477	0.475	0.454	0.416	0.466	0.470	0.443	0.478	0.439	0.481	0.473
Cr/(Cr+Al)	0.642	0.641	0.646	0.645	0.645	0.644	0.649	0.645	0.643	0.645	0.646	0.650	0.641	0.647
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.361	0.376	0.393	0.365	0.363	0.368	0.373	0.365	0.362	0.382	0.364	0.372	0.361	0.365
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.092	0.104	0.072	0.089	0.088	0.085	0.079	0.087	0.086	0.086	0.089	0.083	0.088	0.088
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.325	0.322	0.328	0.323	0.324	0.326	0.323	0.324	0.326	0.325	0.323	0.321	0.327	0.322
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.583	0.574	0.600	0.588	0.588	0.589	0.598	0.590	0.588	0.589	0.588	0.596	0.585	0.591
Cr/Mg	1.794	1.812	1.945	1.820	1.815	1.834	1.875	1.826	1.813	1.876	1.817	1.867	1.798	1.829
Cr/(Cr+Fe)	0.679	0.660	0.688	0.682	0.683	0.684	0.690	0.684	0.685	0.678	0.683	0.687	0.683	0.684
Cr/Al	1.794	1.786	1.828	1.820	1.815	1.809	1.847	1.820	1.805	1.814	1.822	1.855	1.787	1.837
Cr/Fe	2.119	1.946	2.204	2.142	2.159	2.167	2.223	2.163	2.172	2.102	2.149	2.194	2.150	2.161
Cr/Fe(gewig)	1.973	1.812	2.052	1.994	2.011	2.017	2.070	2.014	2.022	1.957	2.001	2.043	2.002	2.012
Cr ³⁺	58.300	57.400	60.000	58.800	58.800	58.900	59.700	58.900	58.800	58.900	58.800	59.600	58.500	59.100
Fe ³⁺	9.200	10.400	7.200	8.900	8.800	8.500	7.900	8.700	8.600	8.600	8.900	8.300	8.800	8.800
Al ³⁺	32.500	32.200	32.800	32.300	32.400	32.600	32.300	32.400	32.600	32.500	32.300	32.100	32.700	32.200

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMIITIELAE

Monsternr.	CR-21-15	CR-21-16	CR-21-17	CR-21-18	CR-21-19	CR-21-20	CR-21-GEM	CR-22-01	CR-22-02	CR-22-03	CR-22-04	CR-22-05	CR-22-06	CR-22-07
TiO ₂	0.40	0.39	0.38	0.42	0.39	0.46	0.39	0.41	0.44	0.43	0.41	0.38	0.41	0.40
Al ₂ O ₃	17.29	17.34	17.19	17.81	17.36	17.00	17.34	14.08	14.29	14.27	14.31	14.28	14.10	14.25
Cr ₂ O ₃	47.20	46.77	47.23	47.08	47.00	46.88	46.94	50.32	50.43	50.40	50.38	50.24	50.30	50.37
FeO	20.58	20.58	20.35	20.16	20.56	20.50	20.63	22.05	21.63	21.85	21.90	21.84	22.00	21.95
MnO	0.04	0.04	0.07	0.03	0.07	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.08	0.08	0.06
MgO	13.59	13.55	13.43	13.21	13.89	13.70	13.56	11.62	11.42	11.82	11.78	11.94	11.85	11.96
Totaal	99.10	98.67	98.65	98.71	99.27	98.59	98.92	98.54	98.28	98.85	98.88	98.76	98.74	98.99

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.076	0.074	0.072	0.080	0.073	0.087	0.074	0.080	0.086	0.083	0.080	0.074	0.080	0.077
Al	5.120	5.154	5.118	5.296	5.121	5.058	5.143	4.305	4.383	4.342	4.353	4.344	4.296	4.326
Cr	9.379	9.328	9.436	9.394	9.303	9.359	9.341	10.323	10.378	10.290	10.284	10.255	10.283	10.261
Fe ³⁺	1.349	1.370	1.301	1.150	1.429	1.408	1.368	1.212	1.067	1.201	1.203	1.253	1.262	1.258
Fe ²⁺	2.976	2.971	2.999	3.104	2.875	2.920	2.974	3.573	3.640	3.517	3.524	3.461	3.495	3.471
Mn	0.009	0.009	0.015	0.006	0.015	0.011	0.013	0.013	0.015	0.017	0.022	0.017	0.018	0.013
Mg	5.091	5.095	5.058	4.969	5.183	5.156	5.087	4.494	4.430	4.549	4.533	4.595	4.567	4.593

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.631	0.632	0.628	0.615	0.643	0.638	0.631	0.557	0.549	0.564	0.563	0.570	0.567	0.570
Mg/(Mg+Fe)	0.541	0.540	0.540	0.539	0.546	0.544	0.539	0.484	0.485	0.491	0.489	0.494	0.490	0.493
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.453	0.461	0.434	0.371	0.497	0.482	0.460	0.339	0.293	0.342	0.341	0.362	0.361	0.362
Cr/(Cr+Al)	0.647	0.644	0.648	0.640	0.645	0.649	0.645	0.706	0.703	0.703	0.703	0.702	0.705	0.703
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.369	0.368	0.372	0.385	0.357	0.362	0.369	0.443	0.451	0.436	0.437	0.430	0.433	0.430
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.085	0.086	0.082	0.073	0.090	0.089	0.086	0.076	0.067	0.076	0.076	0.079	0.080	0.079
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.323	0.325	0.323	0.334	0.323	0.320	0.324	0.272	0.277	0.274	0.275	0.274	0.271	0.273
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.592	0.588	0.595	0.593	0.587	0.591	0.589	0.652	0.656	0.650	0.649	0.647	0.649	0.648
Cr/Mg	1.842	1.831	1.865	1.891	1.795	1.815	1.836	2.297	2.342	2.262	2.269	2.232	2.252	2.234
Cr/(Cr+Fe)	0.684	0.682	0.687	0.688	0.684	0.684	0.683	0.683	0.688	0.686	0.685	0.685	0.684	0.684
Cr/Al	1.832	1.810	1.844	1.774	1.817	1.850	1.816	2.398	2.368	2.370	2.362	2.361	2.394	2.372
Cr/Fe	2.169	2.149	2.194	2.208	2.161	2.162	2.151	2.158	2.205	2.181	2.175	2.175	2.162	2.170
Cr/Fe (gewig)	2.019	2.001	2.043	2.056	2.013	2.013	2.003	2.009	2.053	2.031	2.025	2.025	2.013	2.020

Cr ³⁺	59.200	58.800	59.500	59.300	58.700	59.100	58.900	65.200	65.600	65.000	64.900	64.700	64.900	64.800
Fe ³⁺	8.500	8.600	8.200	7.300	9.000	8.900	8.600	7.600	6.700	7.600	7.600	7.900	8.000	7.900
Al ³⁺	32.300	32.500	32.300	33.400	32.300	32.000	32.400	27.200	27.700	27.400	27.500	27.400	27.100	27.300

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-22-08	CR-22-09	CR-22-10	CR-22-11	CR-22-12	CR-22-13	CR-22-14	CR-22-15	CR-22-16	CR-22-17	CR-22-18	CR-22-19	CR-22-20	CR-22-GEM
TiO ₂	0.43	0.42	0.39	0.39	0.41	0.40	0.39	0.40	0.39	0.41	0.41	0.40	0.41	0.41
Al ₂ O ₃	14.35	14.26	14.31	14.30	14.25	14.33	14.42	14.39	14.32	14.23	14.27	14.45	14.23	14.28
Cr ₂ O ₃	50.14	50.31	50.47	50.32	50.52	50.28	50.18	50.45	50.50	50.46	50.42	50.19	50.08	50.34
FeO	22.01	21.94	22.03	22.04	21.96	22.01	21.91	21.95	21.99	21.94	22.03	22.07	21.92	21.95
MnO	0.09	0.08	0.05	0.08	0.05	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.07
MgO	11.88	11.87	11.84	11.85	12.00	12.01	11.98	11.98	11.93	11.96	11.95	11.83	11.87	11.87
Totaal	98.90	98.88	99.09	98.98	99.19	99.10	98.95	99.23	99.19	99.06	99.14	99.00	98.60	98.92

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.083	0.081	0.076	0.076	0.079	0.077	0.076	0.077	0.075	0.079	0.079	0.077	0.080	0.080
Al	4.361	4.336	4.343	4.344	4.318	4.343	4.376	4.357	4.340	4.318	4.327	4.387	4.338	4.340
Cr	10.223	10.265	10.279	10.257	10.271	10.225	10.217	10.249	10.269	10.274	10.258	10.224	10.244	10.267
Fe ³⁺	1.249	1.236	1.227	1.247	1.253	1.276	1.256	1.240	1.240	1.249	1.257	1.234	1.259	1.234
Fe ²⁺	3.497	3.498	3.519	3.504	3.469	3.457	3.462	3.476	3.489	3.475	3.483	3.521	3.483	3.500
Mn	0.020	0.017	0.011	0.017	0.011	0.015	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.020	0.015
Mg	4.567	4.566	4.546	4.554	4.599	4.605	4.598	4.588	4.573	4.591	4.583	4.543	4.577	4.564

314.

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.566	0.566	0.564	0.565	0.570	0.571	0.571	0.569	0.567	0.569	0.568	0.563	0.568	0.566
Mg/(Mg+Fe)	0.490	0.491	0.489	0.489	0.493	0.493	0.494	0.493	0.492	0.493	0.492	0.489	0.491	0.491
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.357	0.353	0.349	0.356	0.361	0.369	0.363	0.357	0.355	0.359	0.361	0.350	0.362	0.353
Cr/(Cr+Al)	0.701	0.703	0.703	0.702	0.704	0.702	0.700	0.702	0.703	0.704	0.703	0.700	0.702	0.703
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.434	0.434	0.436	0.435	0.430	0.429	0.429	0.431	0.433	0.431	0.432	0.437	0.432	0.434
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.079	0.078	0.077	0.079	0.079	0.081	0.079	0.078	0.078	0.079	0.079	0.078	0.080	0.078
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.275	0.274	0.274	0.274	0.273	0.274	0.276	0.275	0.274	0.273	0.273	0.277	0.274	0.274
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.646	0.648	0.649	0.647	0.648	0.645	0.645	0.647	0.648	0.649	0.647	0.645	0.647	0.648
Cr/Mg	2.239	2.248	2.261	2.252	2.233	2.221	2.222	2.234	2.245	2.238	2.238	2.250	2.238	2.250
Cr/(Cr+Fe)	0.683	0.684	0.684	0.683	0.685	0.683	0.684	0.685	0.685	0.685	0.684	0.683	0.684	0.684
Cr/Al	2.344	2.367	2.367	2.361	2.379	2.354	2.335	2.352	2.366	2.379	2.371	2.331	2.361	2.365
Cr/Fe	2.154	2.168	2.166	2.159	2.175	2.160	2.166	2.173	2.172	2.175	2.164	2.150	2.160	2.168
Cr/Fe(gewig)	2.006	2.019	2.017	2.010	2.025	2.011	2.016	2.024	2.022	2.025	2.015	2.002	2.011	2.019
Cr ³⁺	64.600	64.800	64.900	64.700	64.800	64.500	64.500	64.700	64.800	64.900	64.800	64.500	64.700	64.800
Fe ³⁺	7.900	7.800	7.700	7.900	7.900	8.100	7.900	7.800	7.800	7.900	7.900	7.800	7.900	7.800
Al ³⁺	27.500	27.400	27.400	27.400	27.300	27.400	27.600	27.500	27.400	27.300	27.300	27.700	27.400	27.400

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMITIETLAE

Monsternr.	CR-23-01	CR-23-02	CR-23-03	CR-23-04	CR-23-05	CR-23-06	CR-23-07	CR-23-08	CR-23-09	CR-23-10	CR-23-11	CR-23-12	CR-23-13	CR-23-14
TiO ₂	0.50	0.50	0.51	0.49	0.48	0.48	0.53	0.53	0.50	0.51	0.52	0.52	0.52	0.51
Al ₂ O ₃	14.06	14.06	14.17	13.72	12.84	12.73	14.61	14.24	13.94	14.75	14.20	14.23	14.08	14.27
Cr ₂ O ₃	49.86	50.31	50.30	50.50	54.53	54.67	50.68	50.42	49.89	50.30	50.40	50.02	50.19	49.65
FeO	25.61	25.51	25.15	25.27	22.93	22.88	24.56	25.15	25.53	23.97	25.40	25.23	25.06	25.28
MnO	0.15	0.17	0.15	0.18	0.21	0.28	0.14	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.15
TgO	9.12	9.05	8.84	8.96	8.39	8.24	8.75	8.96	8.96	8.84	9.09	9.04	9.17	9.14
Totaal	99.30	99.60	99.12	99.12	99.38	99.28	99.27	99.46	98.99	98.53	99.78	99.21	99.19	99.00

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.099	0.098	0.101	0.097	0.096	0.096	0.105	0.104	0.099	0.101	0.102	0.103	0.103	0.101
Al	4.345	4.337	4.395	4.259	4.014	3.989	4.521	4.398	4.328	4.589	4.369	4.402	4.355	4.418
Cr	10.340	10.412	10.468	10.519	11.438	11.496	10.524	10.449	10.392	10.502	10.406	10.382	10.416	10.314
Fe ³⁺	1.117	1.054	0.936	1.028	0.356	0.322	0.746	0.944	1.082	0.707	1.020	1.011	1.023	1.066
Fe ²⁺	4.500	4.530	4.599	4.538	4.731	4.766	4.648	4.568	4.542	4.586	4.526	4.527	4.477	4.488
Mn	0.033	0.038	0.033	0.040	0.047	0.063	0.031	0.036	0.038	0.036	0.038	0.038	0.038	0.033
Mg	3.566	3.531	3.468	3.518	3.318	3.267	3.425	3.501	3.519	3.479	3.538	3.537	3.588	3.580

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.442	0.438	0.430	0.437	0.412	0.407	0.424	0.434	0.437	0.431	0.439	0.439	0.445	0.444
Mg/(Mg+Fe)	0.388	0.387	0.385	0.387	0.395	0.391	0.388	0.388	0.385	0.397	0.390	0.390	0.395	0.392
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0.248	0.233	0.203	0.226	0.075	0.068	0.160	0.207	0.238	0.154	0.225	0.223	0.229	0.238
Cr/(Cr+Al)	0.704	0.706	0.704	0.712	0.740	0.742	0.700	0.704	0.706	0.696	0.704	0.702	0.705	0.700
Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg)	0.558	0.562	0.570	0.563	0.588	0.593	0.576	0.566	0.563	0.569	0.561	0.561	0.555	0.556
Fe ³⁺ /(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.071	0.067	0.059	0.065	0.023	0.020	0.047	0.060	0.068	0.045	0.065	0.064	0.065	0.067
Al/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.275	0.274	0.278	0.270	0.254	0.252	0.286	0.279	0.274	0.290	0.277	0.279	0.276	0.280
Cr/(Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.654	0.659	0.663	0.665	0.724	0.727	0.666	0.662	0.658	0.665	0.659	0.657	0.660	0.653
Cr/Mg	2.900	2.949	3.018	2.990	3.448	3.519	3.072	2.985	2.953	3.018	2.941	2.935	2.903	2.881
Cr/(Cr+Fe)	0.648	0.651	0.654	0.654	0.692	0.693	0.661	0.655	0.649	0.665	0.652	0.652	0.654	0.650
Cr/Al	2.380	2.401	2.382	2.470	2.850	2.882	2.328	2.376	2.401	2.288	2.382	2.359	2.392	2.335
Cr/Fe	1.841	1.865	1.891	1.890	2.249	2.259	1.951	1.896	1.848	1.984	1.876	1.875	1.894	1.857
Cr/Fe(gewig)	1.714	1.736	1.761	1.759	2.094	2.104	1.817	1.765	1.720	1.847	1.747	1.745	1.763	1.729
Cr ³⁺	65.400	65.900	66.300	66.500	72.400	72.700	66.600	66.200	65.800	66.500	65.900	65.700	65.900	65.300
Fe ³⁺	7.100	6.700	5.900	6.500	2.300	2.000	4.700	6.000	6.800	4.500	6.500	6.400	6.500	6.700
Al ³⁺	27.500	27.400	27.800	26.900	25.400	25.200	28.600	27.900	27.400	29.100	27.700	27.900	27.600	28.000

ONTLEDINGS VAN CHROMIETE VAN CHROMIETLAE

Monsternr.	CR-23-15	CR-23-16	CR-23-17	CR-23-18	CR-23-19	CR-23-20	CR-23-GEM
TiO ₂	0.52	0.50	0.46	0.52	0.50	0.50	0.55
Al ₂ O ₃	13.86	14.09	12.44	13.71	13.78	13.56	13.87
Cr ₂ O ₃	50.13	50.14	54.32	49.66	49.82	50.23	50.80
FeO	25.13	25.51	23.61	25.60	25.78	25.68	24.94
MnO	0.18	0.16	0.21	0.15	0.16	0.17	0.17
MgO	9.11	9.13	8.21	9.14	9.23	9.14	8.93
Totaal	98.93	99.53	99.25	98.78	99.27	99.28	99.26

AANTAL KATIONE PER 32 SUURSTOWWE

Ti	0.103	0.098	0.092	0.103	0.099	0.099	0.109
Al	4.302	4.345	3.904	4.262	4.261	4.200	4.299
Cr	10.441	10.376	11.439	10.359	10.337	10.439	10.566
Fe ³⁺	1.050	1.082	0.473	1.172	1.204	1.164	0.917
Fe ²⁺	4.486	4.501	4.785	4.475	4.453	4.480	4.569
Mn	0.040	0.035	0.047	0.034	0.036	0.038	0.038
Mg	3.577	3.562	3.259	3.594	3.610	3.581	3.502

KATIOON- EN GEWIGSVERHOUDINGS

Mg / (Mg+Fe ²⁺)	0.444	0.442	0.405	0.445	0.448	0.444	0.434
Mg / (Mg+Fe)	0.392	0.390	0.383	0.389	0.390	0.388	0.390
Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0.234	0.240	0.099	0.262	0.271	0.260	0.201
Cr / (Cr+Al)	0.708	0.705	0.746	0.709	0.708	0.713	0.711
Fe ²⁺ / (Fe ²⁺ +Mg)	0.556	0.558	0.595	0.555	0.552	0.556	0.566
Fe ³⁺ / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.067	0.068	0.030	0.074	0.076	0.074	0.058
Al / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.272	0.275	0.247	0.270	0.270	0.266	0.272
Cr / (Al+Fe ³⁺ +Cr)	0.661	0.657	0.723	0.656	0.654	0.661	0.669
Cr / Mg	2.919	2.913	3.510	2.882	2.863	2.915	3.017
Cr / (Cr+Fe)	0.654	0.650	0.685	0.647	0.646	0.649	0.658
Cr / Al	2.427	2.388	2.930	2.431	2.426	2.486	2.458
Cr / Fe	1.886	1.858	2.175	1.834	1.827	1.849	1.926
Cr / Fe (gewig)	1.756	1.730	2.026	1.708	1.701	1.722	1.793
Cr ³⁺	66.100	65.700	72.300	65.600	65.400	66.100	66.900
Fe ³⁺	6.600	6.800	3.000	7.400	7.600	7.400	5.800
Al ³⁺	27.200	27.500	24.700	27.000	27.000	26.600	27.200

BYLAAG 8-1

METAMORFE GESTEENTES VAN DIE PRETORIA GROEP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14
SiO ₂	68.24	65.70	63.06	56.56	60.71	61.25	68.32	61.89	60.73	61.11	67.87	63.99	55.03	81.71
TiO ₂	0.69	0.67	0.75	1.11	0.59	0.76	0.77	0.87	0.70	0.72	0.72	0.81	1.67	0.42
Al ₂ O ₃	13.48	15.04	18.62	28.65	7.62	19.13	16.46	17.43	20.86	21.32	12.96	18.66	13.11	5.09
FeO	6.21	6.24	6.65	10.18	26.19	7.87	5.41	9.19	7.25	5.60	0.63	5.97	12.12	2.89
MnO	0.08	0.10	0.02	0.06	0.02	0.13	0.04	0.16	0.06	0.11	0.01	0.07	0.24	0.07
MgO	3.05	3.14	1.32	0.35	0.01	2.99	2.10	3.57	1.52	2.37	0.04	2.02	5.21	0.69
CaO	0.88	0.52	0.05	0.29	0.18	0.70	0.35	0.74	1.39	0.27	1.91	0.30	4.67	4.74
Na ₂ O	1.70	1.34	0.60	0.27	0.28	1.41	1.46	1.90	1.47	1.64	5.59	0.98	6.39	2.61
K ₂ O	3.54	4.43	3.41	0.07	0.21	3.22	2.98	2.87	3.23	4.33	0.66	4.01	0.06	0.11
P ₂ O ₅	0.27	0.20	0.08	0.27	0.29	0.09	0.10	0.08	0.18	0.06	0.05	0.07	0.20	0.11
GV	0.93	1.22	4.00	0.64	0.43	1.21	1.56	0.48	1.23	1.82	9.43	1.87	-0.11	1.13
H ₂ O-	0.12	0.23	0.50	0.22	0.14	0.17	0.16	0.20	0.12	0.15	0.24	0.22	0.07	0.06
Totaal	99.19	98.83	99.06	98.67	96.67	98.93	99.71	99.38	98.74	99.50	100.11	98.97	98.66	99.63

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	26	24	15	21	32	38	21	41	29	24	4	20	48	13
Cr	160	123	169	409	250	144	118	203	159	140	64	145	127	62
V	99	99	131	268	171	125	103	145	132	121	51	112	420	64
Zn	74	84	66	46	1	125	75	102	76	108	1	42	137	30
Cu	40	26	0	0	5	542	0	9	53	1	12	10	415	16
Ni	67	56	48	110	50	71	48	80	49	84	6	36	106	23
Ba	437	512	413	18	253	282	295	239	481	274	419	283	99	60
Sc	15	16	18	39	18	23	18	22	16	21	8	19	39	9
Nb	10	10	16	17	7	12	14	13	14	13	21	18	6	5
Zr	160	165	188	228	170	138	178	158	194	130	188	196	148	449
Y	20	21	26	27	29	26	26	23	23	26	0	28	52	13
Sr	183	143	88	29	93	70	60	114	168	86	98	77	58	29
Rb	149	190	174	4	9	186	148	136	161	210	18	161	0	2

Naam	Cor.hf	Cor.hf	Chi.lei	Gra.and.hf	Fe.qz	Cor.hf	Cor.chi.hf	Opx.hf	Chi.lei	Chi.lei	Lei	Cor.hf	Hb.hf	Dio.fels
Modaal	kwa.	kwa.	kwa.	and.	kwa.	cor.	cor.	cor.	kwa.	kwa.	kwa.	cor.	hbl.	dio.
	cor.	bio.	and.	kwa.	mag.	kwa.	and.	kwa.	and.	and.	pla.	kwa.	kwa.	kwa.
	bio.	cor.	bio.	gra.	mus.	bio.	kwa.	opx.	bio.	cor.	erts	bio.	pla.	erts
	ort.	ort.	mus.	chl.		mus.	mus.	ort.	mus.	mus.		mus.	bio.	sfe.
Plaas	Drie- fontein 7 JO	Zwart- fontein 34 JP	Ryk- voorby 96 JF	Zand- poortje 95 JF	Zand- poortje 95 JF	Leeuw- fontein 61 JF	Berg- fontein 60 JP	Petrus- dam 55 JF	Nooit- gedacht 100 JP	Kareepoort- fontein 86 JF	Roode- sloot 84 JP	Roode- sloot 84 JP	Syfer- fontein 76 JF	Syfer- fontein 76 JF

317.

METAMORFE GESTEENTES VAN DIE PRETORIA GROEP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	M-15	M-16	M-17	M-18	M-19	M-20	M-21	M-22	M-23	M-24	M-25	M-26	M-27	M-28
SiO ₂	51.73	63.57	64.31	59.68	7.97	62.15	64.18	64.71	65.54	64.30	61.63	67.68	66.10	61.70
TiO ₂	1.55	0.77	0.89	0.77	0.11	0.83	0.80	0.77	0.75	0.52	0.60	0.44	0.56	0.57
Al ₂ O ₃	13.61	17.64	17.16	18.81	2.63	17.49	16.01	16.65	16.57	15.07	17.21	15.12	16.08	16.92
FeO	13.51	7.51	6.69	8.63	1.95	8.97	7.41	7.32	6.93	6.66	7.11	4.40	4.37	7.71
MnO	0.21	0.09	0.06	0.04	0.07	0.12	0.12	0.13	0.11	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04
MgO	10.20	2.74	3.07	3.30	0.69	3.46	3.57	3.13	2.74	3.40	3.61	3.31	3.64	3.15
CaO	3.25	0.52	0.38	0.34	49.78	0.45	0.61	1.34	0.71	0.46	0.35	0.63	0.46	0.42
Na ₂ O	3.27	0.99	1.83	1.40	0.24	1.22	2.31	1.96	1.86	1.88	1.38	2.35	1.76	1.99
K ₂ O	0.05	3.49	3.21	4.83	0.07	2.60	3.35	2.08	2.82	5.02	5.67	4.35	4.76	5.10
P ₂ O ₅	0.18	0.13	0.07	0.11	0.11	0.09	0.15	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09
GV	0.42	1.34	1.07	0.76	36.70	1.04	0.34	0.69	0.57	0.69	0.95	0.81	0.93	0.61
H ₂ O-	0.07	0.20	0.09	0.13	0.20	0.26	0.00	0.23	0.37	0.14	0.00	0.11	0.22	0.09
Totaal	98.05	98.99	98.82	98.80	100.52	98.68	98.85	99.09	99.05	98.27	98.64	99.30	98.97	98.39

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	64	28	34	33	12	39	30	25	32	18	27	13	23	24
Cr	111	162	146	151	41	204	167	181	180	183	140	99	146	132
V	294	143	129	136	33	144	120	131	127	68	76	48	68	59
Zn	189	108	103	84	30	98	97	97	86	82	93	46	73	113
Cu	268	19	1	1	16	13	10	24	3	2	0	0	55	2
Ni	99	43	62	67	50	99	69	37	64	60	67	36	52	78
Ba	9	228	231	234	33	168	400	275	316	236	275	302	426	213
Sc	44	21	22	25	33	25	18	21	19	18	17	11	13	14
Nb	4	12	13	11	2	13	12	10	11	12	12	13	13	12
Zr	125	151	173	161	28	147	164	182	197	152	153	152	156	163
Y	33	27	24	27	7	26	23	23	16	29	29	22	22	32
Sr	43	117	80	61	626	68	176	154	161	111	116	140	148	126
Rb	2	181	158	193	5	156	155	88	109	199	186	138	161	188

Naam	Ant.hf	Cor.hf	Cor.hf	Cor.hf	Ca.marmer	Cor.hf	Opx.hf	Opx.hf	Gra.opx.hf	Ant.hf	Cor.hf	Opx.hf	Nor.	Gra.cor.hf	
<u>Modaal</u>	ant. kwa. bio. erts	cor. kwa. bio. sul.	bio. kwa. cor. ort.	cor. kwa. ort. bio.	kal. kwa. dio. erts	cor. kwa. bio. sul.	opx. cor. bio. ort.	opx. cor. kwa. bio.	gra. cor. bio. opx.	ant. cor. kwa. bio.	cor. kwa. bio. mus.	opx. kwa. cor. bio.	opx. kwa. pla. bio.	opx. kwa. cor. bio.	gra. kwa. cor. bio.
<u>Plaas</u>	Syferfontein 76 JP	Koffykraal 69 JP	Schuinsdrift 75 JP	Leeuwfontein 61 JP	Leeuwfontein 61 JP	Zandfontein 35 JP	Olifantsfontein 33 JP	Nooitgedacht 146 KP	Nooitgedacht 146 KP	Doornrivier 98 JP	Witpoortje 88 JP	Doornlaagte 51 JP	Zelikatskop 16 JP	Zelikatskop 16 JP	

BYLAAG 8-1

METAMORFE GESTEENTES VAN DIE PRETORIA GROEP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	M-29	M-30	M-31	M-33	M-34	M-35	M-36	M-37	M-38	M-39	M-40	M-41	M-43	M-44
SiO ₂	63.49	65.39	62.46	51.43	66.12	62.61	63.38	63.02	40.21	60.93	58.66	61.39	59.78	65.79
TiO ₂	0.54	0.67	0.60	0.76	0.67	0.71	0.92	0.72	0.12	0.83	1.12	0.74	0.72	0.82
Al ₂ O ₃	16.73	15.98	14.97	14.41	18.46	21.45	16.15	11.92	19.31	18.11	28.25	18.89	20.34	14.73
FeO	5.72	6.53	6.42	9.92	5.77	5.86	9.81	7.51	5.06	8.66	9.04	8.73	8.21	8.29
MnO	0.04	0.15	0.07	0.20	0.05	0.11	0.12	0.26	0.67	0.13	0.05	0.11	0.21	0.08
MgO	4.10	2.88	5.24	6.86	0.94	2.45	3.12	1.96	0.01	3.55	0.61	2.57	2.21	2.98
CaO	0.52	1.04	2.87	9.69	0.32	0.99	0.78	10.21	32.48	0.52	0.19	0.33	0.83	0.75
Na ₂ O	2.14	1.64	0.41	3.79	1.22	1.56	1.01	3.06	0.01	1.36	0.21	1.18	1.41	1.78
K ₂ O	4.89	3.42	3.10	0.19	3.38	2.13	2.47	0.23	0.02	3.31	0.05	3.44	3.15	2.72
P ₂ O ₅	0.07	0.17	0.08	0.09	0.16	0.09	0.15	0.14	0.10	0.10	0.19	0.08	0.16	0.06
GV	0.85	0.99	2.14	0.53	1.74	1.13	0.93	0.30	0.24	1.05	-0.03	1.08	0.70	0.55
H ₂ O-	0.20	0.62	0.35	0.20	0.25	0.29	0.24	0.17	0.19	0.20	0.15	0.25	0.36	0.22
Totaal	99.29	99.38	98.71	98.07	99.88	99.38	99.08	99.50	98.42	98.75	98.49	98.79	98.08	98.77

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	21	25	20	50	25	32	35	21	8	41	29	33	33	33
Cr	86	164	113	381	149	151	166	116	53	212	371	140	207	159
V	64	84	79	264	125	130	141	82	12	148	244	124	92	117
Zn	83	92	163	87	39	109	101	60	16	109	31	80	206	94
Cu	0	0	10	26	43	0	34	0	6	1	0	1	1	0
Ni	47	67	55	156	40	74	58	41	47	91	107	68	82	60
Ba	291	563	483	60	464	219	353	50	17	252	6	189	676	312
Sc	11	16	15	43	18	22	23	17	16	25	35	23	17	18
Nb	12	11	12	5	16	11	16	10	1	12	19	10	15	11
Zr	206	222	152	77	218	135	199	172	70	148	236	137	143	195
Y	31	24	22	19	30	24	25	35	10	17	26	25	30	13
Sr	145	188	75	73	152	92	59	97	29	102	13	58	246	177
Rb	153	170	162	4	167	142	149	4	0	150	3	165	219	95

Naam	Opx.hf	Cor.hf	Opx.hf	Oli.nor	Cor.hf	Cor.hf	Cor.hf	Dio.fels	Gro.fels	Cor.hf	Gra.and.hf	Cor.hf	Opx.hf	Gr.opx.hf
Modaal	opx. kwa. cor. bio.	cor. kwa. bio. sul.	opx. kwa. cor. bio.	opx. oli. cor. kwa.	cor. kwa. bio. mus.	cor. kwa. bio.	cor. kwa. bio. erts	dio. kwa. bio.	gro. pre. epi.	cor. kwa. bio. mus.	gra. and. kwa.	cor. kwa. bio. mus.	opx. kwa. cor. bio.	gra. opx. cor. bio.
Flaas	Zelikats- kop 16 JP	Zelikats- kop 16 JP	Wolwe- hoek 135 KP	Roodekop- jesfontein 15 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Sand- bult 128 KP	Zand- poortje 95 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP	Nooit- gedacht 17 JP

319.

BYLAAG B-1

METAMORFE GESTEENTES VAN DIE PRETORIA GROEP
HEELGESTEENTE-ONTLEDINGS

Gest. Nr.	M-45	M-46	M-47	M-48	M-49	M-50	M-51
SiO ₂	53.18	51.76	59.44	65.94	48.46	63.55	46.66
TiO ₂	1.38	0.29	0.87	0.86	0.54	0.70	1.39
Al ₂ O ₃	20.47	8.17	11.31	11.16	11.79	16.62	21.08
FeO	13.12	9.71	6.61	4.70	11.36	6.98	3.78
MnO	0.19	0.18	0.21	0.17	0.35	0.11	0.12
MgO	6.14	20.31	3.62	2.04	1.80	3.18	4.19
CaO	1.30	5.72	14.53	11.10	19.16	2.24	20.62
Na ₂ O	1.67	1.51	2.17	2.66	2.52	1.28	0.79
K ₂ O	0.84	0.35	0.11	0.14	0.55	2.62	0.12
P ₂ O ₅	0.04	0.05	0.12	0.11	0.28	0.08	0.14
BV	-0.03	-0.17	0.36	0.71	0.45	1.24	0.53
H ₂ O	0.17	0.14	0.11	0.09	0.10	0.21	0.13
Totaal	98.47	98.02	99.46	99.68	97.36	98.81	99.55

SPOORELEMENTE IN DELE PER MILJOEN

Co	57	89	23	16	27	30	18
Cr	325	1865	100	108	88	182	146
V	242	152	90	76	54	117	150
Zn	110	69	74	66	184	109	54
Cu	12	29	8	3	0	21	0
Ni	116	795	67	41	51	72	43
Ba	290	93	39	50	114	306	149
Sc	35	31	15	13	15	22	26
Nb	17	1	12	8	17	18	13
Zr	219	31	275	241	211	242	203
Y	10	2	44	24	33	28	28
Sr	183	103	161	127	129	299	138
Rb	25	11	6	19	158	8	164

Naam	Nor.	Oli.nor.	Diop.fels	Diop.fels	Diop.fels	Cor.hf	Diop.fels
Modaal	opx. cor. bio. kwa.	oli. opx. pla. bio.	dio. kwa. pla.	dio. kwa. pla.	dio. kwa. pla.	cor. kwa. bio.	dio. sfeen kwa.
Plaas	Nooit- gedacht 17 JF	Nooit- gedacht 17 JF	Klare- stroom 147 KP	Klare- stroom 147 KP	Klare- stroom 147 KP	Klare- stroom 147 KP	Klare- stroom 147 KP

BYLAAG 8-2
 MINERAALONTLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Gest. Nr.	M-07	M-07	M-07	M-07	M-07	M-07	M-10	M-13	M-13	M-13	M-15	M-16	M-16	M-16
Min. Ass. Nr.	1	1	2	2	3	3	1	5a	5b	5	1	1	1	2
Mineraal	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Amf.	Amf.	Pla.	Amf.	Bio.	Cor.	Bio.
SiO ₂	34.22	48.89	36.18	49.28	35.87	47.98	35.91	52.45	47.37	65.57	53.59	35.38	47.71	35.24
TiO ₂	3.06	0.00	2.88	0.02	3.24	0.00	2.14	0.16	0.93	0.00	0.11	3.49	0.00	3.43
Al ₂ O ₃	20.08	31.77	20.32	31.61	19.78	32.06	19.87	0.88	6.69	21.04	2.95	19.38	31.82	19.43
FeO	22.26	10.95	22.14	11.04	21.85	11.12	20.42	28.76	20.43	0.14	19.94	21.59	11.15	21.51
MnO	0.08	0.16	0.08	0.14	0.06	0.16	0.05	0.71	0.32	0.00	0.40	0.12	0.24	0.13
MgO	6.23	6.04	6.54	5.99	6.17	6.10	7.80	13.61	10.76	0.00	19.93	6.32	6.22	6.22
CaO	0.04	0.01	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	1.13	9.40	2.52	0.37	0.05	0.03	0.04
Na ₂ O	0.05	0.26	0.03	0.00	0.10	0.00	0.08	0.21	1.80	10.51	0.23	0.12	0.11	0.13
K ₂ O	9.10	0.01	9.15	0.12	8.99	0.01	8.93	0.01	0.14	0.01	0.00	9.00	0.00	9.06
Totaal	95.12	98.09	97.36	98.22	96.10	97.45	95.22	97.92	97.84	99.79	97.52	95.45	97.28	95.19

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	5.286	5.101	5.419	5.135	5.443	5.044	5.460	7.539	6.799	11.569	7.373	4.922	5.033	4.918
Ti	0.356	0.000	0.324	0.001	0.370	0.000	0.245	0.017	0.100	0.000	0.011	0.365	0.000	0.360
Al	3.657	3.908	3.589	3.883	3.539	3.974	3.562	0.148	1.132	4.377	0.478	3.179	3.957	3.196
Fe	2.876	0.955	2.774	0.962	2.772	0.977	2.597	3.457	2.453	0.020	2.294	2.512	0.984	2.510
Mn	0.011	0.014	0.010	0.000	0.007	0.015	0.006	0.087	0.039	0.000	0.047	0.014	0.022	0.016
Mg	1.434	0.939	1.460	0.931	1.394	0.956	1.768	2.916	2.302	0.000	4.088	1.310	0.978	1.294
Ca	0.006	0.001	0.006	0.002	0.006	0.002	0.003	0.173	1.445	0.476	0.055	0.007	0.003	0.006
Na	0.015	0.053	0.008	0.000	0.029	0.000	0.024	0.059	0.502	3.597	0.060	0.032	0.022	0.036
K	1.793	0.001	1.749	0.017	1.741	0.002	1.733	0.002	0.025	0.002	0.000	1.598	0.000	1.613
Totaal	15.434	10.972	15.340	10.931	15.302	10.970	15.393	14.400	14.798	20.042	14.406	13.939	10.999	13.949
AANTAL [O]	22	18	22	18	22	18	22	23	23	32	23	22	18	22

Gest. Nr.	M-10	M-13	M-13	M-13	M-13	M-13	M-13	M-16	M-16	M-16	M-16	M-16	M-16	M-16
Min. Ass. Nr.	1	3a	3b	3	4a	4b	4	2	2	3	3	3	4	4
Mineraal	Cor.	Amf.	Amf.	Pla.	Amf.	Amf.	Pla.	Cor.	Ort.	Bio.	Cor.	Ort.	Bio.	Cor.
SiO ₂	47.56	52.43	54.93	66.48	52.19	47.32	65.94	47.93	65.85	35.19	48.01	66.36	35.19	47.82
TiO ₂	0.00	0.12	0.15	0.00	0.19	0.93	0.00	0.03	0.02	3.01	0.00	0.01	3.21	0.10
Al ₂ O ₃	32.49	0.77	9.81	20.99	0.81	7.44	21.11	31.94	18.48	19.51	32.20	18.43	19.29	31.93
FeO	10.82	28.55	17.85	0.00	28.34	19.29	0.20	11.01	0.07	21.76	11.18	0.11	21.60	11.17
MnO	0.38	0.75	0.41	0.00	0.73	0.31	0.00	0.25	0.00	0.14	0.25	0.00	0.14	0.23
MgO	6.56	13.63	8.25	0.00	13.65	10.26	0.00	6.32	0.00	6.79	6.42	0.00	6.69	6.38
CaO	0.01	1.28	2.61	2.26	1.29	9.47	2.55	0.03	0.07	0.05	0.02	0.07	0.04	0.02
Na ₂ O	0.00	0.18	3.16	10.36	0.21	1.89	10.59	0.14	1.96	0.09	0.04	2.30	0.13	0.16
K ₂ O	0.01	0.01	0.03	0.00	0.02	0.13	0.01	0.00	13.40	8.87	0.00	12.93	9.15	0.00
Totaal	97.83	97.72	97.20	100.09	97.43	97.04	100.40	97.65	99.85	95.41	98.12	100.21	95.44	97.81

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	4.985	7.550	7.511	11.653	7.537	6.807	11.569	5.034	12.042	4.899	5.020	12.067	4.905	5.023
Ti	0.000	0.013	0.016	0.000	0.020	0.100	0.000	0.002	0.002	0.316	0.000	0.001	0.337	0.001
Al	4.014	0.132	1.581	4.338	1.137	1.261	4.366	3.955	3.984	3.203	3.969	3.952	3.170	3.954
Fe	0.948	3.438	2.041	0.000	3.422	2.321	0.029	0.967	0.010	2.534	0.978	0.017	2.518	0.981
Mn	0.033	0.091	0.048	0.000	0.089	0.038	0.000	0.022	0.000	0.016	0.022	0.000	0.017	0.021
Mg	1.025	2.924	1.681	0.000	2.938	2.199	0.000	0.989	0.000	1.408	1.000	0.000	1.389	0.999
Ca	0.002	0.197	0.383	0.424	0.200	1.460	0.479	0.003	0.014	0.007	0.020	0.014	0.006	0.002
Na	0.000	0.050	0.837	3.522	0.057	0.527	3.604	0.028	0.694	0.025	0.008	0.812	0.036	0.033
K	0.002	0.003	0.006	0.002	0.003	0.024	0.002	0.000	3.128	1.575	0.000	2.999	1.627	0.000
Totaal	11.009	14.398	14.104	19.940	14.404	14.737	20.051	11.000	19.874	13.984	11.000	19.861	14.004	11.016
AANTAL [O]	18	23	23	32	23	23	32	18	32	22	18	32	22	18

BYLAAG 8-2
 MINERAALONTOLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Best. Nr.	M-16	M-20	M-20	M-20	M-20	M-20	M-20	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22
Min. Ass. Nr.	4	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	3a
Mineraal	Ort.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Opx.	Pla.	Bio.	Cor.	Opx.	Bio.	Bio.
SiO ₂	65.25	35.37	47.92	35.77	47.84	35.17	47.96	49.46	61.78	35.00	47.70	48.89	34.66	35.11
TiO ₂	0.02	3.78	0.00	3.82	0.01	3.87	0.01	0.14	0.00	5.16	0.00	0.15	5.07	5.01
Al ₂ O ₃	18.42	18.42	31.97	18.41	32.04	18.38	32.12	1.63	23.92	15.99	31.99	2.34	15.46	15.90
FeO	0.12	22.37	11.19	22.46	11.25	22.55	11.51	36.29	0.12	23.28	10.04	35.70	23.25	23.59
MnO	0.00	0.15	0.32	0.14	0.30	0.16	0.29	1.02	0.00	0.15	0.26	0.94	0.14	0.15
MgO	0.00	6.60	6.46	6.64	6.42	6.54	6.37	11.42	0.00	7.54	6.83	11.20	7.67	7.28
CaO	0.06	0.07	0.02	0.06	0.05	0.04	0.02	0.14	5.83	0.03	0.00	0.15	0.02	0.02
Na ₂ O	1.48	0.15	0.14	0.16	0.18	0.09	0.20	0.00	8.85	0.09	0.04	0.00	0.07	0.12
K ₂ O	14.27	9.09	0.00	8.95	0.01	9.01	0.00	0.00	0.19	8.69	0.00	0.00	8.83	9.01
Totaal	99.62	96.00	98.02	96.41	98.10	95.81	98.48	100.10	100.69	95.93	96.88	99.37	95.17	96.19

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	12.013	4.923	5.021	4.948	5.011	4.909	5.010	1.973	10.928	4.911	5.026	1.960	4.916	4.929
Ti	0.002	0.396	0.000	0.397	0.001	0.406	0.001	0.004	0.000	0.544	0.000	0.004	0.540	0.529
Al	3.999	3.023	3.949	3.003	3.957	3.024	3.955	0.077	4.988	2.646	3.973	0.111	2.586	2.631
Fe	0.019	2.604	0.980	2.598	0.985	2.632	1.006	1.211	0.018	2.731	0.885	1.197	2.758	2.770
Mn	0.000	0.018	0.028	0.017	0.027	0.019	0.025	0.034	0.000	0.017	0.023	0.032	0.017	0.018
Mg	0.000	1.368	1.009	1.369	1.003	1.361	0.992	0.679	0.000	1.577	1.072	0.669	1.621	1.524
Ca	0.012	0.010	0.002	0.009	0.006	0.006	0.002	0.006	1.104	0.004	0.000	0.006	0.003	0.003
Na	0.527	0.039	0.029	0.043	0.036	0.024	0.041	0.000	3.036	0.025	0.013	0.000	0.019	0.032
K	3.353	1.614	0.000	1.580	0.002	1.604	0.000	0.000	0.042	1.556	0.000	0.000	1.599	1.614
Totaal	19.925	13.996	11.019	13.964	11.028	13.986	11.032	3.984	20.117	14.013	10.993	3.980	14.059	14.050
AANTAL [O]	32	22	18	22	18	22	18	6	32	22	18	6	22	22

Best. Nr.	M-20	M-20	M-20	M-20	M-20	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22	M-22
Min. Ass. Nr.	3	4	4	5	5	1	1	3	3	3	3	4	4	4
Mineraal	Pla.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Cor.	Opx.	Pla.	Ort.	Bio.	Bio.	Cor.
SiO ₂	62.93	35.07	47.88	34.86	47.74	34.81	47.76	47.87	49.08	61.01	65.44	34.98	34.98	47.88
TiO ₂	0.00	3.81	0.02	3.55	0.00	5.20	0.00	0.00	0.12	0.00	0.02	5.22	5.22	0.00
Al ₂ O ₃	23.05	18.32	31.95	18.54	31.86	15.92	32.35	32.21	2.01	24.57	18.32	15.75	15.75	32.22
FeO	0.15	22.42	11.37	23.04	11.37	23.12	10.28	10.55	36.14	0.00	0.25	23.41	23.41	10.32
MnO	0.00	0.16	0.32	0.14	0.00	0.15	0.26	0.26	1.01	0.00	0.00	0.13	0.13	0.26
MgO	0.00	6.53	6.38	6.60	6.25	7.54	6.81	6.80	11.23	0.00	0.05	7.53	7.53	6.85
CaO	4.65	0.04	0.02	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	6.57	0.10	0.01	0.01	0.00
Na ₂ O	9.36	0.17	0.17	0.16	0.15	0.07	0.10	0.03	0.00	8.21	2.24	0.12	0.12	0.04
K ₂ O	0.15	8.98	0.00	8.69	0.00	9.13	0.00	0.00	0.00	0.16	12.91	9.00	9.00	0.00
Totaal	100.29	95.50	98.11	95.63	97.41	95.94	97.56	97.72	99.72	100.52	99.33	96.15	96.15	97.59

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	11.131	4.911	5.018	4.881	5.030	4.896	5.004	5.012	1.965	10.811	12.027	4.912	4.912	5.014
Ti	0.000	0.401	0.001	0.374	0.000	0.550	0.000	0.000	0.004	0.000	0.002	0.551	0.551	0.000
Al	4.807	3.024	3.948	3.061	3.957	2.640	3.996	3.976	0.095	5.134	3.969	2.606	2.606	3.978
Fe	0.022	2.625	0.997	2.698	1.002	2.720	0.901	0.924	1.210	0.000	0.039	2.749	2.749	0.904
Mn	0.000	0.019	0.028	0.017	0.000	0.018	0.023	0.023	0.034	0.000	0.000	0.015	0.015	0.023
Mg	0.000	1.363	0.996	1.377	0.982	1.581	1.063	1.061	0.670	0.000	0.015	1.576	1.576	1.069
Ca	0.882	0.006	0.002	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.006	1.248	0.019	0.001	0.001	0.000
Na	3.211	0.046	0.034	0.044	0.031	0.020	0.021	0.006	0.000	2.822	0.799	0.032	0.032	0.013
K	0.038	1.603	0.000	1.553	0.000	1.638	0.000	0.000	0.000	0.036	3.028	1.613	1.613	0.000
Totaal	20.088	14.000	11.024	14.013	11.007	14.063	11.008	11.002	3.984	20.051	19.899	14.056	14.056	11.003
AANTAL [O]	32	22	18	22	18	22	18	18	6	32	32	22	22	18

BYLAAG 8-2
 MINERAALONTLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Gest. Nr.	M-22	M-24	M-24	M-24	M-24	M-24	M-24	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26
Min. Ass. Nr.	4	1	1	2	2	2	3	1	2	2	2	3	3	3
Mineraal	Opx.	Cor.	Amf.	Cor.	Amf.	Pla.	Cor.	Opx.	Bio.	Cor.	Opx.	Bio.	Cor.	Opx.
SiO ₂	48.76	53.29	52.58	48.79	51.58	62.00	48.72	47.53	35.79	47.56	47.45	36.76	48.46	47.83
TiO ₂	0.18	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.14	4.45	0.00	0.16	4.12	0.01	0.16
Al ₂ O ₃	2.19	29.48	3.01	32.71	4.09	23.90	32.54	4.03	15.12	32.18	3.42	16.87	32.27	3.49
FeO	35.80	6.10	24.51	6.60	24.13	0.01	6.39	36.79	20.19	10.73	36.60	19.10	10.83	36.89
MnO	1.01	0.12	0.66	0.14	0.68	0.00	0.14	0.61	0.07	0.15	0.59	0.07	0.15	0.63
MgO	11.26	8.09	16.48	9.03	16.21	0.00	9.05	10.39	10.02	6.63	10.67	9.69	6.91	10.50
CaO	0.10	0.05	0.18	0.03	0.21	5.97	0.01	0.12	0.01	0.00	0.11	0.01	0.01	0.10
Na ₂ O	0.00	0.44	0.15	0.41	0.37	8.24	0.40	0.00	0.06	0.03	0.00	0.08	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	9.36	0.00	0.00	9.19	0.00	0.00
Totaal	99.30	97.59	97.62	97.71	97.34	100.14	97.25	99.61	95.07	97.28	99.00	95.89	98.64	99.60

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	1.959	5.435	7.391	5.020	7.288	10.981	5.030	1.910	5.008	5.005	1.919	5.036	5.028	1.923
Ti	0.005	0.000	0.005	0.000	0.006	0.000	0.000	0.004	0.468	0.000	0.005	0.424	0.001	0.005
Al	0.104	3.545	0.498	3.968	0.678	4.992	3.960	0.191	2.495	3.993	0.163	2.725	3.946	0.165
Fe	1.203	0.520	2.881	0.568	2.836	0.001	0.552	1.236	2.363	0.944	1.238	2.188	0.940	1.240
Mn	0.034	0.011	0.078	0.012	0.081	0.000	0.012	0.021	0.008	0.014	0.020	0.008	0.013	0.021
Mg	0.674	1.229	3.453	1.384	3.396	0.000	1.393	0.622	2.089	1.039	0.643	1.979	1.069	0.629
Ca	0.005	0.006	0.027	0.004	0.031	1.134	0.002	0.005	0.001	0.000	0.005	0.002	0.001	0.004
Na	0.000	0.086	0.042	0.081	0.100	2.829	0.080	0.000	0.017	0.007	0.000	0.021	0.000	0.000
K	0.000	0.003	0.001	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	1.671	0.000	0.000	1.607	0.000	0.000
Totaal	3.984	10.836	14.377	11.037	14.418	19.940	11.030	3.990	14.120	11.002	3.994	13.991	10.998	3.989
AANTAL [O]	6	18	23	18	23	32	18	6	22	18	6	22	18	6

Gest. Nr.	M-24	M-24	M-24	M-24	M-24	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26	M-26
Min. Ass. Nr.	3	3	4	4	4	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Mineraal	Amf.	Pla.	Cor.	Amf.	Pla.	Bio.	Cor.	Opx.	Bio.	Cor.	Opx.	Bio.	Cor.	Opx.
SiO ₂	52.51	62.94	49.31	52.88	61.55	35.87	48.29	36.18	47.65	47.89	47.90	47.86	47.77	47.70
TiO ₂	0.06	0.00	0.00	0.07	0.00	4.32	0.00	4.12	0.00	0.23	0.01	0.14	0.00	0.18
Al ₂ O ₃	3.30	23.10	32.71	3.15	23.97	15.15	32.31	15.14	32.27	3.28	32.53	3.42	32.60	3.31
FeO	24.28	0.06	6.39	24.01	0.00	19.60	10.77	20.26	10.92	36.71	10.78	36.73	10.80	36.81
MnO	0.58	0.00	0.11	0.68	0.00	0.07	0.15	0.08	0.14	0.58	0.15	0.56	0.14	0.58
MgO	16.54	0.00	9.08	16.50	6.06	10.09	6.60	10.48	6.71	10.65	6.73	10.66	6.76	10.51
CaO	0.18	6.27	0.02	0.18	8.46	0.05	0.00	0.02	0.00	0.10	0.00	0.08	0.00	0.09
Na ₂ O	0.24	7.64	0.29	0.22	0.01	0.10	0.05	0.09	0.09	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00
K ₂ O	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	8.67	0.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totaal	97.70	100.05	97.91	97.70	100.06	93.92	98.17	95.57	97.78	99.44	98.13	99.45	98.13	99.18

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	7.369	11.132	5.050	7.405	10.931	5.045	5.033	5.027	4.995	1.927	4.997	1.925	4.985	1.926
Ti	0.006	0.000	0.000	0.007	0.000	0.457	0.000	0.431	0.000	0.007	0.001	0.004	0.000	0.005
Al	0.546	4.816	3.950	0.519	5.018	2.512	3.969	2.480	3.988	0.155	4.001	0.162	4.011	0.159
Fe	2.844	0.010	0.547	2.812	0.000	2.306	0.938	2.354	0.957	1.236	0.940	1.236	0.943	1.243
Mn	0.069	0.000	0.010	0.080	0.000	0.008	0.013	0.009	0.013	0.020	0.013	0.019	0.012	0.020
Mg	3.458	0.000	1.386	3.444	1.153	2.114	1.025	2.170	1.048	0.638	1.047	0.639	1.052	0.632
Ca	0.027	1.188	0.002	0.028	2.914	0.007	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.004	0.000	0.004
Na	0.064	2.621	0.058	0.061	0.003	0.028	0.009	0.024	0.019	0.000	0.007	0.000	0.012	0.000
K	0.001	0.008	0.000	0.002	0.003	1.556	0.000	1.632	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Totaal	14.385	19.775	11.003	14.360	20.019	14.033	10.987	14.130	11.020	3.988	11.005	3.989	11.015	3.989
AANTAL [O]	23	32	18	23	32	22	18	22	18	6	18	6	18	6

BYLAAG 8-2
MINERAALONTLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Gest. Nr.	M-28	M-28	M-28	M-28	M-28	M-28	M-28	M-28	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29
Min. Ass. Nr.	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3	4
Mineraal	Bio.	Cor.	Gra.	Fla.	Ort.	Bio.	Cor.	Ort.	Bio.	Cor.	Opx.	Cor.	Opx.	Bio.
SiO ₂	35.25	47.60	36.66	64.20	65.49	35.20	47.71	66.33	35.01	47.50	48.38	47.60	48.07	34.90
TiO ₂	3.34	0.01	0.07	0.00	0.00	3.18	0.01	0.01	5.14	0.00	0.16	0.00	0.22	4.98
Al ₂ O ₃	17.21	31.96	21.59	22.60	18.51	17.37	32.10	18.72	15.96	31.92	2.05	31.92	2.54	16.12
FeO	22.19	10.79	35.97	0.00	0.13	22.20	10.78	0.00	23.50	11.09	37.55	11.01	36.99	23.28
MnO	0.08	0.15	1.84	0.00	0.00	0.07	0.16	0.00	0.11	0.20	0.76	0.20	0.77	0.09
MgO	8.08	6.58	2.85	0.00	0.00	7.92	6.55	0.07	7.21	6.40	10.59	6.29	10.33	7.23
CaO	0.02	0.00	0.86	3.62	0.03	0.02	0.00	3.02	0.02	0.00	0.11	0.02	0.13	0.03
Na ₂ O	0.08	0.17	0.00	9.98	2.81	0.11	0.10	12.26	0.12	0.16	0.00	0.11	0.00	0.12
K ₂ O	8.99	0.00	0.00	0.19	12.52	8.92	0.00	0.00	9.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.79
Totaal	95.24	97.26	99.84	100.59	99.49	94.99	97.41	100.41	96.08	97.27	99.60	97.15	99.05	95.54

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	4.949	5.015	5.929	11.286	12.005	4.953	5.016	12.019	4.919	5.013	1.954	5.024	1.947	4.920
Ti	0.353	0.001	0.008	0.000	0.000	0.337	0.001	0.001	0.543	0.000	0.005	0.000	0.007	0.527
Al	2.849	3.970	4.116	4.684	4.000	2.880	3.979	4.000	2.643	3.971	0.098	3.972	0.122	2.679
Fe	2.605	0.951	4.864	0.000	0.020	2.613	0.948	0.000	2.762	0.979	1.268	0.971	1.253	2.744
Mn	0.009	0.013	0.252	0.000	0.000	0.008	0.014	0.000	0.013	0.018	0.026	0.018	0.026	0.011
Mg	1.690	1.033	0.686	0.000	0.000	1.661	1.026	0.013	1.510	1.005	0.637	0.990	0.624	1.518
Ca	0.003	0.000	0.149	0.681	0.006	0.003	0.000	1.061	0.003	0.000	0.005	0.003	0.005	0.004
Na	0.022	0.035	0.000	3.401	0.997	0.031	0.019	2.835	0.031	0.032	0.000	0.023	0.000	0.032
K	1.610	0.000	0.000	0.042	2.929	1.601	0.000	0.000	1.616	0.000	0.000	0.000	0.000	1.582
Totaal	14.090	11.017	16.005	20.094	19.958	14.087	11.003	19.928	14.040	11.018	3.992	11.002	3.985	14.019
AANTAL [O]	22	18	24	32	32	22	18	32	22	18	6	18	6	22

Gest. Nr.	M-28	M-28	M-28	M-28	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29	M-29
Min. Ass. Nr.	2	3	3	3	1	1	1	4	4	6	6	7	7	8
Mineraal	Gra.	Bio.	Cor.	Gra.	Bio.	Cor.	Opx.	Cor.	Opx.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.
SiO ₂	36.56	34.40	47.85	36.59	34.89	47.65	48.37	47.61	48.72	34.91	47.40	34.76	47.56	34.94
TiO ₂	0.07	3.43	0.00	0.08	5.06	0.00	0.15	0.00	0.13	5.34	0.01	5.37	0.00	5.59
Al ₂ O ₃	21.64	17.46	32.13	21.63	15.64	32.13	2.32	31.83	2.14	15.63	31.85	15.77	31.85	15.85
FeO	36.03	22.51	11.03	35.56	23.50	10.78	37.01	10.84	37.34	23.59	11.09	23.34	11.01	23.29
MnO	1.83	0.09	0.12	1.87	0.12	0.20	0.76	0.22	0.78	0.11	0.21	0.10	0.17	0.11
MgO	2.87	7.64	6.42	2.68	7.19	6.48	10.58	6.48	10.60	7.08	6.49	6.70	6.50	7.07
CaO	0.86	0.01	0.00	0.86	0.03	0.00	0.08	0.00	0.11	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
Na ₂ O	0.00	0.11	0.10	0.00	0.12	0.09	0.01	0.15	0.00	0.13	0.13	0.12	0.11	0.17
K ₂ O	0.00	9.04	0.00	0.00	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00	8.88	0.00	9.00	0.00	8.92
Totaal	99.86	94.69	97.65	99.27	95.39	97.33	99.28	97.13	99.82	95.69	97.18	95.17	97.20	95.95

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	5.913	4.880	5.022	5.941	4.938	5.015	1.954	5.025	1.959	4.918	5.007	4.917	5.018	4.912
Ti	0.008	0.365	0.000	0.010	0.539	0.000	0.005	0.000	0.004	0.586	0.000	0.571	0.000	0.591
Al	4.127	2.920	3.975	4.141	2.609	3.986	0.110	3.960	0.101	2.596	3.966	2.630	3.962	2.626
Fe	4.874	2.670	0.969	4.829	2.782	0.948	1.250	0.957	1.256	2.779	0.980	2.761	0.972	2.738
Mn	0.251	0.011	0.010	0.258	0.014	0.017	0.026	0.019	0.026	0.013	0.019	0.012	0.015	0.013
Mg	0.692	1.615	1.005	0.649	1.517	1.016	0.637	1.019	0.635	1.486	1.022	1.475	1.021	1.481
Ca	0.149	0.001	0.000	0.149	0.004	0.000	0.003	0.000	0.005	0.003	0.000	0.002	0.000	0.001
Na	0.000	0.029	0.020	0.000	0.033	0.018	0.001	0.030	0.000	0.035	0.027	0.033	0.023	0.047
K	0.000	1.637	0.000	0.000	1.596	0.000	0.000	0.000	0.000	1.597	0.000	1.625	0.000	1.600
Totaal	16.014	14.128	11.000	15.978	14.033	11.001	3.987	11.010	3.986	14.013	11.023	14.026	11.012	14.008
AANTAL [O]	24	22	18	24	22	18	6	18	6	22	18	22	18	22

BYLAAG B-2
MINERAALONTLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Gest. Nr.	M-29	M-29	M-29	M-30	M-30	M-30	M-30	M-38	M-40	M-40	M-44	M-44	M-44	M-44
Min. Ass. Nr.	8	9	9	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2
Mineraal	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Pre.	Chl.	Gra.	Bio.	Gra.	Pla.	Bio.
SiO ₂	47.80	34.73	47.67	34.40	47.65	34.93	47.69	40.75	22.46	36.32	34.08	37.61	62.03	34.22
TiO ₂	0.00	5.25	0.00	3.24	0.01	3.66	0.00	0.01	0.04	0.00	5.58	0.01	0.00	5.70
Al ₂ O ₃	32.08	15.71	32.11	18.58	31.81	18.46	31.68	21.18	22.86	21.52	16.07	21.68	23.52	16.06
FeO	11.14	23.24	11.02	22.24	10.94	22.95	10.82	3.24	34.25	40.07	21.18	35.04	0.07	20.91
MnO	0.20	0.10	0.18	0.18	0.33	0.16	0.33	0.00	0.02	0.31	0.03	1.24	0.00	0.03
MgO	6.53	7.08	6.52	6.54	6.41	6.50	6.44	0.00	7.17	1.09	8.22	3.88	4.59	8.18
CaO	0.00	0.07	0.00	0.07	0.03	0.04	0.03	35.19	0.02	0.17	0.03	0.81	8.89	0.01
Na ₂ O	0.09	0.13	0.10	0.20	0.22	0.26	0.23	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.22	0.04
K ₂ O	0.00	8.72	0.00	8.44	0.00	8.50	0.00	0.00	0.02	0.00	9.02	0.00	0.00	9.26
Totaal	97.84	95.03	97.60	93.89	97.40	95.46	97.22	100.37	86.84	99.48	94.29	100.27	99.32	94.41

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	5.013	4.927	5.008	4.890	5.021	4.894	5.032	5.624	5.040	5.959	5.324	5.994	11.065	5.337
Ti	0.000	0.561	0.000	0.346	0.001	0.385	0.000	0.001	0.005	0.000	0.655	0.002	0.000	0.669
Al	3.967	2.628	3.978	3.114	3.952	3.049	3.941	3.445	6.048	4.163	2.960	4.073	4.946	2.953
Fe	0.977	2.757	0.969	2.644	0.964	2.689	0.955	0.374	6.426	5.498	2.767	4.671	0.010	2.727
Mn	0.017	0.012	0.016	0.022	0.030	0.019	0.030	0.000	0.005	0.043	0.004	0.167	0.000	0.003
Mg	1.021	1.497	1.021	1.387	1.007	1.357	1.013	0.000	2.394	0.267	1.914	0.922	0.877	1.900
Ca	0.000	0.010	0.000	0.010	0.004	0.006	0.004	5.204	0.005	0.030	0.006	0.139	3.077	0.002
Na	0.019	0.037	0.021	0.055	0.045	0.072	0.047	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.050	0.012
K	0.000	1.577	0.000	1.531	0.000	1.520	0.000	0.000	0.005	0.000	1.798	0.000	0.000	1.843
Totaal	11.013	14.006	11.013	13.999	11.024	13.991	11.021	14.648	19.928	15.960	15.451	15.968	20.025	15.446
AANTAL [O]	18	22	18	22	18	22	18	22	28	24	22	24	32	22

Gest. Nr.	M-30	M-30	M-30	M-30	M-38	M-38	M-38	M-44	M-44	M-44	M-44	M-44	M-44	M-46
Min. Ass. Nr.	3	3	4	4	1	1	1	2	2	3	3	3	3	1
Mineraal	Bio.	Cor.	Bio.	Cor.	Amf.	Gra.	Pre.	Gra.	Pla.	Bio.	Cor.	Opx.	Pla.	Opx.
SiO ₂	34.96	47.54	34.88	47.60	52.48	39.40	43.01	37.39	61.53	34.29	49.03	47.20	61.85	55.30
TiO ₂	3.91	0.01	3.91	0.01	0.01	0.06	0.00	0.03	0.00	4.08	0.00	0.11	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	18.37	31.86	18.26	31.78	0.42	20.97	24.55	21.50	23.63	16.84	32.86	3.51	23.86	1.05
FeO	22.79	10.84	22.69	10.79	22.65	4.06	3.85	35.78	0.00	22.01	10.73	36.39	0.00	12.00
MnO	0.16	0.35	0.15	0.38	0.39	0.61	0.00	1.18	0.00	0.05	0.09	0.47	0.00	0.27
MgO	6.49	6.39	6.35	6.35	6.56	0.00	0.00	3.96	0.00	7.87	6.90	11.90	4.62	30.73
CaO	0.05	0.03	0.03	0.03	10.31	34.72	26.39	0.78	4.74	0.09	0.03	0.21	9.04	0.41
Na ₂ O	0.24	0.11	0.23	0.17	0.60	0.00	0.00	0.00	8.81	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00
K ₂ O	8.42	0.02	8.52	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.19	8.60	0.00	0.00	0.00	0.00
Totaal	95.39	97.15	95.02	97.11	93.58	99.82	97.80	100.62	98.90	93.86	99.64	99.79	99.41	99.78

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	4.896	5.021	4.905	5.028	8.240	6.019	5.879	5.962	11.026	5.369	5.028	1.892	11.018	1.962
Ti	0.412	0.001	0.413	0.000	0.001	0.007	0.000	0.004	0.000	0.480	0.000	0.003	0.000	0.000
Al	3.033	3.962	3.028	3.957	0.078	3.777	3.956	4.043	4.991	3.109	3.973	0.166	5.010	0.044
Fe	2.670	0.958	2.669	0.953	2.974	0.519	0.441	4.772	0.000	2.882	0.920	1.220	0.000	0.356
Mn	0.019	0.031	0.018	0.034	0.051	0.079	0.000	0.159	0.000	0.006	0.008	0.016	0.000	0.008
Mg	1.354	1.007	1.331	0.999	1.535	0.000	0.000	0.940	0.000	1.836	1.054	0.711	0.882	1.625
Ca	0.007	0.004	0.005	0.003	1.734	5.683	3.866	0.133	0.909	0.014	0.003	0.009	3.124	0.016
Na	0.066	0.023	0.063	0.035	0.183	0.000	0.000	0.000	3.061	0.010	0.000	0.000	0.008	0.000
K	1.504	0.003	1.529	0.001	0.031	0.000	0.000	0.000	0.042	1.790	0.000	0.000	0.000	0.000
Totaal	13.960	11.010	13.964	11.011	14.827	16.085	14.142	16.013	20.030	15.497	10.986	4.018	20.043	4.010
AANTAL [O]	22	18	22	18	23	24	22	24	32	22	18	6	32	6

BYLAAG 8-2
 MINERAALONTLEDINGS VAN METAMORFE GESTEENTES

Gest. Nr.	M-46	M-48	M-48	M-51	M-51	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52
Min. Ass. Nr.	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	4	5	5	6
Mineraal	Oli.	Cpx.	Pla.	Cpx.	Pla.	Bio.	Cor.	Gra	Bio.	Gra.	Bio.	Gra.	Bio.	Gra.
SiO ₂	38.78	51.65	53.82	52.65	46.14	34.64	49.04	36.97	34.51	37.50	34.95	37.58	34.81	36.91
TiO ₂	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	4.81	0.00	0.06	5.92	0.02	5.06	0.04	5.11	0.04
Al ₂ O ₃	0.00	0.35	29.35	0.36	34.87	16.21	32.86	21.74	15.77	21.53	16.36	21.54	16.12	21.51
FeO	19.21	18.03	0.00	9.25	0.00	23.20	11.16	34.22	21.12	35.01	20.01	35.23	19.80	34.40
MnO	0.24	0.61	0.00	0.24	0.00	0.08	0.21	1.74	0.05	1.62	0.05	1.61	0.03	1.66
MgO	41.29	7.30	0.00	12.60	0.00	7.29	6.55	3.58	8.18	3.72	9.08	3.54	9.38	3.79
CaO	0.03	22.32	11.21	23.76	17.79	0.06	0.04	0.92	0.03	0.89	0.03	0.92	0.01	0.90
Na ₂ O	0.00	0.11	4.87	0.08	1.29	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	9.34	0.00	0.00	9.31	0.00	9.38	0.00	9.26	0.00
Totaal	99.55	100.41	99.30	98.95	100.09	95.65	99.86	99.23	94.92	100.29	94.97	100.46	94.54	99.21

AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

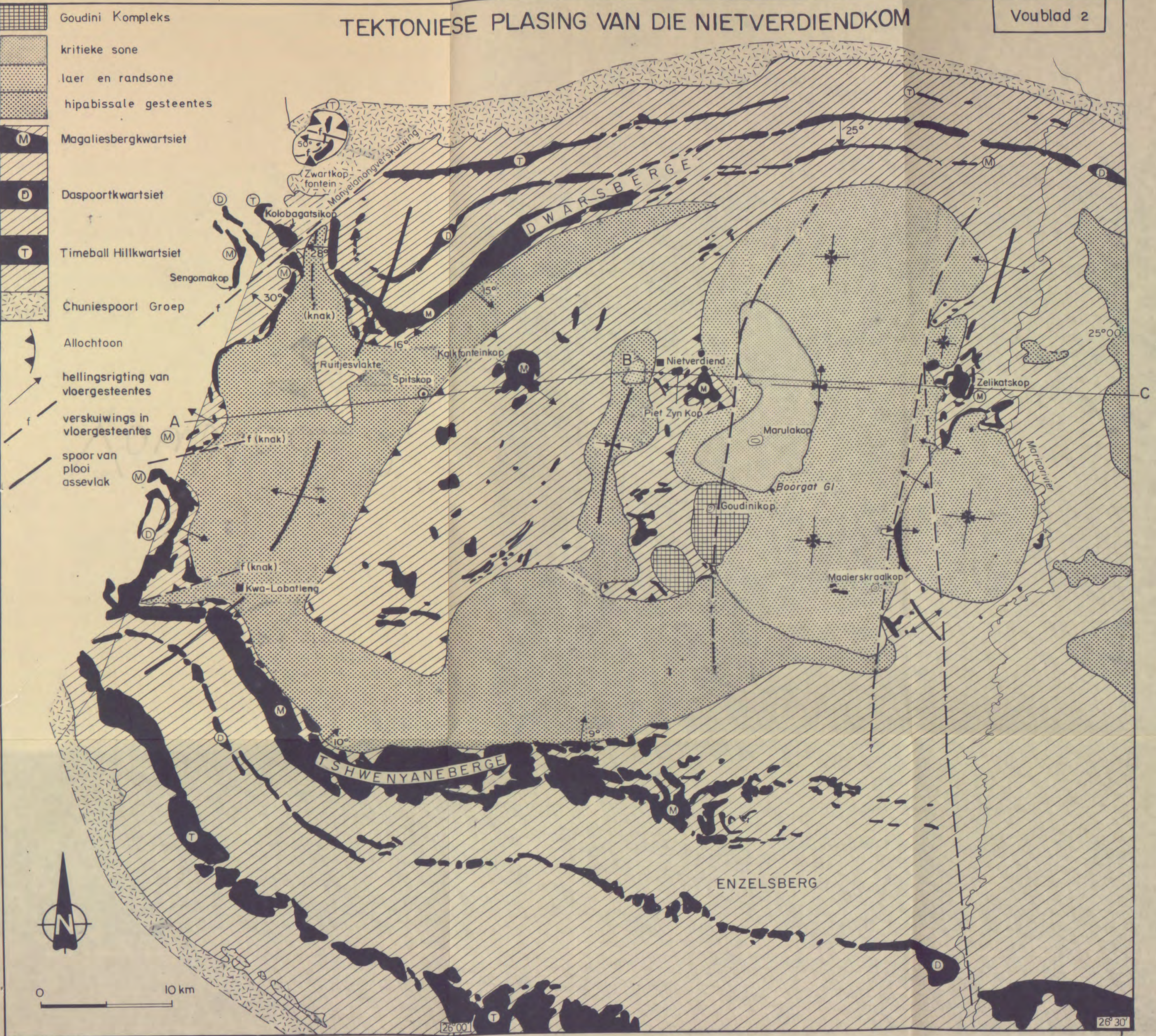
Si	0.998	2.006	9.768	1.996	8.473	5.383	5.030	5.959	5.357	5.991	5.383	5.996	5.382	5.957
Ti	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.562	0.000	0.007	0.691	0.002	0.587	0.005	0.594	0.005
Al	0.000	0.016	6.281	0.016	7.549	2.969	3.973	4.132	2.886	4.054	2.971	4.052	2.939	4.092
Fe	0.413	0.586	0.000	0.293	0.000	3.015	0.957	4.614	2.743	4.677	2.578	4.702	2.560	4.643
Mn	0.005	0.020	0.000	0.008	0.000	0.011	0.019	0.237	0.006	0.219	0.007	0.218	0.004	0.226
Mg	1.583	0.422	2.180	0.712	0.000	1.689	1.001	0.860	1.893	0.885	2.085	0.842	2.161	0.912
Ca	0.001	0.929	1.713	0.965	3.500	0.010	0.005	0.159	0.005	0.152	0.005	0.158	0.001	0.155
Na	0.000	0.008	0.012	0.006	0.460	0.007	0.000	0.000	0.008	0.000	0.014	0.000	0.007	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.853	0.000	0.000	1.844	0.000	1.843	0.000	1.826	0.000
Totaal	3.001	3.988	19.954	3.998	19.982	15.500	10.984	15.968	15.435	15.980	15.473	15.973	15.472	15.991
AANTAL [O]	4	6	32	6	32	22	18	24	22	24	22	24	22	24

Gest. Nr.	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	M-52	G6054	G6054	G6054	G6054	G6054	G6054	G6054
Min. Ass. Nr.	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	2	3
Mineraal	Opx.	Bio.	Cor.	Opx.	Pla.	Ort.	Bio.	Bio.	Opx.	Pla.	Bio.	Opx.	Pla.	Bio.
SiO ₂	48.44	34.56	48.66	48.52	60.86	65.49	33.95	35.59	49.80	61.61	35.55	49.98	61.61	35.41
TiO ₂	0.07	4.91	0.00	0.09	0.00	0.00	6.05	5.14	0.17	0.01	4.91	0.16	0.00	4.75
Al ₂ O ₃	3.22	16.33	32.55	2.40	24.43	19.01	15.51	14.16	1.11	23.74	14.27	0.96	23.77	14.51
FeO	0.09	23.13	11.00	38.27	0.01	0.00	22.10	21.65	33.38	0.11	21.67	33.42	0.22	21.63
MnO	37.02	0.08	0.18	0.70	0.00	0.00	0.06	0.07	0.49	0.00	0.08	0.49	0.00	0.08
MgO	0.71	7.25	6.64	10.27	0.00	0.00	7.71	9.74	13.88	0.00	9.80	14.04	0.00	9.85
CaO	10.01	0.04	0.02	0.10	5.50	0.11	0.02	0.01	0.25	5.94	0.02	0.28	5.95	0.00
Na ₂ O	0.10	0.03	0.00	0.00	8.57	2.35	0.12	0.35	0.00	8.69	0.30	0.00	8.84	0.30
K ₂ O	0.00	9.35	0.00	0.00	0.12	9.43	0.00	8.82	0.00	0.12	8.87	0.00	0.03	8.60
Totaal	99.66	95.68	99.05	99.49	100.26	94.95	100.35	95.93	99.08	100.22	95.47	99.33	100.42	95.13

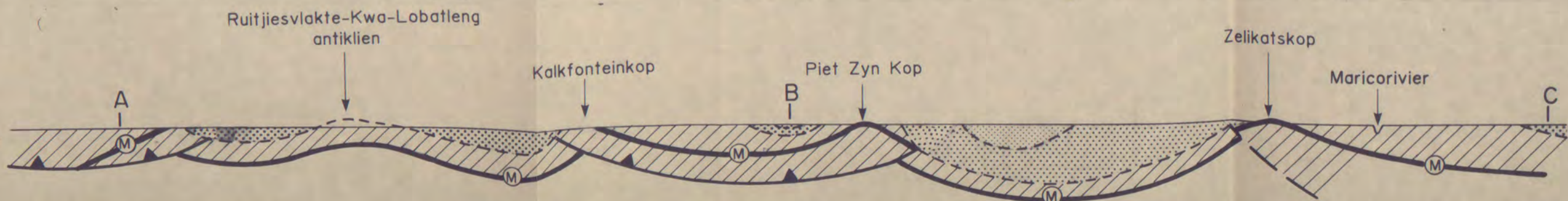
AANTAL KATIONE PER STRUKTUURFORMULE

Si	1.946	5.368	5.029	1.947	10.867	11.942	5.313	4.991	1.977	10.941	4.990	1.980	10.928	4.979
Ti	0.002	0.574	0.000	0.003	0.000	0.000	0.714	0.543	0.005	0.002	0.519	0.005	0.000	0.503
Al	0.152	2.990	3.966	0.113	5.144	4.087	2.861	2.341	0.052	4.972	2.361	0.045	4.972	2.405
Fe	1.244	3.004	0.951	1.284	0.002	0.000	2.893	2.539	1.108	0.017	2.544	1.107	0.033	2.544
Mn	0.024	0.010	0.016	0.024	0.000	0.000	0.007	0.008	0.016	0.000	0.009	0.016	0.000	0.009
Mg	0.599	1.677	1.023	0.614	0.000	0.000	1.797	2.036	0.821	0.000	2.049	0.829	0.000	2.064
Ca	0.004	0.007	0.002	0.004	1.052	0.022	0.004	0.002	0.010	1.131	0.003	0.012	1.131	0.000
Na	0.000	0.010	0.000	0.000	2.967	0.831	0.036	0.096	0.000	2.991	0.081	0.000	3.040	0.082
K	0.000	1.852	0.000	0.000	0.027	1.883	0.000	1.578	0.000	0.027	1.589	0.000	0.006	1.542
Totaal	3.972	15.494	10.988	3.989	20.058	19.777	15.505	14.134	3.991	20.081	14.145	3.993	20.109	14.128
AANTAL [O]	6	22	18	6	32	32	22	22	6	32	22	6	32	22

TEKTONIESE PLASING VAN DIE NIETVERDIENDKOM



- Goudini Kompleks
- kritieke sone
- laer en randsone
- hipabissale gesteentes
- Magaliesbergkwartsiet
- Daspoortkwartsiet
- Timeball Hillkwartsiet
- Chuniespoort Groep
- Allochtoon
- hellingsrigting van vloergesteentes
- verskuiwings in vloergesteentes
- spoor van plooi assevlak



VERALGEMEENDE PROFIEL LANGS A - B - C

