

TOELIGTING: BLAD 2728 (1:250 000)
EXPLANATION: SHEET 2728 (1:250 000)



FRANKFORT

**GEOLOGIESE OPNAME
GEOLOGICAL SURVEY**



**REPUBLIEK VAN
SUID-AFRIKA**

**REPUBLIC OF
SOUTH AFRICA**

Voorblad — Panoramiese blik op eskarp wat hoofsaaklik bestaan uit Beaufort met oorige formasies wat die Beaufortformasies oordek.

Cover — Panoramic view of escarp which consists primarily of Beaufort with formations capping the Beaufort formations.



Republiek van Suid-Afrika
Republic of South Africa

Departement van Mineraal- en Energiesake
Department of Mineral and Energy Affairs

**GEOLOGIESE OPNAME
GEOLOGICAL SURVEY**

DIE GEOLOGIE VAN DIE GEBIED FRANKFORT

deur/by

D. J. MUNTINGH, B.Sc. (Hons)

Toeligting van Blad 2728
Explanation of Sheet 2728
Skaal/Scale 1:250 000

Verkoopprijs R5,00 Selling price

Plaaslik/Local

AVB uitgesluit, posvry
GST excluded, post free

Buitelands/Other countries

Selling price \$US 10

For postage add **\$US 10** for surface mail or
\$US 40 for airmail

Kopiereg voorbehou
Copyright reserved
1989

Gedruk deur die Staatsdrukker en verkrygbaar by die Staatsdrukker, Bosmanstraat/Privaatsak X85, Pretoria, 0002/0001, Tel. 323-9731 x 267, en van die Hoofdirekteur, Geologiese Opname, Privaatsak X112, Pretoria, 0001/Pretoriaweg 280, Silverton, 0184.

Printed by the Government Printer and obtainable from the Government Printer, Bosman Street/Private Bag X85, Pretoria, 0002/0001, Tel. 323-9731 x 267, and from the Chief Director, Geological Survey, Private Bag X112, Pretoria, 0001/280 Pretoria Road, Silverton, 0184.

ISBN 0-621-12412-5

**DEPARTEMENT VAN MINERAAL- EN ENERGIESAKE
DEPARTMENT OF MINERAL AND ENERGY AFFAIRS**

**GEOLOGIESE OPNAME
GEOLOGICAL SURVEY**

Hoofdirekteur
Chief Director

C. Frick

Geredigeer deur/Edited by

Direkteur
Director

C. J. van Vuuren, Ph.D.

**Seksie Publikasies
Publication Section**

Adjunk-direkteur
Deputy Director

D.J. Winterbach, B.A. (Hons.), B.Sc.

INHOUD

Bladsy

Uittreksel	1
Abstract	3
INLEIDING	5
1. SUPERGROEP VENTERSDORP	5
2. OPEENVOLGING KAROO	5
2.1 FORMASIE DWYKA	5
2.2 GROEP ECCA	6
2.2.1 Formasie Pietermaritzburg	6
2.2.2 Formasie Vryheid	6
2.2.3 Formasie Volksrust	8
2.3 FORMASIE ESTCOURT	8
2.4 GROEP BEAUFORT	9
2.4.1 Subgroep Adelaide	10
2.4.1.1 Formasie Normandien	10
2.4.2 Subgroep Tarkastad	13
2.4.2.1 Formasie Verkykerskop	13
2.4.2.2 Formasie Driekoppen	15
2.5 FORMASIE MOLTEÑO	16
2.6 FORMASIE ELLIOT	17
2.7 FORMASIE CLARENS	18
2.8 FORMASIE DRAKENSBERG	18
2.9 DOLERIET	18
3. KWATERNÊRE AFSETTINGS	19
3.1 FORMASIE CORNELIA	19
3.2 EOLIESE SAND	20
3.3 ALLUVIUM	20
3.4 PUIN	20
4. STRUKTUURGEOLOGIE	20
5. EKONOMIESE GEOLOGIE	21
5.1 STEENKOOL	21
5.2 KLIPAGGREGAAT EN LATERIET	22
5.3 BOUSAND	22
5.4 MAATSTEEN	22
5.5 ALGEMEEN	22
VERWYSINGS	22

DIE GEOLOGIE VAN DIE GEBIED FRANKFORT

Uittreksel

Die gebied wat deur blad 2728 (Frankfort) gedek word, word beslaan deur sedimentêre en vulkaniese gesteentes van die Opeenvolging Karoo en geassosieerde doleriet, 'n enkele dagsoom van die Supergroep Ventersdorp en ondergeskikte voorkomste van Katernêre sedimente.

Die enkele dagsoom van die Supergroep Ventersdorp bestaan uit basaltiese lawa van die Formasie Edenville (Groep Klipriviersberg).

Die volledige Opeenvolging Karoo vanaf die Formasie Dwyka tot die Formasie Drakensberg is in die gebied teenwoordig. Tilliet van die Formasie Dwyka en oorliggende skalie van die Formasie Pietermaritzburg, dagsoom slegs op een plek in 'n gebied wat normaalweg deur die Formasie Volksrust beslaan word. Dit kan toegeskryf word aan opheffing van die Formasies Dwyka en Pietermaritzburg deur doleriet. Die Formasie Vryheid rus op die Formasie Pietermaritzburg en bestaan uit sandsteen met tussengelaagde ondergeskikte moddersteen en skalie, met 'n maksimum dikte van 300 m. Dagsome is beperk tot die noordelike gedeelte van die gebied. Die daaropvolgende Formasie Volksrust is uitsluitlik uit donkergrys mariene skalie, wat 'n dikte van 300 m bereik, saamgestel.

Die Formasie Estcourt en Groep Beaufort bestaan uit 'n opeenvolging van sandsteen en skalie. Onderskeid tussen die twee eenhede word getref op grond van wisseling in sandsteen/skalieverhouding, die kleur van die skalie, tekstuur van sandstene en korrelgrootteverspreiding.

Die Formasie Estcourt wissel in dikte vanaf 35 tot 80 m en word gekenmerk deur opwaartsgrowerwordende siklusse terwyl die kleur van die skalie in die formasie ook donkerder is as dié van die oorliggende formasies.

Die Subgroep Adelaide (Formasie Normandien) en Subgroep Tarkastad (Formasies Verkykerskop en Driekoppen) van die Groep Beaufort word almal gekenmerk deur opwaartsfynerwordende siklusse. Eersgenoemde bestaan uit olyfgroen moddersteen met ondergeskikte sandsteen en bereik 'n dikte van tot 260 m. Die oorliggende Subgroep Tarkastad bestaan uit 'n basale 50-m-dik, grofkorrelrige sandsteeneenheid wat die Formasie Verkykerskop verteenwoordig en 'n oorliggende tussengelaagde fynkorrelrige sandsteen en bruinrooi moddersteeneenheid van 30 m wat die Formasie Driekoppen verteenwoordig.

Die Formasie Molteno oorlê die Subgroep Tarkastad met 'n skerp erosiekontak. Dit bestaan uit opwaartsgrowerwordende vlegstroomsiklusse van grof- tot baie grofkorrelrige

sandsteen en bereik 'n dikte van tot 20 m. Dit word gevolg deur 'n 20-m-dik eenheid van bruinrooi moddersteen met ondergeskikte sandsteenlense van die Formasie Elliot. Laasgenoemde word oorlê deur die Formasie Clarens, 'n 150-m-dik windafgesette eenheid van goedgesorteerde baie fynkorrelrige sandsteen. Die topgedeelte van die Opeenvolging Karoo word verteenwoordig deur basaltiese lawa van die Formasie Drakensberg wat 'n maksimum dikte van 100 m bereik.

Die Formasies Molteno, Elliot, Clarens en Drakensberg is beperk tot die topografies hoogste dele in die gebied.

Die Opeenvolging Karoo is deur talle dolerietgange en -plate binnegedring wat lokale kanteling en verplasing tot gevolg gehad het. Die Karoolae lê andersins feitlik horisontaal.

Lokale dagsome van maklik erodeerbare gekompakteerde kleie, sandige klei, grondlae en gruis verteenwoordig die Formasie Cornelia. Ongekonsolideerde puin, alluvium en coliese sand bedek hierdie gesteentes op party plekke.

Steenkool, bousand, klipaggregaat en baksteenklei word tans ekonomies in die gebied ontgin.

Abstract

The area covered by sheet 2728 (Frankfort) is underlain by sedimentary and volcanic rocks of the Karoo Sequence and associated dolerite, one outcrop of lava of the Ventersdorp Supergroup and minor occurrences of Quaternary sediments.

The single outcrop of the Ventersdorp Supergroup consists of basaltic lava belonging to the Edenville Formation (Klipriviersberg Group).

The complete Karoo Sequence from the Dwyka Formation to the Drakensberg Formation is present in the area. Tillite of the Dwyka Formation and shale of the Pietermaritzburg Formation, outcrop at a single locality in an area generally covered by the Volksrust Formation. This can be attributed to uplifting of the Dwyka and Pietermaritzburg Formations by a dolerite sill. The Vryheid Formation lies on the Pietermaritzburg Formation and consists of sandstone and subordinate interbedded mudstone and shale, with a maximum thickness of 300 m. Its outcrops are confined to the northern part of the area. The succeeding Volksrust Formation consists exclusively of dark-grey marine shale and attains a thickness of 300 m.

The Estcourt Formation and Beaufort Group consist of a sequence of sandstone and shale. Distinction between the two units is made on the basis of sandstone/shale ratio, colour of the shale, texture of sandstones and grain-size distribution.

The Estcourt Formation varies in thickness from 35 to 80 m and is characterized by upward-coarsening cycles. The shale of this formation is also darker than that of the overlying formations.

The Adelaide Subgroup (Normandien Formation) and the Tarkastad Subgroup (Verkykerskop and Drickoppen Formations) of the Beaufort Group are characterized by upward-fining cycles. The Normandien Formation consists of olive-green mudstone and subordinate sandstone and reaches a thickness of 260 m. The overlying Tarkastad Subgroup consists of a basal 50-m-thick coarse-grained sandstone unit representing the Verkykerskop Formation with an overlying 30-m-thick unit of interbedded fine-grained sandstone and brownish red mudstone representing the Drickoppen Formation.

The Molteno Formation overlies the Tarkastad Subgroup with a sharp erosive contact. It consists of upward-fining braided-stream cycles of coarse- to very coarse-grained sandstone and reaches a thickness of up to 20 m. This is followed by a 20-m-thick unit of brownish red mudstone with subordinate sandstone lenses of the Elliot Formation. It is overlain by the Clarens Formation consisting of a 150-m-thick wind-deposited unit of well-sorted very fine-grained sandstone. The top part of the Karoo Sequence is represented by a 100-m-thick basaltic lava of the Drakensberg Formation.

The Molteno, Elliot, Clarens and Drakensberg Formations are confined to the topographically highest parts in the area.

The sediments of the Karoo Sequence are intruded by numerous dolerite dykes and sills. Localized outcrops of highly erodible layers of compact stratified clay and sandy clay beds, soil horizons and gravel represent the Cornelia Formation. Unconsolidated scree, alluvium and aeolian sand cover the older rocks in places.

All strata in the area lie virtually horizontal, but local tilting and displacement due to the intrusion of dolerite is common.

Coal, building sand, stone aggregate and brick clay are being commercially exploited at present.

INLEIDING

Blad 2728 (Frankfort) word beslaan deur gesteentes van die Supergroep Ventersdorp, die Opeenvolging Karoo, doleriet en die Formasie Cornelia. Ongekonsolideerde puin, alluvium en eoliese sand bedek die gesteentes op party plekke.

Vier plato's kan in die gebied onderskei word. Die laagste (gemiddeld 300 m bo seevlak) lê aan die oostekant van die Drakensberge en is met grasvelde en doringbome begroei. Die volgende plato (gemiddeld 1 650 m bo seevlak) beslaan die grootste gedeelte van die westelike helfte van die bladgebied sowel as die gebied wes van die Drakensberge en noord van 27°30' suiderbreedte in die oostelike helfte van die bladgebied. 'n Derde plato (gemiddeld 1 900 m bo seevlak) word deur die Verkykerskopsandstene in gebiede 2729C en die westelike deel van 2729D gevorm. Dit is begroei met gras, terwyl ouhoutbome in die klowe voorkom. Die hoogste plato (gemiddeld 2 200 m bo seevlak) word gevorm deur die Witkoppe, Kranskop en Tafelkop en is met gras, bergbiesies en ouhoutbome begroei.

Die Drakensberge dien as waterskeiding tussen dreinerings na die Atlantiese en Indiese Oseaan. Die Klip-, Meul- en Cornelisrivier dreineer na die Vaalrivier en Atlantiese Oseaan, terwyl die iNcandu- en Buffelsrivier na die Indiese Oseaan vloei.

Die somers is warm, terwyl die winters redelik straf is. Die hoogste reënval is in die somermaande (900–1 200 mm). Ryp is algemeen gedurende die winternagte en sneeu kom sporadies voor.

Vorige gedetailleerde kartering binne die bladgebied is slegs oos van 29°30' gedoen. Gebiede 2729B en 2729D vorm respektiewelik deel van die 1:125 000 gepubliseerde blad 69, Volksrust (Visser, Cillié en Furter, 1958) en 2729D Newcastle (Visser en Bishopp, 1976).

1. SUPERGROEP VENTERSDORP

Gesteentes van die Supergroep Ventersdorp is slegs op Tweedegeluk 83 en Schurwerand 228 deur erosie blootgestel. Die dagsome bestaan uit donker-groengrys, fynkorrelrige basaltiese lawa met amandels van chalsedoon en melkerige kwarts wat wissel in diameter vanaf enkele tot ongeveer 150 mm. Hierdie gesteentes behoort waarskynlik tot die Formasie Edenville, wat deel uitmaak van die Groep Klipriviersberg.

2. OPEENVOLGING KAROO

2.1 FORMASIE DWYKA

Die formasie dagsoom op slegs een plek, naamlik op Roodekop 7 waar dit uit 'n tipiese glasiale rolbloklaag bestaan. Hierdie venster van tilliet is uniek aangesien

dit in 'n gebied voorkom waar die oorliggende Groep Ecça redelik dik is. Hierdie dagsoom word deur Visser en Bishopp (1976) toegeskryf aan opheffing van sowat 230 m van die sedimentêre gesteentes deur die intrusie van die Ingogodolerietplaat. Die basis van die formasie is nie blootgestel nie en die dikte is na aanleiding van nabygeleë boorgate deur Visser en Bishopp (1976) op 30 m geskat. Die ouderdom van die formasie word as Karboon tot Vroeë Perm beskou.

2.2 GROEP ECCA

Die groep volg konkordant op die Formasie Dwyka en is uit drie eenhede saamgestel, nl. die Formasie Pietermaritzburg aan die basis gevolg deur die Formasies Vryheid en Volksrust. Die groep het 'n Permiese ouderdom.

2.2.1 Formasie Pietermaritzburg

Die kontak met die onderliggende Formasie Dwyka is geneem aan die basis van die eerste skalie wat die tilliet oorlê. Die formasie word in die gebied deur 'n enkele 30-m-dik dagsoom van blouswart skalie op Roodekop 7 verteenwoordig. Die afsetting hiervan het plaasgevind in 'n diepwateromgewing na die eerste belangrike transgressie na smelting van die Dwykagletsers. Geen paleostroom-rigtingaanwysers kom in die eenheid voor nie, maar 'n suidelike verdikking (Van Vuuren, 1983) van die laag dui waarskynlik die afsettingsrigting aan.

2.2.2 Formasie Vryheid

Die formasie dagsoom baie swak in die gebied maar boorwerk vir steenkool, olie en goud het waardevolle inligting oor die verspreiding van fasies verskaf.

Die Formasie Vryheid oorlê die Formasie Pietermaritzburg met 'n oorganklike kontak. Die grens is getrek aan die basis van die eerste prominente sandsteenlaag in die opeenvolging en/of waar die sandsteen-skalieverhouding 50 persent oorskry.

Die Formasie Vryheid bestaan hoofsaaklik uit 'n afwisseling van fyn- tot grof-korrelrige sandsteen, donkergrys tot swart skalie en steenkoollae. Dit varieer in dikte vanaf 300 m in die ooste tot 60 m in die westelike gedeelte van die gebied (Van Vuuren, 1983).

Van Vuuren en Cole (1974) en Van Vuuren (1983) het die formasie in 'n aantal regressiewe siklusse onderverdeel. In die weste bestaan dit uit agt siklusse wat weswaarts na twee verminder weens graderig van die boonste en onderste siklusse in skalie van onderskeidelik die Formasies Volksrust en Pietermaritzburg. 'n Tipiese siklus gradeer opwaarts vanaf donkergrys tot swart prodelta skalie deur 'n

swakgesorteerde opeenvolging van sandsteen, slieste en skale wat in 'n distale mondingsbankomgewing afgeset is na wit veldspatiese proksimale mondingsbanksandsteen. Laasgenoemde word in die middelste gedeelte van die Formasie Vryheid oorlê deur dun eenhede van sandsteen, slieste en skale en baie dun steenkoollae wat in 'n deltalakte-omgewing afgeset is, of deur verspreidingskanaalsandsteen tot 60 m dik. Die mondingsbanksande is fyn- tot grofkorrelrig, veldspaties, klein- tot mediumskaal kruisgelaag en het 'n groot laterale omvang.

In die oostelike gedeelte van die gebied kom massiewe moddersteen-, slieste- en fynkorrelrige sandsteeneenhede wat normale gradering vertoon, in die distale mondingsbankopeenvolging voor wat as hoëdigheidsstroebelstroomafsettings geïnterpreteer word. Die teenwoordigheid van hierdie eenhede asook versakkingstrukture dui op vinnige afsetting op 'n steil deltafront, glyding-disintegrasie en gravitasievloei van sediment. Hieruit word afgelei dat die deltas in die ooste fluviaal gedomineer was (Van Vuuren, 1983).

Bioturbasie is 'n algemene verskynsel in die Formasie Vryheid. Slieste in die prodelta-omgewing is gewoonlik intens gebioturbeer, terwyl horisontale en vertikale boorbuis in sandstene, wat in deltaflankomgewings en veral ook in die boonste gedeelte van mondingsbanksandstene afgeset is, voorkom.

Deltaïese sandstene in die westelike gedeelte van die gebied is beter gesorteer, fyner, meer intensief gebioturbeer en verder is turbidiete en versakkingstrukture afwesig. Hieruit word afgelei dat die deltas van die golfgedomineerde tipes was. Die opeenvolging in die weste bevat ook goedgesorteerde strandsandstene op party plekke (Van Vuuren, 1983).

In die oostelike gedeelte van die gebied word die mees regressiewe deltaïese opeenvolging, ongeveer in die middel van die Formasie Vryheid, oorlê deur vier tot vyf fluviale siklusse. 'n Tipiese siklus gradeer vanaf swakgesorteerde, baie grofkorrelrige, medium- tot grootskaalse kruisgelaagde, mikahoudende sandsteen opwaarts in fynkorrelrige sandsteen, slieste en donkergrys tot swart skale. Die ekonomiese steenkoollae in die gebied kom in die boonste gedeelte, dit wil sê in die vloedvlakte-afsetting, voor. Weswaarts gradeer hierdie fluviale eenhede een na die ander in deltaïese afsettings en in die westelike gedeelte is hulle afwesig en is die steenkoollae almal van deltaïese oorsprong en oor die algemeen dun en onekonomies.

In die westelike gedeelte is die prodeltaskale in die tweede deltaïese siklus van onder af besonder goed ontwikkel en bereik dit 'n maksimum dikte van 30 m wat selfs plek-plek in die gebied dikker is as die Formasie Pietermaritzburg. Van Vuuren (1983) het die naam Lid Bethlehem aan hierdie skale-eenheid toegeken.

Stroomrigtings gemeet deur Czaky en Wachsmuth (1971) en Keyser (1983) dui op 'n algemene neiging van aanvoer na die suide en suidweste, terwyl 'n lokale oostelike komponent in die omgewing van Newcastle voorkom.

2.2.3 Formasie Volksrust

Die Formasie Volksrust verteenwoordig die laaste groot Karootransgressie. Die kontak tussen die Formasies Vryheid en Volksrust is òf skerp òf 'n dun oorgangsonne is aanwesig, wat op 'n redelik vinnige transgressie dui.

Die formasie bestaan hoofsaaklik uit blougrys of donkergrys moddersteen en skalie. Volgens Csaky en Wachsmuth (1971) dui spoorelementanalise en visvertebrata op 'n mariene afsettingsomgewing. Steart (1920) maak melding van gesilifiseerde boomstamme, *Glossopteris*blaarafdrukke en visvertebrata in die formasie.

Die boonste oorgangsonne bestaan uit tussengelaagde flaser- en lensgelaagde swart skalie en grys sliksteen. Dit verteenwoordig die aanvang van 'n prominente regressie en die gevolglike afsetting van die oorliggende Formasie Estcourt in 'n deltaïese afsettingsomgewing.

Die eenheid het 'n minimum dikte van sowat 140 m in die noordoostelike gedeelte van die gebied, maar verdik na die suidooste tot 300 m (Van Vuuren, 1983).

Die ouderdom van die formasie is waarskynlik Middel- tot Laat-Perm.

2.3 FORMASIE ESTCOURT

Linström (1973) het hierdie formasie oorspronklik beskryf as 'n fluvio-deltaïese eenheid van ongeveer 400 m dik, wat die Formasie Volksrust in die Estcourt-Mooirivier-omgewing oorlê. Dit gaan suidwaarts lateraal oor in die fluviale Subgroep Adelaide. Vanaf die Bulweromgewing transgresseer die Subgroep Adelaide noordwaarts oor die Formasie Estcourt totdat eersgenoemde ten suide van Mooirivier uitknyp waar die Formasie Estcourt direk deur die Subgroep Tarkastad oorlê word. Linström gebruik in die Estcourt-Mooirivieromgewing die basis van die eerste prominente sandsteen as onderste kontak en die basis van die eerste rooi moddersteen as die boonste kontak van die Formasie Estcourt.

Csaky en Wachsmuth (1971), Groenewald (1984) en Keyser (1983) het 'n soortgelyke fluvio-deltaïese eenheid in bladgebied 2728 beskryf. Die eenheid is hier egter heelwat dunner (35–80 m) en dagsoom slegs plek-plek, wat tot gevolg gehad het dat dit nie deurlopend uitkarter kon word nie. Dit word oorlê deur fluviale gesteentes tot 260 m dik wat Groenewald (1984) die Formasie Normandien genoem het. Laasgenoemde is korreleerbaar met die Subgroep Adelaide. Alhoewel die

Formasie Normandien fluviaal in oorsprong is, bevat dit nie rooi moddersteen in sy basale gedeelte nie. Dit beteken dat die boonste kontak van die Formasie Estcourt in bladgebied 2728 nie aan die basis van die eerste rooi moddersteen lê nie, maar wel aan die basis van die eerste fluviale sandstene. Hierdie kontak kon weer eens as gevolg van 'n gebrek aan dagsome nie uitkarter word nie. Dit tesame met die verdunning van die fluvio-deltaïese eenheid sou dit waarskynlik onprakties maak om die Formasie Estcourt te ver wes te laat voortbestaan. 'n Afsnylyn (indien nodig) sal egter eers na 'n verdere meer spesifieke studie bepaal kan word.

Die Formasie Estcourt stem litologies baie ooreen met die Formasie Vryheid (Groep Ecce) maar is egter 'n laterale ekwivalent van 'n gedeelte van die Subgroep Adelaide (Groep Beaufort), wat 'n probleem veroorsaak met die groepering daarvan. Daar is gevolglik besluit om voorlopig nie die formasie by een van die twee groepe in te deel nie.

Die kontak tussen die Formasies Estcourt en Volksrust is oorganklik en is geneem aan die basis van die eerste prominente sandsteen bo die flaser- en lensgelaagde skalie- en sliksteensone van die Formasie Volksrust.

In hierdie gebied bestaan die formasie uit volledige en onvolledige opwaarts-groterwordende deltaïese siklusse (Fig. 1 en Fig. 2) wat vanaf skalie deur tussengelaagde sandsteen en grys skalie na fyn- tot grofkorrelrige sandsteen gradeer. Die sandstene is wit tot liggrys in kleur, veldspaatryk en bereik 'n maksimum dikte van sowat 5 m. Trog- en planêre kruisgelaagdheid, flaser- en golwende gelaagdheid, mikrokruisgelaagdheid en versakkingstrukture is algemeen. Spoorfossiele van *Planolites* en *Skolithos* en gesilisifiseerde hout is algemeen aanwesig. Baie dun steenkoollagies kom aan die bokante van sommige siklusse voor.

Groenewald (1984) het bepaal dat aanvoer in die oostelike helfte van die gebied uit die noordooste en ooste was, terwyl Keyser (1983) aangetoon het dat aanvoer in die westelike deel van die gebied uit die noordweste en noorde was.

2.4 GROEP BEAUFORT

Die Groep Beaufort verteenwoordig landelike afsettings en bestaan uit 'n onderste olyfgroen moddersteen- en sandsteenassosiasie (Subgroep Adelaide), en 'n boonste bruinrooi en grys moddersteen- en sandsteenassosiasie (Subgroep Tarkastad). Die Subgroep Tarkastad word op sy beurt ingedeel in 'n onderste oorewegende sandsteeneenheid (die Formasie Verkykerskop*) en 'n boonste oorewegende moddersteeneenheid (die Formasie Driekoppen*). Laasgenoemde twee formasies is nie op blad 2728 as afsonderlike eenhede aangetoon nie.

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie

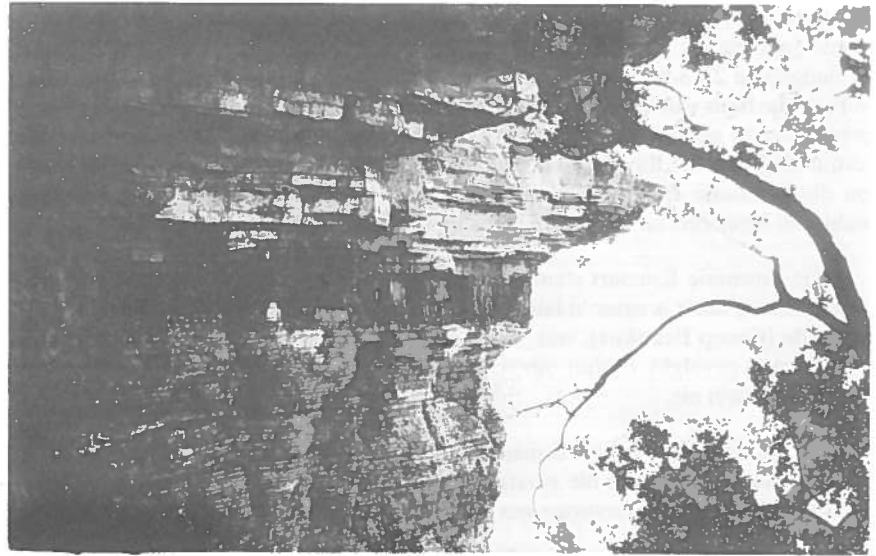


Fig. 1: Opwaartsgrowwerwordende mondingsbanksiklus in die Formasie Estcourt op Goewermentskop 8915.
Upward-coarsening distributary mount-bar cycle in the Estcourt Formation on Goewermentskop 8915.

2.4.1 Subgroep Adelaide

2.4.1.1 Formasie Normandien*

Die formasie bereik 'n dikte van 260 m binne die gebied. Vyf karteerbare eenhede is deur beide Groenewald (1984) en Keyser (1983) onderskei. Hierdie lede kon egter weens swak dagsome nie in die westelike gedeelte van die gebied uitkarter word nie en is gevolglik nie op blad 2728 aangetoon nie.

Die onderste lid van die Formasie Normandien ooreenstem met die Formasie Estcourt as 'n sone van groenkleurige moddersteen met ondergeskikte groot sandsteenlense. Dit is opgebou uit opwaartsfynnerwordende siklusse (met skerp basisse) met fynkorrelrige kruisgelaagde en mikrokruisgelaagde sandsteen aan die basis wat in groenkleurige moddersteen (Fig. 2) met volop karbonaatryke konkresies, wortelmerke en *Glossopteris*blaaraafdrukke gradeer (Fig. 2). Verder kom fossiele van *Rachiocephalus magnus* en *Oudenodon bairdi* in die moddersteen voor. Groenewald (1984) beskou die moddersteen as die vloedvlakte-afsetting van modderige, distale meanderstrome.

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie

Bogenoemde moddersteenryke sone word oorlê deur 'n sandige eenheid (Fig. 3) wat Groenewald (1984) die *Lid Rooinek** en Keyser (1983) die "Lid Caverne" noem. Die name wat Groenewald (1984) aan hierdie lid, asook aan ander lede hoër op in die opeenvolging toegeken het, word verkies omdat hy 'n meer gedetailleerde ondersoek as Keyser gedoen het. Volgens Groenewald bestaan die lid uit twee opwaartsfynerwordende siklusse van fyn- tot grofkorrelrige, planêr- en trogkruisgelaagde en mikrokruisgelaagde, wit tot liggrys sandsteen (Fig. 2). Dit verteenwoordig afsetting in die meer proksimale gedeelte van dieselfde meanderstroomstelsel as dié waarin die onderliggende moddersteeneenheid afgeset is. Aanvoer was uit die oos-noordooste en ooste (Groenewald, 1984). Keyser (1983) het 'n dikte van 8 m vir die lid op Caverne 795 gemeet en in die ooste van die gebied het Groenewald (1984) 'n gemiddelde dikte van 20 m bepaal.



Fig. 3: Die Lid Rooinek dagsoom as 'n prominente kranslyn in die Ulumbebosreservaat.
The Rooinek Member outcrops as a prominent cliff at the Ulumbe Nature Reserve.

Die Lid Rooinek word oorlê deur 'n tweede moddersteenryke sone gevolg deur 'n sandsteeneenheid (Fig. 2). Groenewald (1984) beskou die twee eenhede saam as 'n tweede siklus van onderskeidelik distale modderige en proksimale

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie

sandige meanderstroomafsettings. Die sandsteeneenheid is deur Groenewald (1984) as die Lid Schoondraai* en deur Keyser (1983) as die "Lid Normandien" uitkarter. Die Schoondraaisandsteen is 'n wit tot liggrys, fyn- tot grofkorrelrige, trogkruisgelaagde gesteente met volop karbonaatkonkresies. Die lid wissel in dikte van 3 tot 15 m en verdeel soms in twee tot drie verskillende sandstene, tussengelaag met groenkleurige moddersteen. Aanvoer was volgens Keyser (1983) oorwegend uit die suidooste. Fossiele van *Prorubidgea maccabei*, *Whaitia platyceps*, *Dicynodon lacerticeps* en blaarafdrukke van *Glossopteris* word in die moddersteensone onder die Lid Schoondraai aangetref.

Die Lede Schoondraai en Rooinek verdun na die suidweste in die Petrus Steyn-Heilbronomgewing wat veroorsaak dat hulle moeilik van ander sandstene in die moddersteenryke eenhede onderskei word.

Die Lid Schoondraai word in die Warden-Memelomgewing oorlê deur 'n rooi, pers of geelkleurige moddersteenryke eenheid (Lid Harrismith*) wat in 'n noorde-like en westelike rigting uitknyp. Fossiele van *Lystrosaurus murrayi* (Fig. 4) en

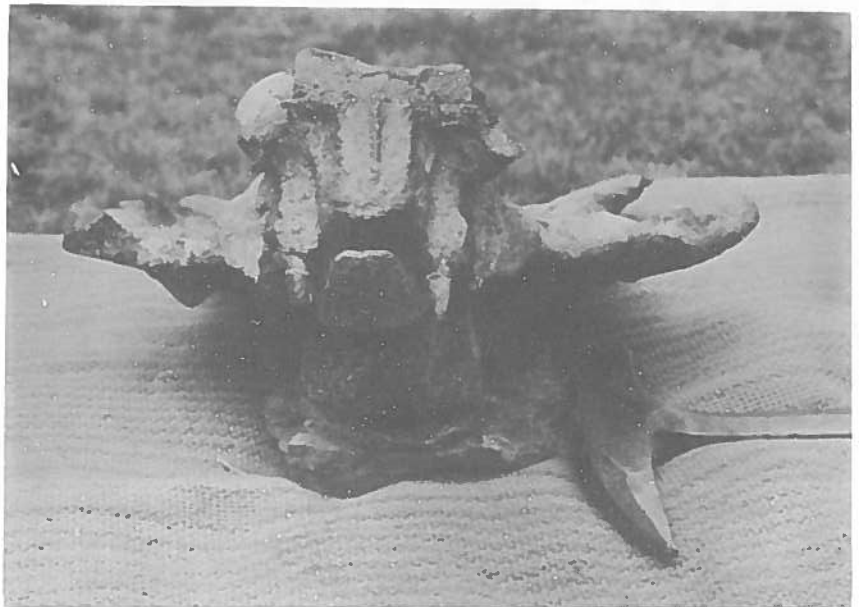


Fig. 4: Vooraansig van 'n skedel van *Lystrosaurus murrayi*.
Frontal view of a *Lystrosaurus murrayi* skull.

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie

Lydekerina word in hierdie gesteentes aangetref (Groenewald, 1984). Die lid raak meer sandig na die noorde wat waarskynlik daarop dui dat die brongebied in hierdie rigting was. Waar dit nie teenwoordig is nie, word die Lid Schoondraai direk deur 'n mangaanverrykte kleipilkonglomeraat of sandsteen van die Formasie Verkykerskop (Subgroep Tarkastad) oorlê.

Groenewald (1984) en Chidley (1983) meen dat die hoë veldspaatinhoud van sandtene in die Formasie Normandien op 'n granitiese brongebied dui.

Die ouderdom van die Formasie Normandien word as Laat-Perm beskou.

2.4.2 Subgroep Tarkastad

Die Subgroep Tarkastad wissel in dikte vanaf 80 tot 150 m, maar verdun noord van Petrus Steyn en wes van Tweeling. Groenewald (1984) stel 'n tweeledige indeling van die Subgroep Tarkastad voor, naamlik 'n onderste grofkorrelrige sandsteeneenheid (Formasie Verkykerskop*) en 'n boonste moddersteenryke eenheid (Formasie Driekoppen*). Die Formasies Verkykerskop en Driekoppen is nie op blad 2728 onderskei nie aangesien hulle nie in die westelike gedeelte van die gebied gekarteer kon word nie.

Die ouderdom van die Subgroep Tarkastad word as Trias beskou.

2.4.2.1 Formasie Verkykerskop*

Die Formasie Verkykerskop, gemiddeld 50 m dik, bestaan uit 'n opeenvolging van opwaartsfynerwordende siklusse (Fig. 5) van baie grofkorrelrige tot baie fynkorrelrige, olyfbruin, veldspaatryke sandsteen met ondergeskikte lense van sliksteen en bruinrooi moddersteen (Fig. 2). Trogkruisgelaagdheid (Fig. 6) is die mees algemene struktuur in die sandsteenlae. Megaduinkruislae van tot 12 m hoog en 24 m lank is deur Groenewald (1984) in die eenheid beskryf. Hy is van mening dat die eenheid vlegstroomafsetting in 'n snelsakkende kom verteenwoordig. 'n Mangaan- en ysterverrykte kleipilkonglomeraat kom algemeen aan die basis (Fig. 7) en ook soms hoër op in die formasie voor. Die kleipilkonglomeraat wat aan die basis van die formasie voorkom, is deur Keyser (1983) as die "Lid Reitz" uitkar-teer. Die hoë veldspaatinhoud van die sandsteen dui waarskynlik weer eens op 'n granitiese brongebied.

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie



Fig. 5: Gestapelde opwaartsfynwordende sandsteensiklusse in die Formasie Verkykerskop op Inzicht 1428.

Stacked upward-fining sandstone cycles in the Verkykerskop Formation at Inzicht 1428.



Fig. 6: Mega-trogkruisgelaagde eenheid in die Formasie Verkykerskop op Galaxy 168.
Mega-trough cross-bedded unit in the Verkykerskop Formation at Galaxy 168.

Die Formasie Verkykerskop oorlê die Lid Harrismith in die gebied oos van Warden, maar wes van Warden lê dit direk op die Lid Schoondraai omdat die Lid Harrismith nie hier voorkom nie.

Die onderste kontak van die formasie is normaalweg skerp en eroderend, maar 'n fynkorrelrige sandsteenlaag is soms aan die basis ontwikkel wat 'n graderende kontak tot gevolg het. 'n Afname in korrelgrootte in die formasie, vind van noord na suid plaas. Paleostroomrigtings dui daarop dat die grofkorrelrige sandsteeneenhede 'n aanvoerrigting uit die noordooste het, terwyl die aanvoer vir die fynkorrelrige sandsteenkomponent uit die suidooste was.

2.4.2.2 Formasie Driekoppen*

Die Formasie Driekoppen oorlê die Formasie Verkykerskop met 'n graderende kontak en is gemiddeld 20 m dik. Dit bestaan hoofsaaklik uit bruinrooi moddersteen met enkele tussengelaagde, fynkorrelrige, rooierige sandsteenlae. Volgens Groenewald is hierdie formasie die meanderstroomfasies van die Formasie Verkykerskop.

* Nog nie deur SAKS goedgekeur nie

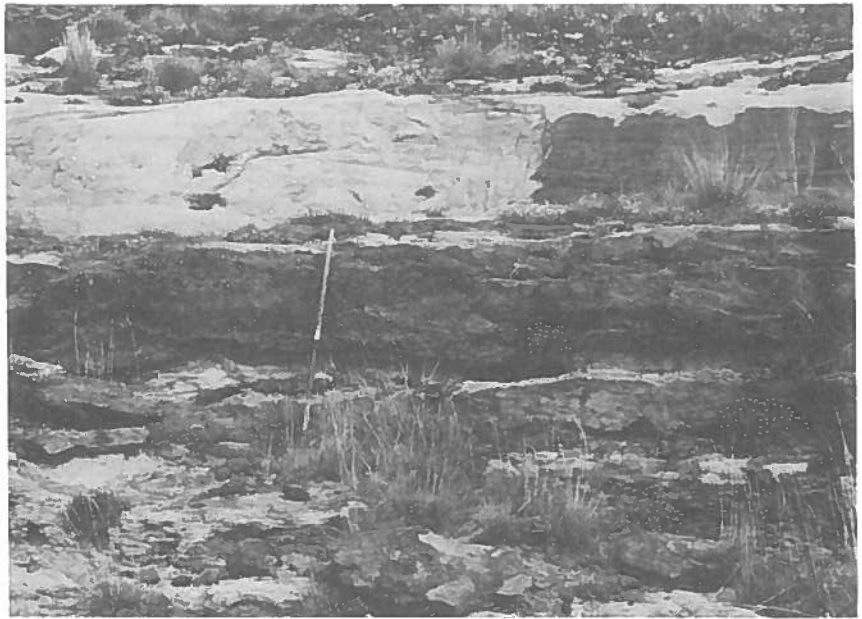


Fig. 7: Yster- en mangaanverrykte kleipilkonglomeraat aan die basis van die Formasie Verkykerskop op Driekoppen 217.

Iron- and manganese-enriched clay-pebble conglomerate at the base of the Verkykerskop Formation at Driekoppen 217.

Paleostroomrigtings dui op aanvoer uit die suide en suidooste.

Geen fossiele is in die moddersteen gevind nie.

2.5 FORMASIE MOLTENO

Die Formasie Molteno varieer in dikte vanaf 8 tot 20 m en oorlê die Formasie Driekoppen met 'n skerp erosiekontak. Volgens Eriksson (1983) is die formasie opgebou uit opwaartsfynerwordende vlegstroomsiklusse. Die basale gedeeltes van die siklusse bestaan uit wit tot gryswit, grofkorrelrige trogkruisgelaagde sandsteen (Fig. 8) met kleipil- en kleinrolsteenkonglomeraatlagies wat soms aan die basis ontwikkel is. Dit gradeer opwaarts deur fyn- tot mediumkorrelrige, planêr- en trogkruisgelaagde sandsteen in grys skalie en/of moddersteen. Volgens Keyser (1983) was aanvoer van die basale gedeelte hoofsaaklik uit 'n noordelike rigting met 'n klein suidelike komponent, terwyl aanvoer van die boonste gedeelte van die formasie hoofsaaklik uit die suide was.

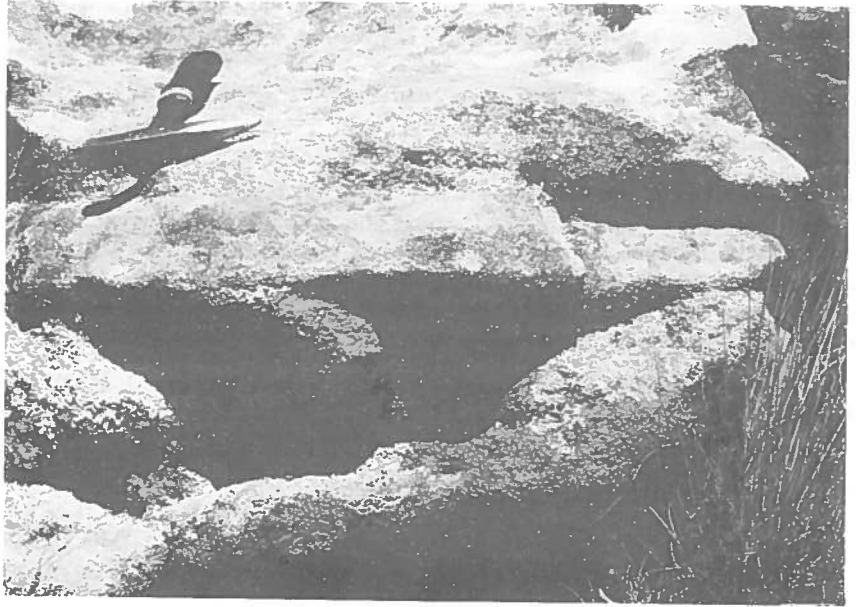


Fig. 8: Tipiese grofkorrelrige tot baie grofkorrelrige sandsteen van die Formasie Molteno op Driekoppen 485.

Typical coarse- to very coarse-grained sandstone of the Molteno Formation at Driekoppen 485.

Die Formasie Molteno is tydens die kartering heelwat verder noord gevind as wat Bars en Roux (1972), Bars en Guillebert (1976) en Csaky en Wachsmuth (1971) dit in die verlede beskryf het.

Die ouderdom van die formasie word as Trias beskou.

2.6 FORMASIE ELLIOT

Die Formasie Elliot oorlê die Formasie Molteno met 'n graderende kontak. Dit bestaan uit bruinrooi en grys moddersteen met ondergeskikte, tussengelaagde ligrooi sandsteenlae. Laasgenoemde vertoon skerp basisse en elk van die eenhede gradeer vanaf grofkorrelrige sandsteen opwaarts na 'n fynkorrelrige sandsteen. Volgens Eriksson (1983) verteenwoordig die moddersteen 'n loesafsetting en die sandstene vlegstroomafsettings.

Die formasie wissel in dikte van 8 tot 20 m en het slegs op die hoogste koppe en bergpieke in die oostekant van die gebied bewaar gebly.

Omdat die eenheid teen steil hellings dagsoom, is die dagsome te smal om op 1:250 000 skaal as 'n afsonderlike eenheid aan te toon, en gevolglik is dit saam met die Formasie Molteno aangetoon.

2.7 FORMASIE CLARENS

Die Formasie Clarens bestaan uit 'n fynkorrelrige sandsteeneenheid wat al die hoogste berge in gebiede 2729C en D bou. Dit vorm die prominente wit kranse in die Witkoppe asook in Kranskop en Tafelkop. Die standsteen is baie fynkorrelrig, goed gesorteer en die korrels is goed afgerond. Reusekruislae van tot 4 m hoog is op Kranskop deur Groenewald (1984) beskryf. Daar word algemeen aanvaar dat die Clarenssandsteen deur paleowinde vanuit 'n westelike rigting afgeset is.

Die formasie bereik 'n maksimum dikte van 150 m in die gebied. Die ouderdom word as Trias beskou.

2.8 FORMASIE DRAKENSBERG

Loslappe van die Formasie Drakensberg kom op die kruine van die Witkoppe voor. Die formasie word verteenwoordig deur 'n donker amandelryke basaltiese lawa wat die eerste magmatiese fase in die Opeenvolging Karoo verteenwoordig. Die maksimum bewaarde dikte is ongeveer 100 m.

Die formasie is Jurasies in ouderdom.

2.9 DOLERIET

Die sedimentêre gesteentes van die Opeenvolging Karoo is tydens die Juratydperk deur gange en plate van doleriet binnegedring, waarskynlik direk na die uitvloeiing van lawa van die Formasie Drakensberg. Dolerietplate wat wissel in dikte vanaf 15 tot 300 m kom konkordant met die gelaagdheid voor of sty transgressief daaroor met hoeke van 15 tot 20 grade (Haughton, 1969), maar soms ook met baie skerper hoeke (Visser en Bishopp, 1976). Sommige plate verplaas of sny deur ander wat 'n aanduiding is dat hulle nie gelyktydig ingedring het nie. Visser en Bishopp (1976) toon aan dat plate soms in twee of drie kleiner plate verdeel.

Dolerietplate is veral gekonsentreer in die Formasie Volksrust en in die kontakone van dié formasie en die oorliggende Groep Beaufort, asook op die kontak tussen die Lid Harrismith en die oorliggende Formasie Verkykerskop.

Die meeste van die plate kan megaskopies deur middel van kleur, korrelgrootte, tekstuur en verwerkingseienskappe van mekaar onderskei word. Visser en Bishopp (1976) het volgens die kriteria nege verskillende plate in die Newcastle-omgewing onderskei. Die plate se chemiese en mineralogiese samestelling verskil

egter min en hulle bestaan normaalweg uit sowat 30% anortiet, 20% diopsied, 16% albiet, 13% hipersteen, 6% magnetiet, 5% ortoklaas en kleiner hoeveelhede kwarts, ilmeniet en piriet (Visser en Bishopp, 1976). Van die dikker plate word minder basies in samestelling na hulle bokante toe (Csaky en Wachsmuth, 1971).

Die moeilik verweerbare plate gee aanleiding tot kenmerkende platkruin kop-pies soos die 160-m-hoë Tafelkop.

Dolerietgange kom regdeur die gebied voor, maar is veral in die gebied wat deur die Groep Beaufort en Formasies Molteno tot Clarens beslaan word, gekonsentreer. Aangesien die gange meestal deur die plate sny, kan afgelei word dat hulle ná die plate ingedring het. Die wydte van die gange is gemiddeld 3 m, maar dit kan wissel van enkele sentimeters tot sowat 30 m. Hulle kan positief of negatief verweer afhangende van die mate van metamorfose van die aanliggende gesteentes. Die gange in die gebied toon voorkeuroriëntasies in 'n noordwestelike en 'n noordoostelike rigting.

Die breedte van die kontakmetamorfe-sone langs dolerietintrusies is proporsioneel tot die dikte van die liggame.

Die dolerietintrusies affekteer mynbou negatief deurdat dit steenkool in die onmiddellike omgewing daarvan verbrand, water of gas kan vaskeer en in sekere gevalle die dakke van mynbougange verswak.

3. KWATERNÊRE AFSETTINGS

3.1 FORMASIE CORNELIA

Klein dagsome van die Formasie Cornelia kom voor op Wonderheuvel 1082, Taaiboschspruit 217, Mara 302, Pelgrimsrust 437 en Welgerus 296 in die omgewing van Cornelia. Volgens Chidley (1983) bereik die formasie 'n dikte van tussen 16 en 20 m in die gebied. Hierdie gesteentes is hoogs erodeerbaar en dongavorming soos dié op Welgerus 296 is kenmerkend. Die Formasie bestaan uit goedgedefinieerde kompakte klei en sandige kleilae, grondlae en gruis. Korrelrige karbonaatkonkresie en ferrikreetlagies kom ook voor.

Die formasie is ryk aan argeologiese werktuie en dierfossiele. Cooke (in Butzer, Clark en Cooke, 1974) beskryf vier kenmerkende spesies, nl. *Stylochoerus compactus*, "*Gazella*" *helmoedi*, *Connochaetes laticornutus* en *Megalotragus eucornutus*. Hy interpreteer die fauna as Vroeg- tot Middel-Pleistoseen in ouderdom. Butzer (in Butzer, Clark en Cooke, 1974) beskou die sedimente as die afsettingsprodukt van klimatologies beheerde vloedvlakke-erosie-en-vulsiklusse onder baie natter toestande as wat tans die geval is.

3.2 EOLIESE SAND

Windgewaaide sand kom geassosieerd met die riviere en groter spruite voor en lê gewoonlik binne die bestek van 15 tot 20 m bokant die huidige riviervlakke. Die afsettings bestaan uit ongekonsolideerde, massiewe, fynkorrelrige rooibruin sand wat geen fossiele of konkresies bevat nie. Die sande kom feitlik deurgaans aan die oostekant van stroomkanale voor, wat 'n aanduiding is dat dit deur westewinde uit die droë rivierbeddings vervoer is.

3.3 ALLUVIUM

Alluvium word op die hoof-vloedvlakteterrasse en in die valleie van die meer prominente strome gevind. Dit bestaan uit ongekonsolideerde, gryskleurige, fynkorrelrige en kleiryke sand en slik.

3.4 PUIN

Glooiingspuin wat bestaan uit swerfgrond en rolblokke en brokstukke van sandsteen en doleriet bedek die vaste rots teen die glooiings van berge. Groot gebiede word teen die glooiings van byvoorbeeld die Langeberg, die Gembokberg en die Rondehoekberg deur puin bedek.

4. STRUKTUURGEOLOGIE

Die noordelike gedeelte van die Karoogesteentes is op 'n stabiele kraton afgeset, wat nie gedurende of na afsetting van die Karoo onderworpe was aan grootskaalse verskuiwings of plooiing nie. As gevolg daarvan is die tektoniek van die Opeenvolging Karoo in die gebied redelik eenvoudig. Die strata lê feitlik horisontaal met slegs 'n geringe helling van een tot twee grade na die suide.

Die strata is egter op talle plekke lokaal deur dolerietintrusies verplaas of verskuif. Die komvormige struktuur van die Karoolae in die Witkoppe, met 'n helling van 9° na die binnekant, word gekoppel aan 'n ringintrusie van doleriet. Kom- en koepelstrukture kom in die Wardenomgewing voor. Hellings van tot 7° in die strata van die Formasie Verkykerskop op Inzicht 1428 hou volgens Groenewald (1984) ook verband met 'n ringintrusie van doleriet. Dieselfde struktuur was volgens Groenewald (1984) ook vir die verplasing in die Formasie Molteno op Driekoppen 584 en vir die verskuiwing op Inzicht 1428 verantwoordelik.

'n Verskuiwing is noord van Petrus Steyn deur Keyser (1983) gekarteer. Opheffing deur 'n dolerietplaat was waarskynlik vir die opskuiwing van die sediment aan die noordekant daarvan verantwoordelik (N. Keyser, persoonlike mededeling, 1986).

5. EKONOMIESE GEOLOGIE

5.1 STEENKOOL

Steenkool is tans die belangrikste ekonomiese delfstofafsetting in die gebied. Die afsettings vorm deel van die Steenkoolveld Klipriviersberg, wat binne 'n benaderde driehoek tussen Newcastle, Ladysmith en Dundee geleë is. Die ekonomiese lae kom in die middelste gedeelte van die Formasie Vryheid voor.

Hoewel talle steenkoollae in die steenkoolveld voorkom, word slegs die Top- of Alfredlaag (4,6 tot 10,7 m dik) en die Bodem- of Guslaag (3,7 tot 12 m dik) in die gebied gemyn. Suid van Newcastle kom die Gidslaag op 10,6 tot 21,3 m bokant die Toplaag voor en dit kan uit tot vier steenkoollagies digby mekaar bestaan. Twee onekonomiese lagies, wat as gidslae vir korrelasiedoeleindes gebruik word, kom gewoonlik onder die Bodemlaag voor.

Die twee hooflae word gelyktydig in dieselfde myn ontgin slegs indien die skeidingslae baie dun is. In die meeste gevalle is dit egter te dik en word slegs die laag met die hoogste gehalte steenkool gemyn.

Die steenkoollae lê oorwegend horisontaal, maar kan soms golwend wees of met 'n lae helling na die suid-suidweste duik.

Die steenkool in die gebied wissel in rang van bitumineus tot antrasities, afhangende van die mate waartoe die vlugstowwe in die steenkool deur dolerietintrusies afgedryf is. Die twee tipes steenkool kan by mekaar voorkom.

Daar is tans vyf werkende steenkoolmyne in die gebied. Die volgende gegewens oor die myne is 'n opsomming uit die lys van werkende en ontwikkelende steenkoolmyne in Suid-Afrika (Minerale Buro van Suid-Afrika, 1986):

Kilbarchanmyn: Hier word beide die Alfred- en Guslaag gemyn. Gedurende 1985 is 1 321 kiloton bitumineuse steenkool afkomstig uit die myn verkoop. Alle steenkool word deur die Ingaganekragstasie verbruik.

Majubamyn: Die Guslaag word hier gemyn. Die myn sal volgens beplanning teen 1995 12 miljoen ton steenkool per jaar aan die Majubakragstasie lewer.

Ballengeichmyn: Bitumineuse steenkool word uit die Guslaag gemyn vir plaaslike bemarking en uitvoerdoeleindes.

Gardiniamyn: Die Alfred- en Guslaag word hier volgens die oopgroefmetode gemyn. Gedurende 1985 is 444 kiloton bitumineuse steenkool vir bemarking deur Natal Associated Collieries en vir uitvoer gelewer.

Witklipmyn: Die myn is tans onder likwidasie. Gedurende 1985 is 29 kiloton bitumineuse steenkool uit die Alfredlaag vir plaaslike bemarking gemyn.

5.2 KLIPAGGREGAAT EN LATERIET

Karoodoleriet word in oopgroewe op Jordaanstroom 3310, Knockbrex 9018, Tigerskloof 3333, Deepdalte 1223 en Drystream 13293 vir gebruik as bouklip en padboumateriaal gemyn.

Ferrikreet wat op party plekke in skalie van die Formasie Volksrust voorkom, word op Bosch Hoek 3345 vir gebruik as padgruis ontgin.

5.3 BOUSAND

Windgewaaide sand word op Erdzak 9-HS en Platkop 7 vir gebruik as bousand ontgin.

5.4 MAATSTEEN

Doleriet is tot 'n paar jaar gelede op Bosch Hoek 3345 ontgin vir gebruik as gedenksteenklip.

5.5 ALGEMEEN

Oniekonomiese voorkomste van klei, kalksteen en olieskalie is in die gebied bekend.

VERWYSINGS

- BARS, H. en GUILLEBERT, P., 1976. Geological investigation of the Vrede-Memel-Volksrust Area: Soekor interne verslag, Ooplêer Geologiese Opname van Suid-Afrika, nr. 1976-0099.
- BARS, H. en ROUX, H., 1972. Report on the geological investigation in the Verkykerskop south area, District Harrismith (O.F.S.): Soekor interne verslag, Ooplêer Geologiese Opname van Suid-Afrika, nr. 1971-0108.
- BUTZER, K. W., CLARK, J. D. en COOK, H. B. S., 1974. Geology, archeology and fossil mammals of the Cornelia beds, O.F.S: Memorie Nasionale Museum Bloemfontein, 9.
- CHIDLEY, C. M., 1983. The geology of the country around Villiers, Frankfort (East) and Cornelia: Verslag van die Geologiese Opname van Suid-Afrika (ongepubl.).
- CZAKY, A. V. en WACHSMUTH, W., 1971. Stratigraphy and hydrocarbon potential of the Dwyka, Ecca and Beaufort Groups in the Northern Karoo: Soekor interne verslag, Ooplêer Geologiese Opname van Suid-Afrika, nr. 1977-0099.

- ERIKSSON, P. G., 1983. A palaeoenvironmental study of the Molteno, Elliot and Clarens Formations in the Natal Drakensberg and Northeastern Orange Free State: Ph.D.-tesis, Universiteit van Natal, Pietermaritzburg (ongepubl.).
- GROENEWALD, G. H., 1984. Stratigrafie en sedimentologie van die Groep Beaufort in die Noordoos-Vrystaat: M.Sc.-tesis, Randse Afrikaanse Universiteit, Johannesburg (ongepubl.).
- HAUGHTON, S. H., 1969. Geological history of Southern Africa. S.A. Chamber of Mines: Geologiese Vereniging van Suid-Afrika, Kaapstad.
- KEYSER, N., 1983. The geology of areas 2728A, C and D in the Northeastern Free State: Verslag van die Geologiese Opname van Suid-Afrika (ongepubl.).
- LINSTRÖM, W., 1973. Die geologie van die Sisteem Karoo wes van Mooirivier, Natal: M.Sc.-tesis, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein (ongepubl.).
- MINERALS BUREAU OF SOUTH AFRICA, 1986. Operating and developing coalmines in the Republic of South Africa: Gids van die Minerale Buro van Suid-Afrika, 2/86.
- STEART, F. A., 1920. Some notes on the geology of the northwestern portion of the Natal Coalfield: Transvaal Geologiese Vereniging van Suid-Afrika, 22, p. 90-111.
- VAN VUUREN, C. J., 1983. A basin analysis of the northern facies of the Ecca Group: Ph.D.-tesis, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein (ongepubl.).
- VAN VUUREN, C. J. en COLE, D. I., 1979. The stratigraphy and depositional environment of the Ecca Group in the northern part of the Karoo basin: Spesiale Publikasie van die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika, 6, p. 103-111.
- VISSER, H. N. en BISHOPP, D. W., 1976. The geology of the Newcastle and Dundee areas and a detailed description of the Klip River Coalfield of Northern Natal: Explanation of Sheets 2729D (Newcastle) and 2830 (Dundee). Memorie van die Geologiese Opname van Suid-Afrika, 2.
- VISSER, H. N., CILLIÉ, J. F. en FURTER, F. J. J., 1958. Die geologie van die gebied om Volksrust: Toeligting van blad 69 (Volksrust), Geologiese Opname van Suid-Afrika.