

'N OMGEWINGSBESTUURSISTEEM  
VIR SENSITIEWE HANGE LANGS DIE  
PROVINSIALE PAD IN  
GOLDEN GATE-HOOGLAND NASIONALE PARK

Petrus Cornelius Pieterse  
B.Sc. (Honneurs)

Skripsie voorgelê vir gedeeltelike nakoming van die vereistes vir die graad Magister Scientiae in die Departement Geografie en Omgewingstudie aan die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys.

Leier : Prof. A.B. de Villiers

Hulpleier : Mnr. J.G. Nel

POTCHEFSTROOM

1995

## VOORWOORD

Graag wens ek die volgende persone en instansies van harte te bedank vir die hulp, ondersteuning en aanmoediging wat ek ontvang het tydens die navorsing en skryf van hierdie skripsie:

- \* My Skepper vir goeie gesondheid, insig, wysheid en deursettingsvermoë om van hierdie studie 'n sukses te kon maak.
- \* Professor A.B. de Villiers, mnr. J.G. Nel en die personeel van die Departement Geografie en Omgewingstudie vir hul ondersteuning, aanmoediging en belangstelling.
- \* Die Nasionale Parkeraad, en veral die personeel van die Golden Gate-hoogland Nasionale Park, wat dit vir my moontlik gemaak het om hierdie studie te kon voltooi.
- \* Die Vrystaatse Direkoraat van Paaie en die Raadgewende Ingenieurs met hul personeel vir samewerking en hulp.
- \* Mev. C. Strydom vir die taalkundige versorging en Dr. H. Bezuidenhout vir hulp met die grondklassifikasies.
- \* My ouers en skoonouers vir hul opregte belangstelling en aanmoediging.
- \* My vrou, Ronelle, vir al die tikwerk, ondersteuning, geduld en liefde waarmee sy my met toewyding en deernis bygestaan het.
- \* Ek dra dan ook hierdie werk op as blyk van waardering aan Ronelle, Jaco, Thomas en Cornelle vir hul getroue bystand en heelhartige ondersteuning om van hierdie studie 'n sukses te kon maak.

SOLI DEO GLORIA

PETRUS CORNELIUS PIETERSE

GOLDEN GATE-HOOGLAND NASIONALE PARK

NOVEMBER 1995

## OPSOMMING

Die doel van hierdie studie is om 'n omgewingsbestuursisteen saam te stel vir 'n gedeelte van die provinsiale padroete R712, deur die Golden Gate-hoogland Nasionale Park (GGHNP). Sodanige bestuursisteen kan aangewend word as riglyn vir omgewingsbestuur tydens die konstruksie- en bedryfsfase.

Vir die uitvoering hiervan was dit nodig om die geologie, topografie, pedologie, klimaat en plantbedekking van die studiegebied te beskryf. Hieruit is die risiko's van omgewingsdegradasie wat met padkonstruksie gepaard gaan, geëvalueer en gekwantifiseer. Verder was dit nodig om die herbelyning en deurgrawings van die opgraderingsfase te ondersoek ten einde toekomstige versteurings van die natuurlike omgewing vroegtydig te identifiseer en te bestuur.

Uit die resultate van hierdie studie blyk dit dat die natuurlike omgewing aanliggend tot die provinsiale pad, roete R712, geweldig vatbaar is vir erosie, veral waar oppervlakversteurings reeds plaasgevind het. Die daarstelling en implementering van 'n omgewingsbestuursisteen om omgewingsdegradasie as gevolg van die opgradering van die bestaande roete te voorkom, is daarom noodsaaklik.

## ABSTRACT

The aim of this study is the development of an environmental management system for a section of the provincial road, route R712, through the Golden Gate Highlands National Park (GGHNP). This management system may be used as a guideline for appropriate environmental management during the construction and maintenance phases of this road.

To be able to compile such a system it was necessary to perform a terrain analysis of the geology, topography, pedology, climate and vegetation cover of the area. From this, all environmental risks were identified and evaluated. Furthermore it was necessary to investigate the re-alignment of the road with emphasis on the cuttings and fillings, to be able to identify and to analyze abnormal environmental disturbances in advance.

From the results of this study it became clear that the environment, bordering this road, is extremely prone to erosion, especially where the vegetation cover and top soil have been removed. An environmental management system was therefore necessary to harmonize the development and utilization of the road with conservation of the environment.

VOORWOORD .....	i
OPSOMMING .....	ii
ABSTRACT .....	iii
INHOUD .....	iv
FIGURE .....	viii
TABELLE .....	ix

HOOFSTUK 1 : INLEIDING

1.1 Doel van die ondersoek .....	1
1.2 Probleemstelling .....	2
1.3 Literatuurontleding .....	2
1.3.1 Aspekte van hangdegradasie .....	3
1.3.2 Tersaaklike omgewingsfaktore .....	3
1.4 Navorsingsmetodiek .....	8
1.4.1 Navorsingsvrae .....	8
1.4.2 Geologiese beskrywing .....	8
1.4.3 Topografiese terreinondersoek .....	8
1.4.4 Grondanalises .....	9
1.4.5 Klimatologiese data .....	9
1.4.6 Plantegroei-ondersoek .....	10
1.5 Studiegebied .....	10

**HOOFSTUK 2 : HULPBRONBASIS**

2.1	Geologie .....	13
2.1.1	Tarkastad-formasie .....	13
2.1.2	Molteno-formasie .....	16
2.1.3	Elliot-formasie .....	16
2.1.4	Clarens-formasie .....	16
2.1.5	Doleriet .....	17
2.2	Topografie .....	18
2.3	Pedologie .....	21
2.3.1	Grondklassifikasie .....	22
2.3.2	Grond-erodeerbaarheid .....	24
2.4	Klimaat .....	25
2.4.1	Neerslag .....	25
2.4.2	Temperatuur .....	27
2.5	Plantbedekking .....	29

**HOOFSTUK 3 : KRITERIA VIR EROSIE-KWESBAARHEID**

3.1	Inleiding .....	31
3.2	Geologie .....	34
3.3	Topografie .....	34
3.4	Pedologie .....	39
3.4.1	Grondklassifikasie .....	39
3.4.2	Grondontledings .....	40
3.5	Klimaat .....	42
3.5.1	Neerslag .....	42
3.5.2	Temperatuur .....	44
3.6	Plantbedekking .....	44
3.7	Gevolgtrekking .....	46

**HOOFSTUK 4 : OMGEWINGSBESTUURSISTEEM (OBS)**

4.1	Omgewingsbestuursistees-model .....	50
4.2	Verantwoordelikeitsaanvaarding .....	50
	4.2.1 Verantwoordelikeitsafbakening .....	50
	4.2.2 Skakeling tussen partye .....	50
	4.2.3 Implementeringstrategie .....	52
4.3	Omgewingsoorsig .....	52
	4.3.1 Bestuursstandaarde .....	52
	4.3.2 Omgewingsversteurings .....	53
	4.3.3 Projektoesig .....	54
	4.3.4 Wetlike vereistes .....	54
4.4	Bestuurshandleiding .....	55
	4.4.1 Oorsig .....	55
	4.4.2 Omgewingsaspekte en omgewingsinvloed .....	55
	4.4.3 Omgewingsbeleid .....	57
	4.4.4 Omgewingstandaarde .....	58
	4.4.5 Omgewingsdoelwitte .....	59
	4.4.6 Strategiese plan .....	60
	4.4.7 Bestuursprogram .....	83
4.5	Implementering .....	88
4.6	Meting en ontleding .....	88
	4.6.1 Voldoeningsondersoek .....	88
	4.6.2 Nagaanlys .....	89
4.7	Beoordeling en verbetering .....	90
	4.7.1 Inspeksies .....	90
	4.7.2 Doeltreffendheid .....	91
	4.7.3 Verslae .....	92
4.8	Hersiening en opdatering .....	92

**HOOFSTUK 5 : SAMEVATTING**

5.1	Gevolgtrekking .....	93
5.2	Doelwitbereiking .....	93
5.3	Aanbevelings .....	94

<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>95</b>
---------------------------	-----------

**BYLAAG**

Bylaag - Berekening van 95%-betroubaarheidsinterval .....	98
---	----

Figuur 1 - Liggingskaart .....	11
Figuur 2 - Roetekaart .....	12
Figuur 3 - Skematiese voorstelling van geologiese struktuur ...	14
Figuur 4 - Geologie .....	15
Figuur 5 - Landvorme .....	20
Figuur 6 - Hangdegradering .....	21
Figuur 7 - Grondtipes .....	23
Figuur 8 - Gemiddelde jaarlikse reënval .....	26
Figuur 9 - Gemiddelde temperatuur .....	28
Figuur 10 - Plantegroei .....	30
Figuur 11 - Oppervlakerosie .....	31
Figuur 12 - Hangversakking .....	32
Figuur 13 - Terreinaspekte .....	33
Figuur 14 - Basale bedekking - 7 persele .....	45
Figuur 15 - Omgewingsversteurings .....	49
Figuur 16 - Omgewingsbestuursstelsel-model .....	51
Figuur 17 - Hanginstorting .....	62
Figuur 18 - Slikafsetting .....	63
Figuur 19 - Vorming van erosieslote .....	64
Figuur 20 - Gruisgroef .....	65
Figuur 21 - Hangbeskerming .....	67
Figuur 22 - Klipbestrating .....	69
Figuur 23 - Skanskorwe .....	69
Figuur 24 - Oppervlakbedekking .....	71
Figuur 25 - Grasblokke .....	72
Figuur 26 - Bestuursprogram .....	84

Tabel 1 - Hellingshoek van hange 1 - 7 .....	35
Tabel 2 - Klinometerlesings .....	36
Tabel 3 - Terrassette : Indeks van stabiliteit .....	38
Tabel 4 - Grondklassifikasie .....	40
Tabel 5 - Grondontledings .....	41
Tabel 6 - Somerreëval .....	43

#### ANDER AFKORTINGS

GGHNP	-	Golden Gate-hoogland Nasionale Park
OBS	-	Omgewingsbestuursisteem
NPR	-	Nasionale Parkeraad

# HOOFSTUK 1

## INLEIDING

### 1.1 DOEL VAN DIE ONDERSOEK

Die doel van hierdie ondersoek is die daarstelling van 'n omgewingsbestuursisteen wat gebruik kan word om die aanliggende omgewing weerskante van die provinsiale pad R712 so te bestuur dat dit beskerm word teen erosie wat mag ontstaan vanweë die opgradering van genoemde roete.

Die opgradering behels dat die bestaande grondpad geteer word. Aangesien die pad deur 'n bergagtige gebied kronkel, vereis die padboueregulasies dat die pad meer gelykmatig belyn moet word, wat sal meebring dat deurgrawings deur natuurlike hange en opvullings van dreineringskanale gedoen moet word.

Uit waarnemings blyk dit dat die natuurlike omgewing aangrensend tot hierdie deel van die pad sensitief is vir versteurings. Dit is daarom nodig om die natuurlike hange se erosiekwesbaarheid te klassifiseer aan die hand van 'n aantal belangrike eienskappe van die afsonderlike hange. Die volgende natuurlike parameters sal in hierdie klassifikasie gebruik word :

- \* geologie;
- \* topografie;
- \* pedologie;
- \* klimaat; en
- \* plantbedekking.

Huidige en toekomstige versteurings weens konstruksie-aktiwiteite sluit in:

- \* deurgrawings;
- \* opvullings;
- \* padstrukture;
- \* grashervestiging; en
- \* gruisgroewe en stortingsterreine.

## 1.2 PROBLEEMSTELLING

Die opgradering van 'n gedeelte van die provinsiale pad R712 deur die Golden Gate-hoogland Nasionale Park (GGHNP) sal 'n negatiewe invloed op die omgewing hê weens die versteuring van sensitiewe hange. Hierdie versteuring word veroorsaak deur die insnyding van die pad deur die natuurlike toonhange. Sodanige versteurings kan die volgende tot gevolg hê:

- \* oormatige oppervlakerosie van die pad af, sowel hang-opwaarts as hang-afwaarts;
- \* versakking weerskante van die pad as gevolg van hangdestabilisasie en grondwaterwerking; en
- \* 'n negatiewe invloed op die estetiese omgewing.

## 1.3 LITERATUURONTLEDING

In hierdie afdeling gaan 'n literatuurontleding gemaak word van faktore wat die erosiesensitiwiteit van die omgewing beïnvloed.

### 1.3.1 Aspekte van hangdegradasie

Daar bestaan 'n opvallende gebrek aan toepaslike literatuur oor hangdegradasie van die studiegebied. Uit die enkele bronne wat wel oor hierdie aspek handel, is dit duidelik dat hangdegradasie hoofsaaklik plaasvind weens destabiliserende menslike aktiwiteite in die omgewing.

Volgens Massie & Bubenzer (1974:177) het deurgrawings wat onafgerond gelaat word 'n negatiewe visuele invloed op die omgewing weens oormatige erosie, wat 'n toename in slikaafsetting en plantegroeidestabilisasie in die dreineringskanale veroorsaak.

Massie & Bubenzer (1974:177-178) maak aanbevelings oor die wyse waarop deurgrawings afgerond behoort te word om oormatige erosie te voorkom, asook om die omgewing visueel beter te laat vertoon. Hul voorstelle sluit in:

- \* die vestiging van gras op die ontblote areas;
- \* die voorkoming van erosie met behulp van beheerstrukture; en
- \* die bou van sedimentputte.

Lemly (1982:344-347) wat 'n soortgelyke studie van rooi kleigronde in deurgrawings gemaak het, ondersoek verskillende metodes van oppervlakbedekking om erosie sover moontlik te probeer bekamp.

### 1.3.2 Tersaaklike omgewingsfaktore

Omgewingsfaktore wat 'n rol speel by hangstabiliteit is volgens Press & Siever (1989:125) die volgende:

### 1.3.2.1 Geologie

Volgens Brady (1993:11-15) beïnvloed geologie erosie op twee maniere. Eerstens kan vlakliggende ondeurlaatbare rotsplate veroorsaak dat die veldkapasiteit van die grond vinnig oorskry word. Die resultaat hiervan is dat die skeursterkte van die grond afneem en massaverplasing kan voorkom. Tweedens kan die geologie van die gebied die grondtipes wat gevorm word, bepaal. Die erosiekwesbaarheid van verskillende grondsoorte bepaal gedeeltelik die omvang, tempo en aard van erosie.

Die geologie van die studiegebied soos beskryf deur Groenewald (1986:167-181) word vir die doel van hierdie studie gebruik. Volgens hom kom die Tarkastad-, Molteno-, Elliot-, Clarens-sandsteen- en Drakensbergformasies van die Karoo-opeenvolging in die studiegebied voor.

Die eerste vier formasies bestaan uit sedimente terwyl laasgenoemde formasie 'n stollingsgesteente is. Alhoewel die voorgestelde pad nêrens oor gesteentes van die Drakensbergformasie strek nie, word hierdie formasie volledigheidshalwe ingesluit, aangesien die dolerietgange [wat as voerkanale vir die lawa gedien het] ook deur die onderliggende sedimentêre formasies sny en dit soms binnegedring het. (Vir 'n vollediger bespreking van die geologie kyk paragraaf 2.1).

### 1.3.2.2 Topografie

Moon en Munro-Perry (1988:57-58) beweer dat die topografie van die studiegebied hoofsaaklik beheer word deur die oos-wes en noord-suid strekkende dolerietnaatsisteme. Volgens genoemde outeurs het die hange op die moddersteenlae ontstaan deur "parallele terugtrekking" vanaf die meer weerstandbiedende sandsteenlae.

Young (1972:5-7) onderverdeel hange in middelhange, voethange en toonhange. Die meeste natuurlike erosie vind op die middel- en voethange plaas en die geërodeerde materiaal word op die toonhange afgeset.

Belangrike faktore wat 'n rol speel by die erodering van hange is die vorm, lengte en helling van 'n spesifieke hang (Stocking, 1972:433-435). Volgens Strahler & Strahler (1973:352-356) ontwikkel hange normaalweg 'n konvekse profiel aan hul bokant, gelykmatig tot konkaf in die middel en weer konveks aan die onderkant. Stocking (1972:433-435) beweer dat konvekse hellings vinniger sal erodeer as konkawe hellings. Dongas en erosieslote kom meer algemeen op konvekse hange voor. Verstourings van die toon van 'n konvekse hang kan die erosieproses verder versnel (Zachar, 1982:232-242).

Strahler & Strahler (1973:266-269) beweer verder dat hange in die proses van afplatting 'n kritiese hellingshoek bereik weens die destabiliserende uitwerking van al die eksterne faktore wat 'n invloed daarop het. Indien onnatuurlike omgewingsverstourings sou plaasvind, kan verwag word dat dit die hangewewig sal verstour en versnelde erosie tot gevolg sal hê (Brady, 1993:9-11).

### 1.3.2.3 Pedologie

Grond word gevorm deur die invloed van verwering, swaartekrag, tyd en klimaat op onderliggende gesteentes (Terblanche, 1992:16). Grond kan *in situ* gevorm word of uit afgesette getransporteerde materiaal.

Die sand-slik-klei verhouding van grond bepaal grondeienskappe soos die samestelling, tekstuur en kompaksiepotensiaal. Hierdie eienskappe bepaal op hul beurt weer eienskappe soos deurlaatbaarheid, porositeit en skeursterkte.

Gronde met 'n hoë klei-inhoud veroorsaak meer afloop tydens reënbuie. Sanderige gronde daarenteen het 'n baie hoër deurlaatbaarheid en is ook baie meer vatbaar vir erosie weens hul korrelgrootteverspreiding (Zachar, 1982:232-242).

Volgens Terblanche (1992:92-98) is sommige van die gronde wat op die steiler hange in die studiegebied voorkom hoofsaaklik kolluviaal van aard. Strahler & Strahler (1973:354-356) beskryf kolluviale gronde as ongesorteerde materiaal wat aan die basis van die hange

aangetref word. Dit bring mee dat hierdie grond uiters gevoelig is vir veral oppervlakerosie.

Op grond van die voorafgaande is dit noodsaaklik dat die gronde van die studiegebied chemies en fisies ontleed sal word om die erosiekwesbaarheid te kwantifiseer.

#### 1.3.2.4 Klimaat

Reënval en temperatuur is belangrike faktore by grondvorming en gronderosie (Brady, 1993:16-18). Van die korttermynveranderlikes is spaterosie, (weens reëndruppelimpak), hoeveelheid reënval en die duurte en intensiteit van reënbuie belangrike faktore by die verweringsproses. Hierbenewens dien afloopwater ook as vervoermiddel vir die wegvoer van geërodeerde materiaal en die deponering van slied op die laerliggende gedeeltes.

Oor die langtermyn speel seisoenale verspreiding van reënbuie, langtermyn gemiddeldes en die frekwensie van reënbuie 'n belangrike rol. Brady (1993:17-18) beweer dat gronde indirek geraak word deur goeie seisoenale reëns, deurdat dit 'n beter basale en kroonbedekking tot gevolg het. 'n Goeie kroonbedekking verbreek die intensiteit van die reëndruppelimpak en beskerm die grondoppervlak teen spaterosie. Terselfdertyd word afloop vertraag en infiltrasie verhoog.

Brady (1993:17-18) skenk ook oorweging aan die seisoenale verspreiding van reënbuie. In dié verband beweer sy dat swaar reënbuie buite die normale reënseisoen ernstige negatiewe gevolge vir die omgewing kan hê. Dit veroorsaak veral grondverskuiwings en bevorder pyperosie as gevolg van die deurvloei van geperkuleerde reënwater. Nordström (1986:52) het bevind dat daar 'n korrelasie tussen seisoenale reënval en pyperosie bestaan. Waar reënval meer eweredig versprei was, het minder, maar wel dieper, pyperosiekanale gevorm.

Volgens Zachar (1982:225-231) speel temperatuur ook 'n belangrike rol. Ryp, sneeu grondvriesing en uitdroging is belangrike bydraende faktore wat gronderosie kan versnel. Veral vrysing en uitdroging van die oppervlaklae dra daartoe by dat grondaggregaate verbreek en die ontblote oppervlakte poreus agtergelaat word. Hierdie poreuse oppervlakte is kwesbaar vir oppervlakerosie. Zachar (1982:225) beweer dat oppervlakvriesing grondvog weens kohesiekrag uit laer grondlae opwaarts trek. Dit veroorsaak dat krake en barste in die bogrond ontstaan.

#### 1.3.2.5 Plantbedekking

Soos in paragraaf 1.3.2.4 aangetoon, is daar 'n verband tussen klimaat, plantegroei en erosie.

Beckedahl (1994: persoonlike mededeling) beweer dat die wortelgroei van plante piperosie, asook massaverplasingsprosesse teen baie skuins hange kan bevorder.

Uit die voorafgaande bespreking is dit egter duidelik dat oppervlakke wat bedek is met 'n digte plantegroei erosie kan teenwerk. Die rede hiervoor is dat dit oppervlakafloop vertraag, spaterosie bekamp en terselfdertyd dien as 'n membraan wat reëndruppels onderskep en geleidelik vrystel aan die onderliggende grond (Strahler & Strahler, 1973:252-254).

Graf (1979:12) bevind dat die ruimtelike verspreiding van plantspesies 'n duidelike invloed op die verspreiding van erosiekanale het. Die plantwortels neig om die struktuur van die bogrond te versterk sodat oppervlak-erosiekanale nie kan vorm nie.

## 1.4 NAVORSINGSMETODIEK

### 1.4.1 Navorsingsvrae

Die bou van roete R712 sal deurgrawings deur en opvullings van natuurlike hange noodsaak. Sulke versteurings kan lei tot toenemende hangdegradasie weens versnelde erosiewerking op reeds geërodeerde gebiede.

Die volgende navorsingsvrae kan gestel word:

- \* in watter mate sal padbouaksies die natuurlike hange destabiliseer;
- \* wat is die omvang, aard en tempo van omgewingsdegradasie wat na verwagting hieruit sal voortspruit;
- \* op watter wyse kan hierdie verwagte omgewingsdegradasie bestuur word sodat dit die kleinste moontlike impak op die natuurlike omgewing sal hê?

### 1.4.2 Geologiese beskrywing

Met behulp van die geologiese beskrywing van die GGHP (Groenewald, 1986:169-179) is 'n 1:25 000 geologiese kaart van die studiegebied saamgestel (Figuur 4 paragraaf 2.1). Die akkuraatheid van hierdie kaart is deur middel van veldondersoeke weerskante van die pad gekontroleer.

### 1.4.3 Topografiese terreinondersoek

'n Landtipekaart van die studiegebied (Terblanche, 1992:78) is deur veldondersoeke en addisionele kartering uitgebrei. Die volledige landtipekaart word in Figuur 5 getoon (paragraaf 2.2).

#### 1.4.4 Grondanalises

Tydens 'n veldondersoek is grondmonsters by sewe profielgate by die verskillende deurgrawings geneem. Die grondmonsters is chemies sowel as fisies vir die volgende ontleed (Tabel 5):

- \* deeltjiegrootte-verspreiding;
- \* gronddispersiwiteit;
- \* kationuitruilbaarheidskapasiteit (K.U.K.);
- \* pH;
- \* magnesiuminhoud (Mg);
- \* kalsiuminhoud (Ca);
- \* kaliuminhoud (K); en
- \* natriuminhoud (Na).

Terselfdertyd is die verskillende grondvorme beskryf en geklassifiseer volgens die binomiese grondklassifikasie van die Departement van Landbou-ontwikkeling (1991:46-195). 'n Grondkaart van die areas waar deurgrawings voorkom, is saamgestel en word in Figuur 7 getoon (paragraaf 2.3).

#### 1.4.5 Klimatologiese data

'n Vyfpunt-weerstasie word reeds sedert 1970 deur die Departement Landbouweerkunde in die GGHNP bedryf. Plaaslike reënvalstatistiek is ontleed ten einde die langtermyn maandelikse gemiddelde te kan bereken en die seisoenale verspreiding te bepaal.

Die gemiddelde minimum temperatuur, asook die in- en uittreedatums van ryp is bereken om die verwagte tydperk van grondvriesing te bepaal.

#### 1.4.6 Plantegroei-ondersoek

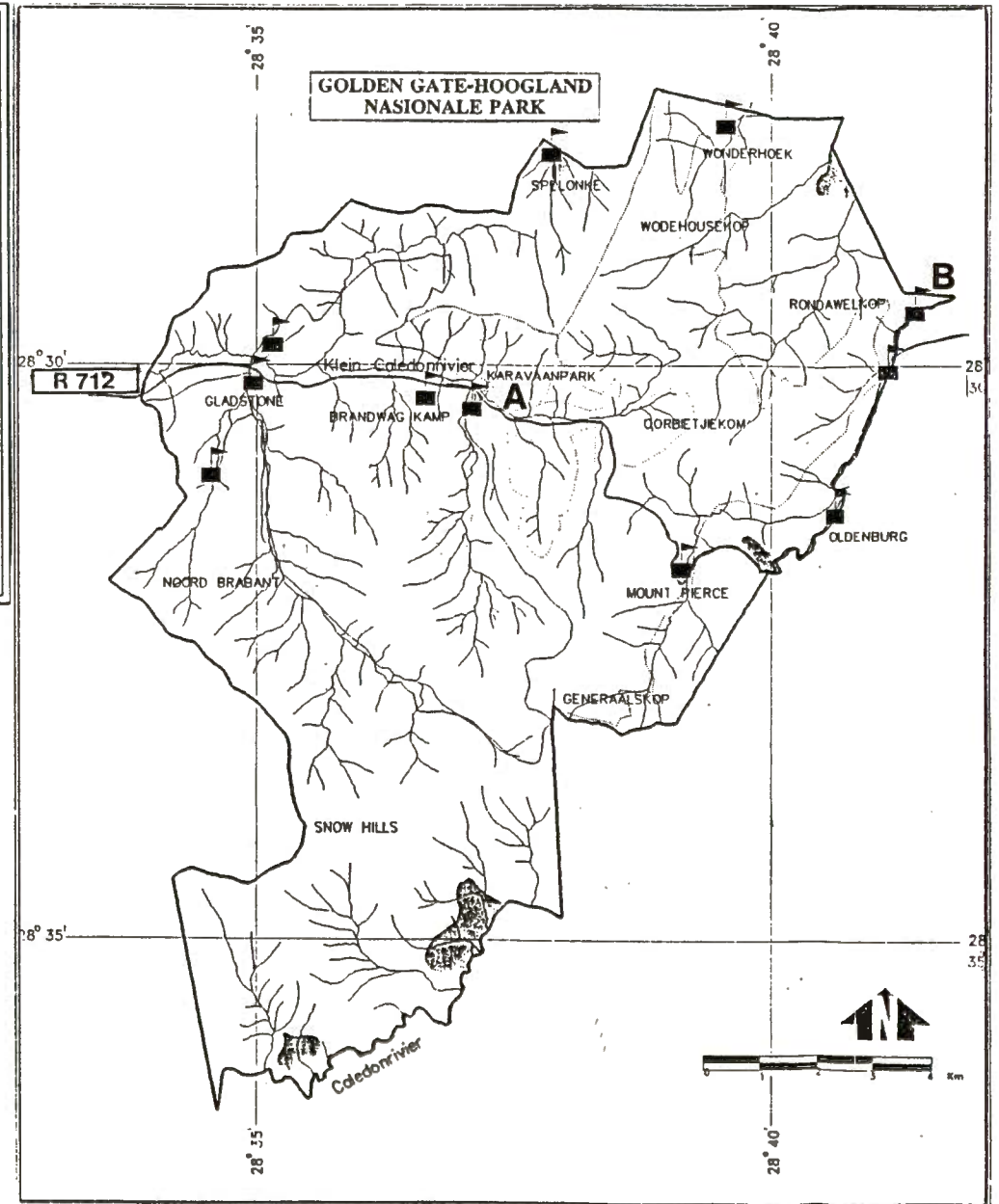
Die basale bedekking van elkeen van die afsonderlike hange aangrensend tot roete R712 is gekarteer en voorgestel op 'n plantegroei-verspreidingskaart (Figuur 10 paragraaf 2.5).

#### 1.5 STUDIEGEBIED

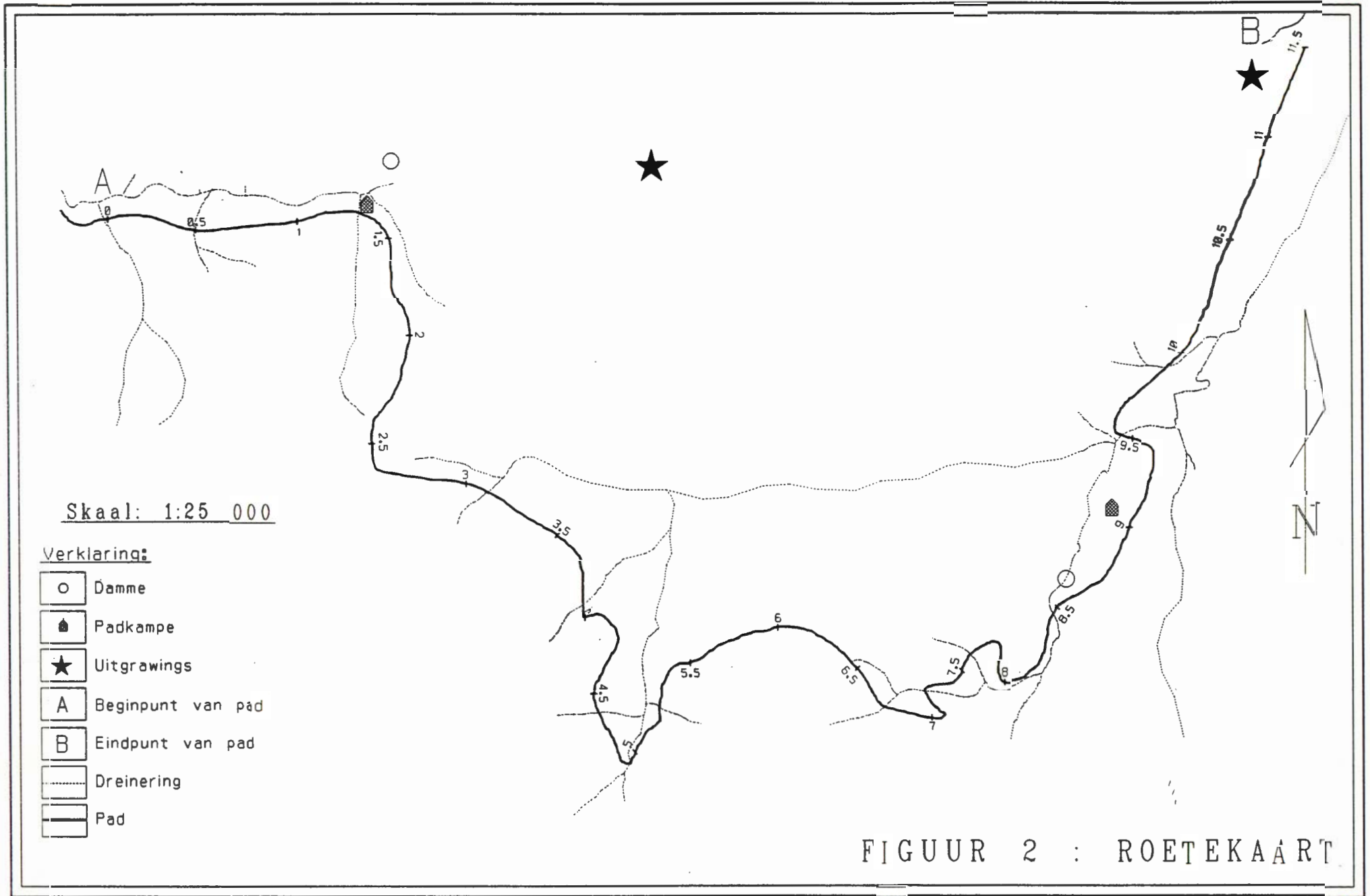
Die studiegebied beslaan 'n gedeelte weerskante van die provinsiale pad (roete R712) wat oos-wes deur die Golden Gate-hoogland Nasionale Park (GGHNP) in die bergagtige noordoostelike deel van die Vrystaat strek (Figuur 1).

Hierdie pad is oorspronklik uitgelê teen die middel- en voethange van die Rooiberge as 'n korter deurroete na Kwazulu-Natal. Dit het nie alleen die estetiese gehalte van die omgewing geskend nie, maar die deurgrawings in die hange het ook grootskaalse erosie meegebring. Weens die swak toestand van die bestaande grondpad, asook die toename in verkeer tussen Phuthaditjhaba en Bloemfontein, is besluit om die pad op te gradeer. Tydens die beplanningsfase van hierdie opgraderingsprojek is besluit om die belyning so na as moontlik aan die bestaande pad te hou ten einde omgewingsversteuring tot die minimum te beperk.

Vir die doel van hierdie studie word veral gekonsentreer op die stabiliteit van die individuele middel- en voethange onmiddellik aangrensend tot roete R712, tussen die punte A en B (Figuur 2).



FIGUUR 1 : LIGGINGSKAART



## HOOFSTUK 2

### HULPBRONBASIS

#### 2.1 GEOLOGIE

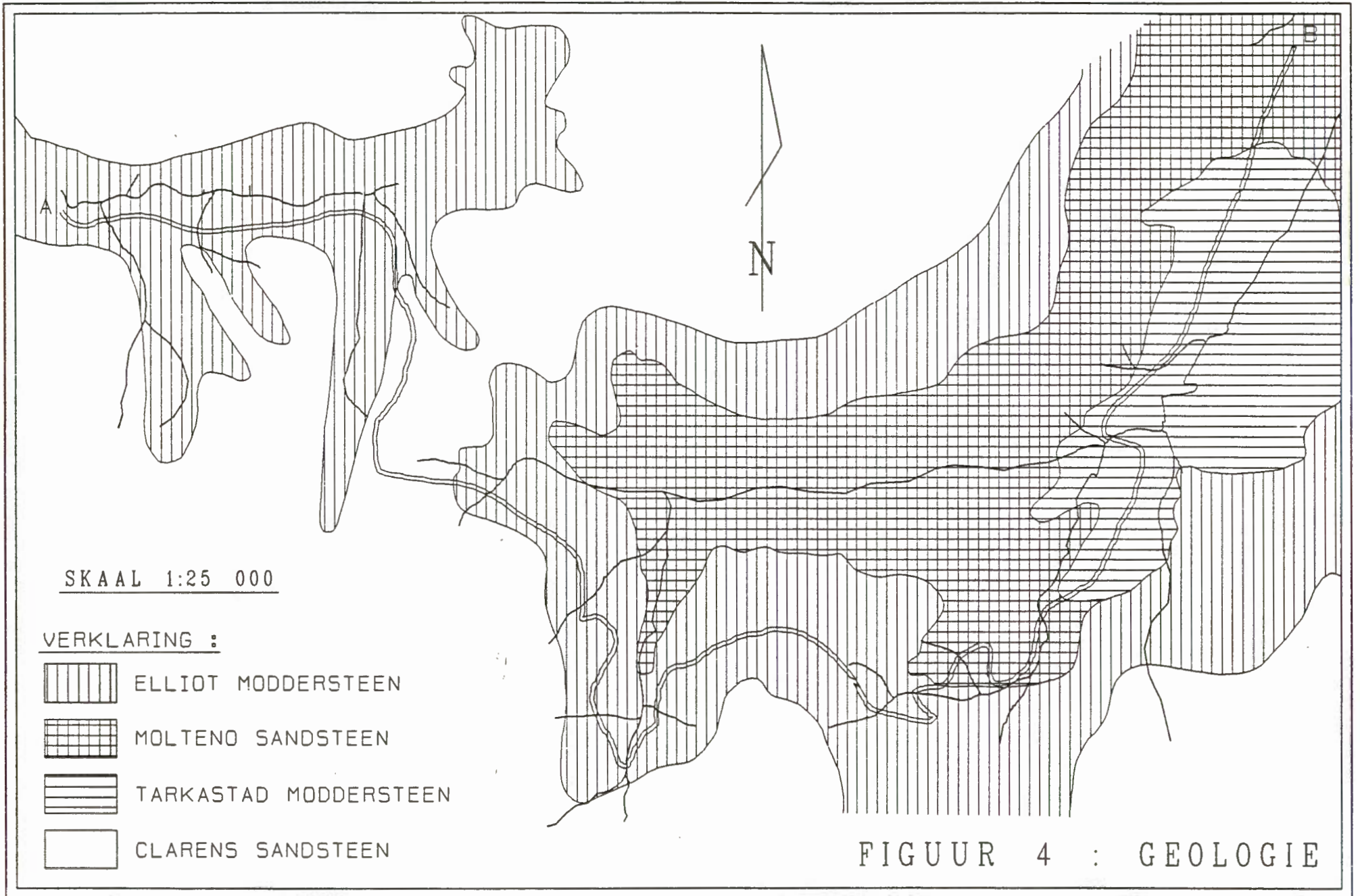
Die studiegebied word onderlê deur gesteentes van die Karoo-opeenvolging. Die sedimente van die Karoo-opeenvolging is onder veranderende klimatologiese toestande afgeset en die Karoo-tydperk is afgesluit met die uitvloeiing van die basalte van die Drakensberg-formasie. Die geologiese dwarsnit soos saamgestel deur Odendaal (1985:138) is 'n goeie visuele voorstelling van die geologie van die studiegebied (Figuur 3).

Die volgende formasies (Figuur 4) kom in die studiegebied voor en word kortliks hier bespreek:

##### 2.1.1 Tarkastad-formasie

Die oudste afsetting in die studiegebied is die Tarkastad-formasie wat tydens 'n tydperk van betreklik hoë reënval gevorm is. Omdat hierdie formasie met die jonger gesteentes van die Karoo-opeenvolging bedek word, word slegs 'n enkele dagsoom aan die oostelike kant van die studiegebied aangetref. Voorbeelde van hierdie gesteente kan waargeneem word in deurgrawings langs die pad tussen km 8,5 en 10,5. Hierdie formasie bestaan hoofsaaklik uit medium- tot fynkorrelrige veldspatiese sandsteen wat deur 'n rooi-pers moddersteen van ongeveer vier en twintig meter dik oordek word. Die rooi kleur van hierdie formasie is daaraan toe te skryf dat dit onder ariede, oksiderende toestande afgeset is. Volgens Groenewald (1986:169-170) is hierdie formasie erosiesensitief. Waar dit deur padkonstruksiewerke blootgestel word, kan dit lei tot ernstige erosieprobleme.





### 2.1.2 Molteno-formasie

Hierdie formasie bestaan uit medium- tot grofkorrelrige, effens veldspatiese sandsteen. Fynkorrelrige konglomerate kan soms aan die basis van die formasie voorkom. Daar bestaan 'n skerp oorgang tussen die Tarkastad-formasie en hierdie rooierige moddersteenlaag. In dikte varieer hierdie laag tussen 20 en 30 meter (Groenewald, 1986:170-171).

Tekens van erosie kan waargeneem word by die raakvlak tussen die Molteno- en Tarkastad-formasies, waar dit ontbloot is deur 'n vorige deurgraving (km 7,5).

### 2.1.3 Elliot-formasie

Die grootste gedeelte van die studiegebied word onderlê deur gesteentes van die Elliot-formasie (ook bekend as die rooilaag) en is afgeset onder halfdroë klimaatstoestand. Die rooi kleur daarvan kan waarskynlik toegeskryf word aan die oksidasie van yster tydens, of na afloop van, die afsettingsproses. Hierdie prominente rooi moddersteenlaag is ongeveer 146 meter dik (Groenewald, 1986:171-173) en bestaan hoofsaaklik uit rooibruin moddersteen met enkele tussengelaagde, dofgeel tot groenerige sand of sliksteen. Die formasie is baie onderhewig aan erosie en is sigbaar orals waar die pad die formasie kruis.

### 2.1.4 Clarens-formasie

Die klimaat gedurende die afsetting van hierdie formasie was nog droër as tydens die afsetting van die Elliot-formasie. Dorre woestyntoestande het geheers. Dit het veroorsaak dat fynkorrelrige waaisand versamel het, wat gelei het tot die vorming van 'n sandsteenlaag wat vandag bekend staan as Clarens-sandsteen.

Die tekstuur van hierdie gesteente is fyn- tot baie-fynkorrelrig en bestaan hoofsaaklik uit kwartskorrels (Groenewald, 1986:174-176). Beduidende hoeveelhede kalsium word ook aangetref en die kleur van hierdie gesteente wissel van liggeel tot bruin en vertoon ook soms goudkleurig.

Die belangrikste kenmerk van hierdie formasie is die onstabiliteit daarvan. Dit is 'n sagte en brokkelrige formasie wat min weerstand bied teen verwering en erosie. Onder ontbloting aan atmosferiese toestande verweer dit deur op te breek in kleiner blokkies en later geredelik tot 'n fyn poeierige stof wat maklik deur wind en water weggevoer kan word.

#### 2.1.5 Doleriet

Die Drakensberg-formasie wat hoofsaaklik op die hoëliggende bergkruine voorkom, is gevorm deur lawa-uitvloeiings wat uit die dolerietgange op die oppervlakte uitgevloei het. Aangesien dolerietgange en -plate in die ouer formasies ingedring het, is dit nodig dat die invloed van die gesteente ook bespreek word.

Die doleriet in die voerkanale en die plaatindringings het 'n tekstuur wat wissel van fyn- tot grofkorrelrig met 'n tipiese basaltiese samestelling. Die kleure van hierdie basalte wissel tussen donkergrys en ligbruin en in sommige plekke vertoon dit donkerpers. Amigdale met fyn tot growwe kristalle van wisselende groottes kom ook in dié gesteentes voor (Terblanche, 1992:72-73).

Die dolerietgange wat oos-wes en noord-suid strek, is baie prominent en kan duidelik waargeneem word in die deurgraving by km 4,3 en 5,4. Dit vertoon as donkerkleurige riwwe op die oppervlak en die breedte van hierdie gange is ongeveer vier meter wyd. Vir padboudoeleindes bied hierdie doleriet van die beste padboumateriaal wat in die omgewing gevind kan word.

## 2.2 TOPOGRAFIE

Die studiegebied is geleë op die waterskeiding tussen die Klerkspruit, (wat na die Vaalrivier dreineer) en die Klein Caledonrivier (wat na die Oranjerivier dreineer). Volgens Moon en Munro-Perry (1988:65-67) was dit juis die waterwerking van hierdie twee dreineringsstelsels (in die vorm van oppervlakafloop en fluviale erosie) wat verantwoordelik was vir die diep klowe en ravyne tussen die bergrûe, bergkomme en plato's.

Twee hoofipes hange word deur Moon en Munro-Perry (1988:62-64) geïdentifiseer:

- \* reglynige sandsteenplate wat bedek is met 'n dun laag bogrond wat plek-plek totaal geërodeer het om ontblote sandsteendagsome te vertoon - duidelik waarneembaar vanaf km 1 tot en met km 15; en
- \* 'n verskeidenheid van komplekse talushange wat tipies is van hierdie gebied (veral op die laerliggende Elliot- en Molteno-formasies). Hierdie hange is meestal bedek met 'n laag puin wat tot drie meter dik kan wees. Aan hul bokante het hulle gewoonlik 'n duidelike konkawe vorm, met 'n relatief steil helling van 30° - 40°. Dit word afgewissel met 'n minder steil (14° - 20°) konvekse hangvorm laer af waar dit afplat in die dreineringskanale.

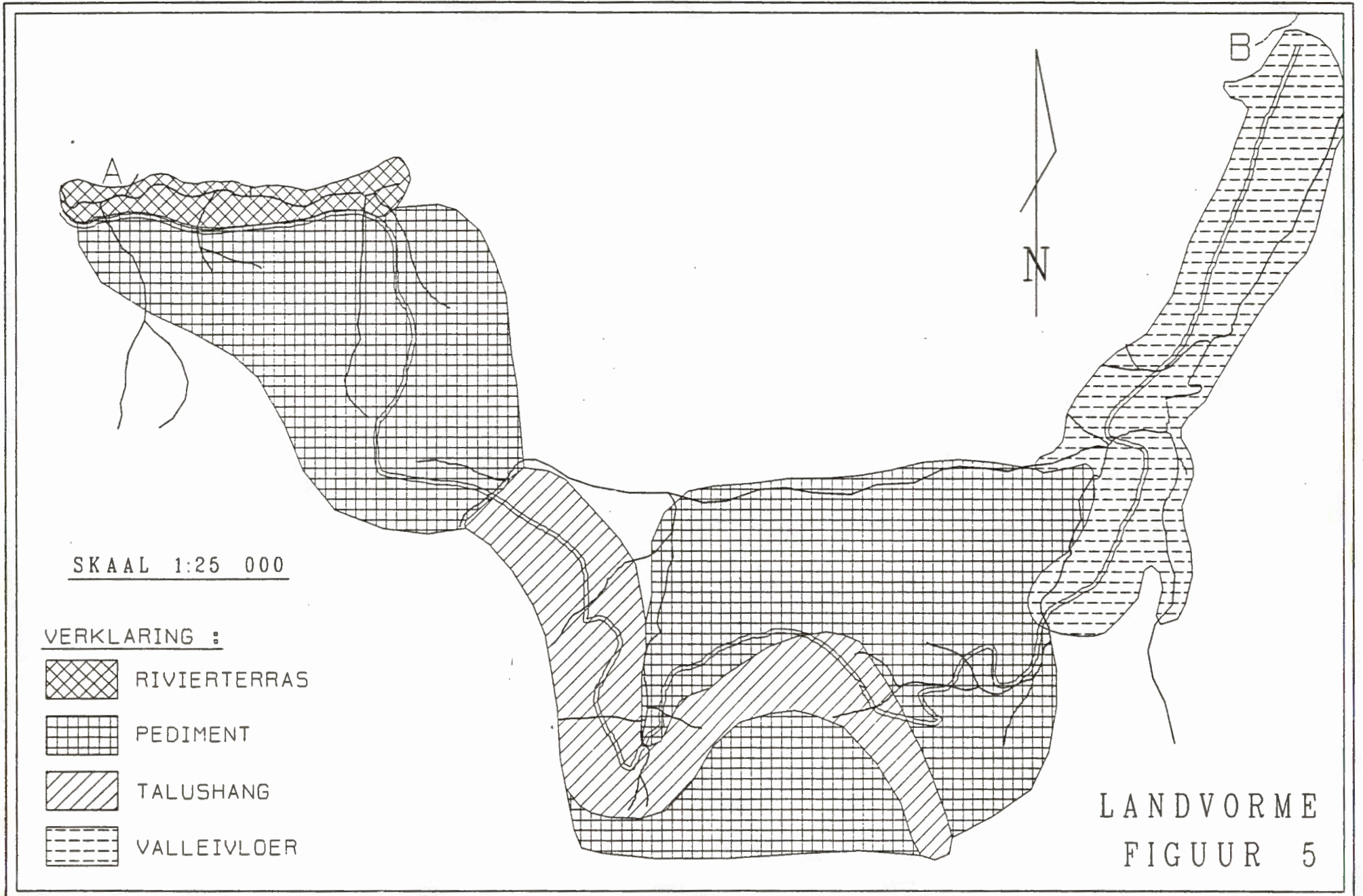
Talushange of puinhange word gevorm weens die stadige hangafwaartse beweging van rots en puin (Young, 1972:25-40). Dit word veroorsaak deur oormatige grondvog wat tesame met oorversteiling die kritiese rushoek van die hang versteur en materiaal hangafwaarts laat skuif. Afskuiwing kan ook plaasvind as gevolg van yswerking, wanneer dun yslae parallel met die grondoppervlak gevorm word. Andersyds kan afskuiwing ook veroorsaak word deur erosie en/of grondversteurings wat die voet destabiliseer en sodoende die ruspunt van die hang vernietig met gevolglike afskuiwing van materiaal (Young, 1972:25-40).

Terrassette wat algemeen teen die hange voorkom, is duidelike voorbeelde van die beweging van grondmateriaal. Hulle vertoon as grondtrappe van wisselende hoogte wat ewewydig aan die kontoere van die hang voorkom.

Die talushange van die studiegebied word aangetoon in Figuur 5 en is hoofsaaklik noord- en oosfrontend. Hulle rus teen ontblote sandsteenrotsplate en word van mekaar geskei deur vertikale dreineringskanale.

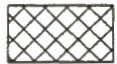



Die hange is gewoonlik totaal oordek met natuurlike inheemse grasse wat afgewissel word met struikgewasse in die dreineringskanale. Die grasbedekking beskerm die bogrond en bekamp oppervlakerosie in 'n groot mate.

In teenstelling met die natuurlike grasbedekte hange, wat redelik weerstand bied teen erosie, is daar duidelike tekens van ernstige oppervlakerosie en hangversakking langs die deurgrawings en opvullings van die huidige provinsiale pad. Dit word toegeskryf aan die feit dat die deurgrawings in die verlede die natuurlike rushoek van die talushang versteur het met hul horisontale inkerwing in die natuurlike hange.



SKAAL 1:25 000

VERKLARING :

-  RIVIER TERRAS
-  PEDIMENT
-  TALUSHANG
-  VALLEIVLOER

LANDVORME  
FIGUUR 5

Sulke versteurings is nooit opgevolg met 'n herstelprogram nie en het in baie gevalle tot gevolg dat grootskaalse hangineenstorting plaasgevind het (Figuur 6).



Figuur 6 : Hangdegradering

Tydens die beoogde nuwe opgradering van hierdie roete word egter verwag dat nog meer deurgrawings en opvullings gedoen sal moet word om die padwydte te verbreed en die draaie meer gelykmatig af te rond. Dit sal 'n selfs groter versteuring van die natuurlike omgewing meebring, indien voldoende beheermaatreëls nie vroegtydig geïmplimenteer word nie.

### 2.3 PEDOLOGIE

'n Individuele grondopname van elke deurgrawing binne die studiegebied is gedoen. Die hoofdoel hiermee was om slegs die gronde van die afsonderlike hange wat versteur gaan

word te identifiseer en te klassifiseer, asook om die erodeerbaarheid daarvan te bepaal.

Die volgende tegniek is gebruik :

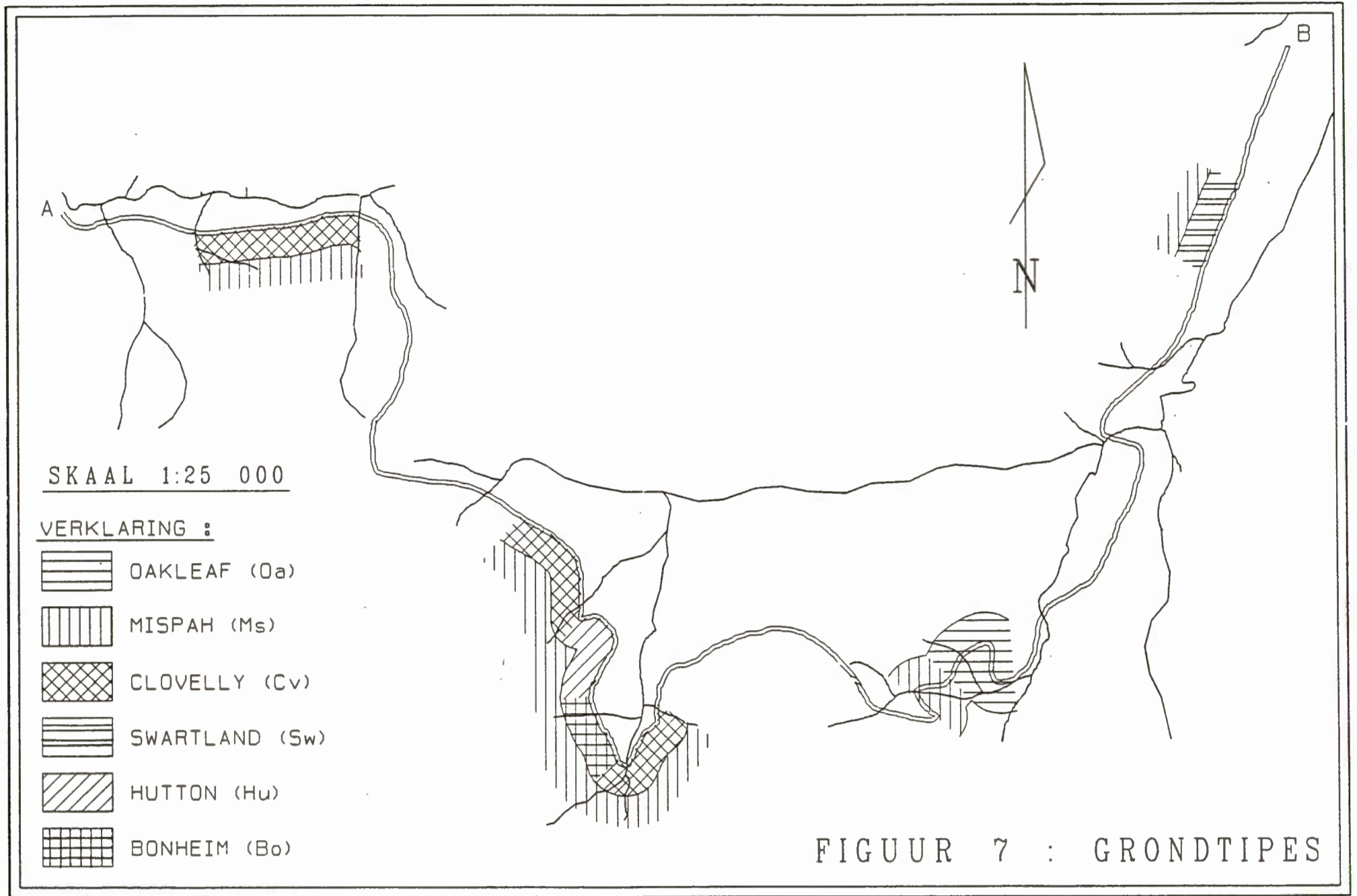
- \* Met behulp van 'n hand-grondboor is 'n aantal toetsgate op elke hang geboor en terselfdertyd is 'n profielgat so na as moontlik aan die bopunt van die deurgraving gegrawe. Dié gronde is geklassifiseer aan die hand van die grondklassifikasie van die Departement van Landbou-ontwikkeling (1991:46-195).
  
- \* Grondmonsters van elke profielgat is versamel en chemies en fisies ontleed.

Uit bogenoemde inligting is 'n grondkaart saamgestel van slegs die hange wat versteur gaan word (Figuur 7) en die grond is afsonderlik beskryf. Die erodeerbaarheid van die grond is intensief ondersoek, aangesien dit die hooffokuspunt van hierdie navorsing was.

### 2.3.1 Grondklassifikasie

Die volgende grondvorme is geïdentifiseer:

- \* Mispah-vorm (Ms)
- \* Clovelly-vorm (Cv)
- \* Huttonvorm (Hu)
- \* Oakleaf (Oa)
- \* Swartland (Sw)
- \* Bonheim (Bo).



Volgens Terblanche (1992:93-95) is die Mispah-vorm lid van die residuele gronde wat onderontwikkel is. Kenmerkend van dié grond is die A-horisont wat direk op harde rots of saproliet (gedeeltelik verweerde rots) voorkom.

Die Clovelly-, Hutton- en Oakleaf-vorms beskryf Terblanche (1992:97) as sialitiese gronde. Dit is gronde wat onder intense toestande van loging gevorm is. Hulle kom gewoonlik op laegradiënt-hange voor.

Die Swartland-vorm ressorteer onder dupleksgronde. Die grond beskik oor 'n relatief ondeurdringbare laag in die B-horisont waarop geperkuleerde grondwater kan versamel. Hierdie grond word meestal in die laerliggende dele van die landskap aangetref en weens die growwe, sanderige tekstuur is dit onderhewig aan intense erosieprosesse (Terblanche, 1992:97-98).

Die Bonheim-vorm vorm deel van getransporteerde gronde wat hoofsaaklik op die talushange voorkom. Dit bestaan uit growwe kolluvium van ongesorteerde materiaal met 'n relatiewe dun A-horisont (Terblanche, 1992:96).

### 2.3.2 Grond-erodeerbaarheid

Volgens Brady (1993:13) word die erodeerbaarheid van gronde deur die volgende faktore beïnvloed:

- \* gronddiepte;
- \* grondstruktuur;
- \* korrelgrootte;
- \* klei-inhoud;
- \* kompaksie;
- \* deurlaatbaarheid; en
- \* grondvog.

Van die belangrikste grondeienskappe wat hier ter sprake kom, is die klei-inhoud, die plastisiteitsindeks en die dispersiwiteit van die gronde. Bogenoemde word meer volledig in hoofstuk 3 behandel.

## 2.4 KLIMAAT

Neerslag en temperatuur speel volgens Brady (1993:16) 'n belangrike rol by die erodering van gronde.

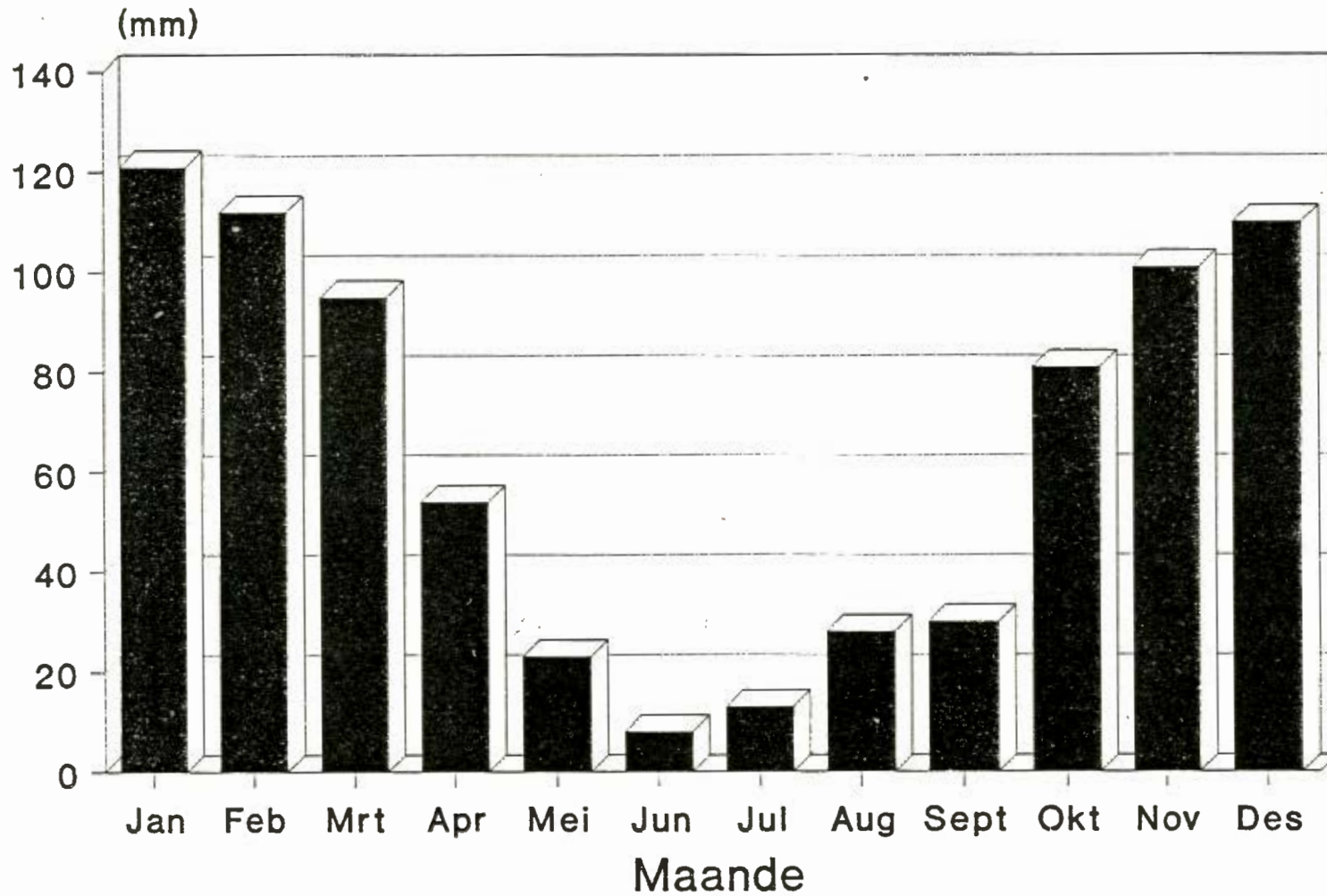
### 2.4.1 Neerslag

Die studiegebied is in 'n somerreënvalstreek geleë, met die reënseisoen van September tot April (Figuur 8). Die gemiddelde jaarlikse reënval is 779 mm. Neerslag kom hoofsaaklik voor in die vorm van sagte frontale reëns, of hoë-intensiteit-stortbuie wat oor relatief kort periodes val en heelwat afloopwater genereer.

Brady (1993:18) beweer dat dit juis sulke individuele stortbuie is wat die meeste kanaal-erosie veroorsaak, veral in die lente wanneer die kroonbedekking van die inheemse grasse aansienlik yler is na die koue winters. Op ontblote oppervlakke veroorsaak spaterosie en verhoogde afloop intense kanaal- en oppervlakerosie wat binne 'n kort tyd ernstige afmetings kan aanneem. Waar afloopwater gekanaliseer word, soos uitkeervore langs 'n teerpad, kan dit tot grootskaalse erosieprobleme aanleiding gee.

Pyperosie kom ook in die studiegebied voor en is toe te skryf aan die lae erodeerbaarheid van die grond, asook die swak grondstruktuur op die talushange. Geïnfiltreerde water versamel in plantwortelkanale en termiet- en molgange. Sodoende word ondergrondse tunnels of pype gevorm wat later instort en 'n verdere versakking hangafwaarts veroorsaak.

Figuur 8 : Gemiddelde jaarlijkse reënval  
1965 - 1980 en 1984 - 1994



Winterneerslae kom hoofsaaklik in die vorm van sagte reëns, sneeu en ysreën voor en ryp is 'n baie algemene verskynsel. Laasgenoemde het tot gevolg dat die boonste grondlae maklik verys, veral waar dit nie beskerm word deur natuurlike grasse nie. Sodanige oppervlakverysing breek dan die grondaggregaat op en veroorsaak krake en barste in die bogrond. Die versteurde grondstruktuur veroorsaak versnelde oppervlakerosie.

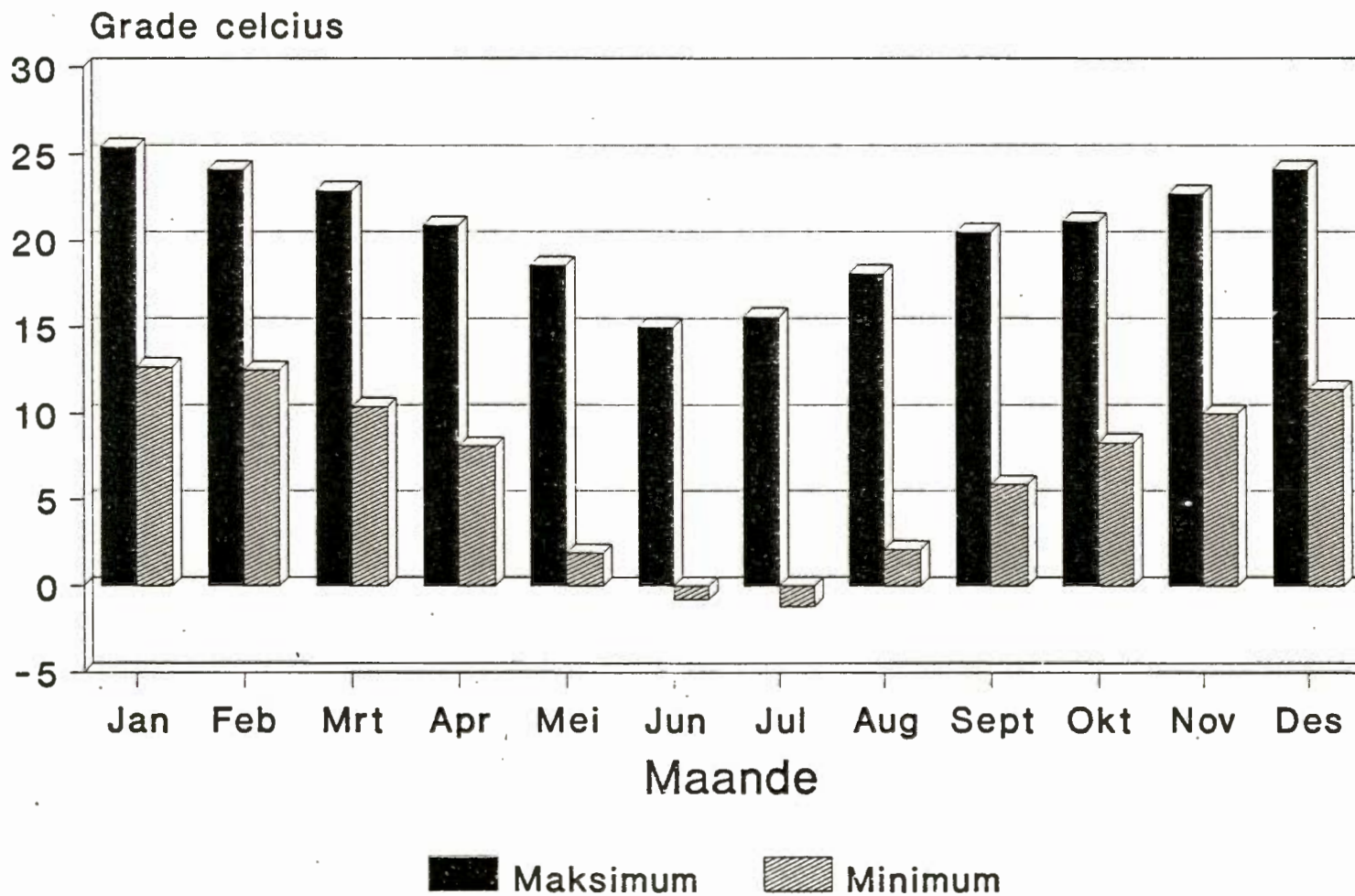
#### 2.4.2 Temperatuur

Die temperatuur van die studiegebied word algemeen beskryf as matige tot koel somers wat afgewissel word met koue winters (Brady, 1993:16-18). Die gemiddelde jaarlikse maksimum temperatuur is 20,8°C terwyl die gemiddelde jaarlikse minimum temperatuur 6,8°C is (Figuur 9). Die laagste aanvoelbare temperatuur wat gemeet is, was -19°C (Groenewald, 1991, persoonlike mededeling, soos aangehaal deur Brady, 1993:38).

Die lae wintertemperature en die gevolglike vries- en ontdooisiklusse gee aanleiding tot oppervlakversteurings en verhoogde erosie.

Somertemperature daarenteen, beïnvloed weer evapotranspirasie wat indirek 'n invloed op beide afloop- en perkulasiewater het.

Figuur 9 : Gemiddelde temperatuur  
1984 - 1994



## 2.5 Plantbedekking

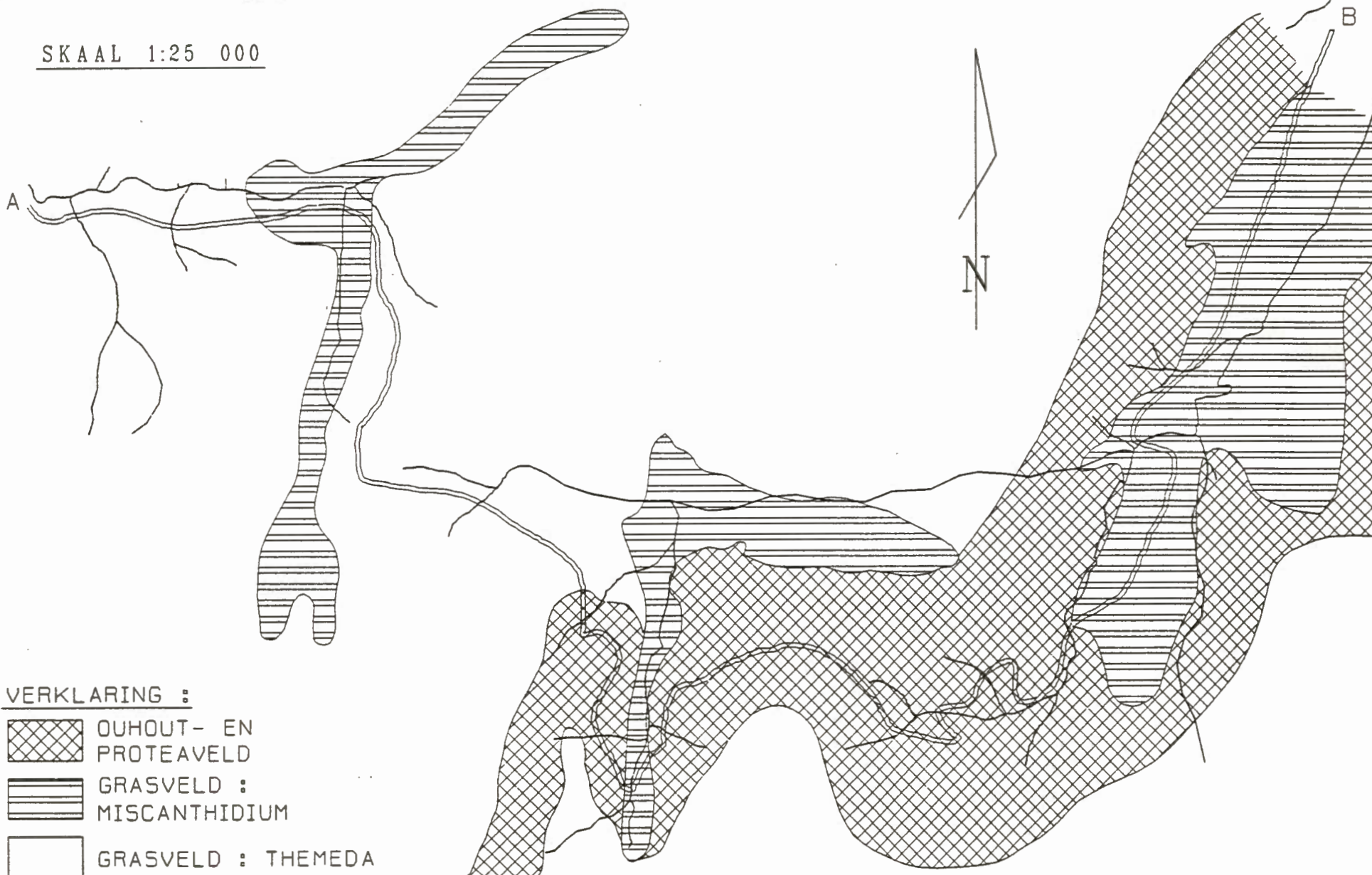
Die studiegebied word hoofsaaklik bedek met hoëlandse suurgrasveld met opvallende valleibosse in die laerliggende dreineringskanale (Acocks, 1988:93-94). Natuurlike grasse kom algemeen in 'n digte stand oor die hele studiegebied voor (Figuur 10). Dit bedek die hange grotendeels en bied beskerming teen spaterosie en oppervlakerosie. Terselfdertyd dien dit ook as 'n vertragsmedium vir afloopwater met gepaardgaande verhoogde infiltrasie.

Die wortelstelsel van die grasse het sodanig verdig dat dit as 'n anker dien om die bogrond vas te hou. Onder natuurlike toestande vind weinig erosie plaas vanweë die goeie plantegroeibedekking.




Waar versteurings wel voorkom, moet 'n rehabiliteringsprogram geïmplementeer word. Vir so 'n program is dit nodig om te weet watter grasse dominant voorkom. Volgens Acocks (1988:93-94) kom een en vyftig verskillende grassoorte in hierdie gebied voor. Die volgende spesies word veral op die talushange gevind :

- \* *Themeda triandra;*
- \* *Eragrostis capensis;*
- \* *Eragrostis curvula;*
- \* *Eragrostis racemosa;*
- \* *Eragrostis trichophora;*
- \* *Cymbopogon excavatus; en*
- \* *Hyparrhenia hirta.*

SKAAL 1:25 000



VERKLARING :

-  OUHOUT- EN PROTEAVELD
-  GRASVELD : MISCANTHIDIUM
-  GRASVELD : THEMEDA

FIGUUR 10 : PLANTEGROEI

## HOOFSTUK 3

### KRITERIA VIR EROSIE-KWESBAARHEID

#### 3.1. INLEIDING

Die provinsiale pad R712, wat Bethlehem met Phuthaditjaba verbind, is ongeveer 20 jaar gelede vanaf Bethlehem tot by GGHNP opgegradeer en van 'n permanente teeroppervlak voorsien. Persoonlike waarnemings van die natuurlike landskap aangrensend tot hierdie pad toon dat grootskaalse oppervlakerosie, veral aan die hangopwaartse kant plaasvind. (Figuur 11).



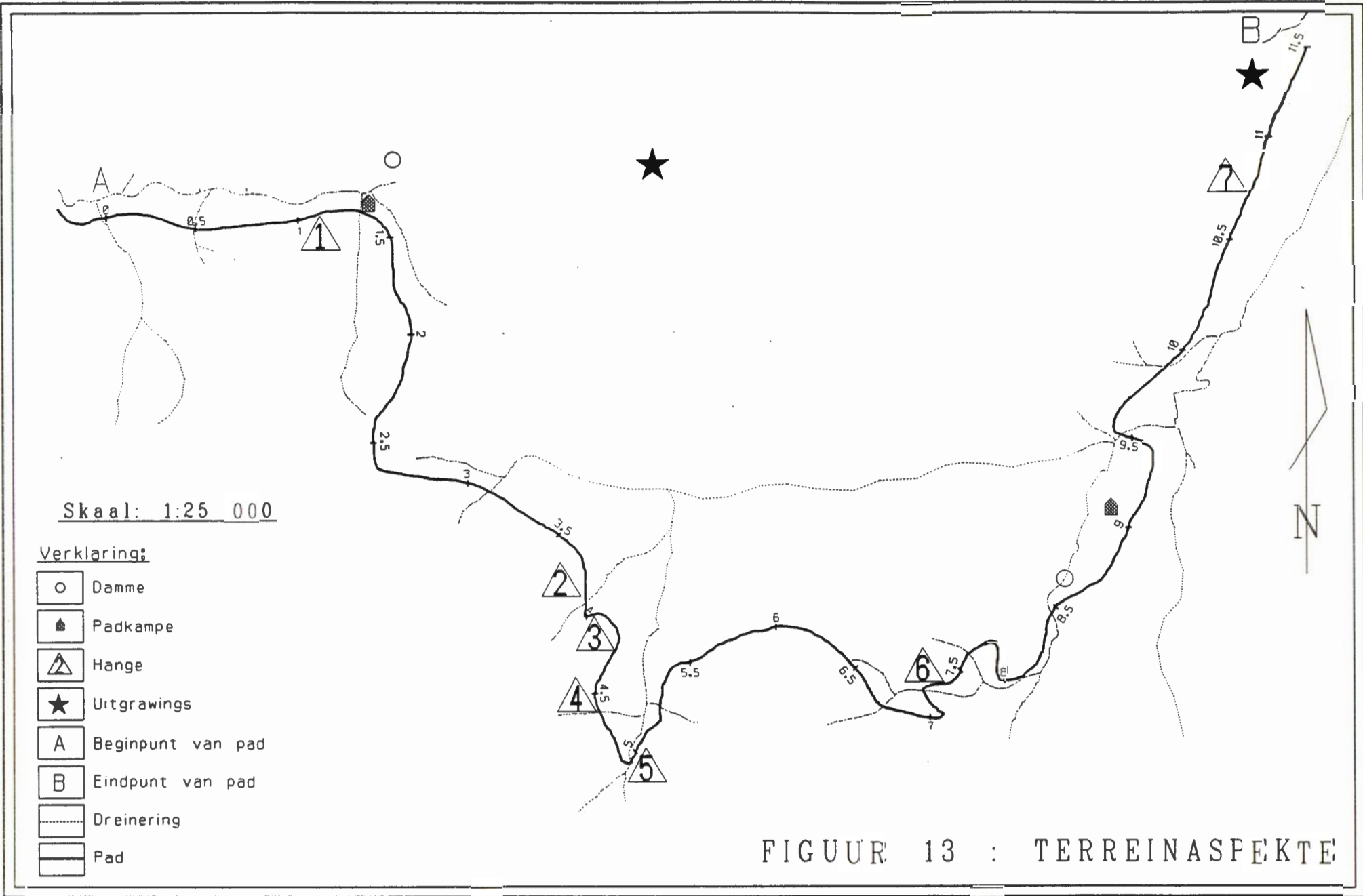
Figuur 11 : Oppervlakerosie

Terselfdertyd vind hangversakkings plaas langs die onlangs geteerde wildbesigtigingsroete in die GGHNP waar deurgrawings die natuurlike rushoek van die hang versteur het (Figuur 12).



Figuur 12 : Hangversakking

Met die voorgenome opgradering van die res van hierdie pad is dit nodig om te besin oor die invloed wat padkonstruksie op die omgewing sal hê. Vir die doel van hierdie studie is sewe hange geïdentifiseer waardeur deurgrawings gemaak moet word tydens die opgraderingsfase van die pad (Figuur 13). Die vyf aspekte wat erosie kan beïnvloed, sal by elk van die sewe hange ondersoek word, sodat negatiewe omgewingsinvloede geïdentifiseer en bestuur kan word. Hierdie vyf aspekte is geologie, topografie, pedologie, klimaat en plantegroei.



FIGUUR 13 : TERREINASPEKTE

### 3.2 GEOLOGIE

Elke gesteentetipe het 'n unieke verwerings- en erosietempo. In die studiegebied is dit veral die Molteno- en Elliot-formasies wat baie vatbaar is vir erosie weens hul strukturele samestelling. Tydens die ontbloting van hierdie formasie vir padboudoeleindes kan erosieprobleme verwag word indien die gesteentes onbeskermd gelaat word. Erosie, as gevolg van waterwerking, sal dan hangdegradasie versnel en terselfdertyd 'n negatiewe visuele impak op die natuurlike landskap hê.

Die Clarens-sandsteenformasie daarenteen is meer erosiebestand, maar weens die relatiewe ondeurdringbaarheid van hierdie gesteente, genereer dit meer deurvloei by die kontakvlak tussen die sandsteen en die bogrond en verhoog sodoende pyperosie. Dit kan ook grondafskuiwings of selfs hangversakking tot gevolg hê.

### 3.3 TOPOGRAFIE

Een van die belangrikste topografiese faktore wat erosie bevorder, is die hellingshoek van hange. Hoe steiler die hang is, hoe meer gekonsentreerd en hoe vinniger sal die afloop daarop wees. 'n Kombinasie van al die omgewingsfaktore, maar veral neerslag en afloop, veroorsaak erosie van die hange. Hangafplating vind plaas totdat die natuurlike rushoek bereik word. Hierdie bestaande rushoek het oor baie jare gestabiliseer en enige uitgrawings op 'n hang sal die natuurlike balans versteur en nuwe erosie tot gevolg hê.

Om die gemiddelde rushoek van hange in die studiegebied te bepaal, is sewe hange se natuurlike hellings met behulp van 'n klinometer gemeet (Figuur 13). Die hellingshoeke word in Tabel 1 getoon.

HANG NO.	GRADE	PERSENTASIE	STABILITEIT
1	17	31%	2
2	17	31%	1
3	18	33%	3
4	19	35%	2
5	20	37%	2
6	34	66%	3
7	23	42%	2

Tabel 1 : Hellingshoek van hange 1 - 7

'n Verdere vier en twintig ander natuurlike hange en ook afgeskuinste deurgrawings elders in die park se hellings is gemeet (Tabel 2).

Waarnemings toon dat nie al die hange ewe stabiel is nie. Op sommige hange kom terrassette voor wat deur afskuiwing van die bogrond veroorsaak is. Aangesien daar 'n verband bestaan tussen die traphoogte van die terrassette, die hoeveelheid terrassette en die steilte van die hang, is besluit om 'n indeks waarde van hangstabiliteit te bereken (Clowes & Comfort, 1982:43-48).

NATUURLIKE HANGE

OU DEURDRAWINGS

	GRADE	PERSEN- TASIE	STABILITEIT	GRADE	PERSEN- TASIE	STABILITEIT
1.	17°	32%	2	30°	54%	3
2.	19°	35%	1	36°	72%	4
3.	12°	22%	1	44°	95%	4
4.	21°	38%	2	37°	78%	4
5.	28°	52%	2	24°	45%	3
6.	22°	40%	1	31°	60%	3
7.	11°	20%	1	19°	35%	3
8.	17°	32%	2	33°	65%	4
9.	12°	22%	2	31°	60%	3
10.	28°	52%	3	27°	50%	4
11.	27°	50%	2	24°	46%	3
12.	23°	42%	2	36°	73%	4
13.	18°	32%	2	29°	57%	3
14.	22°	40%	2	28°	53%	4
15.	15°	27%	1	27°	50%	4
16.	14°	25%	1	40°	86%	4
17.	19°	35%	2	17°	32%	1
18.	20°	37%	1	17°	32%	2
19.	14°	22%	2	18°	33%	2
20.	23°	42%	2	20°	36%	2
21.	18°	33%	2	20°	37%	2
22.	27°	50%	3	34°	66%	4
23.	31°	60%	3	26°	51%	4
24.	23°	42%	1	25°	46%	4

Tabel 2 : Klinometerlesings

HANGE

DEURDRAWINGS

Stabiliteit : 1 : Gem= 17°

Stabiliteit : 1 : Gem=17°

Stabiliteit : 2 : Gem= 19,9°

Stabiliteit : 2 : Gem=18,7°

Stabiliteit : 3 : Gem= 28,7°

Stabiliteit : 3 : Gem=26,9°

Stabiliteit : 4 : Gem=32,8°

Drie hange - 7; 14 en 23 - se terrassetverspreiding (in 'n hangafwaartse rigting), asook die traphoogtes van die terrassette is opgemeet. Deur hierdie waardes met mekaar te vergelyk, kon 'n indeks van stabiliteit verkry word. Aan hange met min of geen terrassette, soos hang 7, is 'n waarde van 1 toegeken. Hierteenoor is aan hange wat vergelyk met hang 14 in die tabel, 'n waarde van 2 toegeken terwyl 'n waarde van 3 toegeken is aan hange wat met hang 23 vergelyk (Tabel 3).

Uit Tabele 1 en 2 blyk dit dat stabiele hange (met 'n waarde van 1) 'n helling van ongeveer 17° (31%) het. Hange met 'n stabiliteitswaarde van 2 het 'n helling van ongeveer 20° (37%), terwyl hange met 'n stabiliteitswaarde van 3, 29° (57%) verteenwoordig. Dit blyk dus dat steiler hange in hierdie gebied meer onstabiel is en dat die kritiese hoek van oorversteiling tussen 17° en 20° is.

By deurgrawings is die gemiddelde hoek van onstabiliteit 24° (44%) (Tabel 2). Hieruit word afgelei dat die kritiese hellingshoek waarteen deurgrawings afgeskuins moet word, nie steiler as 24° behoort te wees nie, maar verkieslik onder 20°. Die normale afskuinsing van deurgrawings, volgens padboueregulasies, is egter in die verhouding 1 : 2 of 28° (53%). Waar die helling van 'n deurgrawing 24° (44%) oorskry, sal spesiale voorsorg getref moet word om die hang teen erosie te beskerm.

	HANG NO. 14	LENGTE 25 m	HANG NO. 23	LENGTE 30 m
AANTAL TERRASSETTE	TERRASSETTE AFSTAND OP HANG (m)	HOOGTE VAN TERRASSETTE (cm)	TERRASSETTE AFSTANDE OP HANG (m)	HOOGTE VAN TERRASSETTE (cm)
1.	1,00	50	30,00	41
2.	1,20	30	90,00	40
3.	1,80	30	2,10	33
4.	2,40	25	3,10	60
5.	3,10	30	5,00	39
6.	4,10	32	6,90	31
7.	5,50	30	7,60	41
8.	7,10	45	8,20	44
9.	8,10	45	10,00	60
10.	8,80	20	10,80	40
11.	9,50	35	15,00	40
12.	10,20	25	15,80	85
13.	10,50	40	18,00	72
14.	12,70	50	20,00	58
15.	14,80	30	21,30	40
16.	17,40	40	23,00	55
17.	18,20	25	24,40	45
18.	19,00	15	27,80	60
19.	20,10	35		
20.	23,00	28		
21.	24,40	25		
		685		884

Tabel 3 : Terrassette : Indeks van stabiliteit

Gemiddelde versakking per terrasset:

$$685 \div 21 = 31,1 \text{ cm}$$

$$884 \div 18 = 49,1 \text{ cm}$$

Gemiddelde versakking per meter:

$$685 \div 25 = 26,1 \text{ cm/m}$$

$$884 \div 30 = 29,5 \text{ cm/m}$$

### 3.4 PEDOLOGIE

In meeste gevalle waar oorversteilde deurgrawings gemaak is, word Mispahs aan die bokant van die hang en Clovellys aan die onderkant van die hang aangetref. In enkele gevalle kom Hutton-, Swartland-, Oakleaf- en Bonheim-gronde ook voor, maar oor die algemeen oorheers Clovelly- en Mispah-gronde.

In dié verband sê Terblanche (1992:93-95) dat aangesien die Mispah-gronde meestal op hoogliggende, steil hellings voorkom, asook weens hul sanderige los tekstuur, hulle 'n hoë erosiepotensiaal het. Die Clovelly-gronde hierteenoor vertoon minder tekens van oppervlakerosie, vermoedelik vanweë die digter plantegroei wat op hierdie gronde aangetref word. Waar die natuurlike gras op hierdie gronde verwyder is (weens oorbeweiding) kom ernstige tekens van gronderosie voor.

#### 3.4.1 Grondklassifikasie

Tydens die terreinevaluering van die studiegebied is 'n grondopname gedoen en die verskillende formasies wat op die hange van die individuele deurgrawings voorkom, is geïdentifiseer en gekarteer (Figuur 7 paragraaf 2.3). Die lokaliteit van elke formasie op die individuele hange word met behulp van die grondkaart aangetoon (Figuur 7 paragraaf 2.3). Terselfdertyd word elke formasie se diagnostiese horisonte gegee aan die hand van 'n grondklassifikasie van die Departement van Landbou-ontwikkeling (1991:46-195) (Tabel 4). Die doel hiermee is om 'n geheelbeeld te kry van die verskillende gronde in die studiegebied ten einde hul erosievatbaarheid te kan ondersoek.

GRONDVORM	DIAGNOSTIESE HORISONT
Mispah - Ms	Ortiese A
	Harde rots
Clovelly - Cv	Ortiese A
	Geelbruin Apedale B
Hutton - Hu	Ortiese A
	Rooi Apedale B
Swartland - Sw	Ortiese A
	Pedokutaniese B
Oakleaf - Oa	Ortiese A
	Neokutaniese B
Bonheim - Bo	Melaniese A
	Pedokutaniese B

Tabel 4 : Grondklassifikasie

### 3.4.2 Grondontledings

Die erodeerbaarheid van gronde word onder andere gemeet in terme van hul disperseerbaarheid, met ander woorde hoe die saamgestelde gronddeeltjies sal reageer wanneer dit met die grondoplossing in aanraking kom. Grondmonsters van die sewe hange is chemies sowel as fisies ontleed (Tabel 5).

Om te kan bepaal hoe dispersief die gronde is, is die uitruilbare natrium (Na) persentasie van elke grondmonster bepaal. Die volgende formule is gebruik:  $\text{Natrium (Na)} \div \text{Katioonuitruilbaarheidskapasiteit (KUK)} \times 100 = \text{uitruilbare natriumpersentasie}$  (Hattingh, 1994: persoonlike mededeling).

HANG NO	Ca	Mg	K	Na	KUK	S-waarde	Basisversadiging (Persent)	pH(H <sub>2</sub> O)	Uitruilbare Na%*	Dispersief*
1	4,67	1,23	0,44	0,06	6,50	6,4	98,56	6,50	0,92	Matig
2	1,47	1,06	0,31	0,03	3,85	2,88	74,80	6,01	0,78	Nee
3	1,63	0,98	0,25	0,06	4,49	2,91	64,93	5,84	1,34	Matig
4	1,70	1,08	0,16	0,09	4,12	3,03	73,59	6,07	2,18	Ja
5	2,72	1,33	0,18	0,00	5,61	4,23	75,44	6,09	0,00	Nee
6	6,84	2,13	0,27	0,04	10,68	9,27	86,85	6,13	0,37	Nee
7	8,75	3,27	1,13	0,01	13,63	13,15	96,45	6,73	0,07	Nee

### Uitruilbare katione

HANG NO	GROTER AS 2mm (%)	SAND	SLIK (%) Fraksie	KLEI < 2mm	
1	0,0	63,1	12,2	24,7	Sandleem
2	0,0	71,7	7,3	21,1	Sandleem
3	1,5	48,5	14,2	37,3	Sandkleileem
4	0,0	68,1	8,2	23,7	Sandleem
5	0,0	64,5	9,1	26,4	Sandleem
6	0,3	56,1	15,9	28,0	Sandleem
7	0,3	43,9	21,2	34,9	Sandkleileem

### Deeltjiegrootteverspreiding

Tabel 5 : Grondontledings

Analises deur : Potchefstroomse Universiteit vir CHO

\*Berekeninge volgens Hattingh (1994: persoonlike mededeling)

Volgens Hattingh (1994: persoonlike mededeling) kan aanvaar word dat in alle gevalle waar die uitruilbare natriumpersentasie meer as 2% is by 2:1 kleiminerale, die gronde dispersief is. Veral in die omgewing van die GGHP waar die meeste kleiminerale montmorillonities van aard is, is dispersiwiteit baie waarskynlik.

Dit is duidelik dat gronde wat ontstaan het op sandsteen, naamlik hange 2; 5; 6 en 7 nie dispersief is nie. Die gronde wat egter ontstaan het op, en aangrensend is aan doleriet, is marginaal dispersief, terwyl die wat op moddersteenmateriaal ontstaan het, wel dispersief is.

### 3.5 KLIMAAT

#### 3.5.1 Neerslag

Figuur 8 (paragraaf 2.4.1) toon dat die langtermyn gemiddelde jaarlikse reënval in die studiegebied 779 mm is, met die reënseisoen tussen November en Februarie.

Aangesien die verspreiding, hoeveelheid en intensiteit van reënval 'n groot invloed op die erosietempo van gronde het, is 'n dagontleding van die somerneerslag van twee afsonderlike jare gedoen. Hierdie twee jare verteenwoordig 'n nat en 'n droë periode in die langtermyn-reënvalverspreiding van hierdie omgewing (Tabel 6).

Die doel daarmee was om ondersoek in te stel na noemenswaardige afwykings in die reënvalpatroon tussen genoemde jare, aangesien veral 'n toename in die aantal reëndae verwag word tydens die natter periode. Dit blyk egter dat die reënvalverspreiding redelik homogeen is vir die verskillende maande en dat die aantal reëndae ook dieselfde is vir die verskillende tydperke.

1987 - 1988

1992 - 1993

	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MRT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MRT
1.				11,3			0,9		8,0		1,5			
2.				12,5			19,0		52,0					2,2
3.	1,7		3,5	7,0			13,0		41,0	2,0			32,0	22,0
4.	9,5			0,1							11,5	3,0	27,0	33,4
5.			3,0	0,1			14,5		2,0		4,5		8,8	1,5
6.			6,5	6,9			5,5		20,0	20,0			11,3	3,0
7.	0,6		8,8	18,5			0,5		7,0				7,5	
8.	5,4	2,5										4,0	1,0	
9.	8,0					4,5	3,5				4,5		3,5	1,1
10.		0,3	5,0			4,0	0,9			1,9	3,0			3,0
11.						3,5	49,0				0,7	18,5		
12.			17,5		26,0	5,0	107,0			25,0	3,4	13,0		
13.			5,5			11,0	4,0					26,5	6,3	
14.		0,4	15,5		35,5	6,2					1,4			
15.		5,0		0,1	18,5	7,5					5,0			4,5
16.				1,5	6,0	9,5					14,5			
17.					2,7	32,5			3,0		10,5			
18.				11,6	0,1	5,5				14,0	0,8	1,0		
19.					11,5					1,0		2,5	0,5	
20.					19,5				1,5	3,0				1,5
21.					7,5				1,0	18,0		0,3		
22.	31,0			36,5		16,5					1,0	5,7		7,0
23.	27,5			18,5		12,5		3,0		14,0	7,0			
24.			10,0									2,0	0,4	
25.			0,7			8,5						2,5	2,3	5,5
26.		2,0		26,0		0,5					4,0			9,5
27.	30,0	4,5		5,0		5,2			19,5		1,3	2,0		5,2
28.	25,0	0,2	15,0			10,7			5,5	1,5				
29.		0,1									13,0	3,5		
30.		14,5									8,0	42,5		
31.		12,3										6,2		
TOT	138,7	41,8	91,0	155,6	127,3	143,1	217,8	3,0	160,5	100,4	95,6	133,2	100,6	99,4

Tabel 6 : Somerreënvál

	<u>1988</u>	<u>1993</u>
TOTALE REëNVAL (Sept - Mrt)	915,3	692,7
REëNDAE	80,0	79,0
GEMIDDELDE REëNDAGNEERSLAG	11,4	8,8

LANDBOUWEERKUNDEBOEK GGHP

Die groot aantal reëndae wat voorkom, sorg dat die grond deurentyd nat bly en stimuleer sodoende oppervlakafloop, sowel as die kapillêre beweging van grondwater. Hierdie langdurige waterwerking op veral die dispersiewe gronde en sanderige bodems sal die grond meer vatbaar maak vir erosie en veral neerslae met hoë intensiteit en volume kan dan groot oppervlakerosieprobleme veroorsaak.

### 3.5.2 Temperatuur

Volgens die gemiddelde langtermyn minimum en maksimum temperature kan die studiegebied beskryf word as 'n gebied met koel somermaande en koue tot baie koue dae en nagte gedurende die wintermaande (Figuur 9 paragraaf 2.4.2).

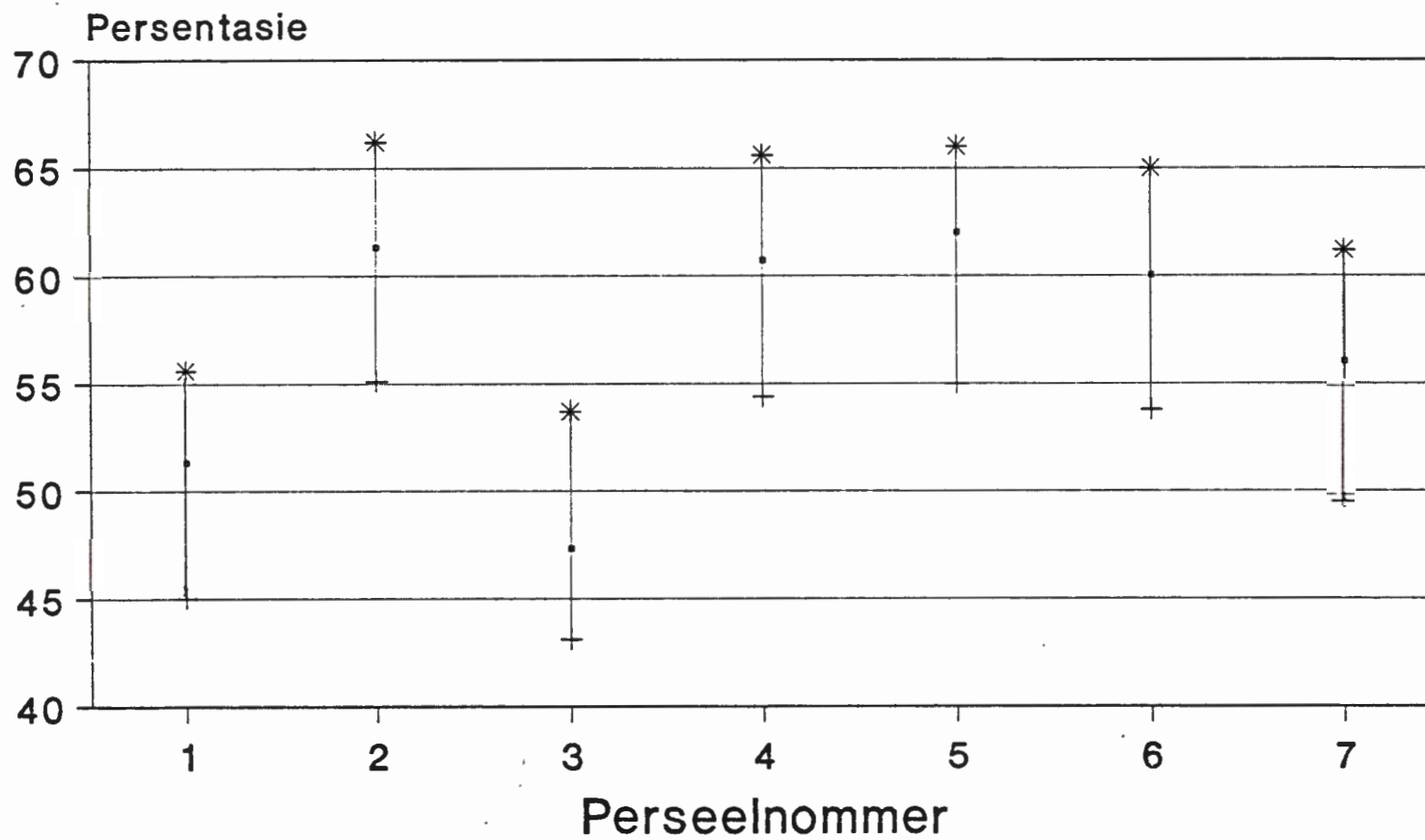
Dit is veral die koue winters, wat jaarliks gepaard gaan met ryp en sneeu, wat tydens hierdie uiterste toestande kan veroorsaak dat die kapillêre water in die bogrond vries en weens uitsetting die bogrond laat verbrokkel. Veral waar die natuurlike plantegroei vernietig is, word grondversteuring as gevolg van yswerking duidelik waargeneem.

## 3.6 PLANTBEDEKKING

Die basale bedekking van 'n hang dien as 'n beskermingslaag vir die grond wat oppervlakerosie beheer. Hoe meer ontblote tussenruimtes tussen die afsonderlike plante voorkom, hoe meer vatbaar sal die hang wees vir oppervlakerosie. Die persentasie basale bedekking van die hange is op die volgende wyse bereken:

- \* Trajekte loodreg teen elk van die hange wat ondersoek is, is opgemeet. Langs die trajekte is daar met intervalle van 50 cm metings van die basale bedekkingskomponente geneem. 'n Totaal van 300 datapunte se gegewens is verkry en met behulp van 'n 95%-betroubaarheidsinterval is die steekproewe gebruik om die basale bedekking te bereken (Figuur 14) (Bylaag).

**Figuur 14 : Basale bedekking - 7 persele**  
(met 95%-betrouwbaarheidsinterval)



• Sentrale waarde    + Onderste limiet    \* Boonste limiet

- \* Uit Figuur 14 is dit duidelik dat die basale bedekking van hange 1, 3 en 7 yler is as die van hange 2, 4, 5 en 6. Verder was dit ook opmerklik dat hange 1, 3 en 7 meer prominente tekens van terrassetontwikkeling getoon het, asook duidelike tekens van oppervlakerosie.

### 3.7 GEVOLGTREKKING

Op grond van voorafgaande bespreking en tabelle is dit moontlik om die volgende gevolgtrekking met betrekking tot die verskillende omgewingsfaktore te maak:

- \* **Geologie:**

Met betrekking tot die geologie is die onderliggende moddersteen (wat 'n groot deel van die pad onderlê) baie gevoelig vir oppervlakerosie. Om hierdie rede behoort die ontbloting van moddersteen tot die minimum beperk te word ten einde dit sover moontlik te probeer beskerm. Die meer erosieweerstandbiedende sandsteen daarenteen genereer meer afloop en veroorsaak oormatige erosie in die laerliggende dreineringskanale.

- \* **Topografie:**

Die relatiewe steil hellings van die gebied lei tot versnelde afloop van oppervlakwater. Deurgrawings en opvullings moet sover moontlik afgeskuins word om die spoed van die water te beheer. Daar moet daarteen gewaak word dat gekanaliseerde water nie ander erosieprobleme laer af teen die hang veroorsaak nie. Doelmatige strukture moet gebruik word om die waterspoed te breek en die water so egalig moontlik te versprei oor die oppervlakte waar dit uitgestort word.

\* Pedologie:

Sommige van die gronde van hierdie gebied is dispersief of marginaal dispersief met 'n hoë sandinhoud. Dit veroorsaak dat hulle baie meer vatbaar is vir oppervlak- sowel as pyperosie en derhalwe moet gewaak word teen oormatige versteuring van die oppervlakke, of die vorming van poele water op die oppervlakte.

\* Klimaat:

Die studiegebied val in 'n somerreënvalstreek en meeste van die reën kom voor in die vorm van hoë-intensiteitstortbuie wat kort van duur is. Dit veroorsaak verhoogde afloop met gepaardgaande toename in gronderosie. Die groot hoeveelheid reëndae daarenteen hou die gronde nat en stimuleer sodoende deurvloei wat weer pyperosie, of selfs hangafskuiwing, kan laat ontstaan.

\* Plantegroei:

Aangesien hierdie 'n natuurlike grasveldgebied is, help 'n goeie basale bedekking van inheemse grasse om die bogrond te beskerm teen spat- en aflooperosie. Die vernietiging van hierdie grasse deur byvoorbeeld uitgrawings, kan ernstige erosiegevaar vir die bodem inhou. Waar die natuurlike plantegroei deur onnatuurlike prosesse vernietig word, moet dit so gou moontlik weer hervestig word, ten einde die landskap te beskerm teen oppervlakerosie.

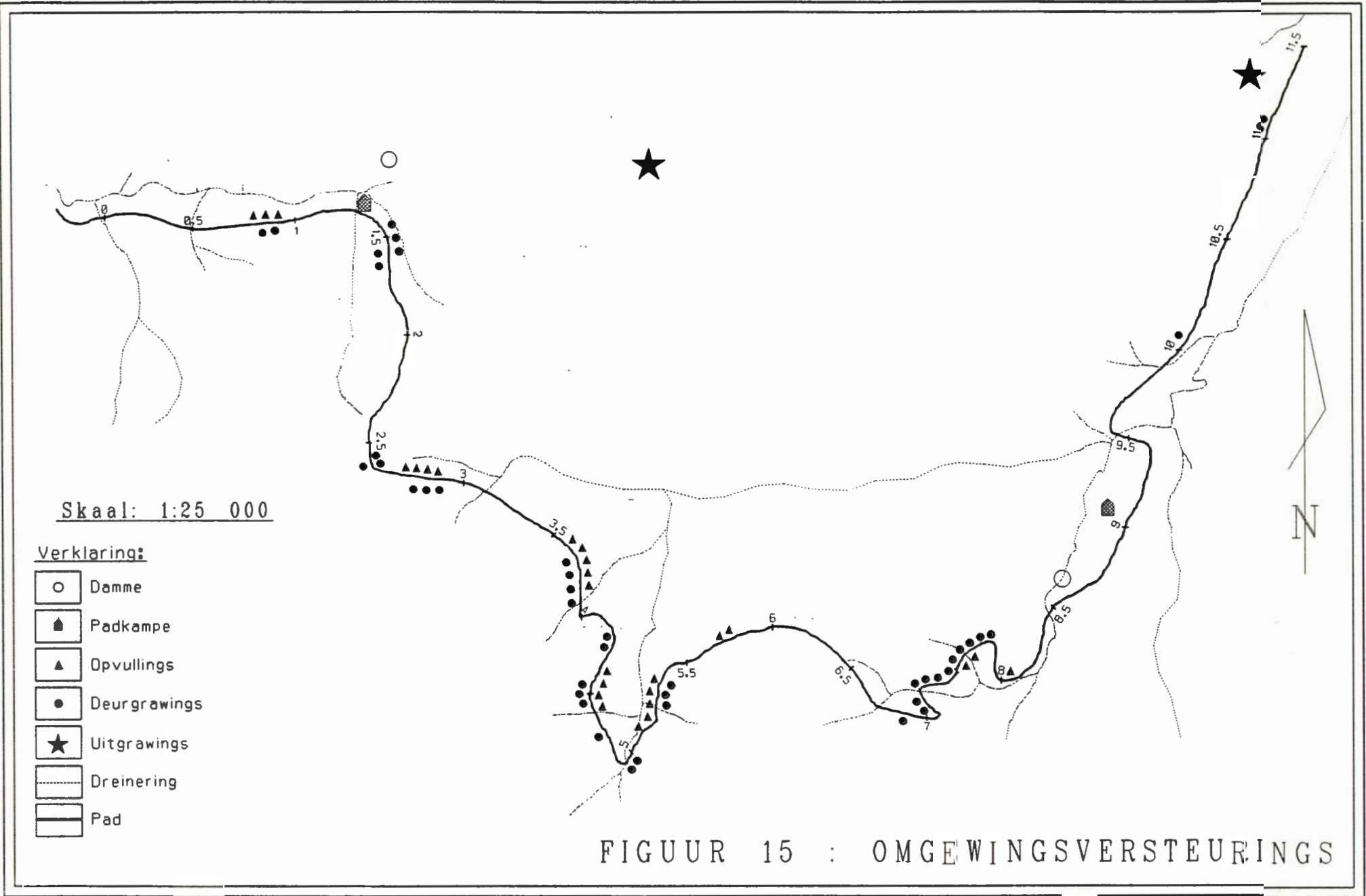
## HOOFSTUK 4

### OMGEWINGSBESTUURSISTEEM (OBS)

Die opgradering van roete R712 deur die GGHNP hou 'n erosiegevaar in vir die aanliggende natuurlike landskap, waar deurgrawings en opvullings deur erosiesensitiewe hange gemaak moet word (hoofstukke 2 & 3 en Figuur 15). Die moontlikheid bestaan ook dat die estetiese waarde van die landskap geskend en die natuurlike ekosisteme benadeel kan word. 'n Omgewingsbestuursistees (OBS) is derhalwe nodig om alle vorme van versteuring te evalueer, omgewingsprobleme te identifiseer en aanbevelings te doen, sodat voldoende voorsorgmaatreëls oorweeg kan word.

'n (OBS) word deur die Internasionale Standaard-organisasie (ISO) se komiteepublikasie CD 14000 (1994-09-28 ISO/TC207/SC1 N48) gedefinieer as 'n stelsel van standarde wat die totale organisatoriese struktuur van 'n instansie in ag neem met betrekking tot bestuursbesluite wat alle aspekte van die omgewing in sy totaliteit raak. Dit sluit in alle verantwoordelikhede, prosesse, prosedures, aktiwiteite en bronne van implementering en instandhouding van omgewingsbestuur. 'n (OBS) is derhalwe 'n hulpmiddel waarmee enige organisasie kan verseker dat hy, ten opsigte van sy bedryfsaktiwiteite, maksimum beskerming aan die omgewing bied.

Hierdie studie, wat onderneem is as 'n kapasiteitsbou-oefening vir die Nasionale Parkeraad (NPR), is as loodsprojek gebaseer op ISO 14000 (1994-09-28 ISO/TC207/SC1 N48) wat slegs algemene riglyne gee en nie op die gebruikspesifikasies van ISO 14001 ingestel is nie.



## 4.1 OMGEWINGSBESTUURSISTEEM-MODEL

Vir die doel van hierdie studie word die ISO 14000-model (1994-09-28 ISO/TC207/SC1 N48) gebruik as raamwerk vir die opstel van so 'n OBS vir die voorgename padopgraderingsprojek (Figuur 16).

## 4.2 VERANTWOORDELIKHEIDSAANVAARDING

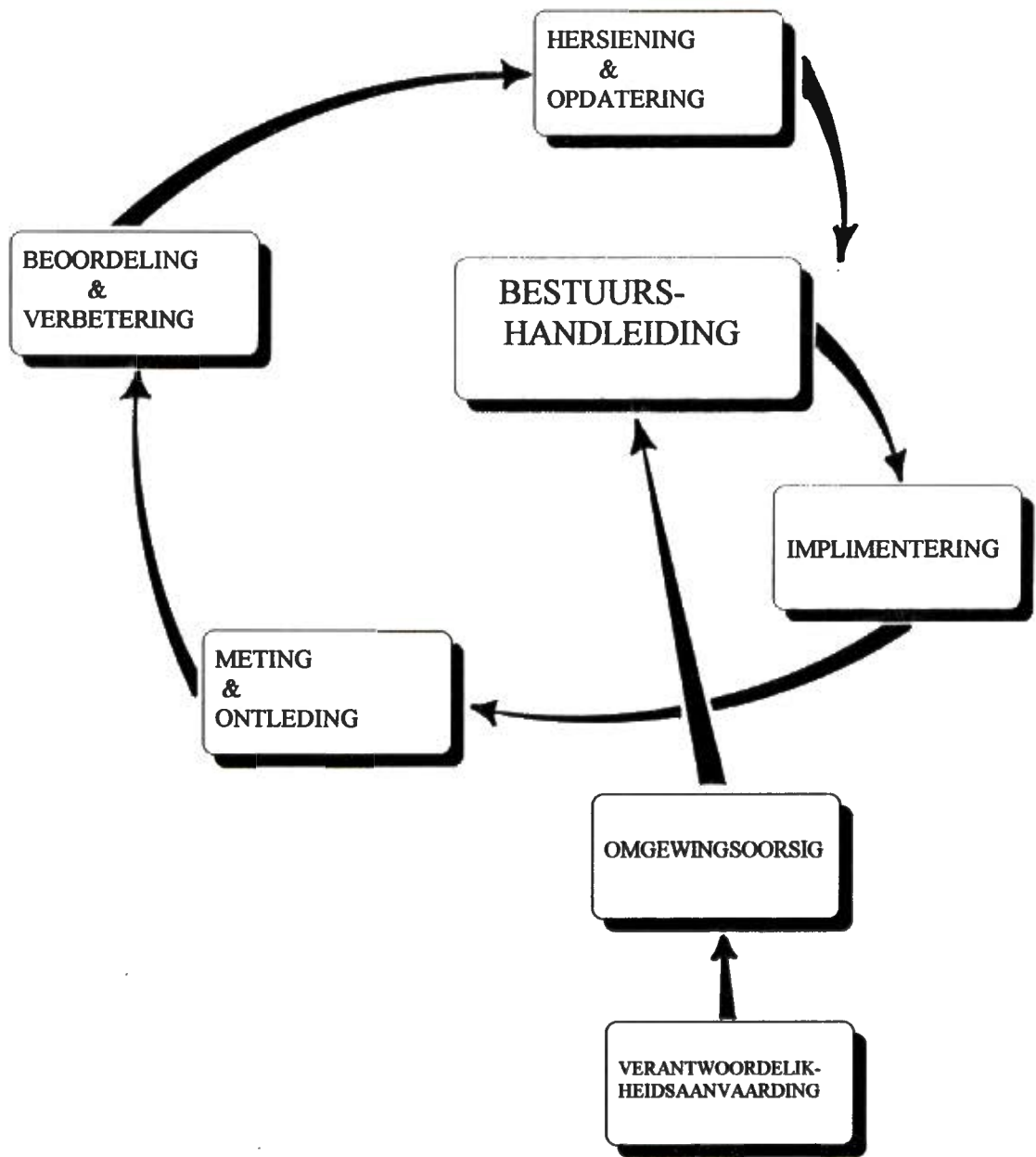
### 4.2.1 Verantwoordelikeheidsafbakening

Vir die NPR (as bewaarder van die natuurlike omgewing), sowel as die Vrystaatse Direkoraat van Paaie, (wat 'n omgewingsherstelverpligting het) is dit noodsaaklik dat alle moontlike skade aan die omgewing vooraf bepaal word en dat voldoende regstellende maatreëls betyds ingestel word ter versagting van die invloed op die omgewing.

Omgewingsbeskerming, met betrekking tot die padbouprojek, berus gesamentlik by die twee betrokke organisasies. Alhoewel geen kontraktuele ooreenkomste aangegaan is nie, is daar mondelings besluit dat die NPR verantwoordelik sal wees vir die opstel van 'n OBS terwyl die Vrystaatse Direkoraat van Paaie die opgraderings- en afrondingswerk van die pad sal behartig. Sodoende word gepoog om die natuurlike omgewing as die gemeenskaplike "kliënt" te hanteer en sover moontlik te beskerm tydens die operasionele, opruimings- en instandhoudingsfase.

### 4.2.2 Skakeling tussen partye

Aangesien dié twee organisasies uiteenlopende belange en doelwitte het, is gereelde tweerigtingkommunikasie 'n voorvereiste. In dié verband is geïdentifiseer dat die NPR 'n omgewingsbestuurder as skakelpersoon sal aanwys wat die OBS deurlopend sal opdateer namate die projek vorder.



Figuur 16 : Omgewingsbestuursysteem-model  
 ISO 14000 (1994-09-28 ISO/TC207/SC1 N48)

Tydens terreinvergaderings moet alle aanbevelings skriftelik genotuleer en in 'n bestuurs-handleiding ingebind word.

#### 4.2.3 Implementeringstrategie

Die beleid van die NPR is om die natuur so na as moontlik aan sy natuurlike staat te bewaar. Daarom aanvaar die NPR die verantwoordelikheid vir die beskerming van die natuurlike hange aangrensend tot roete R712.

Vir die opstel en implementering van en toesighouding oor so 'n OBS het die NPR die parkhoof van GGHP as hul verteenwoordigende beampte aangewys. Hy sal as omgewingsbestuurder van die projek optree en tegelykertyd die skakelpersoon wees tussen die NPR en die Vrystaatse Direkoraat van Paaie.

Die padingenieur sal optree as die Vrystaatse Direkoraat van Paaie se verteenwoordiger wat moet toesig hou oor alle aangeleenthede rakende die padkonstruksie. Daarna sal die distrikspadinspekteur saam met die omgewingsbestuurder toesig hou oor die langtermyninstandhouding van die pad en aanliggende terrein.

### 4.3 OMGEWINGSOORSIG

#### 4.3.1 Bestuursstandaarde

Die leuse en opdrag van die NPR is "om 'n verteenwoordigende reeks nasionale parke dwarsdeur die land te vestig en hul kragtens die Wet op Nasionale Parke (Wet 57 van 1976) so te bewaar en te bestuur dat hulle vir alle tye in hul natuurlike staat behoue sal bly tot voordeel en inspirasie van die land en al sy mense" (RSA 1986). Versteurings aan, of besoedeling van, die omgewing moet derhalwe tot 'n minimum beperk word en daar moet ernstig besin word oor enige nuwe vorme van ontwikkeling wat enigsins skade aan die omgewing sal veroorsaak.

Dit is derhalwe nodig vir die Nasionale Parkeraad dat standarde gestel en gehandhaaf word vir die hantering van so 'n OBS. Vir die doel van hierdie projek word voorgestel dat die beginsel van die beste praktiese omgewingsopsie gebruik sal word ten einde volhoubare ontwikkeling te ondersteun. Sodoende word 'n balans gewaarborg tussen die koste van die projek, die tegnologie wat gebruik word en omgewingsbeskerming. Dit sal meebring dat alle versteurings van die natuurlike hange aangrensend tot die pad herstel en afgerond moet word, sodat die neergelegde standarde die somtotaal van al die beïnvloedende omgewingsfaktore sal verantwoord en akkommodeer.

#### 4.3.2 Omgewingsversteurings

Alle fases van die projek wat 'n versteuring van die natuurlike omgewing sal meebring, is reeds volledig bespreek in hoofstukke 2 & 3. Veral hoofstuk 3, Figure 11 & 12 is sprekende voorbeelde van ernstige erosie wat veroorsaak is weens onvoldoende afronding na voltooiing van vorige padbouaktiwiteite.

Vir hierdie OBS moet hoofsaaklik gefokus word op die volgende konstruksies :

- \* deurgrawings deur toonhange;
- \* opvullings van steil hange;
- \* opvang, kanalisering en storting van afloopwater;
- \* strukture soos brûe, skramreëlins en stutmure;
- \* uitgrawing van gruisgroewe;
- \* die maak van opgaardamme; en
- \* die oprigting van padkampe in materiaalbergingsterreine.

Ten einde beheer te behou oor die invloed van genoemde versteurings van die omgewing is 'n bestuursprogram (paragraaf 4.4.7) saamgestel. Die doel van hierdie bestuursprogram is om die projek se aktiwiteite tydens die konstruksiefase te integreer met al die omgewings-eienskappe soos vervat in hoofstuk 3. Die bestuursprogram maak voorsiening vir

regstellende aanbevelings, asook vir die toekenning van verantwoordelikhede om omgewingsversteurings tot die minimum te beperk en/of te versag.

#### 4.3.3 Projektoesig

Namate die projek vorder, moet gereelde terreininspeksies uitgevoer word om die invloed van projekaktiwiteite op die natuurlike omgewing te monitor. Hierdie inspeksies moet uitgevoer word aan die hand van die bestuursplan wat maandeliks tydens terreinvergaderings in heroorweging gebring sal word. Afwykings en veranderinge aan die projek sal dan betyds geïdentifiseer en genotuleer word en die nodige regstellende aksies getref word.

As kontrolemaatreeël word daar ook na ander soortgelyke projekte in bergagtige gebiede gekyk. Sodoende kan vergelykings getref en oplossings gevind word vir die verwagte omgewingsbeskadiging. In dié verband is die Oliviershoekpas 'n goeie voorbeeld waar probleme met grondverskuiwings ondervind word. Met die oog op die afronding van deurgrawings, opvullings en die dreinerings van afloopwater, is dele van die N3-roete deur die Natalse Middellande bestudeer.

#### 4.3.4 Wetlike vereistes

Die wetlike vereistes vir hierdie projek is:

- \* die Padordonnansie van die voormalige provinsie Oranje-Vrystaat, Ordonnansie No 4 van 1968, en die Komitee van Staatspadowerhede (KSPO) se standaardspesifikasies vir pad- en brugwerke, 1987;
- \* die Wet op Nasionale Parke (Wet 57 van 1976) wat voorsiening maak vir grondbewaring en die algemene beskerming van alle ekosisteme, asook die bewaring van die totale estetiese omgewing.

## 4.4 BESTUURSHANDLEIDING

### 4.4.1 Oorsig

Die doel van hierdie bestuurshandleiding is om die bestuursbesluite te dokumenteer wat daarop gemik is om die totale omgewing te beskerm teen skadelike invloede tydens die uitvoering van die projek.

Om dit te kan doen, moet alle versteurings aan die natuurlike omgewing tydens alle fases van die projek geïdentifiseer en geëvalueer word aan die hand van die tersaaklike omgewings-eienskappe. Voortvloeiend hieruit moet die omgewingsbeleid van die organisasie dienoreenkomstig aangepas word en standarde vir omgewingsdoelwitte gestel word waaraan die projek moet voldoen. Vervolgens word dan 'n strategiese plan en 'n bestuursprogram opgestel vir die suksesvolle hantering en afronding van die projek.

### 4.4.2 Omgewingsaspekte en omgewingsinvloed

#### 4.4.2.1 Omgewingsoriëntering

Die studiegebied is geleë in 'n bergagtige omgewing met steil hange wat baie erosiesensitief is (hoofstuk 3) en wat padwerke aansienlik bemoeilik. Verskeie deurgrawings en opvullings veroorsaak 'n potensiële erosiegevaar met gepaardgaande visuele versteuring van die natuurlike omgewing.

Vyf omgewingsfaktore is geïdentifiseer wat elk 'n invloed sal hê op enige versteurings van die natuurlike landskap. Die faktore is volledig bespreek in hoofstuk 3 en die moontlike gevolge van sodanige versteurings word ook in dié hoofstuk bespreek.

#### 4.4.2.2 Projekoriëntering

Aangesien die oorspronklike pad reeds bewys het dat erosieprobleme op die aanliggende hange verwag kan word, is dit nodig dat sekere oorwegings van die projek meer intensief ondersoek moet word.

##### 4.4.2.2.1 Terreingeskiktheid

Soos reeds genoem in hoofstuk 3 is die terrein nie geskik vir die bou van 'n pad nie. Aangesien daar egter baie jare gelede reeds 'n gruispad deur die gebied gebou is (omdat dit die kortste afstand tussen die dorpe Clarens en Phuthaditjaba is) het die owerheid besluit om slegs die standaard van die roete op te gradeer.

##### 4.4.2.2.2 Sterk punte van die projek

Die pad bied 'n korter verbindingsroete tussen die Vrystaat en Kwazulu-Natal wat die hoofoorweging was vir die besluit om genoemde roete op te gradeer. Dit is ook 'n ideale toeristeroete aangesien dit deur een van die mooiste bergagtige sandsteenlandskappe in die Vrystaat strek en aan die besoeker 'n unieke natuurbelewenis verskaf.

##### 4.4.2.2.3 Swak punte

Die erosiesensitiewe landskap waardeur die pad kronkel, sal weens die opgradering van die pad nie net versteur en visueel geskend word nie, maar dit sal ook nuwe erosieprobleme laat ontstaan. Veral afloop- en perkulasiewater kan groot erosieskade veroorsaak weens die hoë reënval en steil berghange.

##### 4.4.2.2.4 Oogmerke

Die hoofoogmerk van die projek is die voorsiening van 'n permanente teeroppervlak vir die bestaande roete en terselfdertyd die optimale beskerming van die aangrensende omgewing.

#### 4.4.2.2.5 Bedreigings

Die vernaamste bedreiging wat die projek vir die omgewing inhou, is te wyte aan die potensiële massaswigting wat by opvullings of deurgrawings kan plaasvind. Tekens van swigting kan reeds waargeneem word langs soortgelyke roetes in die omgewing. Sulke grondverskuiwings is meestal die gevolg van oppervlak- en pyperosie wat ontstaan het weens die verkeerde hantering van oppervlakafloopwater en die versteuring van die natuurlike rushoek van die hang.

#### 4.4.3 Omgewingsbeleid

Aangesien albei organisasies wat betrokke is by hierdie projek hul ten volle verbind het tot maksimum beskerming van die aanliggende omgewing, kan die gemeenskaplike missie soos volg beskryf word :

"Maksimum omgewingsbeskerming en invloedversagting moet toegepas word sodat die aanliggende omgewing so na as moontlik aan sy natuurlike staat bewaar sal bly vir volhoubare benutting deur alle mense."

Die uitvoering van dié missie noodsaak dat die volgende beleidstandpunte geneem sal word om al die negatiewe omgewingsinvloede aan te spreek:

- \* die NPR se omgewingsbeleid moet voorsiening maak vir maksimum beskerming van die natuurlike omgewing;
- \* die NPR en Vrystaatse Direktoraat van Paaie moet hul verbind tot voortdurende omgewingsverbetering;
- \* beide organisasies moet die relevante omgewingswetgewing respekteer en ten uitvoer bring;

- \* die omgewingsbestuurder moet toesien dat al die beleidstandpunte gedokumenteer, geïmplementeer, instand gehou en na albei organisasies gekommunikeer word;
- \* alle tersaaklike inligting rakende die projek, asook veranderinge aan die omgewing, moet aan die publiek bekend gemaak word;
- \* alle deurgrawings en opvullings moet volgens neergelegde standaarde en omgewingsregulasies volledig afgerond word;
- \* erosie moet ten volle beheer word;
- \* afloopwater moet doelmatig gekanaliseer en beheer word om verdere erosie te verhoed;
- \* omgewingsbesoedeling moet beheer word en deurlopende opruimingsaksies en omgewingsverbetering moet onderneem word;
- \* veldbrande langs die pad en in die omgewing van die pad moet beheer word;
- \* alle inheemse plantegroei moet sover as moontlik beskerm en bewaar word;
- \* die projek moet deurlopend gemoniteer word;
- \* omgewingsverbeteringe moet volledig geëvalueer word;
- \* alle toepaslike omgewingsbewaringsopleiding van ondergeskiktes moet gedoen word;
- \* alle onnatuurlike strukture moet sover as moontlik gekamoefleer word om die estetiese waarde van die landskap te beskerm; en
- \* 'n noodplan moet opgestel word.

#### 4.4.4 Omgewingstandaarde

Vir hierdie projek is aanvaar dat die standaard van minimum versteuring van die natuurlike ekosisteme nagestreef moet word. Waar konstruksiewerk egter omgewingsversteuring veroorsaak, sal die standaard van die beste praktiese omgewingsopsie geld. Dit behels dat alle versteurings deeglik ondersoek en evalueer moet word en dat alle moontlikhede op die terrein geïdentifiseer en getoets moet word.

Uit die voorgaande studie (hoofstukke 2 & 3) blyk dit dat die volgende standaarde noodsaaklik sal wees:

- \* alle deurgrawings en opvullings moet afgeskuins word na 'n hoek van  $<24^\circ$  ( $<44\%$ );
- \* voorgenoemde afskuinsings moet met 'n laag bogrond ( $\pm 3 - 5$  cm diep) bedek word;
- \* 'n kombinasie van die natuurlike inheemse grasse uit die omgewing moet met 'n oplossing van water en kunsmis gemeng word en met behulp van die proses van grasbespuiting (hydroseeding) op die afskuinsing gevestig word;
- \* waar deurgrawings weens omgewingsfaktore nie voldoende afgeskuins kan word nie, moet spesiale voorsorgmaatreëls getref word om die hang te beskerm, soos uiteengesit in die strategiese plan (paragraaf 4.4.6);
- \* alle versteurings aan die natuurlike omgewing moet volledig afgerond en opgeruim word tot bevrediging van die omgewingsbestuurder;
- \* afloopwater moet so gekanaliseer word dat die afvoerkanaal en die omgewing die volume van die water kan hanteer, terselfdertyd moet die spoed van die gedreineerde water sodanig verminder word dat geen erosieskade by die uitkeerpunt ondervind sal word nie (strategiese plan 4.4.6); en
- \* 'n spoedbeperking van 50 km /h moet ingestel word (Wet op Nasionale Parke, Wet 57 van 1976).

#### 4.4.5 Omgewingsdoelwitte

Omgewingsdoelwitte sluit in:

- \* om erosie te voorkom en nuwe erosie op deurgrawings en opvullings doeltreffend te beheer;
- \* om afloopwater doelmatig te kanaliseer, die spoed daarvan te beheer en erosie te voorkom waar die gekanaliseerde water in die natuurlike dreineringskanaal gestort word;
- \* om natuurlike inheemse plantegroei te beskerm en op ontblote en versteurde terreine soortgelyke gewasse te hervestig;
- \* om veldbrande sover moontlik weg te keer van die hange direk aangrensend tot die pad;

- \* om die visuele invloed wat enige konstruksiewerke op die landskap sal hê te versag ten einde die estetiese skoonheid van die omgewing te bewaar;
- \* om die natuurlike dreineringskanale te beskerm teen toeslikking en met behulp van neergelegde riglyne toe te sien dat hul na hul natuurlike toestand terugkeer;
- \* om alle versteurings aan die omgewing volledig af te rond en om alle moontlike invloede sover moontlik te versag;
- \* om opleiding te verskaf aan alle betrokke partye ten einde omgewingsbewaring aan te moedig;
- \* om toesig te hou dat verantwoordelikhede wat toegewys is nagekom word;
- \* om probleme vroegtydig te identifiseer en oplossings voor te stel sodat gewaak word teen onnodige beskadiging;
- \* om omgewingsbesoedeling te bekamp;
- \* om die projek koste-effektief te beheer;
- \* om die projek tydens alle fases gereeld te moniteer en doelwitte te hersien;
- \* om bestuursbetrokkenheid aan te moedig en gereelde skakeling tussen alle belanghebbende partye te bewerkstellig; en
- \* om 'n noodplan op te stel vir implementering tydens noodtoestande.

#### 4.4.6 Strategiese plan

##### 4.4.6.1 Situasieanalise

Aangesien die konstruksie van hierdie pad slegs as die opgradering van 'n bestaande roete beskou is, is geen omgewingsinvloedstudies vooraf deur die Vrystaatse Direkoraat van Paaie gedoen nie. Daar bestaan dus geen toepaslike omgewingsinligting nie en geen probleem-identifisering is gedoen nie.

Weens die ernstige erosieprobleme wat ondervind word op 'n soortgelyke roete in die omgewing het die Nasionale Parkeraad dit nodig geag om hierdie OBS op te stel sodat dit kan inskakel by alle bestaande stelsels. Die OBS moet derhalwe dien as 'n inligtings- en ondersteuningsbasis vir besluitneming tydens die volle duurte van die projek, asook daarna.

Verder moet dit ook dien as 'n bestuursriglyn vir die bereiking van doelwitte, en hiervoor is nodig dat 'n weldeurdagte strategiese plan daargestel sal word.

#### 4.4.6.2 Doel van die strategiese plan

Die doel van hierdie strategiese plan is:

- \* om alle omgewingsprobleme voortspruitend uit die projek te identifiseer;
- \* om te verseker dat alle doelwitte ten volle bereik word binne die beleid en neergelegde standaarde van die OBS;
- \* om die OBS ten volle te integreer by alle ander bestuursisteme; en
- \* om 'n noodplan daar te stel.

#### 4.4.6.3 Probleemidentifisering

Aangesien hierdie 'n bestaande roete is waarop erosie alreeds voorkom, kon die volgende gevaarpunte tydig geïdentifiseer word:

- \* Deurgrawings deur natuurlike hange verwyder die toon of steunpunt van die hang. Verskeie omgewingsfaktore werk dan negatief op die hang in en lei tot totale hanginstorting (Figuur 17).
- \* Afloopwater vanaf opvullings wat ondoelmatig gekanaliseer word, veroorsaak erosie- en slikafsetting weens terug snyding. Dit kan meebring dat opvullings ernstig erodeer, en onderliggende natuurlike ekosisteme versmoor word (Figuur 18).



**Figuur 17 : Hanginstorting**



Figuur 18 : Slikafsetting

- \* Die versteuring van hange kan verder lei tot die vorming van erosieslote (Figuur 19).



Figuur 19 : Vorming van erosieslote

Uit hierdie waarnemings, en ook uit die resultate van hoofstuk 3, blyk dit dat die volgende probleme ondervind kan word:

- \* Deurgrawings sowel as opvullings sal blootgestel word aan oppervlak- en pyperosie (hoofstukke 2 & 3). Dit lei tot hangversakking en die toeslikking van dreineringskanale.
- \* Die vinnige infiltrasievermoë van die grond veroorsaak dat die veldwaterkapasiteit van die hang maklik oorskry kan word met gepaardgaande hangversakking.

- \* Gekanaliseerde afloopwater vanaf die pad kan ernstige oppervlakerosie tot gevolg hê waar die water die paduitkeerkanale verlaat weens die spoed en die volume van afloopwater.
- \* Die verwydering van plantegroei op hange sal die erosiegevaar vererger. Die gepaardgaande verhoogde slikvrag kan, as dit afgeset word, versmoring van die natuurlike ekosisteme tot gevolg hê.

Die pad self, gruisgroewe, stortingsterreine en padkampe, asook hangdeurgrawings en opvullings sal 'n negatiewe visuele invloed op die omgewing hê. Gruisgroewe het reeds onherstelbare visuele letsels op die natuurlike landskap gelaat (Figuur 20).



Figuur 20 : Gruisgroef

- \* Indien die dam by km 8,6 sou breek, sal dit 'n ernstige erosiegevaar vir die normale loop van die rivier inhou.

- \* Die onstabiliteit van die geologiese formasies by km 7,3 tot 7,7 (veral tydens nat toestande) kan lei tot hangversakking.
- \* Die beskikbare fondse sal nie voldoende wees om al die padwerke te voltooi nie.

#### 4.4.6.4 Doelwitbereiking

Ten einde die gestelde doelwitte te bereik, sal die volgende voorsorgmaatreëls ten uitvoer gebring moet word.

##### 4.4.6.4.1 Deurgrawings en opvullings

Waar oppervlakversteurings nie voldoende afgeskuins kan word nie, moet die hele deurgrawing met 'n betonlaag ( $\pm 10$  mm dik) bedek word wat met behulp van 'n hoëdruksementspuit aangewend word (Figuur 21). Die kante van hierdie betondop moet aan die onderliggende hang versterk en geanker word met behulp van diamantdraad, wat met ysterpenne in die grond bevestig word, en waaroor die beton dan gespuit word.

Binne hierdie betonbeskermingslaag moet voorsiening gemaak word vir dreineringsgate om die hang deurentyd droog te hou. In dié verband word voorgestel dat 'n aantal ronde gate,  $\pm 10$ cm in deursnee, horisontaal in die deurgrawings ingeboor word tot op 'n diepte van 1 meter. Geperforeerde dunner pyp word in die gat versink om die grondwater te help dreineer om sodoende te verhoed dat die veldwaterkapasiteit versadigingspunt bereik.



Figuur 21 : Hangbeskerming

Indien die hoë koste van betonbespuiting nie haalbaar is nie, word 'n ander metode van hangstabilisering voorgestel, naamlik dat hierdie drie hange van horisontale trapvormige insnydings voorsien moet word (ongeveer 1 meter breed). Dit sal terrasse teen die hang vorm. Na gelang van die hoogte van die deurgrawing word twee tot drie sulke trappe voorgestel. Die trappe moet dan beplant word met *Vetiveria zizanioides*-gras wat beskryf word as 'n baie geharde grasspesie wat bestand is teen droogtes, vloede, windstorms, vuur en selfs beweiding. Dit beskik oor 'n diep penetrerende wortelstelsel wat die plant deeglik anker en sterk weerstand bied teen oppervlakerosie, (Board on Science and Technology for International Development 1993:51-54).

Alternatiewelik kan klipbestrating (Figuur 22) of klipgepakte skanskorwe ("gabions") (Figuur 23) ook oorweeg word om die hang te verstewig en erosie te beheer.

In gevalle waar die hellings net groter as  $24^\circ$  is, moet daar gebruik gemaak word van alternatiewe oppervlak-bedekkingsmetodes. Dit sluit in die aanplanting van *Pennisetum clandestinum* (kikoejoe) grassoosie ( $\pm 40\text{cm} \times 20\text{cm}$ ) wat oor die hele hang gepak word en met behulp van houtpenne ( $\pm 50\text{cm}$ ) stewig daarteen bevestig word. Om die eerste twee jaar te kan oorleef, sal hierdie grassoosie jaarliks kunsmis moet ontvang en gedurende die wintermaande gereeld maandeliks natgemaak moet word.



**Figuur 22 : Klipbestrating**

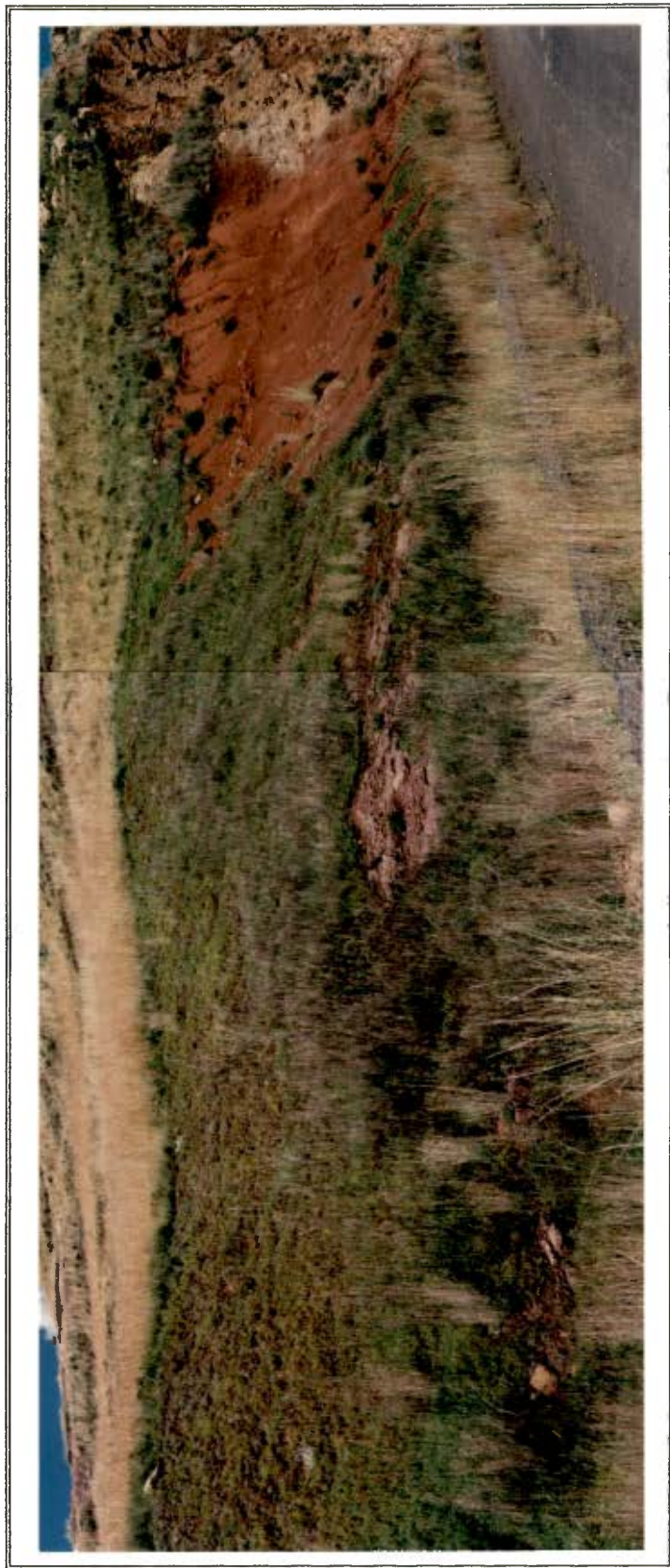


**Figuur 23 : Skanskorwe**

Hierdie *Pennisetum clandestinum* is nie 'n indringergewas nie en dien slegs as 'n tussentydse oppervlakbedekking totdat dit natuurlike inheemse grasse geleidelik daarop kan begin vestig. Figuur 24 toon aan hoe die inheemse gewasse die *Pennisetum clandestinum* verdring. Die grassoosie dien met ander woorde slegs as 'n kunsmatige A-horison vir inheemse gewasse om daarop te vestig.

Alle deurgrawings en opvullings moet so droog as moontlik gehou word ten einde hangversakking te voorkom. Dit moet gedoen word deur oppervlakwater van die hoërliggende hange weg te keer vanaf die boonste gedeeltes van die deurgrawing.

Die netto effek van hierdie sloot is dat dit verdere infiltrasie direk aan die bokant van die deurgrawing veroorsaak. Gevolglik kan die veldkapasiteit van die grond onder die deurgrawing vinniger versadigingspunt bereik, wat verder kan lei tot hangversakking. Afloopwatersversamelkanale moet derhalwe aan die bokant van die deurgrawing gemaak word wat ondeurlaatbaar sal wees aan die hangafwaartse kant om te verhoed dat verdere infiltrasie na die onderliggende deurgrawing sal plaasvind. Hierdie kanale moet die afloopwater wegvoer na laerliggende dreineringskanale en moet ongeveer 1 - 3 meter wyd klipbestraat word. Sodoende sal die afloopwater versprei word en die spoed daarvan gebreek word. Die uitlope van hierdie kanale moet so beplan word dat dit in natuurlike laerliggende dreineringskanale uitmond. Waar dit uitmond, moet gebruik gemaak word van standaardgrasblokke (Figuur 25) om die water gelykmatig oor 'n groot oppervlak te versprei.



Figuur 24 : Oppervlakbedekking



Figuur 25 : Grasblokke

#### 4.4.6.4.2 Dreinerings

Afloopwater vanaf die pad moet in nuut gekonstrueerde kanale langs die pad afgevoer en uiteindelik in natuurlike dreineringskanale gestort word. By hierdie uitkeerpunte moet verdere erosie bekamp word deur die water oor so 'n breë gebied as moontlik te versprei en die spoed te breek. Alternatiewelik moet 'n aantal klein retensiedamme gemaak word waar die kanaal ophou. Dit sal die spoed van die water breek en die volume water oor 'n breë gebied versprei.

Volgens die gegewens in hoofstuk 3 is die moedermateriaal van hierdie omgewing uiters poreus wat meebring dat afloopwater maklik infiltreer. Hierdie geïnfiltreerde reënwater perkuleer na die laerliggende versteurde deurgrawings en lei tot piperosie. Voldoende voorsorg moet getref word om hierdie grondwater vryelik te laat dreineer en die gedreineerde water met behulp van dreineringskanale weg te voer.

Alle kanale wat oppervlakwater wegvoer, moet met growwe klipbestrating uitgelê word sodat dit die spoed van die water kan vertraag. Verder moet openinge tussen die klippe met beton bedek word sodat verdere infiltrasie verhoed word.

#### 4.4.6.4.3 Strukture

Strukture wat verband hou met die konstruksie en verkeerbeheer van die pad, soos brûe en aanwysborde, moet so geplaas word dat dit die minimum visuele versteuring in die omgewing sal veroorsaak.

Die visuele steurnis wat dreineringspype en afvoerkanale veroorsaak, moet versag word deur die vestiging van inheemse plantegroei, of die aanbring van klipbestrating met sandsteen-blokke.

Skramreëlings en skanskorwe is noodsaaklik vir die beskerming van die padgebruiker. Die daarstelling van gepakte of geboude klipmure (van sandsteen of doleriet) word aanbeveel in die plek van metaalskramreëlings.

#### 4.4.6.4.4 Ander erosie

Alle opvullings en terugvullings van ou erosieslote langs die pad moet so spoedig moontlik na afronding met 'n laag bogrond bedek en voldoende gekompakteer word om erosie te verhoed. Spuitsaai van inheemse grasse moet direk daarna gedoen word, verkieslik voor die groeiseisoen.

Bogrond en enige ander opvullingsmateriaal wat geberg moet word, moet beskerm word teen verdere erosie tydens die bergingstydperk. Berging moet ook nie in of naby dreineringskanale gedoen word nie en alle afloopwater moet doelmatig gekanaliseer word sodat dit nie die opgebergde materiaal erodeer nie.

#### 4.4.6.4.5 Plantegroei

Indien die vestiging van natuurlike inheemse plantegroei oneffektief is in die rehabilitasieprogram, moet tydelik van uitheemse gewasse gebruik gemaak word. Dit moet mettertyd vervang word met natuurlike inheemse gewasse. Verder kan die vestiging van uitheemse grasse soos *Vetiveria zizanioides* en *Pennisetum clandestinum* ook oorweeg word vir die tussentydse bevestiging van bogrond (teen die steil hange), totdat die natuurlike gewasse die geleentheid gehad het om self te hervestig.

Veldbrande wat 'n algemene verskynsel in hierdie omgewing is en jaarliks in die wintermaande voorkom, moet sover moontlik vermy word. Afgebrande grashange veroorsaak verhoogde oppervlakafloop wat weer lei tot oppervlakerosie. Die nuwe padreserwe sal vir ten minste twee seisoene teen brande beskerm moet word om die grasbedekking die maksimum kans op hervestiging te gee.

#### 4.4.6.4.6 Landskap

Die GGHNP is 'n landskapsark met unieke visuele eienskappe. As sodanig is dit belangrik dat die natuurlike landskap met sy prominente geologiese sandsteenformasies en golwende grasveld maksimaal beskerm word. Alle strukture, deurgrawings en opvullings moet krities evalueer word ten einde dit sover moontlik met die omgewing te laat saamsmelt.

Aangesien hierdie pad deur 'n unieke landskap kronkel, asook weens die feit dat dit die NPR se beleid is om ekotoerisme te bevorder, moet voldoende voertuigstilhouplekke vir omgewingsbesigtiging voorsien word. Vir dié doel word voorgestel dat die volgende uitkykpunte gemaak word (Figuur 13):

- \* By km 2,5 (wes van die pad). Hiervandaan kry die besoeker 'n mooi uitsig oor die Rooiberg-reekse met hul grasbedekte voethange en unieke geologiese formasies.

- \* By km 2,7 (noord van die pad). Die uitsig van hier af bied 'n unieke blik op die vallei wat uitwaaiër na die laerliggende gedeeltes van die Qwaqwa Nasionale Park.
- \* By km 5,4 (suidwes van die pad). Van hier kry die besoeker 'n uitsig op die natuurlike hange oos van die bolope van die Klerkspruit. Terselfdertyd bied dit ook 'n suidwaartse blik op 'n unieke sandsteenrotsformasie. Die stilte en rustigheid wat hier heers, bied 'n spesiale belewenis aan die toeris.
- \* By km 7 (suid van die pad tot so na moontlik aan die kranlyn). Van hier kry die toeris 'n panoramiese uitsig oor die Drakensberge aan die suidekant wat geleidelik afplat om 'n laagliggende vallei tussen die berge te vorm. Aan die noordekant kan 'n muur van sandsteenkranses met indrukwekkende kleurskakeringe waargeneem word.

#### 4.4.6.4.7 Gruisgroewe

Vir doeleindes van die pad se konstruksie was dit ook nodig om gruisgroewe tot die beskikking van die kontrakteurs te stel. Aangesien die Wet op Nasionale Parke (Wet 57 van 1976) nie voorsiening maak vir enige mynaktiwiteite in 'n nasionale park nie, moet spesiale toestemming vanaf die Parkeraad verkry word om gruisgroewe te ontwikkel. Hiervoor was nodig dat die lokaliteite waar gruis beskikbaar was noukeurig ondersoek en ontleed moes word. Na deeglike oorweging is twee terreine geïdentifiseer. Die eerste sal 'n sandsteengroef by km 11,5 wees en die tweede 'n dolerietgruisgroef oos van km 1,5 in die GGHNP (Figuur 13). Laasgenoemde is reeds baie jare gelede ontgin en het 'n lelike letsel in die natuurlike landskap veroorsaak. Die NPR het ingestem dat hierdie groef verder ontgin kan word met die onderneming dat 'n skermwal daarvoor gestoot sal word. Verder moet die sandsteengroef by km 11,5 (Figuur 13) na voltooiing afgewerk word in die vorm van 'n natuurlike pannetjie bo-op die sandsteenplato.

#### 4.4.6.4.8 Watervoorsiening

Die beskikbaarheid van voldoende water is 'n voorvereiste in enige padbouprogram. Aangesien die GGHNP in 'n somerreëvalstreek geleë is, skep dit 'n probleem vir die kontrakteurs. Spesiale voorsiening moet gemaak word vir waterverskaffing gedurende die wintermaande. Met dié doel is 'n ou gronddam in die omgewing van km 1,5 tot die beskikking van die kontrakteur gestel. Terselfdertyd is ook toestemming gegee dat die diep uitgekerfde erosiesloot noord van km 8,5 in 'n tydelike dam omskep kan word (Figuur 13).

In albei gevalle moet die damme verwyder word sodra die projek voltooi is en in dié verband is besluit dat:

- \* die gronddam by km 1,5 afgeplat moet word en die grond gelykmatig versprei word oor die hele gebied vanwaar dit bymekaar geskraap is, sodat die natuurlike landskap sy ou vorm kan herwin; en
- \* die gronddam by km 8,5 verwyder moet word. Indien dit steeds vol water is wanneer opruiming begin, moet die water geleidelik uitgelaat word, sodat geen verdere erosie stroomaf sal plaasvind nie. Die grondwal moet teruggestoot word tot teen die noordoostelike hang, wat reeds baie ernstig geërodeer is, en dan volledig afgeskuins en van inheemse grasse voorsien word om te verhoed dat verdere erosie plaasvind. Op dié wyse sal verseker word dat die rivier weer na sy normale loop sal terugkeer.

#### 4.4.6.4.9 Padkamp en bergingsterreine

Die plaasopstal, buitegeboue en alle terreine wat deur die Vrystaatse Direkoraat van Paaie gebruik is as terreinkantoor, padkamp en bergingsterreine moet volledig deur hulle herstel en afgerond word na afloop van die projek. Die stortingsterrein moet ook uitgebrand en volledig bedek word met 'n laag bogrond waarna inheemse gras daarop gevestig moet

word. Hierdie opruiming moet tot die bevrediging van die NPR gedoen word en geen uitgediende toerusting mag agtergelaat word nie.

#### 4.4.6.4.10 Koste-effektiwiteit

Soos by alle ander projekte is gebrekkige fondse 'n beperkende faktor en moet sover moontlik bespaar word. Dit sal egter nie gedoen word ten koste van omgewingsbewing nie.

Geen draadheinings word langs die pad benodig nie, aangesien sulke strukture nie in 'n nasionale park opgerig mag word nie. Fondse wat aanvanklik vir afkamping van die pad bewillig is, kan gebruik word vir opruimingsaksies.

#### 4.4.6.4.11 Bestuursbetrokkenheid

Albei partye het hul verbind tot samewerking om die minste moontlike versteuring van die omgewing te veroorsaak. Terselfdertyd het hulle hul ook verbind tot volledige rehabilitasie van alle versteurde gebiede.

Dit is daarom noodsaaklik dat die besture van albei organisasies deurentyd op hoogte gehou moet word van die verloop van die projek.

#### 4.4.6.4.12 Opleiding

Bewusmaking en opleiding vir omgewingsbeskerming en omgewingsrehabilitasie sal die verantwoordelikheid van die omgewingsbestuurder wees. Dit sluit in:

- \* onderrig aan padbouspanne om die nodige beskerming aan die natuurlike omgewing te verleen, onder meer die identifisering, bewusmaking en bewaring van skaars en sensitiewe plante;

- \* bewusmaking van alle personeel om die totale estetiese waarde van die omgewing te respekteer om onnodige beskadiging van veral die unieke sandsteenformasies te voorkom; en
- \* die voorkoming van rommelstrooiing deur die padbouspanlede in te lig en op te lei aangaande die probleem .

#### 4.4.6.4.13 Spoed

'n Spoedgrens van 50 km/h oor die totale afstand van die pad moet geïmplementeer en deur streng wetstoepassing gehandhaaf word.

#### 4.4.6.5 Integreering van die OBS by bestaande bestuursisteme

##### 4.4.6.5.1 Meesterplan vir Golden Gate-hoogland Nasionale Park

Hierdie OBS moet ten volle geïntegreer word by die algemene meesterplan van die GGHNP as 'n bestuurshandleiding vir erosiebeheer op die natuurlike hange aangrensend tot die provinsiale pad. So 'n meesterplan spreek alle bestuursaktiwiteite van die park aan en die parkhoof, as hoogste gesag in die park, moet toesien dat sodanige integrering gedoen word, asook die implementering en uitvoering daarvan, deurlopend sal plaasvind.

##### 4.4.6.5.2 Bestuursverantwoordelikhede

As integrale deel van die meesterplan sal dit die verantwoordelikheid van die omgewingsbestuurder wees om hierdie OBS in stand te hou en toe te sien dat die aanbevelings ter verbetering van die terrein gereeld gemoniteer word. Dit sal ook sy verantwoordelikheid wees om toe te sien dat gereelde eksterne omgewingsouditte gedoen word, ten einde die resultate aan die hand van hierdie OBS te toets. Alle tersaaklike

skakeling rakende die pad en die omgewing, tesame met terugrapportering aan die onderskeie instansies, sal ook deur hom hanteer word.

#### 4.4.6.5.3 Begroting

Aangesien die instandhouding van die provinsiale pad die verantwoordelikheid van die Vrystaatse Direkoraat van Paaie is, sal hulle jaarliks 'n begroting opstel vir enige instandhoudingswerk wat aan die pad gedoen moet word. Die toesig oor die herstel van die natuurlike omgewing berus egter by die NPR en daar sal jaarliks in die omgewingsbestuursbegroting hiervoor voorsiening gemaak moet word. Veral ten opsigte van erosiebeheer sal voldoende voorsorg getref moet word.

#### 4.4.6.5.4 Tegniese aangeleenthede

Die Vrystaatse Direkoraat van Paaie is verantwoordelik vir die tegniese afwerking en versorging van die pad en alle strukture wat te doen het met die pad.

#### 4.4.6.5.5 Administrasie en personeel

Administratief gesproke sal die verdere beplanning, bestuur en beheer oor die terrein aanliggend tot die pad deur die omgewingsbestuurder hanteer word. Veral die dokumentering van notules en besluite, asook die deurlopende opgradering van hierdie OBS sal sy uitsluitlike verantwoordelikheid wees.

In die uitvoering van hierdie opdrag kan gebruik gemaak word van die opgeleide natuurbestuurpersoneel om hom by te staan met die gereelde inspeksies en monitering van die versteurde hange.

#### 4.4.6.5.6      Monitering en navorsing

Gereelde, halfjaarlikse, volledige terreininspeksies sal uitgevoer moet word aan die hand van hierdie OBS, met toepaslike terugvoering aan alle belanghebbende partye.

Tydens hierdie inspeksies moet alle erosiesensitiewe terreine besoek en gemoniteer word met behulp van vastepuntfoto's wat deur 'n opgeleide fotograaf geneem sal word.

Indien dit nodig blyk te wees, kan verdere intensiewe moniteringsprojekte geloods word deur kundige wetenskaplikes onder leiding van die omgewingsbestuurder.

Opvolgnavorsing in die vorm van omgewingsinvloedbepalings sal ook nodig wees alvorens enige verdere ontwikkeling van hierdie roete oorweeg sal word. Sodanige navorsing moet geïntegreer word by hierdie OBS en sal onder toesig van die NPR of sy gedelegeerde plaasvind.

#### 4.4.6.6      Noodplan

'n Noodplan behels 'n gedetailleerde plan van aksie om die gevaar van 'n noodtoestand te verminder deur doelmatig korrek en spoedeisend op te tree sodat minimum skade aan die omgewing aangerig word. Die volgende punte is belangrik vir so 'n noodplan:

##### 4.4.6.6.1      Gevaar-identifikasie

Die grootste omgewingsgevaar wat verwag word, is grondverskuiwings en moddervloei. Veral die erosiesensitiewe steil hange, wat soms onderwerp word aan hoë en intense reënvaltoestande, dra by tot hangversakkings wat katastrofiese gevolge vir die pad en die omgewing kan inhou. Voorbeelde van sulke ramptoestande het gedurende 1988 voorgekom toe verskeie grondverskuiwings plaasgevind het wat in een geval die provinsiale pad vir vier dae totaal onbegaanbaar gemaak het.

'n Tweede gevaarpotensiaal wat die pad vir die omgewing inhou, is die skerp draaie wat voorkom. Dit sal die ongeluksrisiko verhoog en 'n potensiële omgewingsgevaar inhou indien swaar voertuie met gevaarlike vragte buite beheer sou raak. Verder sal voertuigwrakke die estetiese skoonheid van die natuurlike landskap ontsier.

Laastens kan verwag word dat wilde diere op die pad, veral gedurende die nag, 'n bedreiging vir snelbewegende voertuie sal inhou.

#### 4.4.6.6.2 Gevaarpunte

Die volgende potensiële gevaarpunte word uitgewys (Figuur 13):

- \* hangversakking en opvullingswigting by km 1;
- \* grondverskuiwings tussen km 3,5 en 4;
- \* hangversakking by km 5;
- \* swigting van opvullings by km 5,3;
- \* ernstige rots- en grondstortings by km 7,5;
- \* hangversakking by km 10,5;
- \* skerp draaie by km's 2,6; 4; 4,2; 4,9; 7; 7,2; 7,8 en 8; en
- \* wildbeweging oor die volle lengte van die pad.

#### 4.4.6.6.3 Risiko-ontleding

In al die voorgenoemde gevalle kan verwag word dat die pad en aanliggende omgewing ernstig beskadig kan word deur grondstortings. Indien die puin wat die pad sodoende sal bedek net oor die hangafwaartse kant gestort word, sal dit verdere omgewingsbesoedeling veroorsaak.

Voertuigwrakke in die natuurlike landskap sal die estetiese skoonheid van die omgewing ernstig benadeel.

#### 4.4.6.6.4 Personeelbetrokkenheid en optrede

Die omgewingsbestuurder sal verantwoordelik wees vir die volgende:

- \* onmiddellike aanmelding van enige moontlike rampe wat mag ontstaan;
- \* onmiddellike sluiting van die pad indien nodig;
- \* in samewerking met die plaaslike owerhede uitvaardiging van wetgewing wat voertuie met vragte wat skadelik is vir die omgewing verbied om hierdie pad te gebruik;
- \* toesien dat volledige en doelgerigte omgewingsherstel so spoedig moontlik sal plaasvind; en
- \* inlig en opleiding van alle omgewingspersoneel van die Nasionale Park rakende ramptoestande en die hantering daarvan.

Die Vrystaatse Direkoraat van Paaie sal toesien dat voldoende aanwysings en kennisgewing-borde op strategiese plekke aangebring word, asook dreunstrepe en spoedwalle waar nodig.

#### 4.4.6.6.5 Verantwoordelikheid

Dit sal die verantwoordelikheid van die NPR en die Vrystaatse Direkoraat van Paaie wees om gesamentlik toesig te hou oor die welstand van die pad en die aanliggende omgewing. Hierdie verantwoordelikheid sal uitgebrei word nadat 'n noodtoestand ontstaan het en albei partye sal die verantwoordelikheid vir skades aanvaar en gesamentlik streef na die beste praktiese oplossing vanuit 'n omgewingsbestuursoogpunt.

#### 4.4.6.6.6 Opruiming

Enige beskadiging van die natuurlike omgewing wat veroorsaak word deur natuur- of mensgemaakte rampe sal volledig opgeruim word deur albei organisasies. Alle opruimings-aksies sal die natuurlike omgewing respekteer en beskerm teen enige verdere vorm van

besoedeling. Hierbenewens sal die versteurde omgewing doelmatig gerehabiliteer word sodat dit so gou moontlik kan terugkeer na normaal.

Laastens sal geen nuwe paaie, ompaaie of verleggings gemaak word alvorens 'n volledige omgewingsinvloedstudie gedoen is en hierdie OBS nie dienooreenkomstig aangepas is nie.

#### 4.4.6.6.7 Nabetragting en opdatering

Hierdie noodplan sal gereeld elke jaar opgedateer word saam met die hersiening van die OBS. Na afloop van 'n noodtoestand sal alle optredes en opruimings in heroorweging geneem word en gemeet word aan die beste praktiese oplossing in omgewingsbeskerming.

#### 4.4.7 Bestuursprogram

Hierdie bestuursprogram is opgestel in die vorm van 'n matrys wat die logiese opeenvolging van verwagte invloede en regstellende aksies verteenwoordig en terselfdertyd verantwoordelikhede aan die onderskeie partye toeken (Figuur 26).

LEWENSIKLUS VAN DIE KON-STRUKSIEFASE	TERSAAKLIKE OMGEWINGS-ELEMENTE	VERWAGTE INVLOED	REGSTELLEND E AKSIES	VERANTWOORDELIKHEDE
Deurgrawings	Geologie	-Ontblote modderstene wat aan die klimaat blootgestel word, erodeer vinnig.	-Moet sover moontlik vermy word, en -betonbespuiting of stutmure moet voorsien word.	Direktoraat Paaie
		-Ontblote sandsteenformasies genereer verhoogde afloop.	-Afloopwater moet doelmatig en versigtig gekanaliseer en afgevoer word.	Direktoraat Paaie
	Helling	-Deurgrawings wat nie voldoende afgeplat word nie, sal erodeer.	-Afskuinsing moet gedoen word na 'n hoek van ten minste 24° (44%), en -steiler deurgrawings moet kunsmatig beskerm word met behulp van grassooie, grasblokke, betonbespuiting of klipbestrating.	Direktoraat Paaie Direktoraat Paaie
		-Afloopwater van die hangopwaartse kant sal oppervlakerosie genereer.	-Die oppervlakafloop van die hang moet aan die bokant van die pad opgevang en doelmatig gekanaliseer word totdat dit hangafwaarts in 'n natuurlike dreineringskanaal gestort kan word.	Direktoraat Paaie
		-Geïnfiltreerde water wat deur die hang perkuleer, sal hangafskuiwing veroorsaak.	-Alle deurgrawings moet voorsien word van voldoende dreineringsgate om die hang deurentyd so droog as moontlik te hou. Voorsiening moet ook gemaak word om die gedreineerde water weg te voer en versigtig in dreineringskanale te stort.	Direktoraat Paaie
	Gronde	-Clovelleygronde erodeer relatief maklik weens hul sanderige geaardheid, veral waar hulle ontbloom word.	-Ontblote oppervlakke moet so spoedig moontlik weer bedek word met natuurlike inheemse plantegroei.	Direktoraat Paaie
-Dispersiewe en marginaal dispersiewe gronde is veral vatbaar vir pyp- en tonnelerosie.		-Oppervlakwater moet doelmatig weg gekanaliseer word vanaf die bokante van deurgrawings om die hang so droog as moontlik te hou.	Direktoraat Paaie	

Figuur 26 : Bestuursprogram

LEWENSIKLUS VAN DIE KONSTRUKSIEFASE	TERSAAKLIKE OMGEWINGS-ELEMENTE	VERWAGTE INVLOED	REGSTELLENDEN AKSIES	VERANTWOORDELIKHEDE
Deurgrawings	Plantegroei	-Waar plantbedekking verwyder word, kan dit lei tot grootskaalse oppervlakerosie.	-Natuurlike inheemse grasse moet so gou moontlik voor die groeiseisoen weer op die deurgrawings gevestig word,	Direktoraat Paaie
			-waar inheemse grasse nie maklik gevestig kan word nie moet gebruik gemaak word van kikoejoe-grassooie. Hulle moet op die deurgrawing gepak word en met behulp van houtpenne en sifdraad gevestig word, om oppervlakbeskerming te bewerkstellig, en	Direktoraat Paaie
			-indien planthervestiging nie gedoen kan word nie, moet 'n ander vorm van oppervlakbedekking soos betonbespuiting of klipbestrating oorweeg word.	Direktoraat Paaie
Opvullings	Helling	-Opvullings wat te steil afgerond word byvoorbeeld (>24°) (44%) sal deur oppervlakerosie bedreig word, en -afloopwater van die pad sal oppervlakerosie versnel.	-Voorsiening moet gemaak word vir doelmatige en voldoende afskuinsing van alle opvullings, en  -alle afloopwater moet weggekanaliseer word van die opvullings, sowel as vanaf die onderliggende hang waarop die opvulling rus. Hierdie hang dien as 'n stut vir die opvulling en indien verdere erodering daarvan toegelaat word, kan dit ernstige oppervlakerosie tot gevolg hê.	Direktoraat Paaie  Direktoraat Paaie
	Gronde	-Die dispersiewe en sanderige gronde van die omgewing erodeer maklik. Indien die oppervlak nog verder versteur word, sal grootskaalse oppervlak- sowel as pyperosie plaasvind.	-Alle opvullings moet deeglik gekompakteer word en so gou moontlik bedek word met 'n laag bogrond waarop natuurlike inheemse grasse gevestig moet word, en -afloopwater van die pad moet nie op opvullings uitgekeer word nie.	Direktoraat Paaie  Direktoraat Paaie
	Plantegroei	-Alle opvullings word kunsmatig afgerond en geen grasbedekking sal beskikbaar wees om die oppervlak te beskerm nie.	-Die deurgrawing moet met 'n laag bogrond bedek word, en -natuurlike inheemse grasse moet so spoedig moontlik daarop hervestig word.	Direktoraat Paaie  Direktoraat Paaie

Figuur 26 : Bestuursprogram (vervolg)

LEWENSIKLUS VAN DIE KONSTRUKSIEFASE	TERSAAKLIKE OMGEWINGS-ELEMENTE	VERWAGTE INVLOED	REGSTELLENDEN AKSIES	VERANTWOORDELIKHEDEN
Kanalisering van afloopwater	Helling	-Gekanaliseerde afloopwater besit twee van die vernaamste eienskappe wat gronderosie aanmoedig, naamlik volume en spoed.	-Gekanaliseerde water se spoed moet sover moontlik vertraag en beheer word veral teen die steiler hellings, -die storting van gekanaliseerde water moet, waar prakties moontlik, in natuurlike dreineringskanale uitgelaat word sodat geen nuwe oppervlakerosie aangemoedig word nie, en -waar hierdie afloopvore die water uitkeer in 'n natuurlike dreineringskanaal moet spesiale voorsorg getref word dat dit nie nuwe erosie stimuleer nie.	Direktoraat Paaie  Direktoraat Paaie  Direktoraat Paaie
Kanalisering van afloopwater	Plantegroei	-Doelbewuste kanalisering en storting van groot volumes afloopwater sal veroorsaak dat grasse wat in natter toestande groei maklik hier sal vestig. Dit sal die natuurlike balans van hange wat met kort gras bedek is visueel en ekologies versteur.	-Deur gebruik te maak van natuurlike dreineringskanale vir die uitstorting van gekanaliseerde afloopwater kan die probleem oorkom word.	Direktoraat Paaie
Strukture	Helling	-Steunmure en klipbestrating op steil hellings is geneig om te versak met ernstige gevolge sowel hangopwaarts as hangafwaarts.	-Sulke strukture moet behoorlik gevestig en beskerm word sodat geen versakking kan voorkom nie.	Direktoraat Paaie
	Dreineringskanale	-Waar brúe oor dreineringskanale gebou word, kan dit die normale vloei van die water verander en nuwe erosie laat ontstaan.	-Brúe en driewe moet so ontwerp word dat dit nie die natuurlike vloei van die rivier of dreineringskanaal sal versteur nie.	Direktoraat Paaie
	Staal-skrumrelings	-Dit sal 'n negatiewe visuele invloed hê op die natuurlike landskap.	-Waar moontlik moet sandsteenklipmure gebou word in die plek van staal-skrumrelings.	Direktoraat Paaie
Gruisgroewe	Landvorme	-Die uitgrawing van gruisgroewe vir padboumateriaal sal : -oppervlakerosie aanmoedig, en -negatiewe letsels op die natuurlike omgewing laat.	-Gruisgroewe moet sover moontlik ten volle afgerond word na ontginning, en -hulle moet versigtig gekies word sodat hulle nie as onooglike landskap waargeneem word nie.	Direktoraat Paaie  Nasionale Parkeraad

Figuur 26 : Bestuursprogram (vervolg)

LEWENSIKLUS VAN DIE KONSTRUKSIEFASE	TERSAAKLIK OMGEWINGS-ELEMENTE	VERWAGTE INVLOED	REGSTELLENDEN AKSIES	VERANTWOORDELIKHEDE
Gruisgroewe	Plantegroei	-Alle gruisgroewe sal ontbloot word van hul natuurlike inheemse grasbedekking	-Hierdie groewe sal na ontginning met 'n laag bogrond bedek moet word en inheemse grasse sal gesaai moet word.	Direktoraat Paaie
Opgaardamme	Dreineringskanale	-Opgaardamme wat in natuurlike dreineringskanale opgerig is, versteur die natuurlike ekosisteem.	-Sulke opgaardamwalle moet na afloop van die projek verwyder word, en -die omliggende terrein moet so natuurlik moontlik afgerond word en van inheemse natuurlike gewasse voorsien word.	Direktoraat Paaie Direktoraat Paaie
Padkampe en bergingsterreine	Helling	-Berging van padboumateriaal op steil hellings oor lang periodes sal erosie en toeslikking van natuurlike dreineringskanale veroorsaak.	-Bergingsterreine moet versigtig uitgewys word sodat dit verkieslik op gelyk oppervlaktes geplaas word sodat geen besoedeling van die laerliggende omgewing kan plaasvind nie, en -na afloop van die projek moet alle padkampe en bergingsterreine volledig opgeruim word en met natuurlike inheemse grasse gevestig word.	Nasionale Parkeraad Direktoraat Paaie
Omgewings-besoedeling	Landskap	-Rommelstrooiing kan 'n negatiewe visuele invloed op die omgewing hê. -Voertuigongelukke het in die verlede gereeld voorgekom met die gevolg dat skrootmateriaal die omgewing besoedel het.	-Rommelstrooiing moet sover moontlik bekamp word deur die padgebruikers bewus te maak van die nadelige invloed daarvan op die omgewing, en -Spoedbeperkings moet vir hierdie roete op 50km/h ingestel word en met behulp van wetstoepassing in stand gehou word.	Nasionale Parkeraad Nasionale Parkeraad
Omgewings-beskadiging	Plantegroei	-Veldvure gedurende die droë wintermaande kom algemeen voor en veroorsaak korttermynontbloting van die erosiesensitiewe hange. Dit kan lei tot verhoogde en versnelde afloop wat gepaard gaan met gepaardgaande oppervlakerosie.	-Padverbruikers moet ingelig word oor die skadelike invloed van onbepaalde veldvure teen hierdie uiters erosiesensitiewe hange, en -goedbepaalde jaarlikse voorbrande moet ook gemaak word om die gebied sover moontlik te help beskerm teen ongeluksvure.	Nasionale Parkeraad Nasionale Parkeraad

Figuur 26 : Bestuursprogram (vervolg)

## 4.5 IMPLEMENTERING

Die bestuur en beheer van hierdie projek moet geskied aan die hand van die strategiese plan en die bestuursprogram (paragraaf 4.4.6 en 4.4.7).

Gereelde maandelikse terreinvergaderings moet gehou word waartydens die bestuursprogram en doelwitte hersien sal word.

## 4.6 METING EN ONTLEDING

Na afloop van 'n konstruksieprojek van hierdie omvang is dit nodig dat 'n volledige moniteringsprogram opgestel word wat sal help om konstruktief toesig te hou oor die welstand van die pad, sowel as die verbetering/agteruitgang van die aanliggende terrein (strategiese plan paragraaf 4.4.6).

So 'n moniteringsprogram sal gereeld deur die omgewingsbestuurder gebruik word as meetinstrument vir omgewingsherstel en sluit die volgende in:

### 4.6.1 Voldoeningsondersoek

Eerstens sal dit nodig wees om 'n volledige voldoeningsondersoek uit te voer aan die hand van hierdie OBS. Sodoende kan vasgestel word of daar enige ander leemtes of probleme bestaan wat hierdie OBS nie aanspreek nie.

So 'n voldoeningsondersoek moet verkieslik deur eksterne omgewingsouditeure uitgevoer word ten einde 'n objektiewe terugvoeringsverslag te kry. Genoemde verslag moet dan by hierdie OBS gevoeg word as riglyn vir die moniteringsprogram.

## 4.6.2 Nagaanlys

Die volgende nagaanlys moet vir die eerste twee jaar na periodes van ses maande, en daarna jaarliks, deur die omgewingsbestuurder gekontroleer word.

### 4.6.2.1 Algemeen

- \* Is alle opruimingswerk langs die pad na wense afgehandel?
- \* Het die natuurlike plantegroei na wense hervestig?
- \* Bestaan daar enige nuwe tekens van oppervlakerosie?
- \* Kan enige ander visuele skade aan die omgewing opgemerk word?
- \* Is alle terreine volledig en na wense opgeruim volgens die standaard wat gestel is?

### 4.6.2.2 Deurgrawings en opvullings

- \* Kan enige tekens van hangafskuiwings waargeneem word?
- \* Is die afvoerkanale steeds funksioneel?
- \* Kom daar enige tekens van erosie langs die afvoerkanale voor?
- \* Kan tekens van oppervlakerosie op die deurgrawing en opvullings waargeneem word?
- \* Is daar enige tekens van oppervlak- of pyperosie in die natuurlike dreineringskanale waar gekanaliseerde water gestort word?
- \* Dien die uitheemse gewasse hulle doel?
- \* Versprei of vermeerder die uitheemse gewasse?

### 4.6.2.3 Gruisgroewe

- \* Kan enige ander skade aan die groef of sy omgewing waargeneem word?
- \* Voldoen die groef aan die vereistes waarvoor dit afgerond is?

#### 4.6.2.4 Damme

- \* Is die damme volledig en volgens standarde opgeruim?
- \* Kan enige nuwe oppervlak- of pyperosie in die omgewing waar die dam was, waargeneem word?
- \* Is die rivier by km 8,5 besig om sy natuurlike loop te herwin?
- \* Kan enige nuwe tekens van oppervlakerosie, of nuwe sedimentafsetting, laer stroom-af waargeneem word?

#### 4.6.2.5 Terreine

- \* Kan enige negatiewe visuele invloede op die terrein of sy omgewing waargeneem word?

#### 4.6.2.6 Strukture

- \* Kan enige erosieprobleme rondom strukture soos brûe, driwwe, ensovoorts waargeneem word?
- \* Pas die strukture visueel in by hul natuurlike omgewing?
- \* Is daar voldoende afronding gedoen aan die natuurlike omgewing rondom die strukture?

### 4.7 BEOORDELING EN VERBETERING

#### 4.7.1 Inspeksies

Die omgewingsbestuurder moet 'n inspeksieprotokol opstel aan die hand van die geïdentifiseerde invloede en regstellende aksies (paragraaf 4.4.7)

#### 4.7.1.1 Konstruksiefase

Gedurende die konstruksiefase moet die omgewingsbestuurder gereelde maandelikse terreininspeksies hou om te verseker dat die neergelegde standarde gevolg word, dat nuwe voorstelle geïmplimenteer word, asook dat nuwe probleme geïdentifiseer word. Die resultate van hierdie inspeksies moet gekommunikeer word op die maandelikse terreinvergaderings en as sodanig genotuleer word.

#### 4.7.1.2 Opruimingsfase

Tydens die opruimingsfase moet toesighouding uitgebrei word na weeklikse terreininspeksies om te verseker dat alle besluite uitgevoer word en dat neergelegde standarde nagekom word.

#### 4.7.1.3 Bedryfsfase

Na afloop van die projek moet gereelde sesmaandelikse terreininspeksies aan die hand van die nagaanlyste (paragraaf 4.6.2) voortgesit word. In dié verband word voorgestel dat dit voor en na die reënseisoen van elke jaar gedoen word.

Waar negatiewe invloede wel geïdentifiseer word, moet dit deur die omgewingsbestuurder gemeet, gedokumenteer en gerapporteer word aan albei verantwoordelike partye. Regstellende voorstelle moet ook ingedien word en toesig moet gehou word dat dit na wense uitgevoer is.

#### 4.7.2 Doeltreffendheid

Dit gaan hier oor totale kwaliteitsbestuur van die omgewing. Albei organisasies moet hul gemeenskaplike kliënt, die omgewing, sover moontlik beskerm en verbeter.

Die kern van hierdie OBS is daarom gesetel in die volgende vraag :

- \* Hoe effektief is die omgewingsverbeteringsprogram?

Hierdie OBS moet verseker dat maksimum omgewingsverbetering geskied.

#### 4.7.3 Verslae

Die OBS sal dien as 'n riglyn vir bestuur van hoe die omgewing beskerm moet word en terselfdertyd sal dit as meetinstrument vir die effektiwiteit van afronding gebruik kan word. Alle ander terreinverslae, vorderingsverslae en inspeksieverslae moet saam met hierdie OBS deur die omgewingsbestuurder bewaar word vir beskikbaarstelling op navraag.

#### 4.8 HERSIENING EN OPDATERING

Die omgewingsbestuursplan moet 'n eenvoudige, maklik hanteerbare en prakties uitvoerbare bestuurshulpmiddel wees om na alle fasette van die omgewing om te sien. Vir dié doel sal die OBS voortdurend hersien, aangepas en opgegradeer moet word, sodat dit 'n werkbare sisteem sal bly waarmee omgewingsverbetering deur totale kwaliteitsbestuur nagestreef kan word.

## HOOFSTUK 5

### SAMEVATTING

Uit die voorafgaande navorsing kan die volgende afleidings gemaak word:

#### 5.1 GEVOLGTREKKING

Hierdie studie het bewys dat sekere van die natuurlike hange weerskante van roete R712 deur die GGHP baie erosiesensitief is. Enige vorm van terreinversteuring sal 'n kettingreaksie van negatiewe omgewingsinvloede tot gevolg hê. Sowel die ekologie as die estetiese omgewing word bedreig en die risiko's hieraan verbonde is grootskaalse erosie en visuele landskapskending.

Tydens die opgradering van die roete moet al die omgewingseienskappe soos geologie, topografie, pedologie en plantbedekking met groot versigtigheid hanteer word en die terrein moet sodanig gerehabiliteer word dat totale omgewingsherstel sal plaasvind.

Figuur 15 toon die deurgrawings en opvullings waar ernstige omgewingsversteurings verwag word en waar die aanbevelings uit die OBS streng toegepas moet word.

#### 5.2 DOELWITBEREIKING

Die primêre doel van hierdie studie was die opstel van 'n OBS vir die totale padbouprojek deur die GGHP. Hierdie doelwit is volledig bereik deurdat 'n OBS opgestel is aan die hand van die ISO 14000-model (1994-09-28 ISO/TC207/SC1 N48). Alle fasette van die verwagte probleme is aangespreek ten einde maksimum omgewingsbeskerming te bewerkstellig.

Die sekondêre doelwitte wat gestel is, is ook bereik:

- \* Die erosiegevoeligheid van die aangrensende hange is bepaal. Hoofstukke 2 & 3 het alle aspekte van die hange deeglik ondersoek en die gebied geklassifiseer as 'n uiters erosiegevoelige terrein.
- \* Alle konstruksionele versteurings aan die omgewing is in hoofstuk 4 geïdentifiseer en ondersoek, waarna aanbevelings gemaak is ter versagting van omgewingsinvloede en ter beskerming van die natuurlike omgewing.
- \* Die bestuurshandleiding van die OBS is so geskryf dat die natuurlike ekosisteme van die omgewing, asook die estetiese eienskappe van die landskap beskerm en bewaar moet word vir volhoubare benutting.

### 5.3 AANBEVELINGS

Ten einde te verseker dat maksimum beskerming aan die omgewing verleen word, word die volgende aanbevelings gedoen:

- \* Hierdie OBS moet deur albei partye aanvaar en onmiddellik geïmplementeer word.
- \* Albei organisasies moet hul verantwoordelikheid teenoor omgewingsbewaring en die verpligtinge wat daarmee gepaardgaan, besef en aanvaar.
- \* Die konstruksie-, sowel as afrondingsfases van die projek moet stiptelik uitgevoer word aan die hand van die gestelde OBS.
- \* Die omgewingsbestuurder moet nougeset toesig hou oor alle aktiwiteite van die projek en verseker dat alle aanbevelings uitgevoer word. Die totale OBS moet deurlopend hersien en aangepas word waar en wanneer nodig, en alle veranderinge moet gedokumenteer, gekommunikeer en geïntegreer word by die totale bestuursstelsel van die GGHNP.

## BIBLIOGRAFIE

- ACOCKS, J.P.H. 1988. *Veld Types of South Africa*. Navorsingsinstituut vir Plantkunde, Departement van Landbou en Watervoorsiening, Suid-Afrika. 146p.
- BECKEDAHL, H.R. 1994. Universiteit van Natal, Departement Geografie. Persoonlike mededeling.
- BOARD ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. National Research Council. 1993. *Vetiver grass. A thin green line against erosion*. Washington, D.C.: National Academy Press. 151p.
- BRADY, H.M. 1993. An investigation into the nature of gully erosion at Golden Gate Highlands National Park. (Proefskrif - MSc). 187p. Universiteit van Natal. Departement Geografie.
- CLOWES, A. & COMFORT, P. 1982. *Process and landform conceptual frameworks in Geography*. Edinburgh : Oliver & Boyd. 289p.
- DEPARTEMENT VAN LANDBOU-ONTWIKKELING PRETORIA.1991. Grondklassifikasie 'n taksonomiese sisteem vir Suid-Afrika. *Memoirs oor die Natuurlike Landbouhulpbronne van Suid-Afrika Nr. 15*. Pretoria: Direkoraat Landbou-inligting. 262p.
- GRAF, W.L. 1979. The development of montane arroyos and gullies, *Earth Surface Processes*, 4: p1-14.
- GROENEWALD, G.H. 1986. Geology of the Golden Gate Highlands National Park. *Koedoe*. 29:p165-181.

HATTINGH, 1994. Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Departement Bodemkunde. Persoonlike mededeling.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION TC207/SC1 N48. 1994. Environmental management systems - General guidelines on principles, systems and supporting techniques. Committee draft. United Kingdom. 67p.

KOMITEE VAN STAATSPADOWERHEDE, 1987. Standaardspesifikasies vir pad en brugwerke.

LEMLY, A.D. 1982. Erosion Control at construction sites on red clay soils. *Environmental Management*, Vol.6, No.4:p343-352.

MASSIE, L.R. & BUBENZER, G.D. 1974. Improving roadbank erosion control. *Journal of soil and water conservation*, 1974: p176-178.

MOON, B.P. & MUNRO-PERRY, P.M. 1988. Slope development on the Clarens sandstone formation in the North-eastern Orange Free State, *South African Geographical Journal*, Vol.70, No.1,1988: p.57-68.

NORDSTRÖM, K. 1986. Gully erosion in relation to extrinsic and intrinsic variables, In: Chakela, Q.K., Lundén, B. and Strömquist, L. (eds), Sediment Sources, Sediment Residence Time and Sediment Transfer - Case Studies of Soil Erosion in the Lesotho Lowlands, *UNGI Rapport Nr 64*, Uppsala University, Department of Geography, p49-68.

PADORDONNANSIE van die voormalige provinsie Oranje Vrystaat, 1968. Ordonnansie No 4.

- ODENDAAL, D. 1985. Beplanningsriglyne vir buiteligrekreasie in 'n Nasionale Park met spesiale verwysing na die Golden Gate Hoogland Nasionale Park. Bloemfontein : Universiteit van die Oranje Vrystaat, Departement Rekreasiekunde, (Proefskrif - MA.). 362p.
- PRESS, F. & SIEVER, R. 1989. *Earth*. New York : Freeman. 656p.
- RSA, 1986. *Wet op Nasionale Parke, Wet 57 van 1976*.
- STOCKING, M.A. 1972. Relief analysis and soil erosion in Rhodesia using multi-variate techniques. *Z. Geomorph.*, N.F. 16, 4: p432-443.
- STRAHLER, A.N. & STRAHLER, A.H. 1973. *Environmental Geoscience : Interaction between natural systems and man*. California : Wiley 511p.
- TERBLACHE, B.P. 1992. Die gebruik van 'n Geografiese-inligtingstelsel by die beplanning van Nasionale Parke. Pretoria : Universiteit van Pretoria, Departement Natuurwetenskappe. (Proefskrif - MSc). 195p.
- YOUNG, A. 1972. *Slopes*. Great Britain : Longman Group Limited. 288p.
- ZACHAR, D. 1982. *Soil Erosion*. Elsevier scientific publishing company, p222-244.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-hall, London.

## BYLAAG

### A. BEREKENING VAN 95%-BETROUBAARHEIDSINTERVAL

Metode :

Puntopnames volg die binomiale verspreiding, dus word die betroubaarheidsinterval vir binomiale proporsies (ZAR, 1984) gebruik.

	Pers. 3	Pers. 1	Pers. 7	Pers. 6	Pers. 4	Pers. 2	Pers. 5
BEDEK.	47,3	51,3	56,0	60,0	60,7	61,3	62,0
L1	43,1	45,0	49,7	53,8	54,4	55,1	55,8
L2	53,7	55,6	61,2	65,0	65,6	66,2	66,9

BEDEK. = Aantal punte raak/aantal punte persentasie (persentasie bedek).

L1 en L2 = 95%-betroubaarheidsinterval.

(Die kans is 95% dat die werklike bedekking tussen L1 en L2 val)

### B. TOETS VIR VERSKILLE TUSSEN PERSELE (ZAR, 1984)

Toets van die nulhipotese dat daar geen verskille is in basale bedekking tussen sewe persele. Hipotese word verwerp. CHI-kwadraat = 23,638 vryheidsgrade = 6  $P < 0,001$ . Met ander woorde die basale bedekking verskil betekenisvol tussen die persele.

## BYLAAG (VERVOLG)

### C. VEELVULDIGE VERGELYKINGS (ZAR, 1984)

(Om te kyk watter persele betekenisvol van die ander verskil.)

	Pers. 3	Pers. 1	Pers. 7	Pers. 6	Pers. 4	Pers. 2	Pers. 5
BEDEK	47,3	51,3	56,0	60,0	60,7	61,3	62,0
SIMBOLE	a	a,b	b,c	c,d	c,d	c,d	d

Persele met dieselfde letter verskil nie van mekaar nie. Persele wat nie 'n letter in gemeen het nie verskil betekenisvol van mekaar ( $P < 0,05$ ).

Voorbeeld : Persele 3 en 1 verskil nie van mekaar nie (beide het a). Perseel 3 verskil van 7, maar perseel 1 verskil nie van 7 nie (beide 1 en 7 het b). Perseel 5 verskil nie van persele 6, 4 en 2 (almal het d), maar 5 verskil wel van persele 3, 1 en 7. Is daar geomorfologiese of ekologiese redes vir hierdie verskille? Die statistiese verskille tussen persele is duidelik en dit lyk nie of meer punte nodig sal wees nie.

Verwysing : ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-hall, London.