

'N OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR WANDELPAADIE IN DIE
GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK

DEUR

FREDERIK JOHANNES ERASMUS (M.Sc: GEOMORFOLOGIE)

SKRIPSIE VOORGELê TER GEDEELTELIKE VERVULLING VAN DIE
VEREISTES VIR DIE GRAAD MAGISTER SCIENTIAE (OMGEWINGS-
BESTUUR EN -ANALISE) IN DIE DEPARTMENT GEOGRAFIE EN
OMGEWINGSTUDIE, AAN DIE POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT
VIR CHRISTELIKE HOËR ONDERWYS

STUDIELEIERS: PROF A.B. DE VILLIERS

MNR.J.G. NEL

POTCHEFSTROOM

NOVEMBER 1996

**'N OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR DIE WANDELPAAD IN DIE
GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK**

INHOUDSOPGAWE	BLADSY
1 ALGEMENE INLEIDING	1
1.1 NAVORSINGSMETODE	4
1.2 DOELWITTE	5
1.3 LIGGING	6
1.4 GEOLOGIE	7
1.5 GRONDTIPES	9
1.6 TOPOGRAFIE	9
1.7 KLIMAAT	10
1.8 DREINERING	10
1.9 PLANTEGROEI	11
1.10 SAMEVATTING	11
2 TEORETIESE OORSIG OOR EROSIE IN DIE WANDELPAD- OMGEWING	 13
2.1 EROSIE IN DIE OMGEWING	13
2.1.1 DEFINISIE VAN EROSIE	13
2.1.2 DIE EROSIEPROSES EN EROSIETIPES	13
2.1.3 VERLIES AAN PLANTVOEDINGSTOWWE AS GEVOLG VAN EROSIE	 21
2.1.4 SAMEVATTING	22

3 ANALISE VAN WANDELPADDATA VAN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK	23
3.1 INLEIDING	23
3.2 LIGGING VAN MEETPUNTE	23
3.3 ONDERSKEID TUSSEN DROë EN NAT MEETTYDPERKE	24
3.4 VOETPADHELLINGS EN HELLINGS OP DIE AANGRENSENDE HANGE VAN VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES	24
3.5 VOËTSLAANDATA (AANTAL STAPPERS)	25
3.6 GEMIDDELDE EROSIEWAARDES VIR VERSKILLENDE WANDELPADMEETPUNTE:DROë EN NAT TYDPERKE	26
3.7 KORRELASIE TUSSEN GEMIDDELDE EROSIEWAARDES EN SEKERE TOPOGRAFIESE VERANDERLIKES	30
3.8 GEVOLGTREKKING T.O.V. KORRELASIES VIR DIE ONDERSKEIE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES	34
3.9 IDEALE MEETPUNTE UIT DIE ONDERSKEIE GEKOSE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES SE MEETPUNTE	36
3.10 ANALISE VAN GRONDATA	37
3.10.1 Invloed van erosie op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe in die wandelpad	37
3.10.2 Tekstuuranalise	38
3.10.3 Grondkompaksie	39
3.11 KWALITATIEWE ANALISE VAN DIE WANDELPAAIE	40
3.11.1 Die invloed van fisiese beperkings van wandelpaaie	40
3.11.2 Visuele waarnemings van die fisiese agteruitgang van 'n wandelpad	42

3.11.3 Huidige metodes om erosie te bekamp en 'n meer permanente loopoppervlakte te verseker	44
3.11.4 'n Moontlike alternatiewe metode om erosie/ die verdere degradasie van die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park te bekamp	49
3.12 SAMEVATTING	50
4 OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK	52
4.1 ALGEMEEN	52
4.2 BESLUITNEMINGSMATRIKS T.O.V. OMGEWINGSINVLOEDE SE BEDUIDENHEID IN VERSKILLENDE WANDELPAD/ GESTEENTETIPE ASSOSIASIES	54
4.3 WETLIKE ASPEKTE WAT VAN TOEPASSING IS OP WANDELPAAIE	60
4.4 OMGEWINGSBESTUURSPROGRAM VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK	62
4.4.1 Omgewingsbeleid t.o.v. wandelpaaie	62
4.4.2 Doelwitte	63
4.5 IMPLEMENTERING	76
4.5.1 Verantwoordelikheid t.o.v. implementering	76
4.5.2 Opleiding	77
4.6 KONTROLE EN KORREKTIEWE AKSIE	77
4.6.1 Monitering	77
4.6.2 Omgewingsbestuurstelseloudit	78

4.7 HERSIENING EN VERBETERING VAN DIE OMGEWINGS- BESTUURSTELSEL	78
4.8 GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS	79
5 BRONNELYS	83
6 BYLAAG: A FIGURE	87
B TABELLE	143
C ISO 14 001	154
ABSTRACT	177
BEDANKINGS	178

'N OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR DIE WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK

1 ALGEMENE INLEIDING

Die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park vorm 'n integrale deel van die toeriste-aantreklikheid van die gebied. Die totale lengte van die wandelpaaie is meer as 30 kilometer. Jaarliks maak duisende toeriste gebruik van die wandelpaaie. As gevolg van toeristedruk op die wandelpaaie is agteruitgang reeds ver gevorder op sekere gedeeltes van die padstelsel. Volgens Garland (1990:793) is een van die grootste probleme waarmee wildernisbestuurders juis in die Drakensberg gekonfronteer word, wandelpaderosie. Daar is 'n toenemende vraag en gevolglike druk op die wandelpaaie.

Volgens Garland (1990:793) sal daar 'n toename in die grootte en kapasiteit van wandelpadnetwerke in Suid-Afrika moet wees. Dit is belangrik dat wandelpaaie so uitgelê sal word dat die onderhoudsvereistes tot 'n minimum beperk sal word. Die huidige bestuur van die wandelpadstelsel is dan ook hoofsaaklik ingestel om te poog om die geweldige erosie wat plaasvind, te stuit. Daar bestaan 'n wesentlike gevaar dat die omgewing nóg verder beskadig kan word indien erosie nie onder beheer gebring word nie. Volgens Grey (1988:47,51) is bewaringsbestuurders meer geïnteresseerd in die tempo van grondverlies as die meganisme vir erosie. Versnelde erosie word gewoonlik geassosieer met kulturele kenmerke soos wandelpaaie in die landskap.

Volgens Garland (1979:273) het die daarstelling van wandelpaaie in die Drakensberg gelei tot versnelde erosietempo's. Volgens Hugo (1987:5) kan die negatiewe invloed wat voetslaan as grondgebruik tipe op die omgewing uitoefen, tot 'n minimum beperk word indien die beplanning van die roetes met goeie oordeel geskied en die potensiele invloede geantisipeer kan word. Dit is noodsaaklik om die beoefening van die aktiwiteit in die regte lokaliteit te plaas, sodat beskadiging aan die ekosisteem tot 'n minimum beperk word. Volgens Garland (1990:793) lei wandelpaderosie tot die agteruitgang van 'n nie-hernubare hulpbron. Ten einde toenemende onderhoudskostes te beperk, moet roetes so gekies word wat onderhoud sal minimaliseer, sonder buitensporige erosie en gevolglike degradasie van die wandelpad. Volgens Garland (1990:793) het navorsing 'n positiewe verbintenis getoon tussen die gebruik van wandelpaaie deur stappers en erosie. Volgens Smith (1994?: 3) veroorsaak die stapaksie van die stapper meer erosie, in vergelyking met die rolaksie van die wiele van 'n bergfiets.

Ruff, et al. (1994:80) stel dat daar 'n behoefte bestaan om die belange van bewaring en rekreasie te balanseer, en om die omgewingsinvloed as gevolg van erosie te verminder op die wandelpadroetes (soos in die geval van bestaande wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park). Dit impliseer dat daar 'n behoefte aan bestuur is. Bestuur kan dan ook drie vorme aanneem, naamlik:

- * bestuur van mense, bv. hindernisse, inligtingsborde, alternatiewe roetes, ens.;
- * bestuur van die hulpbron, bv. dreinerings, aanplantings, ens.;
- * bestuur van mense en die hulpbron: bv. herstel van die wandelpad, konstruksie,

trappe, ens.

Volgens Ruff, et al.(1994:83) het die Countryside Commission (1993) in Engeland, wandelpadbestuur beskryf as reaktief en gefragmenteerd, en die Ramblers Association beskryf die benadering t.o.v. die meeste wandelpaderosie as krisisbestuur. Beide organisasies het aangedui dat daar 'n gebrek aan hulpbronne bestaan om die probleem effektief aan te spreek.

Volgens Ruff, et al.(1994:83) moet sensitiewe en toepaslike bestuur van wandelpaaie in nasionale parke as baie belangrik beskou word, gegewe die tweeledige doel van bewaring van die natuurskoon en die bevordering van 'n hoë gehalte omgewingservaring van die publiek. In 'n opname van die bestuur van wandelpaaie in tien nasionale parke in Engeland en Wallis, is gevind dat die beheer van erosie en toegang van die hoof vraagstukke is en die bestuur van mense of die drakapasiteit van die wandelpaaie van minder belang was. Daar is 'n duidelike behoefte aan beleide t.o.v. die bestuur van wandelpaaie, wat insluit die daarstelling van kriteria vir bestuur, monitering, bestuurshulpmiddele soos bestuursplanne, onafhanklike spesialiste en hulpbronne vir wandelpadbestuur.

Die vraag wat in hierdie studie gevra word is : Is toeristedruk op die wandelpaaie direk verantwoordelik vir die agteruitgang van die wandelpaaie en indien agteruitgang van die wandelpaaie a.g.v. erosie wel voorkom, wat is die oplossing om die verdere agteruitgang te verhoed?

Dit kan verwag word dat die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park, soos in die Drankensberge, fisiese agteruitgang as gevolg van erosie sal toon, wat direk toegeskryf word aan die aantal stappers en hulle stapaksie. Dit word verder voorsien dat sekere gesteentetipe/wandelpad assosiasies meer erosie sal toon as ander. Ten einde die verdere agteruitgang van die wandelpaaie te verminder en moontlike negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing te verhoed, moet omgewingsbestuur van die wandelpaaie toegepas word aan die hand van 'n omgewingsbestuurstelsel, binne die raamwerk van die ISO 14001 omgewingsbestuurstandaardriglyne. Die balans tussen die belange van bewaring en rekreasie is nodig, wat slegs bereik kan word as omgewingsbestuur aan die hand van 'n omgewingsbestuurstelsel toegepas word in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

1.1 NAVORSINGSMETODE

In hierdie studie is 25 meetpunte gekies wat verteenwoordigend is t.o.v. verskillende gesteentetipes, voetpadhellings en hellings van aangrensende hange wat gesamentlik deel uitmaak van verskillende gedegradeerde wandelpadseksies/fisiografiese eenheid assosiasies.

Ten einde die gemiddelde erosiewaardes te bepaal is gebruik gemaak van die selfontwerpte dwarsprofielmetode (Figuur 3.4, bl.107). Vir die doel van die studie is daar drie stelsel metings geneem in onderskeidelik April en September 1994, en April 1995.

Onderskeie meetpunte se voetpad- en hellings van die aangrensende hange is met behulp van die klinometer/staafmetode bepaal. Voetslaandata is verkry m.b.v. twee elektroniese tellers wat by die beginpunte van die wandelpaie geïnstalleer is.

Ten einde 'n aanduiding te kry van die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe in die wandelpad en die aangrensende natuurlike veld, is grondanalises op grondmonsters van die wandelpadmeetpunte gedoen. 'n Sifanalise is gedoen, ten einde die tekstuursamestelling van die grondmonsters te bepaal. Penetrometermetings is in die wandelpad en die natuurlike veld geneem vir elk van die 25 meetpunte.

Kwalitatiewe analises is ook gedoen deur die neem van sigvlak kleurfoto's m.b.v. 'n 35mm-kamara.

1.2 DOELWITTE

Die doelwitte van hierdie studie is soos volg:

- * die bepaling van die aard en mate van agteruitgang van die spesifieke wandelpad/
gesteentetipe assosiasies;
- * die bepaling van die korrelasie tussen gemiddelde erosiewaardes en sekere

topografiese veranderlikes;

- * die bepaling van die invloed van erosie op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe en die tekstuur van die grond in die wandelpad;
- * die bepaling van die mate van kompaksie in die natuurlike veld en die wandelpad;
- * die bepaling van die redes vir agteruitgang;
- * die bepaling van die invloed van fisiese beperkings van wandelpaaie;
- * kwalitatiewe analise van huidige metodes om erosie te bekamp en 'n meer permanente loopoppervlakte te verseker;
- * die bepaling van 'n moontlike alternatiewe metode om erosie/ die verdere degradasie van die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park te bekamp.
- * die ontwerp van 'n omgewingsbestuurstelsel om agteruitgang van die wandelpaaie te verminder, bestaande vervalle gedeeltes so goed as moontlik te rehabiliteer en te verseker dat toekomstige gebruik vir rekreasie in balans met die omgewingbewing sal wees.

1.3 LIGGING

Die Golden Gate Hoogland Nasionale Park is in die Rooiberge van die Noordoos - Vrystaat geleë waar dit deel vorm van die voetheuwels van die Maluti-bergreeks (Figuur 1.1, bl. 88). Die park beslaan 'n oppervlakte van sowat 11 630 hektaar. Die park word begrens deur Lesotho aan die suidekant, terwyl die Vrystaat die res van die park begrens (Figuur 1.1, bl. 88). Die ligging van die wandelpaaie (Ribbokvoetslaanpad en die ander dagroetes) word ook aangetoon in figuur 1.1, bl. 88.

1.4 GEOLOGIE

Die gesteentes wat in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park voorkom (Figuur 1.2, bl. 89), verteenwoordig die jongste gesteentelae t.o.v. die Karoo-opeenvolging met indringings van doleriet. Die onderliggende geologie bestaan uit moddersteen, sandsteen en sliksteen wat van die laerliggende dele van die Park uitmaak. Clarens sandsteen vorm die prominente kranse en plato's en basaltiese lawa vorm die onderliggende geologie van die hoogliggende steil hange (Brady, 1993:36; Odendaal, 1985:135).

Die volgende geologiese formasies word van onder na bo teen die hange aangetref, naamlik:

Molteno-formasie:

Dit bestaan uit liggrys tot gelerige, glinsterende, fyn- tot grofkorrelrige, grinterige en arkosiese sandsteen, afgewissel deur lae donkergrys tot blouerige, sanderige skalie wat gelerig verweer. Die hele suksessie is opgebou uit fluviële afsettings (Visser, 1989:150).

Elliot-formasie (Rooilae of moddersteen):

Dit bestaan uit bruinrooi en groengrys moddersteen, sliksteen en skalie, afgewissel deur rooierige sandsteen en veral aan die basis, dik, lensagtige lae veldspatiese sandsteen wat ooreenkoms met die sandsteen van Formasie Molteno toon (Visser, 1989:151).

Die rooibruin moddersteen kom voor in die laerliggende dele van die valleie en is meesal deur rotspuin en grond bedek.

Clarens-formasie (Holkranssandsteen):

Dit bestaan uit fynkorrelrige, eoliese sandsteen wat getuig dat die toenemende Laat Triassiese uitdroging in hierdie formasie sy toppunt bereik-het. Naby die basis is die formasie ietwat kleiig, ligroos van kleur en op plekke selfs dieprooi, maar hoër op is dit wit of gelerig. Dagsome word in die veld gekenmerk deur kranse wat aan die basis uitkalwe om holkranse te vorm (Visser,1989:152).

Hierdie formasie vorm die skouspelagtige geelbruin kranse in die park. Die Golden Gate-en Brandwagrots is voorbeelde van baie fyn sandsteen wat onder woestyntoestande deur wind afgeset is. Die dikte van die lae wissel van 140 tot 160 meter (Groenewald,1986:174).

Drakensberg-formasie (Basaltiese lawa):

Hierdie donkerkleurige formasie is basaltiese lawa wat die sandsteen bedek. Die ouderdom van die formasie is sowat 190 miljoen jaar. Dikte van die lawa kan soveel as 600 meter wees soos by Ribbokkop. Dolerietgange, en -plate word ook in die park aangetref (Groenewald,1986:176-177)(Visser,1989:153).

1.5 GRONDTIPES

Die mees algemene grondtipe wat voorkom op die sandsteenhange is Glenrosa, terwyl Hutton en Clovelly gronde meer algemeen voorkom op die platogedeeltes. Ten spyte van die steil gradiënt van die hange word 'n digte gematigde grasbedekking ondersteun wat die hange stabiliseer teen erosie. Die dominante gronde wat voorkom op die suidelike hange is die Milkwood, Mayo, Mispah en Glenrosa. vorme en op die noordfront hange is dit die Mayo en rooi Shortland grondvorme. Ander dominante grondvorme is Oakleaf en Inhoek wat langs die Klein- Caledonrivier en sy sytakke voorkom (Brady, 1993:37-38).

1.6 TOPOGRAFIE

Die Golden Gate Hoogland Nasionale Park is bergagtig met diep klowe, ravyne, valleie (200 -500 meter diep) en bergkomme (Figuur 1.1, bl. 88). Bergrûe en plato's kom algemeen voor (Figuur 1.1, bl. 88). Groot hoogteverskille oor 'n kort afstand is kenmerkend. Die hoogste punt in die Park is Ribbokkop met 'n hoogte van sowat 2 829 meter bo seespieël. Die Klein-Caledonriviervallei verdeel die Park in 'n groter suidelike deel en 'n kleiner noordelike deel (Odendaal, 1985:132).

Soos blyk uit die hangklaskaart (Figuur 1.3, bl. 90) besit die groter suidelike deel van die Park baie steil hange (hellings $>$ as 30%) en die noordelike deel het hange met hellings wat wissel van gelyk tot baie steil. Die grootste deel van die Ribbokvoetslaanpad (ongeveer 17 km) kom in die suidelike gedeelte van die Park voor. Die dagroetes kom hoofsaaklik in die noordelike deel voor.

1.7 KLIMAAT

Die Golden Gate Hoogland Nasionale Park ondervind 'n warm gematigde klimaat (Cwb-klimaatstipe volgens Köppen- (Strahler, 1975:243-247) met 'n somerreënval. Die gemiddelde jaarklikse reënval is sowat 810,6mm (Weerburo:1965-1994). Die gemiddelde maandelikse reënval word aangetoon in figuur 1.4, bl. 91. Volgens Köppen (Strahler, 1975:243-247) in die beskrywing van 'n Cwb-klimaatstipe; is die gemiddelde temperatuur van die koudste maande kouer as 18°C , maar die minimum temperatuur is normaalweg hoër as -3°C met minstens een maand hoër as 10°C . Die winter is droog (w) en dit is dus hoofsaaklik 'n somerreënvalstreek. Die droogste maand se reënval is minder as 30 mm en die natste maand is tot drie keer natter as die droogste maand. Gedurende die somermaande is die gemiddelde temperatuur van die warmste maand laer as 22°C (Strahler, 1975:243-247).

1.8 DREINERING

Die Park se dreineringsstelsel (Figuur 1.1, bl. 88) is in 'n jeugdige staat en die Klein-Caledonrivier, wat in die oostelike gedeelte van die Park ontspring en weswaarts vloei, en spruite is besig om hulle kanale dieper in te sny. Die stroombeddings is duidelik sigbaar en smal. Die dreineringspatroon word deur 'n naatstelsel beheer en in die bo-loopgedeeltes is gewoonlik dendrities. Die Klein-Caledonrivier is die grootste van hierdie natuurlike afvoerkanale (Odendaal,1985:135).

1.9 PLANTEGROEI

Die plantegroei is tipiese suurgrasveld met 'n opvallende skaarste aan inheemse bome. Die grasveld kan in twee groepe verdeel word, naamlik :

- * Hoogland suurveld (veldtipe no. 44 a, volgens Acocks, 1975) wat voorkom in die laagliggende gedeeltes van die Park ; en .
- * Themeda-Festuca Alpyense grasveld (veldtipe no. 58 , volgens Acocks, 1975) wat algemeen voorkom op hoogliggende gedeeltes waar sandsteen en basaltiese lawa in kontak is (Brady, 1993: 40).

1.10 SAMEVATTING

Uit die algemene inleiding blyk dit dat toeristedruk op wandelpaaie beskou word as 'n faktor wat aanleiding gee tot die verdere agteruitgang van wandelpaaie as gevolg van erosie. Tans word huidige bestuur van wandelpaaie as hoofsaaklik krisisbestuur beskou. Daar is gevolglik 'n behoefte om wandelpaaie in veral nasionale parke, as 'n nie-hernubare hulpbron te bestuur. Dit is noodsaaklik dat beplanning van nuwe wandelpaaie in balans met die omgewing sal plaasvind.

Ten einde verdere agteruitgang van die wandelpaaie te verminder en die moontlike negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing te verhoed, moet

omgewingsbestuur van die wandelpaaie toegepas word aan die hand van 'n omgewingsbestuurstelsel.

In die Golden Gate Hoogland Nasionale Park kom verskeie wandelroetes voor. 'n Verskeidenheid in landskapskenmerke, gesteentetipes, grondtipes en plantegroeitipes kom voor, waaruit die omgewing bestaan, waarbinne wandelpaaie aangetref word. Vervolgens word gebruik gemaak van verskillende metodes ten einde kwantitatiewe en kwalitatiewe analises te doen van die fisiese agteruitgang van die wandelpaaie in die Park.

HOOFSTUK 2

2. TEORETIESE OORSIG OOR EROSIE IN DIE WANDELPADOMGEWING

2.1 EROSIE IN DIE OMGEWING

Ten einde erosie in die wandelpadomgewing en die oorsake en gevolge daarvan beter te begryp, word daar vervolgens gekyk na erosie in die algemeen en aspekte van erosie wat van toepassing is op die wandelpadomgewing.

2.1.1 DEFINISIE VAN EROSIE

Volgens Brady (1974: 234) is erosie die losmaak en vervoer van grond deur wind of water. Volgens Morgan (1986: 12) is erosie 'n tweefase-proses wat bestaan uit die:

- * LOSMAAK van individuele gronddeeltjies;
- * VERVOER deur erosie-agense soos lopende water en wind.

Wanneer die beskikbare energie afneem, vind die derde fase, naamlik AFSETTING plaas (Morgan, 1986: 12).

2.1.2 DIE EROSIEPROSES EN EROSIETIPES

Spaterosie is die belangrikste losmaakagens in die natuur. Lopende water en wind is verdere bydraende faktore t.o.v. die losmaak van gronddeeltjies. Twee groepe transportagense word onderskei, naamlik spaterosie en plaatvloei in die een groep, en groefafloop in die ander groep. Die intensiteit van erosie hang af van die kwantiteit van die

materiaal wat voorsien word in die losmaakaksies en die kapasiteit van die erosie-agense om dit te vervoer (Morgan,1986: 12).

Die massa van 'n reëndruppel, 2.5 mm in deursnee, is ongeveer 12.000 keer groter as die massa van 'n grondpartikel van 0.1 mm in deursnee. Die kinetiese energie waarmee die druppel die grond tref, kan dus 'n grondpartikel van diè grootte oor 'n aansienlike afstand beweeg. Hierdie aanvanklike vorm van erosie is bekend as SPATEROSIE (Van Oudtshoorn,et al.1991: 17).

Bronne van energie vir erosie is beskikbaar in twee vorme, naamlik potensiële en kinetiese energie. Potensiële energie is die resultaat van 'n verskil in hoogte van die een liggaam ten opsigte van 'n ander. Dit is die produk van massa(m), hoogteverskil(h) en versnelling as gevolg van gravitasiekrag (g):

$$\begin{aligned} PE &= mgh \\ &= \text{kg} \cdot \text{meter} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \\ &= \text{Joules} \end{aligned}$$

Potensiële energie word omskep in kinetiese energie(KE), energie van beweging. Dit word in verband gebring met massa en snelheid (v) van die erosie-agens in die volgende uitdrukking:

$$\begin{aligned} KE &= 1/2 m \cdot v^2 \\ &= \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \\ &= \text{Joules} \end{aligned}$$

Die meeste van die energie gaan verlore tydens wrywing (3-4%) van die lopende water en sowat 0.2% van die reëndruppels (Morgan,1986 : 13).

Soos die erosieproses voortgaan, word die slootjies dieper en wyer om indrukwekkende soort erosie, naamlik DONGA-EROSIE, te vorm (Van Oudtshoorn,et al.1991: 19).

2.1.2.1 FAKTORE WAT EROSIE BEÏNVLOED

Faktore wat erosie beïnvloed is die :

- * erosiwiteit van die eroderingsagens (wind,water);
- * erodeerbaarheid van die grond;
- * helling;
- * aard van die plantbedekking (Morgan,1986: 40).

2.1.2.1.1 Erosiwiteit van die eroderingsagens

Grondverlies is nou verwant aan reënvalintensiteit deur die losmaakrag van die reëndruppel en reënval se bydrae tot afloop. Volgens Morgan (1986: 40) wys talle studies daarop dat daar 'n toename in sedimentverlies is met 'n toename in intensiteit van die storm.

Erosie hou direk verband met twee reënvaltipes, naamlik kort intense storms (waar dit die infiltrasiekapasiteit van die storm oortref) en langdurige storms (wat die grond versadig).

Die reaksie van die grond m.b.t. erosie kan bepaal word deur voorgemelde weerstoestande. Soos wat die grond benat word deur opeenvolgende reënbuie, is daar 'n toename in afloop en gevolglik erosie. Die kontrole is die grondvoghoud. Dit kan ook gebeur dat die grond losgemaak word deur 'n ligte bui, wat kan lei tot die verwydering van die grootste hoeveelheid van die beskikbare sediment (Morgan, 1986: 42).

2.1.2.1.2 Erodeerbaarheid van die grond

Volgens Morgan (1986: 48) omskryf erodeerbaarheid die weerstand van die gronddeeltjies teen beide losmaak en vervoer. Gronderodeerbaarheid hang af van die :

- * topografiese ligging;
- * helling van die hang;
- * hoeveelheid versteuring;
- * grondkenmerke;
- * hanglengte.

Erodeerbaarheid varieër met :- grondtekstuur;

- aggremaatstabiliteit;
- skeursterkte;
- infiltrasiekapasiteit;
- organiese materiaalinhoud;
- chemiese samestelling.

(Morgan, 1986: 48).

- grondlug;
- voginhoud

(Stocking, et al. 1976: 11).

Groot gronddeeltjies bied weerstand teen vervoer. Klei-deeltjies is weerstandbiedend as gevolg van kohesiegedrag. Slik en fynsand bied die minste weerstand teen erosie. Gronde met 'n slikinhoud van tussen 40 en 60% is hoogs erodeerbaar (Morgan, 1986: 48).

Die gebruik van klei-inhoud is teoreties meer bevredigend as 'n indikator van erodeerbaarheid, aangesien kleideeltjies aggregate vorm met organiese materiaal. Die stabiliteit hiervan bepaal die weerstand van die grond teen erosie. Grondtipes met 'n groter hoeveelheid basisminerale is meer stabiel, aangesien dit bydra tot die chemiese binding van die aggregate. Die benatting van die grond verswak aggregate, aangesien dit die kohesiekragte verswak, sementeringsbindings versag en swelling plaasvind (soos wat die kleideeltjies die water absorbeer). Vinnige benatting kan ook ineenstorting van aggregate veroorsaak deur middel van blussing. Aggregaatstabiliteit is afhanklik van die tipe kleimineraal. So is illiet en smektiet se aggregate meer onstabiel as gevolg van swelling en krimpings, in vergelyking met kaolinet. Die smektiet se sterkte hang af van die natriumabsorpsieverhouding. Namate dit toeneem (die verplasing van Ca-en Mg-ione deur natrium), so neem die wateropname ook toe en saam daarmee die moontlikheid van swelling en ineenstorting van aggregate (Morgan, 1986: 48-49).

Die skuifskleursterkte is 'n maatstaf van die kohesie (samekleding) en weerstand t.o.v. skuifskeurkragte wat uitgeoefen word deur gravitasiekrag, bewegende vloeistowwe en meganiese kragte. Die sterkte word verkry uit die wrywingsweerstand van die gronddeeltjies wat oor mekaar beweeg, die mate waartoe die spanningskragte geabsorbeer word, kohesiekragte en oppervlakspanningskragte in voglagies in die onversadigde grond. 'n Toename in grondvog lei tot 'n afname in skuifskleursterkte en gevolglik in 'n verandering in die gedrag van die grond. Die grond verander van 'n vaste toestand na 'n meer plastiese toestand met 'n groter waterinhoud. Die punt van toestandverandering staan bekend as die plastiese limiet. Met verdere benatting begin die grond vloei. Skuifskleursterkte kan as indikator van erodeerbaarheid gebruik word (Morgan,1986: 49-50).

Infiltrasiekapasiteit van 'n grond word beïnvloed deur die tempo waarteen die grond water kan absorbeer. Dit word beïnvloed deur grootte van porieë (tekstuur), die stabiliteit van die porieë en die vorm van die grondprofiel. Indien korsvorming in sandgrond se oppervlakteprofiel aanwesig is, kan dit infiltrasie benadeel (Morgan,1986: 50-51). Die kors ontstaan as gevolg van inwas van klein gronddeeltjies en die kompaktering deur reëndruppels van die boonste 0.1 mm van die grondoppervlakte. Die porositeit van die oppervlak word gevolglik verminder en ook permeabiliteit (tot 10 keer) (Stocking,et al.1976: 11). Die gevolg hiervan is dat die afloop verhoog en die ondergrond droog bly (Morgan,1986: 50-51). Die mees effektiewe manier om sulke kompaksie te verhoed, is deur middel van 'n goeie plantbedekking en plantoorblyfsels (Stocking,et al.1976: 11).

Infiltrasiekapasiteit word beïnvloed deur :

- * grondtekstuur;
- * persentasie organiese materiaal;
- * tipe en hoeveelheid swellende kleie;
- * gronddieptes;
- * teenwoordigheid van ondeurdringbare lae

(Brady,1974: 238).

2.1.2.1.3 Helling van die hang

Erosie sal toeneem met 'n toename in helling en hanglengte wat respektiewelik die resultaat is van 'n toename in die snelheid en volume van oppervlakafloop (Morgan,1986:56; Brady,1974:238).

Op 'n gelyk oppervlak spat gronddeeltjies as gevolg van die impak van die reëndruppels in alle rigtings. Op 'n hang met 'n redelike helling sal meer spaterosie hangafwaarts voorkom.

Die verwantskap tussen erosie en helling kan uitgedruk word

as: $Q_s = \tan^m O L^n$

waar: Q_s - hoeveelheid erosie/ eenheidsarea

O - gradiënthoek in grade

L - hanglengte.

m , n - eksponente

(Morgan,1986: 56).

2.1.2.1.4 Die invloed van plantbedekking op erosie

Plantbedekking speel 'n belangrike rol in die vermindering van erosie aangesien dit reëndruppels onderskep. Die kinetiese energie van die reëndruppels word geabsorbeer deur die plante. Sommige van die onderskepte water kan verdamp voordat dit die grond kan bereik. Daar is 'n eksponensiële afname in grondverlies met 'n toename in die onderskepping van kinetiese energie van die reëndruppels deur 'n toename in die persentasie kroonbedekking (Morgan, 1986: 58; Stocking, et al. 1976: 6).

Die effektiwiteit van 'n plantbedekking om erosie te verminder hang af van die :

- * hoogte van die plantegroiebedekking;
- * kontinuïteit van die kroonbedekking;
- * digtheid van die plantegroei;
- * worteldigtheid (Morgan, 1986: 58).

Die hoogte van die kroonbedekking is belangrik. 'n Druppel wat sewe meter val, sal 90 % van sy terminale snelheid bereik. Reëndruppels wat op die kroon val, kan saamvloei en druppels vorm wat meer erosief is (Morgan, 1986: 59). Waarnemings t.o.v. onderskepping deur bome toon dat groewe gevorm kan word vanaf die stam a.g.v. afloop teen die stam. Spaterosie mag rondom die rand van die kroon voorkom as gevolg van groot druppels. As die hoogte van die boom of struik se kroon genoegsaam is, kan die druppel opnuut weer energie bekom. 'n Twee millimeter druppel het 'n terminale snelheid van sowat 6 m/s en

groot reëndruppel van 6mm in deursnee het 'n snelheid van sowat 9 m/s. Sowat 75% van hierdie snelheid word binne die eerste meter van sy val bereik. Indien die kroonbedekking te hoog is, sal dit dus oneffektief wees in die vermindering van reënvalenergie (Stocking, et al.1976: 8-11). Resultate van eksperimente bewys dat druppelaksie die hoeveelheid sediment wat verlore gaan, kan verhoog (Morgan,1986: 59).

Die plantbedekking absorbeer die energie van die water en wind en as gevolg van rofheid word die snelhede van die beweging van water en wind verlaag. 'n Goeie plantbedekking kan 'n belangrike rol speel in die vermindering van erosie, as dit oor 'n betekenisvolle oppervlakte voorkom. 'n Sewentig persent basale plantbedekking is genoegsaam om erosie te verminder (Morgan,1986: 60-61).

Plantegroei bind grond deur middel van plantwortels. Plantwortels verbeter waterinfiltrasie. Gevolglik is daar 'n vermindering van die erodeerbaarheid van die grond. Plantstamme verminder die snelheid van waterafloop en help in die voorkoming van kanalisering van water (Stocking,et al.1976: 12).

2.1.3 VERLIES VAN PLANTVOEDINGSTOWWE AS GEVOLG VAN EROSIE

Grondverlies gaan gewoonlik gepaard met 'n verlies aan waardevolle voedingstowwe. Die fyner gronddeeltjies word gewoonlik eerste verwyder. Hierdie fraksie besit gewoonlik ook die hoogste vrugbaarheid. Die ondergrond wat ontbloot word is gewoonlik minder vrugbaar (Brady,1974: 234). 'n Agteruitgang in grondvrugbaarheid gaan gepaard met

natuurlike loging van die grond, toename in suurheid, die vernietiging van die grondstruktuur en die immobilisering van plantvoedingstowwe. Grondvrugbaarheid is krities vir die plantbedekking, asook die plantbedekking vir die vrugbaarheid. Deur middel van die toediening van kunsmisstowwe kan die grondvrugbaarheid herstel word en gevolglik die plantbedekking wat op sy beurt weer erosie bekamp (Stocking, et al. 1976: 12-13).

2.1.4 SAMEVATTING

Dit is duidelik dat erosie plaasvind wanneer individuele gronddeeltjies losgemaak word, deur die stapaksie in die geval van wandelpaaie, en verder gevoer word deur 'n erosie-agens soos water. Erosie word beïnvloed deur faktore soos erosiwiteit van die eroderingsagens, erodeerbaarheid van die grond, helling en aard van die plantbedekking. Dit is veral slik en fynsand wat die minste weerstand bied teen erosie. Kompaksie lei tot verlaagde infiltrasie van water en verhoogde afloop en gevolglike erosie. Die mees effektiewe manier om kompaksie te verhoed, is 'n goeie plantbedekking. Erosie sal toeneem met 'n toename in helling en hanglengte, wat respektiewelik die resultaat is van die toename in die snelheid en volume van oppervlakafloop. 'n Goeie plantbedekking kan 'n belangrike rol speel in die vermindering in erosie, as dit oor 'n betekenisvolle oppervlakte voorkom. Grondverlies gaan gewoonlik gepaard met 'n verlies aan waardevolle voedingstowwe.

HOOFSTUK 3

3 ANALISE VAN WANDELPADDATA VAN DIE GOLDEN GATE

HOOGLAND NASIONALE PARK

3.1 INLEIDING

Ten einde 'n aanduiding te kry van die aard en mate van fisiese agteruitgang (erosie) van die wandelpad/gesteentetipe assosiasies en die moontlike redes vir die agteruitgang van wandelpaaie, word kwantitatiewe en kwalitatiewe analyses van die wandelpaaie, hang en wandelpad, erosie, grond en bestaande erosiebeheermetodes gedoen.

3.2 LIGGING VAN MEETPUNTE

Die ligging van 25 meetpunte (M1-M7, R9-21, NB1-14) word aangetoon in Figuur 1.1, bl. 88. Die meetpunte is verteenwoordigend t.o.v. verskillende gesteentetipes, voetpadhellings en hellings van die aangrensende hange wat gesamentlik deel uitmaak van verskillende gedegradeerde en nie- gedegradeerde wandelpadseksie/ fisiografiese eenheid assosiasies.

Onderskeid word gemaak tussen die volgende gesteentetipe/wandelpad assosiasies, naamlik:

* Basalt;

* Sandsteen;

- * Moddersteen;
- * Doleriet;
- * In situ verweerde sandsteen.

3.3 ONDESKIED TUSSEN DROë EN NAT MEETTYDPERKE

Onderskeid word tussen die twee tydperke gemaak gegrond op die spesifieke tydstip van die insameling van erosiedata, ten einde die invloed van hoofsaaklik die stappers en 'n kombinasie van stappers en reënval t.o.v. die erosie te bepaal. Die twee tydperke is die:

- * EERSTE TYDPERK (APRIL 1994 TOT SEPTEMBER 1994); en
- * TWEEDE TYDPERK (OKTOBER 1994 TOT APRIL 1995).

In totaal het die Golden Gate Hoogland Nasionale Park vir die tydperk vanaf April 1994 tot September 1994 92,4 mm reën ontvang en vanaf Oktober 1994 tot April 1995 345,4 mm (Figuur 3.1, bl. 92). Vir verdere vewysingsdoeleindes sal die eerste tydperk bekend staan as die relatiewe DROë TYDPERK en die tweede tydperk as die relatiewe NAT TYDPERK.

3.4 VOETPADHELLINGS EN HELLINGS OP DIE AANGRENSENDE HANGE VAN VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES

Die onderskeie meetpunte se voetpad- en hellings op aangrensende hange is met behulp van die klinometer/staafmetode bepaal. Die voetpad- en hellings op die aangrensende hange verhouding word diagrammaties voorgestel in figure 3.2.1-24, bl. 93-105.

3.5 VOETSLAANDATA (AANTAL STAPPERS)

Ten einde 'n aanduiding te kry van die toeristedruk op die wandelpaaie, is outomatiese elektroniese tellers by die beginpunte van die wandelpaaie geïnstalleer, naamlik:

- * langs die hoofpad oorkant die Brandwaghotel; en
- * net na die bruggie by Glen Reenen op die pad na die

Brandwagrots (Figuur 1.1, bl. 88).

Voetslaandata vir die dagroetes word in Tabel 3.1, bl. 144 weergegee vir die tydperk vanaf Augustus 1994 tot April 1995. Uit die data is dit duidelik dat die wandelpaaie baie gewild is en dat daar 'n moontlike toeristedruk ondervind word. Die aantal stappers wissel van sowat 1095 (Augustus 1994) tot 14089 (gedurende Januarie 1995).

Wat die Ribbokvoetslaanpad betref, word net sowat 18 stappers op 'n keer toegelaat. Die lengte van die roete is ongeveer 30 kilometer en normaalweg duur dit sowat 2 dae om die roete te stap. Die aantal stappers wat elke maand vanaf April 1994 tot April 1995, gebruik maak van die voetslaanpad word aangetoon in Figuur 3.3, bl.106. Dit is duidelik dat die voetslaanpad aansienlik minder stappers akkommodeer op 'n keer in vergelyking met die dagroetes (Tabel 3.1, bl. 144). Die aantal stappers wissel van sowat 65 tot 160 per maand.(Data is verkry uit besprekingsregister by die Glen Reenen-kantoor).

3.6 GEMIDDELDE EROSIEWAARDES VIR VERSKILLENDE WANDELPADMEETPUNTE :DROë EN NAT TYDPERKE

Die gemiddelde erosiewaardes wat verkry is met behulp van die dwarsprofielmetode vir die onderskeie wandelpad/ gesteentetipes assosiasies word aangetoon in Tabel 3.2, bl. 145.

Ten einde die gemiddelde erosiewaardes te bepaal, is gebruik gemaak van 'n selfontwerpte dwarsprofielmetode (Figuur 3.4, bl. 107). By elke meetpunt is 2 staalpenne van ongeveer 50 cm lank aan weerskante van die wandelpad ingeslaan tot op 'n gelyke hoogte. Hierdie twee penne dien dan as vaste punte waarop 'n meetstok dwars oor die strekking van die pad geplaas word. Dieptemetings word dan vir elke 10 cm-interval geneem en aangeteken. Vir die doel van die studie is daar drie stelle metings geneem in onderskeidelik April en September 1994, en April 1995.

Uit hierdie verskillende stelle dieptemetings is daar vir die onderskeie wandelpad-meetpunte, dwarsprofiel (Figure 3.5.1 tot 3.5.45, bl. 108-128) en erosiedata (Tabel 3.2, bl.145) saamgestel. Die gemiddelde erosiewaardes vir onderskeidelik die Droë en Nat Tydperke is met behulp van die volgende formule bereken:

FORMULES:

- 1) Totaal van die verskil tussen die opeenvolgende meettyperke (Apr,Sept.1994 en Apr.1995) wat volgens die dwarsprofiel en die data 'n duidelike toename in die dieptemeting (cm) getoon het (VM).
- Gemiddelde Erosiewaarde(ES) =
$$\frac{\text{Aantal meetpunte wat 'n verandering in dieptemeting getoon het (AM)}}{\text{Aantal meetpunte}}$$

1.1 Droë Tydperk:

$$\text{Gemiddelde ES} = \frac{(\text{VM}) \text{ Sept94} - \text{Apr94}}{\text{AM}}$$

1.2 Nat Tydperk:

$$\text{Gemiddelde ES} = \frac{(\text{VM}) \text{ Apr95} - \text{Sept95}}{\text{AM}}$$

Verandering in die dwarsprofiel blyk duidelik uit die Figure 3.5.1 tot 3.5.45, bl. 108-128, soos wat afsetting, erosie en plantegroei veranderinge plaasvind.

Indien die erosiedata van die verskillende tydperke met mekaar vergelyk word, is dit duidelik dat 63.2 % van die 'n totaal van 19 meetpunte wel 'n toename in erosie toon vir

die nat tydperk in vergelyking met die droë tydperk. Ses meetpunte is beskadig en gevolglik kon geen akkurate data vir die bepaalde meetpunte vir die nat tydperk verkry word nie.

Vervolgens word die erosiedata wat verkry is verder ontleed.

3.6.1 Gemiddelde erosiewaarde-verspreiding

Die gemiddelde erosiewaardeverspreiding vir onderskeidelik die droë en nat tydperk blyk duidelik uit Tabel 3.2, bl. 145, waar die minimum en maksimum erosiewaardes vir die onderskeie gesteentetipes aangetoon word.

Dit is duidelik dat die gemiddelde erosiewaarde verspreiding (Droë Tydperk) vir Basalt die kleinste is en vir sandsteen en doleriet die grootste is. Die hoogste maksimumwaardes is 3.48cm vir sandsteen en 3.85cm vir doleriet. Die maksimum waarde vir basalt is 0.88cm.

3.6.2 Persentasie van dwarsprofiel wat erosie ondervind

Alle meetpunte se dwarsprofiel toon erosie soos aangetoon in Tabel 3.2, bl. 145. Die persentasie van die dwarsprofiel wat geaffekteer word deur erosie wissel egter.

Die 25 meetpunte kan as volg gegroepeer word op grond van die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind:

TABEL: 3.6.2.1

DROë TYDPERK	
Meetpunt nr.	Persentasie van dwarsprofiel wat erosie ondervind
M1	Minder as 20%
R18,R19,R11,R14,M6,R15,NB3	20.1 tot 30%
R17,R21,M2,M3,NB14,NB1	30.1 tot 40%
R9,M4,M5,M7,NB13	40.1 tot 50%
R16,R20	50.1 tot 60%
R10,NB2	60.1 tot 70%
R12,R13	70.1 tot 80%

TABEL: 3.6.2.2

NAT TYDPERK	
Meetpunt nr.	Persentasie van dwarsprofiel wat erosie ondervind
NB14,NB13	Minder as 20%
R18,R19,M4,	20.1 tot 30%
R21,R12,M3,NB1,NB3	30.1 tot 40%
R11,R10,R15,	40.1 tot 50%
R16,R14,M6	50.1 tot 60%
R20,M7	60.1 tot 70%
M1	70.1 tot 80%

3.7 KORRELASIE TUSSEN GEMIDDELDE EROSIEWAARDES EN SEKERE TOPOGRAFIESE VERANDERLIKES

3.7.1 INLEIDING

Korrelasiekoëffisiënte is bepaal tussen die gemiddelde erosiewaardes en die volgende geïdentifiseerde topografiese veranderlikes:

- * Helling van die wandelpad (AO);
- * Helling van die aangrensende hang(BO);
- * AO/BO -verhouding;
- * % van die dwarsprofiel wat erosie ondervind.

Korrelasiekoëffisiënte is ook bepaal tussen persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind en die eersgenoemde drie veranderlikes.

Die onderskeie korrelasiekoëffisiënte vir die droë en die nat tydperk word aangetoon in Tabel 3.2, bl. 145.

3.7.2 Korrelasie tussen voetpadhelling en gemiddelde erosiewaarde

Volgens Tabel 3.2, bl.145 is dit duidelik dat positiewe korrelasies in alle gevalle vir die droë tydperk voorkom. Positiewe korrelasies kom voor in nat tydperk in die meerderheid van die gevalle, behalwe vir moddersteen met 'n negatiewe korrelasiekoëffisiënt ($r=-0.44$).

Dit is egter ook duidelik dat sekere gesteentetipe/wandelpadkombinasies beter korrelasies toon as ander. 'n Moontlike invloed is die aan- of afwesigheid van rotsfragmente, m.a.w. die samestelling van die puinmateriaal wat wissel tussen die verskillende lokaliteite.

Verdere gevolgtrekking in die verband, word gegee in Afdeling 3.8.

3.7.3 Korrelasie tussen helling van die aangrensende hang en gemiddelde erosiewaardes

Uit Tabel 3.2, bl. 145 is dit duidelik dat vir die droë tydperk beduidende positiewe korrelasiekoëffisiënte voorkom by basalt ($r= 0.62$) en by insitu verweerde sandsteen ($r= 0.898$). In die nat tydperk toon slegs basalt 'n beduidende korrelasie ($r= 0.79$).

Onbeduidende korrelasies (Tabel 3.2, bl. 145) kan toegeskryf word aan afwykings in die verhouding van die helling van die aangrensende hang met voetpadhelling wat nie noodwendig altyd sal korreleer nie.

Verdere gevolgtrekking in die verband, word gegee in Afdeling 3.8.

3.7.4 Korrelasie tussen helling van die wandelpad(AO)/helling van die aangrensende hang-verhouding en die gemiddelde erosiewaardes

Dit duidelik uit Tabel 3.2, bl.145 dat positiewe korrelasies voorkom vir die droë en nat tydperk, behalwe vir moddersteen in die nat tydperk. Doleriet/wandelpad assosiasie toon

'n beduidende positiewe korrelasie ($r= 0.978$) vir die droë tydperk. Vir die nat tydperk toon sandsteen, doleriet en in situ verweerde sandsteen beduidende positiewe korrelasies.

Dit is duidelik dat die AO/BO-verhouding 'n meer prominente rol speel t.o.v. erosie op die wandelpaaie gedurende die nat tydperk (Tabel 3.2, bl. 145).

Die gekombineerde invloed van die AO/BO-verhouding is skynbaar belangriker as helling van die aangrensende hang alleen, soos blyk uit die aantal positiewe korrelasies vir die droë en die nat tydperke (Tabel 3.2, bl.145).

3.7.5 Korrelasie tussen gemiddelde erosiewaardes en persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind

Uit Tabel 3.2, bl.145 is dit duidelik dat vir die droë tydperk, positiewe korrelasies in die geval van sandsteen, moddersteen en doleriet voorkom. Die mees beduidende korrelasies kom voor by laasgenoemde twee gesteentetipes. In die geval van die nat tydperk toon basalt, sandsteen, doleriet positiewe korrelasies. Die mees beduidende korrelasies is t.o.v. sandsteen en doleriet.

3.7.5.1 Korrelasie tussen wandelpadhellings en persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind

Positiewe korrelasies kom voor vir die droë en nat tydperk, behalwe vir sandsteen wat 'n beduidende negatiewe korrelasie in albei tydperke toon (Tabel 3.2, bl.145). Meer

beduidende korrelasies vir die nat tydperk kom voor in die geval van moddersteen ($r=0.79$) en doleriet ($r=0.87$). Sekere waardes is weer minder beduidend, soos in die geval van basalt ($r=0.43$) en in situ verweerde sandsteen ($r=0.09$).

3.7.5.2 Korrelasie tussen helling van die aangrensende hang en die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind

Uit Tabel 3.2, bl.145 is dit duidelik dat positiewe korrelasies voorkom in die droë tydperk vir sandsteen en moddersteen, met die korrelasie vir sandsteen die mees beduidende. In die nat tydperk toon moddersteen, doleriet en in situ verweerde sandsteen positiewe korrelasies.

3.7.5.3 Korrelasie tussen AO/BO-verhouding en die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind

Uit Tabel 3.2, bl.145 is dit duidelik dat positiewe korrelasies voorkom in die droë en nat tydperk, behalwe vir sandsteen in die droë tydperk en in situ verweerde sandsteen in die nat tydperk. Beduidende positiewe korrelasies in die droë tydperk kom voor vir basalt, doleriet en in situ verweerde sandsteen. Beduidende positiewe korrelasies in die nat tydperk kom voor vir moddersteen en doleriet.

3.8 Gevolgtrekking t.o.v. korrelasies vir die onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies

3.8.1 Basalt

Soos wat voetpadhelling, topografiese helling, AO/BO-verhouding toeneem, is daar 'n toename in erosie vir beide die droë en nat tydperke (Tabel 3.2, bl. 145). Met 'n toename in die wandelpadhelling, AO/BO-verhouding is daar 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind vir beide die droë en nat tydperke (Tabel 3.2, bl. 145).

3.8.2 Sandsteen

Die wandelpadhelling, helling van die aangrensende hang (afname in die nat tydperk) en AO/BO-verhouding toon 'n toename met 'n toename in erosie vir beide die droë en nat tydperke (Tabel 3.2, bl. 145). Die toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind, gaan gepaard met 'n toename in erosie vir beide die droë en nat tydperke. Dit is veral meer beduidend in die nat tydperk (Tabel 3.2, bl. 145).

Toename in die helling van die aangrensende hang in die droë tydperk gaan gepaard met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind (Tabel 3.2, bl. 145).

Met 'n afname in die wandelpadhelling en AO/BO-verhouding in die droë tydperk is daar 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind. 'n Afname in die

wandelpadhelling en 'n toename in die AO/BO-verhouding in die nat tydperk gaan gepaard met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon (Tabel 3.2, bl. 145).

3.8.3 Moddersteen

Met die voetpadhelling en AO/BO-verhouding toename, is daar 'n toename in erosie in die droë tydperk (Tabel 3.2, bl. 145). Met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon in die droë tydperk is daar 'n toename in erosie en omgekeerd in die nat seisoen (Tabel 3.2, bl. 145).

Die wandelpadhelling, helling van die aangrensende hang en AO/BO-verhouding neem toe met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon vir beide die droë en nat seisoen. Die korrelasiekoëffisiënte is meer beduidend in die nat tydperk (Tabel 3.2, bl. 145).

3.8.4 Doleriet

Soos wat wandelpadhelling, AO/BO-verhouding toeneem is daar 'n toename in erosie vir beide die droë en nat tydperk. 'n Toename in die helling van die aangrensende hang in die nat tydperk gaan gepaard met 'n toename in erosie (Tabel 3.2, bl. 145). Soos wat die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon toeneem, is daar 'n toename in erosie vir beide die droë en nat tydperke (Tabel 3.2, bl. 145).

'n Toename in die wandelpadhelling en AO/BO-verhouding gaan gepaard met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind vir beide die droë en nat tydperke. Soos wat die helling van die aangrensende hang toeneem in die nat tydperk is daar 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind en omgekeerd in die geval van die droë tydperk (Tabel 3.2, bl. 145).

3.8.5 In situ verweerde sandsteen

Die wandelpadhelling, helling van die aangrensende hang en AO/BO-verhouding toename gaan gepaard met 'n toename in erosiewaardes vir beide die droë en nat tydperke (Tabel 3.2, bl.145).

'n Toename in die wandelpadhelling en AO/BO-verhouding in die droë tydperk gaan gepaard met 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind. Soos wat die wandelpadhelling en topografiese helling toeneem in die nat tydperk is daar 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon (Tabel 3.2, bl.145).

3.9 IDEALE MEETPUNTE UIT DIE ONDERSKEIE GEKOSE WANDELPAD/ GESTEENTETIPE ASSOSIASIES SE MEETPUNTE

Met inagneming van die gemiddelde erosiewaarde en persentasie van die dwarsprofiel wat erosie toon, is die volgende ideale meetpunte vir die onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies vir beide die droë en nat tydperke geïdentifiseer, wat aangetoon word in Tabel 3.2, bl. 145.

Die mees ideale meetpunte vir die onderskeie gesteentetipes met inagneming van herhaaldelike voorkomste in beide die droë en die nat tydperk, laagste gemiddelde erosie, asook die voetpadhelling is die volgende:

TABEL: 3.9.1

GESTEENTETIPE	VOETPADHELLING	EROSIEWAARDE	MEETPUNTE
BASALT	0.25 tot 1graad	0.32 tot 0.7 cm	R19,R20
SANDSTEEN	8 grade	0.7 tot 0.97 cm	R14
MODDERSTEEN	1.75 grade	0.37 tot 0.9 cm	M6
DOLERIET	0.25 grade	0.5 tot 1.25 cm	NB14
IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN	2 grade	0.56 tot 1.37 cm	NB3

3.10 ANALISE VAN GRONDDATA

3.10.1 Invloed van erosie op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe in die wandelpad

Ten einde 'n aanduiding te kry van die moontlike invloed van erosie op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe (katione) is grondmonsters geneem van die boonste 10 cm van die bogrond van die voetpad en die natuurlike veld vir elk van die wandelpadmeetpunte. Die hoeveelheid katione is met behulp van 'n outo-analiseerder bepaal.

Vervolgens is die basisversadiging met behulp van die volgende formule bepaal :

$$\text{Basisversadiging} = \frac{\text{S-waarde}}{\text{KUK}} \times 100$$

KUK

Waar: S-waarde: totale aantal katione

KUK: Kationuitruilkapasiteit

(BRON: Du Toit, 1982:44)

Soos blyk uit Tabel 3.3, bl. 147 toon 60 % (15) van die meetpunte 'n afname in die persentasie basisversadiging in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld wat dus meer plantvoedingstowwe (katione) besit. Van die res vind daar 'n akkumulering van voedingstowwe plaas. Die verwydering en akkumulering van voedingstowwe in die voetpad in vergelyking met die natuurlike veld is 'n aanduiding dat erosie, en die gevolglike degradasie van die toestand van die wandelpad, besig is om plaas te vind.

3.10.2 Tekstuuranalise

'n Sifanalise is gebruik om onderskeidelik die persentasie grofsand, mediumsand, fynsand (plus slik en klei) in die voetpad en natuurlike veld vir die onderskeie meetpunte te bepaal.

Soos blyk uit Figure 3.6.1-25, bl. 129-139 toon 96% van die meetpunte vir die onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies dat die fynsandfraksie die meeste verskil

tussen die wandelpad en die natuurlike veld (Beide verwydering (V) en akkumulering (A) van sediment). Die verskil dui daarop dat erosie voorkom en dat die fynsandfraksie meer geredelik verwyder word deur die erosie-agense.

3.10.3 Grondkompaksie

Penetrometermetings is in die voetpad en die natuurlike onversteurde veld geneem vir elk van die meetpunte, ten einde die mate van kompaksie in beide gevalle te bepaal.

Soos blyk uit grondkompaksiedata (Tabelle 3.4.1 tot 3.4.5, bl. 148-153) vir onderskeidelik die wandelpad en die natuurlike veld, is dit duidelik dat waarneembare kompaktering van die grondoppervlakte by al die 25 meetpunte voorkom. Dit kan direk toegeskryf word aan die impak van die stappers se stapaksie.

Kompaksie van die grondoppervlakte gee aanleiding tot verlaagde infiltrasie van water. Weens die kompaksie-aksie word die plantbedekking ook in die proses vernietig. Weens verlaagde infiltrasiekapasiteit van die grondoppervlakte in die wandelpad word die afloop verlaag, omdat water in die wandelpad, wat as 'n kunsmatige afvoerkanaal dien, in die wandelpad afvloei en erosie veroorsaak. Weens die verlaagde infiltrasiekapasiteit van die wandelpadoppervlakte is daar ook minder water beskikbaar vir plantwortels in die ondergrond en gevolglik sterf die plantbedekking af.

3.11 KWALITATIEWE ANALISE VAN DIE WANDELPAAIE

3.11.1 Die invloed van fisiese beperkings van wandelpaaie

Wanneer 'n wandelpad te diep uitgetrap word (meetpunt: NB2), of wanneer die kante wegkalwe, is die pad nie meer gemaklik vir 'n persoon om op te stap nie. Die gevolg is dat 'n naasliggende voetpad uitgetrap word soos blyk uit Figuur 3.7, bl. 40. Dit is ook duidelik dat die nuwe pad uitgetrap word aan die hangafwaartse kant van die oorspronklike pad. Daar is dus 'n voorkeur by die stappers om op die minder steil gedeeltes te stap, aangesien die steiler hellings as 'n fisiese hindernis ervaar word.



FISIESE BEPERKINGS VAN WANDELPAAIE:MEETPUNT:NB2

FIGUUR 3.7

Wanneer die oppervlak van die wandelpad (meetpunt: M2) te ru raak word 'n alternatiewe pad langsaan uitgetrap soos blyk uit Figuur 3.8, bl. 41. Sodra 'n hindernis in 'n wandelpad voorkom, word die bestaande wandelpad al wyer uitgetrap. Die gevolg hiervan is dat 'n groter oppervlakte versteur en gekompakteer word. Dit verhoog die erosiepotensiaal van die betrokke gedeelte van die wandelpad.



FISIESE BEPERKINGS VAN WANDELPAAD: MEETPUNT: M2

FIGUUR 3.8

3.11.2 Visuele waarnemings van die fisiese agteruitgang van 'n wandelpad

Die aard van die fisiese agteruitgang blyk uit die volgende opeenvolgende reeks foto's (Figure 3.9.1-3, bl. 42-43) wat gedurende April 1994, September 1994 en April 1995 by meetpunt R14 geneem is. Die plantbedekking in die middel van die pad het met verloop van tyd verdwyn. Dit kan toegeskryf word aan die fisiese impak van die stappers se stapaksie.



**FISIESE AGTERUITGANG VAN 'N WANDELPAD
MEETPUNT R14 (APRIL 1994)**

FIGUUR 3.9.1



R14 (SEPTEMBER 1994)

FIGUUR 3.9.2



R14 (APRIL 1995)

FIGUUR 3.9.3

3.11.3 Huidige metodes om erosie te bekamp en 'n meer permanente

loopoppervlakte te verseker

3.11.3.1 Erosiesparre

Tans word gebruik gemaak van erosiesparre van hout wat dwarsoor die voetpad geïnstalleer word (Figuur 3.10, bl. 44).



EROSIESPARRE

FIGUUR 3.10

Soos in Figuur 3.11, bl. 45 gesien kan word, word die erosiespar ondergrawe. Hierdie ondergrawing kan moontlik toegeskryf word aan die trapaksie van die stapper se voet as

daar met die helling op beweeg word. Water wat in die voetpad arvioei, en oor die erosiespar in die vorm van 'n mikro-waterval stort, veroorsaak 'n plonsoel en gevolglik word die onderliggende grondmateriaal stelselmatig uitgekalwe.



ONDERGRAWING VAN 'N EROSIESPAR

FIGUUR 3.11

3.11.3.2 Erosiesparre op gelyk gedeeltes van die wandelpad

Figuur 3.12, bl. 46 toon hoedat smal erosiesparre ook op gelyk gedeeltes van die voetpad geïnstalleer word om die spoed van afloopwater te breek. Met die afkeer van die water in die veld in, ontstaan klein groewe soos blyk uit Figuur 3.12 .Dit is ook duidelik dat in die proses sediment en grasoorblyfsels opgevang word.



EROSIESPARRE OP GELYK GEDEELTES VAN DIE WANDELPAD

FIGUUR 3.12

3.11.3.3 Die voorsiening van 'n permanente gesementeerde wandelpadoppervlakte

Die wandelpadseksie wat in Figuur 3.13, bl. 47 getoon word en met 'n sementoppervlakte bedek is het geen tekens van erosie getoon nie. Die koste verbonde aan hierdie metode is egter baie hoog. Die metode is ook nie probleemvry nie, want soos in die volgende figuur (Figuur 3.14, bl. 48) getoon , kan daar ook erosie plaasvind langs die sementpaadjie.



PERMANENTE GESEMENTEERDE OPPERVLAKTE

FIGUUR 3.13

Die kante van die gedeelte van die wandelpad word by die binneaan van die pad uitgetrap. Dit ondergrawe die pad en die sementoppervlak begin kraak en opbreek.



**SENSITIEWE KANTE VAN DIE GESEMENTEERDE
OPPERVLAKTE**

FIGUUR 3.14

3.11.4 'n Moontlike alternatiewe metode om erosie/ die verlore degradasie

wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park te bekamp

3.11.4.1. Reno-matrasse

'n Reno-matras is 'n permanente aaneengeskakelde, buigbare segmentvoering van sement met ruimtes, wat gebruik word om kanale te beskerm teen erosie van water wat in die kanaal mag afvloei.

Hierdie kan moontlik 'n oplossing bied vir die fisiese degradasie van wandelpaaie, omdat die padoppervlak as 'n geheel gestabiliseer en geïsoleer word. Die ruimtes in die blokke kan sediment laat akkumuleer en ook die groei van gras bevorder. Uit die figuur 3.15, bl. 49 kan gesien word dat 'n gedeelte van 'n kanaal, wat met reno-matrasse uitgevoer is, geen tekens van erosie toon nie.



RENO-MATRAS

FIGUUR 3.15

3.12 SAMEVATTING

In hierdie studie is daar tot dusver daarin geslaag om 'n duidelike aanduiding te verkry van die aard en mate van die fisiese agteruitgang van die wandelpad/gesteentetipe assosiasies. Kwantitatiewe en kwalitatiewe analises van die wandelpaaie, hang en wandelpad, erosie, grond en bestaande erosiebeheermetodes is gedoen.

Die mees ideale meetpunte vir die onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies met inagneming van die herhaaldelike voorkomste in beide die droë en nat tydperk, laagste gemiddelde erosie, asook voetpadhelling, is geïdentifiseer.

Erosie het 'n duidelike invloed op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe in die wandelpad. Dit is ook duidelik dat die fynsandfraksie meer gereedelik verwyder word deur die erosie-agense. Kompaktering van die grondoppervlakte in die wandelpad, kom voor by al 25 meetpunte, wat direk toegeskryf kan word aan die impak van die stappers se stapaksie.

In die kwalitatiewe analise word duidelik aangetoon dat sekere fisiese beperkings kan lei tot verhoogde erosiepotensiaal van die wandelpad. Uit visuele waarnemings is dit duidelik dat fisiese agteruitgang van die wandelpad voorkom, wat direk toegeskryf kan word aan die invloed van die stapper se stapaksie.

Huidige metodes om erosie te bekamp en 'n meer permanente loopoppervlakte te verseker, slaag gedeeltelik daarin, aangesien daar bepaalde gebreke blyk te wees. 'n Moontlike alternatiewe metode om erosie/ die verdere degradasie van die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park te verhoed, word nou voorgestel.

HOOFSTUK 4

4 OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK

4.1 ALGEMEEN

Die resultate wat met hierdie studie bereik is, toon dat die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park fisiese agteruitgang ondergaan. Die erosie kan toegeskryf word aan die effek van die stapaksie van die stappers wat die wandelpaaie gebruik. Dit blyk ook dat sekere gesteentetipe/wandelpad assosiasies meer erosie toon as ander (Tabel 3.2, bl. 145).

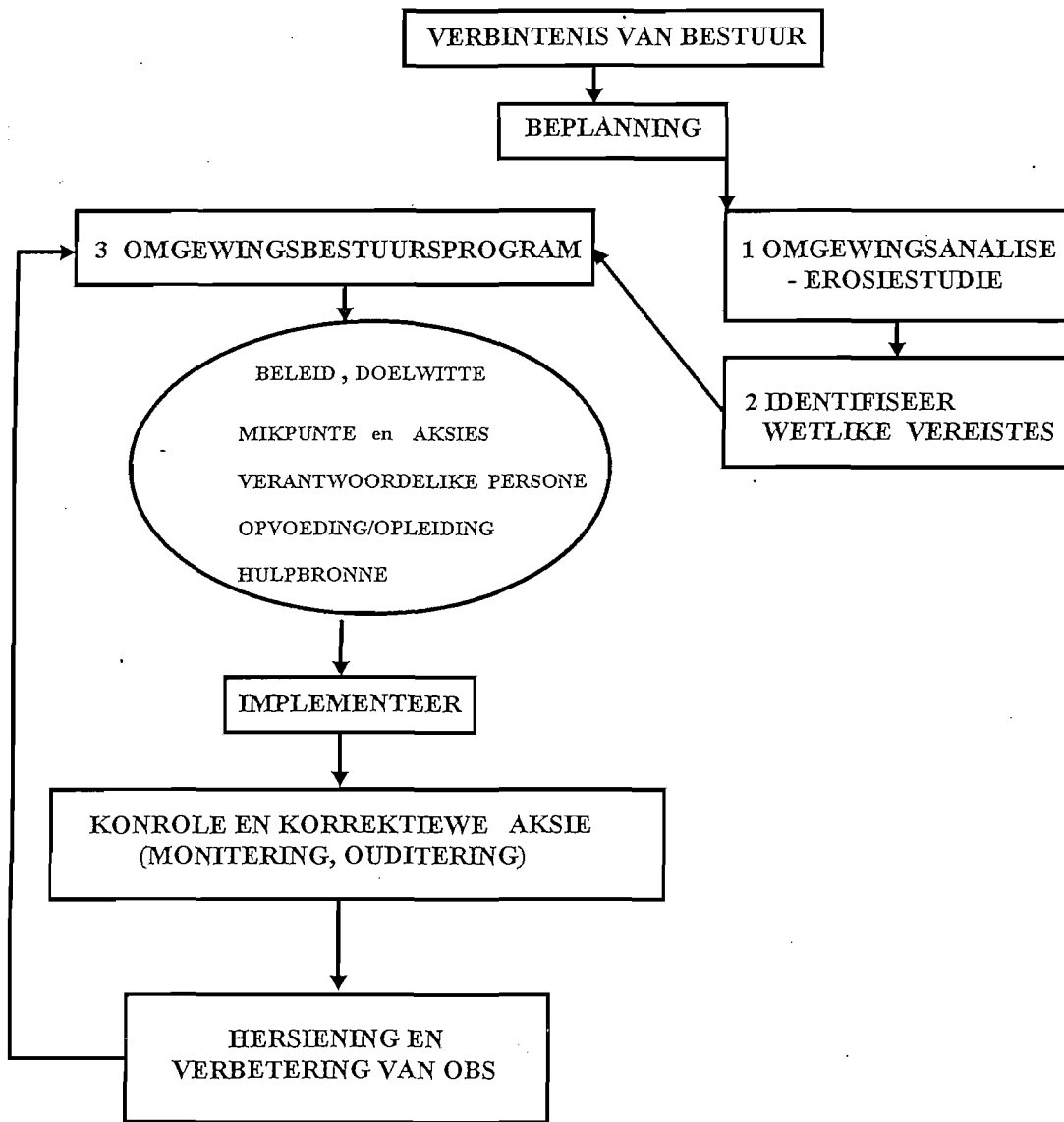
Ten einde die verdere agteruitgang van die wandelpaaie en moontlike negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing te verhoed, kan 'n omgewingsbestuurstelsel vir die wandelpaaie ontwerp word aan die hand van die riglyndokument, getiteld ISO 14001: Environmental management systems-Specification with guidance for use, (Bylaag C, bl. 154).

Figuur 4.1, bl. 53 toon 'n diagrammatiese voorstelling van 'n omgewingsbestuurstelsel wat gebruik kan word vir die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park. Dit toon die relevante elemente (volgens die ISO 14001) waaruit so 'n

omgewingsbestuurstelsel bestaan, en wat, soos gebaseer uit die gevolgtrekkings en aanbevelings van die empiriese studie, aangespreek moet word.

'N OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK

FIGUUR: 4.1



**4.2. BESLUITNEMINGSMATRIKS T.O.V. OMGEWINGSINVLOEDE SE
BEDUIDENHEID IN VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE
ASSOSIASIES**

‘n Evaluering van die omgewingsinvloede wat betrekking het op die gebied en aangetoon word in Hoofstuk 3, word saamgevat in die besluitnemingsmatriks (Tabel 4.2.1-6, bl. 54-59). Die matrys word gebruik om die beduidenheid van die omgewingsinvloede te toon.

TABEL: 4.2.1 EROSIE AS OMGEWINGSINVLOED

EROSIE AS OMGEWINGSINVLOED SE BEDUIDENHEID T.O.V. VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES MET INAGNEMING VAN DIE WANDELPADHELLING VIR ONDERSKEIDELIK DIE DROë EN NAT TYDPERKE

GESTEENTETIPE	BASALT	SANDSTEEN	MODDER-STEEN	DOLERIET	IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN
DROë TYDPERK	H	H	H	H	H
NAT TYDPERK	H	H	L	H	H

LEGENDE:

BEDUIDENHEID: H - HOOG (Soos afgelei uit positiewe korrelasie)
L - LAAG (Soos afgelei uit negatiewe korrelasie)
(Geld vir 1.1 & 1.2)

Uit Tabel 4.2.1, bl. 54 kan afgelei word dat erosie 'n beduidende rol speel t.o.v. verskillende wandelpad/gesteentetipe assosiasies. Dit is veral belangrik om die verskille tussen wisselende droë en nat tydperke in ag te neem. Die enkele uitsondering wat reeds in Afdeling 3.7.2 bespreek is, moet ook in ag geneem word.

Vir verdere toeligting en verduideliking, kyk na Afdeling 3.6 tot 3.8 en Tabel 3.2, bl. 145.

TABEL: 4.2.2 TOENAME IN DIE PERSENTASIE VAN DIE DWARSPROFIEL WAT EROSIE ONDERVIND

TOENAME IN DIE PERSENTASIE VAN DIE DWARSPROFIEL WAT EROSIE ONDERVIND, AS OMGEWINGSINVLOED, SE BEDUIDENHEID T.O.V. VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES MET INAGNEMING VAN DIE WANDELPADHELLING VIR ONDERSKEIDELIK DIE DROË EN NAT TYDPERKE					
GESTEENTETIPE	BASALT	SANDSTEEN	MODDER-STEEN	DOLERIET	IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN
DROË TYDPERK	L	H	H	H	L
NAT TYDPERK	H	H	L	H	L

<p>LEGENDE: BEDUIDENHEID: H - HOOG (Soos afgelei uit positiewe korrelasie) L - LAAG (Soos afgelei uit negatiewe korrelasie) (Geld vir 1.1 & 1.2)</p>

Uit Tabel 4.2.2, bl. 55 is dit duidelik dat 'n toename in die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind, as omgewingsinvloed, hoogs beduidend is t.o.v. sandsteen, moddersteen en doleriet in die droë tydperk, asook t.o.v. basalt, sandsteen en

doleriet in die nat tydperk. In situ verweerde sandsteen is laag beduidend, wat moontlik toegeskryf kan word aan 'n toename in diepte, eerder as in die wydte van die wandelpad.

'n Toename in erosie in die droë of die nat tydperk, dui daarop dat in die geval van die meerderheid van die wandelpad/gesteentetipe assosiasies die omgewingsinvloed aangespreek moet word.

Vir verdere toeligting en verduideliking, kyk na Afdeling 3.6 tot 3.8 en Tabel 3.2, bl. 145.

Die mees ideale meetpunte vir die onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies word geïdentifiseer in Tabel 3.9.1, bl. 37.

TABEL: 4.2.3 VERLIES AAN PLANTVOEDINGSTOWWE

VERLIES AAN PLANTVOEDINGSTOWWE IN DIE WANDELPAD IN VERGELYKING MET DIE NATUURLIKE VELD, AS OMGEWINGSINVLOED, SE BEDUIDENHEID T.O.V. VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES.

GESTEENTETIPE	BASALT	SANDSTEEN	MODDER-STEEN	DOLERIET	IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN
	H	H	H	L	H

Soos blyk uit Tabel 4.2.3, bl. 56 is die verlies aan plantvoedingstowwe in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld, as omgewingsinvloed, hoogs beduidend is vir die meerderheid van die wandelpad/gesteentetipe assosiasies, aangesien die meerderheid van die meetpunte 'n afname in die persentasie basisversadiging toon. In die geval van doleriet is die beduidenheid laag.

Die verwydering en akkumulering van voedingstowwe in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld is 'n aanduiding dat erosie, en die gevolglike degradasie van die toestand van die wandelpad, besig is om plaas te vind.

Vir verdere toeligting en verduideliking, kyk na Afdeling 3.9.1, bl. 37 en Tabel 3.3, bl. 147.

TABEL: 4.2.4 VERANDERING IN TEKSTUURSAMESTELLING VAN DIE GROND IN DIE WANDELPAD

VERANDERING IN DIE TEKSTUURSAMESTELLING VAN DIE GROND IN DIE WANDELPAD IN VERGELYKING MET DIE NATUURLIKE VELD, AS OMGEWINGSINVLOED, SE BEDUIDENHEID T.O.V. VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES.					
GESTEENTETIPE	BASALT	SANDSTEEN	MODDER-STEEN	DOLERIET	IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN
	H	H	H	H	H

Soos blyk uit Tabel 4.2.4, bl. 57 is die verandering in die tekstuursamestelling van die grond in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld, as omgewingsinvloed, hoogs beduidend is t.o.v. al die verskillende wandelpad/gesteentetipe assosiasies, soos gebaseer op die feit dat die meeste verskil in die fynsandfraksie tussen die wandelpad en die natuurlike veld in 96% van die meetpunte voorkom. Die verskil dui daarop dat erosie voorkom en dat die fynsandfraksie meer geredelik verwyder word deur die erosie-agense.

Vir verdere toeligting en verduideliking, kyk na Afdeling 3.9.2 en Figure 3.6.1 tot 25, bl. 129-139 en gevolgtrekking in die verband.

TABEL: 4.2.5 GRONDKOMPAKSIE A.G.V. DIE STAPAKSIE OP DIE WANDELPAD

GRONDKOMPAKSIE A.G.V DIE STAPAKSIE OP DIE WANDELPAD IN VEGELYKING MET DIE NATUURLIKE VELD, AS OMGEWINGSINVLOED, SE BEDUIDENHEID T.O.V. VERSKILLENDE WANDELPAD/GESTEENTETIPE ASSOSIASIES.					
GESTEENTETIPE	BASALT	SANDSTEEN	MODDER-STEEN	DOLERIET	IN SITU VERWEERDE SANDSTEEN
	H	H	H	H	H

Uit Tabel 4.2.5, bl. 58 blyk dit dat grondkompaksie a.g.v. die stapaksie op die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld, as omgewingsinvloed, hoogs beduidend is t.o.v. al die verskillende wandelpad/gesteentetipe assosiasies is, gebaseer op die feit dat grondkompaksiedata (Tabelle 3.4.1 tot 3.4.5, bl. 148-153) vir onderskeidelik die wandelpad en die natuurlike veld, toon dat waarneembare kompaktering van die grondoppervlakte by al 25 meetpunte voorkom. Dit kan direk toegeskryf word aan die impak van die stappers se stapaksie. Kompaksie van die grondoppervlakte gee aanleiding tot verlaagde infiltrasie van water, verhoogde afloop en gevolglike erosie.

Vir verdere inligting kyk na Afdeling 3.9.3 en Tabelle 3.4.1 tot 3.4.5, bl. 148-153.

TABEL: 4.2.6 ANDER OMGEWINGSINVLOEDE SOOS GEÏDENTIFISEER TYDENS DIE KWALITATIEWE ANALISE VAN WANDEL- PAAIE (AFDELING 3.10)

Die volgende algemene omgewingsinvloede is geïdentifiseer tydens die kwalitatiewe analise en word as sodanig as hoogsbeduidende invloede vir alle gesteentetipe assosiasies beskou, wat spesifiek met bepaalde aksieplanne aangespreek moet word.

AKTIWITEIT	ASPEK	INVLOED
Stapaksie	Fisiese beperkings: 1) Diepte 2) Oppervlakteruheid 3) Grasblare wat oorhang (Vir verdere toeligting, kyk na afdeling 4.10.1-2)	1) Uittrap van naasliggende wandelpad. 2) Wye uittrap van wandelpad. 3) Uittrap van een kant van wandelpad.
Stapaksie	Vertrapping van plantegroei deur die stapper. (Vir verdere inligting, kyk na afdeling 4.10.2)	Verwydering van plantbedekking en gevolglike erosie.
Huidige metodes om erosie te bekamp.	1) Installering van erosiesparre dwarsoor wandelpad. 2) Smal erosiesparre op gelyk gedeeltes en afkeer van water in veld. (Vir verdere toeligting, kyk na afdeling 4.10.3)	1) Ondergraving a.g.v. stapaksie en water wat afvloei in die pad. 2) Klein groewe ontwikkel langs wandelpad.
Stapaksie	Drakapasiteit van wandelpaaie. (Vir verdere toeligting, kyk na afdeling 4.4)	Gedurende die droë tydperk toon 63.2 % van die meetpunte, 'n toename in erosie.

4.3 WETLIKE VEREISTES WAT VAN TOEPASSING IS OP WANDELPAAIE

Die Wet op Nasionale Parke, 1976 (Wet 57 van 1976) is van toepassing op die Golden Gate Hoogland Nasionale Park. Volgens artikel 12 (1) is die Parkeraad spesifiek gemoeid met die beheer en bestuur van parke en moet die parke in stand gehou word deur gebruik te maak van die inkomste van die parke. Daarom moet daar ook begroot word vir die instandhouding van wandelpaaie.

Volgens die Boswet, 1968 (Wet 72 van 1968) word daar spesifiek voorsiening gemaak vir 'n Nasionale Voetslaanpadstelsel in artikels 28 tot 46. Daar word spesifiek voorsiening gemaak vir hulpbronne vir die ontwikkeling, bestuur en onderhoud van wandelpaaie in die Nasionale Voetslaanpadstelsel. Dit sou dus vir die Parkeraad finansieel voordelig wees om ook te kon inskakel by die Nasionale Voetslaanpadstelsel.

Ander wetgewing wat moontlik van toepassing is die Wet op die Bewaring van Landbouhulpbronne, 1983 (Wet 43 van 1983). Aangesien dat erosie wel as omgewingsinvloed geassosieer met die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park, kan die wetgewing moontlik van toepassing wees, gelees in die bepaling dat erosie bestry en voorkom moet word. Ook moet geërodeerde grond herstel of herwin word deur die oprigting en instandhouding van grondbewaringswerke op die grond.

Die Wet op Bergopvanggebiede, 1970 (Wet 63 van 1970) is spesifiek gemoeid met die bewaring, aanwending, bestuur en beheer van grond geleë in bergopvanggebiede. Aangesien die Golden Gate Hoogland Nasionale Park wel in 'n bergopvanggebied van die Klein-Caledonrivier voorkom, is die wetgewing heel moontlik van toepassing, alhoewel nie duidelik hieroor verkry kon word nie. Die wetgewing maak dan ook spesifiek voorsiening vir die voorkoming van erosie in bergopvanggebiede en daarom moontlik kan ingelees word die voorkoming van erosie op wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

4.4 OMGEWINGSBESTUURSPROGRAM VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK

4.4.1 OMGEWINGSBELEID T.O.V. WANDELPAAIE

Die bestuur van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park moet verbind wees tot die bestuur van wandelpaaie aan die hand van 'n omgewingsbestuurstelsel, ten einde die verdere agteruitgang van die wandelpaaie, as gevolg van toenemende toeristedruk, en moontlike ander negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing te verminder.

Die daarstelling van wandel- en voetslaanpaaie moet tot voordeel en genot van die besoekers wees, maar terselfdertyd moet die park in sy natuurlike staat, behoue bly. Die belans tussen die belange van rekreasie en bewaring moet verseker word. (Die beleid moet aansluitend tot bestaande beleide, gebruik word).

4.4.2 DOELWITTE

Doelwitte word daargestel vir die omgewingsbestuur van wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park, gebaseer op die bevindings en aanbevelings van Hoofstuk 3 (Empiriese studie).

Die breë doelwitte wat as toepaslik geïdentifiseer is, is soos volg:

- 4.4.2.1 Die minimalisering van die fisiese agteruitgang as gevolg van erosie van die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park .**
- 4.4.2.2 Die rehabilitering van bestaande vervalde gedeeltes.**
- 4.4.2.3 Die versekering dat die toekomstige gebruik vir rekreasie in balans met omgewingsbewaring sal wees.**

Ten einde die breë doelwitte te kan bereik moet die sekere subdoelwitte, mikpunte gedefinieer word en aksieplanne daargestel word om dit te implimenteer. In die volgende aantal paragrawe sal die breë doelwitte afsonderlik behandel word.

4.4.2.1 Die minimalisering van die fisiese agteruitgang as gevolg van erosie van die wandelpaaie in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

Ten einde die omgewingsbestuursdoelwit te bereik word die volgende aanbevelings ten opsigte van die verskillende aspekte van die wandelpaaie voorgestel:

4.4.2.1.1 Drakapasiteit van die wandelpaaie

Doelwit:

Beperkings moet ingestel word op die aantal stappers wat gebruik maak van die dagroetes.

Mikpunt:

Die Ribbokvoetslaanpad het 'n bestaande kwota van sowat 18 persone per dag. Dit is binne die aanbevole drakapasiteitriglyn van Levy (1982: 6) van sowat 20 persone per kilometer vir dagroetes en 2 persone per kilometer vir voetslaanroetes, wat ook aanbeveel word vir die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

Aksie om mikpunt te bereik:

Van die 25 meetpunte het 63,2 % 'n toename in erosie gedurende die tydperk getoon het. Sowat 36 % van die meetpunte is op die dagroetes geleë. Daar moet veral in die droë tydperk beperkings geplaas word op die aantal stappers op die dagroetes.

4.4.2.1.2 Wandelpad/gesteentetipe assosiasies en topografiese veranderlikes

4.4.2.1.2.1 Wandelpadhelling

Doelwit t.o.v toekomstige wandelpaaie:

Toekomstige wandelpaaie/seksies moet verkieslik so beplan word dat die wandelpaaie nie steiler as die geïdentifiseerde ideale wandelpadhelling (Tabel 3.2, bl. 145 en Afdeling 3.9) sal wees nie. Dit kan 'n minimum hoeveelheid erosie en 'n meer stabiele toestand (wat minder onderhoud verg) verseker. Steil wandelpadhellings moet sover prakties moontlik vermy word in die beplanning en uiteindelijke fisiese uitleg van nuwe wandelpaaie.

Doelwit t.o.v. bestaande wandelpaaie:

Op reeds bestaande wandelpaaie waar die gemiddelde erosiewaardes hoog is (groter as die ideale waardes) en die fisiese agteruitgang vinnig blyk te wees, weens die steilte van die wandelpadhelling word aanbeveel dat sulke seksies gesluit word en 'n alternatiewe roete, wat aan die vereistes wat vir 'n ideale wandelpad gestel word, voldoen.

Doelwit (Alternatief):

Indien daar geen ander alternatief bestaan nie moet maatreëls getref word om verdere erosie te voorkom.

Mikpunt:

Die mees ideale wandelpadhelling waarby die laagste gemiddelde erosie voorkom vir elke wandelpad/gesteentetipe assosiasies word aangetoon in Tabel 3.2, bl. 145 en Afdeling 3.9.

Aksies om alternatief te bereik:

Dit kan een of meer van die volgende maatreëls insluit:

- * die aanbring van addisionele erosiesparre ;
- * die aanbring van trappe en handrelings (Figuur 4.2, bl. 140);
- * die aanbring van 'n permanente oppervlak (Figuur 4.3, bl. 141) soos beskryf in Afdeling 4.4.5.2.2.

4.4.2.1.2.2 Hangklasse/gesteentetipe assosiasies**Doelwit t.o.v. toekomstige wandelpaaie:**

Steil hange moet vermy word. Wandelpaaie moet nie direk hang op- of afwaarts teen hange uitgelê word nie.

Mikpunt:

Ideale wandelpadhellings (Afdeling 3.9).

Aksie:

Kontoerpaaië moet verkieslik uitgelê word met inagneming van die mikpunt.

Doelwit t.o.v. bestaande wandelpaaie:

Indien daar geen ander alternatief bestaan nie moet maatreëls getref word om verdere erosie te voorkom.

Aksies om die doelwit te bereik met inagneming van die mikpunt:

Op bestaande wandelpadseksies, soos by Mushroom Rock (M1) en Brandwagrots (R11-R12) moet die volgende addisionele maatreëls getref word, naamlik:

- * die aanbring van addisionele erosiesparre;
- * die aanbring van trappe en handrelings (Figuur 4.2, bl. 140);
- * die aanbring van 'n permanente oppervlak (Figuur 4.3, bl. 141) soos beskryf in Afdeling 4.4.2.2.

4.4.2.1.2.3 Wydte en diepte van wandelpaaie

Uit Afdeling 3.7.4 blyk dit dat soos wat die persentasie van die dwarsprofiel wat erosie ondervind toeneem, is daar 'n toename in erosie. 'n Toename in die wydte van die wandelpad, veroorsaak ook 'n toename in erosie.

Doelwit:

Maatreëls moet getref word om die toename in erosie a.g.v. 'n toename in die wydte en diepte van die wandelpad te verminder.

Mikpunt:

Wat betref die Ribbokvoetslaanpad word aanbeveel dat die wydte van die voetslaanpad sowat 50 cm moet wees volgens die riglyn van Levy (1982:7). Wat die ander wandelroetes (dagroetes) betref is die aanbevole wydte 1 tot 1,5 meter (Levy (1982: 7) vir twee persone langs mekaar. Dit word egter betwyfel dat dit prakties moontlik sal wees, aangesien wandelroetes in 'n bewaringsgebied voorkom en daar gevolglik so min as moontlik versteuring van omgewing moet wees. Die aanbevole wydte van dagroetes is dan ook 50 cm.

Aksies t.o.v wandelpaaie wat diep uitgetrap raak:

Sodra wandelpaaie te diep uitgetrap raak, begin die stappers dit as 'n fisiese hindernis ervaar. In sulke gevalle moet die wandelpadseksies van 'n permanente loopoppervlak voorsien word. Die wandelpad moet fisies eers opgevul en gekompakteer word, waar prakties moontlik (soos in die geval van in situ verweerde sandsteen, meetpunt: NB2, Afdeling 3.10.1). Hierna moet die permanente loopoppervlak aangebring word (Soos beskryf in Afdeling 4.4.2.2.).

4.4.2.1.2.4 Oppervlakteruheid van die wandelpad

Oppervlakteruheid word deur die stapper as 'n fisiese hindernis ervaar. Die wandelpad word al wyer uitgetrap. 'n Groter oppervlakte word versteur, gekompakteer en veroorsaak gevolglik meedere erosie.

Doelwit:

Oppervlakteruheid van die wandelpad moet geminimaliseer word ten einde nie verder as 'n fisiese hindernis ervaar te word nie en ook om meerdere erosie te verminder.

Mikpunt:

Oppervlakteruheid moet as sodanig geminimaliseer word deur te verhoed dat wandelpaaie wyer uitgetrap word.

Aksieplan:

Los rotsfragmente en kompaktering moet fisies verwyder word in die wandelpadoppervlak.

4.4.2.1.3 Verlies van plantvoedingstowwe in die wandelpad a.g.v. erosie**Doelwit:**

Die herstel van die verlies aan plantvoedingstowwe in die wandelpad tydens rehabilitasie.

Mikpunt:

Die ideale voedingstatus van die natuurlike veld (Tabel 3.3, bl. 147)

Aksie om die mikpunt te bereik:

Die betrokke gedegradeerde seksies kan bemes word met 'n geskikte kunsmis, gebaseer op 'n bemestingsaanbeveling ten einde die aanvanklike vestiging van plantgegroei moontlik te maak.

4.4.2.1.4 Grondkompaksie a.g.v. die stapaksie

Dit is onvermydelik dat kompaktering van die grondoppervlakte en die vernietiging van die plantbedekking a.g.v. die stapaksie gaan voorkom. Gedurende die nat tydperk sal plaaterosie ook verdere erosie tot gevolg hê.

Doelwit:

Skakel grondkompaksie uit om verdere erosie te verminder.

Mikpunt:

Grondkompaktoestande in die natuurlike veld.

Aksie om die mikpunt te bereik:

'n Permanente loopoppervlak (soos beskryf in Afdeling 4.4.2.2) moet voorsien word.

4.4.2.1.5 Onderhoud van wandelpaaie

Doelwit:

Gereelde onderhoud van wandelpaaie moet plaasvind, ten einde fisiese hindernis a.g.v. grasblare wat oorhang en gevolglik kan lei tot die uittrap van een kant van die pad. 'n Groter grondoppervlakte word blootgestel wat kan lei tot meerdere erosie.

Mikpunt:

Beperking van die oppervlakte wat blootgestel word aan erosie.

Aksies:

Gereelde onderhoud van wandelpaaie moet plaasvind deur die wegsny van gras op die padskouers. Chemiese snoei van gras langs die wandelpad (m.b.v. 'n geskikte omgewingsgunstige chemikalieë) is 'n ander alternatief wat ondersoek behoort te word.

4.4.2.2 Die rehabilitering van bestaande vervalde gedeeltes
--

Doelwit:

Die konstruksie van permanente wandelpadoppervlaktes en erosiesparre moet veral in gedeeltes wat sensitief is vir erosie, onderneem word.

Mikpunt:

Die stabilisering van wandelpadgedeeltes wat sensitief is vir erosie.

Aksies om die bepaalde mikpunt te bereik:

Dit word aanbeveel dat 'n permanente wandelpadoppervlaksegmente (PW-segmente) (Figuur 4.3, bl. 141), soortgelyk aan die konsep van die gebruik van reno-matrasse in kanale (Figuur 3.15, bl. 49, Hoofstuk 3), gebruik word vir die stabilisering van wandelpadgedeeltes wat sensitief is vir erosie. Die installering van die PW-segmente sal lei tot die opvang van en akkumulering van sediment (kyk Afdeling 3.10.2) in die oop ruimtes soos aangetoon in Figuur 4.3, bl. 141. Die sediment wat akkumuleer in die oop ruimtes van die PW-segmente dien as 'n ideale groeimedium vir pioniersgrasse.

Alvorens die PW-segmente geïnstalleer word moet :

- * die wandelpadseksies gelyk gemaak word met 'n graaf en gekompakteer word;
- * die wydte van die bepaalde wandelpadseksie voldoende wees (ongeveer 50cm) en die kante verkieslik egalig afgesteek word met 'n graaf. Die grond kan gebruik word om die wandelpadseksie op te vul en oortollige grond kan eenkant gehou word ten einde as finale invulling van kante en ruimtes van PW-segmente te dien.

Ankerpenne kan deur die ruimtes (soos aangetoon in Figuur 4.3, bl. 141) ingeslaan word en waar nodig kan 'n dun strokie sement aan weerskante van die PW-segmente aangebring word ten einde die stabiliteit van die konstruksie te verseker.

Die PW-segmente (Figuur 4.3, bl. 141) moet sodanig geïnstalleer word dat die segmente gelyk met die omliggende grondoppervlak is. Dit sal verseker dat sediment, organiese materiaal en grassade wat afkomstig is van die natuurlike veld, opgevang word in die oop ruimtes van die PW-segment.

In die konstruksie van die PW-segmente word voorsiening gemaak vir 'n afleikanaal vir water. Sekere PW-segmente word dan ook so gekonstrueer dat die afloopwater op sekere gekose gedeeltes afgekeer kan word na die natuurlike veld. Die voordeel van die aanbring van die PW-segment is dat die PW-segment die afloopwater se spoed breek en gevolglik sal dit erosie verminder waar die afloopwater afgekeer word in die natuurlike veld. Waar die water in die veld invloei moet 'n reeks van 2-3cm-dik erosiesparre aangebring word in die vorm van 'n driehoek met die breedste kant aan die hangafwaartse kant vir 'n afstand van ongeveer 1 meter.

'n Alternatiewe metode om erosie van die wandelpaaië te bekamp is die gebruik van rubbermatte soos aangetoon in Figuur 4.4, bl. 142. Die rubbermatte besit ook oop ruimtes wat met die tyd deur sediment ingevul sal word en moontlik 'n plantbedekking sal kan onderhou. Die rubbermatte kan op ruwe gedeeltes aangebring word, waar die oppervlakteruheid as 'n fisiese hindernis deur die stapper ervaar word.

In gebiede met steil hange moet PW-segmente en Rubbermatte in die vorm van trapstrukture aangebring word. Oop loodregte ruimtes moet verkieslik met sement of erosiesparre bedek word.

Nog 'n alternatief is om houttrapstruktuur met handrelings op veral die baie steil wandelpadseksies aan te bring (Kyk Figuur 4.2, bl. 142). Die struktuur verseker dat die loopoppervlak totaal geïsoleer is van die grondoppervlakte.

Wandelpadseksies wat gesluit word moet ook gerehabiliteer word en wel volgens die volgende metode:

- * die afskuinsing van kante van die wandelpadseksie met behulp van 'n graaf;
- * die losmaak van die grondoppervlak;
- * die insaai van 'n aangepaste inheemse grassaadmengsel;
- * die aanbring van genoegsame erosiesparre; of
- * die wandelpadseksie kan gesluit word en gelaat word sodat natuurlike geomorfologiese prosesse voortgaan om 'n ewewig daar stel tot dat die natuurlike vesting van plantegroei weer plaasvind.

Die verlies in plantbedekking as gevolg van die impak van die stapaksie op die wandelpadoppervlakte kan moontlik reggestel word deur oorweging te skenk aan die insaai van 'n geskikte, aangepaste, inheemse grassaadmengsel. Die vereiste vir die

plantbedekking is dat dit die impak van die stapaksie sal kan weerstaan en gevolglik word aanbeveel dat meerjarige grondkruipers soos *Cynodon dactylon* (kweek) ingesaaï word. Volgens Van Oudtshoorn, et al (1991:139) kom die gras op alle tipes grond voor en kom ook op versteurde plekke soos padreserwes, tuine en landerye voor. Die gras speel 'n belangrike rol in natuurlike gronderosiebeheer as gevolg van sy grasperkgroevorm en word dikwels in waterafleibane gevestig. Die gras word ook deur die meeste grasvreters verkies (Van Oudtshoorn, et al, 1991:139). Nog 'n ideale grasspesie is *Eragrostis Pseudosclerantia* wat ook bekend staan as Voetpad-eragrostis. Dit is 'n swak meerjarige gras wat gewoonlik voorkom in versteurde plekke soos voetpaaie, oorbeweide en vertrapte veld, ou landerye, kaal kolle en langs paaie voor. Groei op die meeste grondsoorte, maar verkieslik klipperige sandleemgrond (Van Oudtshoorn, et al, 1991: 229).

Die vestiging van 'n grasbedekking teen steil wandelpadseksies kan moontlik as 'n fisiese hindernis ervaar word deurdat stappers kan gly gedurende nat toestande. Daar moet gevolglik gestreef word na 'n kombinasie van voorgestelde rehabilitasiemetodes op veral steil wandelpadseksies.

4.4.2.3 Die versekering van die toekomstige gebruik vir rekreasie in balans met omgewingsbewaring sal wees.

Ten einde te verseker dat toekomstige gebruik vir rekreasie van die wandelpaaie in balans met omgewingsbewaring is, moet die voorgestelde omgewingsbestuursmaatreëls geïmplimenteer word. Dit sal die verdere agteruitgang van die wandelpaaie en moontlike negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing verhoed.

4.5 IMPLEMENTERING

4.5.1 VERANTWOORDELIKHEID T.O.V. IMPLEMENTERING

Die Bestuur van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park moet daartoe verbind wees om die omgewingsbestuurstelsel te implimenteer.

Topbestuur van die Park moet sleutelpersone identifiseer wat verantwoordelik sal wees vir die implementering van die omgewingsbestuurstelsel en ook personeel wat aktief besig sal wees met die uitvoering van bepaalde aksies, soos geïdentifiseer in die omgewingsbestuursprogram.

Die Parkhoof moet verantwoordelikheid aanvaar vir die implementering van die omgewingsbestuurstelsel as 'n geheel. Aangesien die parkhoof die mees ideale persoon is om bepaalde verantwoordelikhede aan bepaalde mense toe te ken, moet die verdere detail hiervan, deur die bestuur uitgespel word.

4.5.1.1 Hulpbronne

Voorsiening moet gemaak word vir voldoende finansiële, menslike en fisiese hulpbronne.

4.5.2 OPLEIDING

Betrokke personeel moet opgelei word in wandelpadbestuur, -konstruksie en onderhoud. Stappers kan verder opgevoed word deur gebruik te maak van brosjures en inligtingsborde.

4.6 KONTROLE EN KORREKTIEWE AKSIE

4.6.1 MONITERING

Monitering van die fisiese toestand van die wandelpad moet steeds plaasvind en dit word aanbeveel dat die dwarsprofielmetode, wat 'n baie goedkoop metode is, gebruik

word soos beskryf in die studie (Afdeling 3.6). Die aantal meetpunte kan moontlik uitgebrei word ten opsigte van die hele wandelpadstelsel van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

4.6.2 OMGEWINGSBESTUURSTELSELOUDIT

'n Ouditprogram moet daargestel word wat alle aspekte in die omgewingbestuurstelsel, aanspreek. Dit word voorgestel dat 'n oudit, elke vyf jaar gedoen word. 'n Ouditspan wat bevoeg is, moet saamgestel word. 'n Ouditprotokol moet daargestel word.

Bevindings moet gekommunikeer word aan alle verantwoordelike partye en korrektiewe aksies moet geneem word. Die ISO 14011 -12 (1995) (Guidelines for Environmental Auditing), kan gebruik word om 'n ouditprogram daar te stel.

4.7 HERSIENING EN VERBETERING VAN DIE OMGEWINGSBESTUURSTELSEL

Hersiening en verbetering van die omgewingsbestuurstelsel vir wandelpaaie moet met bepaalde tydintervalle, deur die bestuur van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park gedoen word.

In hierdie studie is slegs gefokus word op wandelpaaie se fisiese agteruitgang a.g.v. erosie. Ander bykomende omgewingsbestuursmaatreëls om moontlike negatiewe omgewingsinvloede te bekamp, kan die volgende insluit:

- * beperking van die storting van rommel deur stappers;
- * beheer oor die beskadiging en versteuring van strukture, flora en fauna.;
- * die oprigting van oornaghutte en ablusiegeriewe, ens.

Spesifieke omgewingsbestuursmaatreëls kan dan ook vir voorsiening gemaak word in die omgewingsbestuursprogram.

4.8 GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

Die aard en mate van fisiese agteruitgang (erosie) van die wandelpad/gesteentetipe assosiasies in die Golden Gate Hoogland Nasionale Park en moontlike oorsake vir die agteruitgang blyk duidelik uit die resultate van die empiriese studie (Hoofstuk 3). Die erosie kan toegeskryf word aan die effek van die stapaksie asook die aantal stappers wat die wandelpaaie gebruik. Dit is ook duidelik dat sekere gesteentetipe/wandelpad assosiasies meer erosie toon as ander (Tabel 3.2, bl. 145).

Die korrelasie tussen gemiddelde erosiewaardes en sekere topografiese veranderlikes blyk duidelik uit Afdeling 3.7 en Tabel 3.2, bl. 145. Gevolgtrekkings t.o.v. korrelasies vir die

onderskeie wandelpad/gesteentetipe assosiasies blyk ook uit Afdeling 3.8. Die mees ideale meetpunte vir die onderskeie gesteentetipes, met inagneming van die herhaaldelike voorkomste in beide die droë en nat tydperk, die laagste gemiddelde erosiewaardes, asook die voetpadhelling is geïdentifiseer in Afdeling 3.9. Toekomstige wandelpaaie/seksies moet verkieslik so beplan word dat die wandelpaaie nie steiler as die geïdentifiseerde ideale wandelpadhelling sal wees nie (Tabel 3.2, bl. 145 en Afdeling 3.9).

Die invloed van erosie op die teenwoordigheid van plantvoedingstowwe en die tekstuur van die grond in die wandelpad blyk uit Afdeling 3.10. Soos blyk uit Tabel 3.3 toon 60% (15) van die meetpunte 'n afname in die persentasie basisversadiging in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld wat dus meer plantvoedingstowwe (katione) besit. In die ander gevalle vind daar akkumulering plaas. Die verwydering en akkumulering van voedingstowwe in die wandelpad in vergelyking met die natuurlike veld is 'n aanduiding dat erosie, en die gevolglike degradasie van die toestand van die voetpad, besig is om plaas te vind (Kyk Afdeling 3.10.1).

Verskille in die tekstuursamestelling tussen die wandelpad en die natuurlike veld dui daarop dat erosie voorkom en dat die fynsandfraksie meer geredelik verwyder word deur die erosie-agense (Kyk Afdeling 3.10.2). Die mate van kompaksie in die natuurlike veld en die wandelpad blyk duidelik uit Afdeling 3.10.3. Dit is duidelik dat waarneembare kompaktering by al 25 meetpunte voorkom wat direk toegeskryf kan word aan die invloed wat die stappers op die omgewing het.

Die invloed van fisiese beperkings van wandelpaaie op die stapper blyk duidelik uit Afdeling 3.11.1. Dit is duidelik dat as die wandelpad te diep uitgetrap raak en die oppervlak van die wandelpad te ru raak as fisiese hindernisse beskou kan word wat die erosiepotensiaal van die betrokke gedeelte van die wandelpad kan verhoog.

Huidige metodes om erosie te bekamp is nie voldoende nie, aangesien erosiesparre ondergrawe word en die afkeer van water na die veld kan lei tot groeferosie. Die afloopwater se spoed word wel gebreek en kan dus erosie tot 'n mate bekamp. Erosiesparre op gelyk gedeeltes vang sediment en grasoorblyfsels op wat voordelig kan wees. Die voorsiening van 'n permanente gesementeerde wandelpadoppervlak is nie probleemvry nie en erosie kan langs die sementpaadjie plaasvind (Kyk Afdeling 3.11.3).

Die gebruik van Reno-matrasse kan moontlik 'n oplossing bied vir die fisiese degradasie van die wandelpaaie omdat die padoppervlak as 'n geheel gestabiliseer en geïsoleer word (Kyk afdeling 3.11.4). Dit word aanbeveel dat 'n permanente wandelpadoppervlaktesegmente (PW-segmente) (Figuur 4.3, bl. 141), soortgelyk aan die konsep van die gebruik van reno-matrasse in kanale (Figuur 3.15, bl. 49, Hoofstuk 3), gebruik word vir die stabilisering van sodanige segmente.

Ten einde die verdere agteruitgang van die wandelpaaie en moontlike negatiewe omgewingsinvloede op die omliggende omgewing te verhoed kan 'n omgewingsbestuur-

stelsel vir die wandelpaaie, soos ontwerp aan die hand van die riglyndokument, getiteld ISO 14001: Environmental management systems-Specification with guidance for use, (Bylaag C, bl. 154), geïmplimenter word deur die Bestuur van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

Deur die implimentering van die voorgestelde OMGEWINGSBESTUURSTELSEL VIR WANDELPAAIE IN DIE GOLDEN GATE HOOGLAND NASIONALE PARK, sal 'n balans tussen die belange van rekreasie en bewaring verseker word.

5 BRONNELYS

Acocks, J.P.H. 1975. Kaart van die Veldtipes van Suid-Afrika (1:500 000).

Pretoria:Staatsdrukker.

Brady, N.C. 1974. The Nature and Properties of Soils. New York:MacMillan.639p.

Brady, H.M. 1993. An Investigation into the nature of gully erosion at Golden Gate

Highlands National Park. Pietermaritzburg (Verhandeling(M.Sc)-Univ.
van Natal).

BS7750. 1992. Specification for Environmental Management Systems. British

Standard.15p.

Du Toit, J.H. 1982. Handleiding vir Bodemkunde I Prakties. Dept. Bodemkunde. P.U. vir

C.H.O. 59p (Ongepubliseer).

Garland, G.G. 1979. Rural, Non-agricultural Land-use and rates of Erosion in the Natal

Drakensberg. (In Environmental Conservation. Vol.6 No.4.273-
276p).

Garland, G.G. 1990. Technique for Assessing Erosion Risk from Mountain Footpaths.
(In Environmental Management. Vol 14.No.6: 793-798p.Springer
Verlag:New York).

Grey, D.C. 1988. Principles en Elements of Monitoring in Mountain Catchment
Areas:Soils and Erosion. (In Die Suid-Afrikaanse Bosboutydskrif.
Nr.144:47-51p).

Groenewald, G.H. 1986. Geology of the Golden Gate Highlands National Park.(In
Koedoe. 29:165-181p.Pretoria: Raad vir Kuratore vir Nasionale
Parke).

Hugo, M.L. 1987. Die Omgewingsimpak van Voetslaanpaaie in Suid-Afrika. (In die
Suid-Afrikaanse Geografiese Tydskrif. 15(1):59-71p).

ISO 14001. 1995. Environmental Management Systems-Specification with guidance for
use. United Kingdom: International Organization for
Standardization.20p.

ISO 14011-12. 1995. Guidelines for Environmental Auditing. United Kingdom:
International Organization for Standardization.16p.

- Levy, J. 1982. Guidebook for Planning, Construction and Maintaining Trails in Nature Reserves. Cape Town: Department of Nature and Environmental Conservation: Cape Provincial Administration.56p.
- Morgan, R.P.C. 1986. Soil Erosion and Conservation. Hong Kong: Longman Scientific & Technical. 298p.
- Odendaal, D.1985. Beplanningsriglyne vir Buitelugreksie in 'n Nasionale Park, met spesiale verwysing na die Golden Gate Hoogland Nasionale Park. Bloemfontein. (Verhandeling (M.A.)-Univ. van die Oranje-Vrystaat).
- Ruff, A & Maddison,C. 1994. Footpath Management in the National Parks.(In Landscape Research. Vol.19(2): 80-87p).
- Smith,C. 1994?. Your feet's too big. (In MTB PRO. 1-5p).
- Stocking,M & Elwell,H. 1976. Vegetation and Erosion: A review. (In Scottish Geographical Magazine. Vol.92.No.1.Apr.:1-16p).
- Strahler, A.N.1975. Physical Geography. 4th ed. New York: Wiley.643p.

Van Oudtshoorn, F.D. & Trollope, W.S.W., Scotney, D.M., McPhee, P.J. 1991.

Gids tot grasse van Suid-Afrika. Arcadia:Briza.301p.

Visser, D.J.L. 1989. Toeligting: Geologiese Kaart (1:1000 000). Die geologie van die

Republieke van Suid-Afrika, Transkei, Bophuthatswana, Venda,

Ciskei en die Koninkryke van Lesotho en

Swaziland. Pretoria: Staatsdrukker.

Weerburo. 1965-1994. Rekenaaruitdruk van reënvalsyfers vir Golden Gate se weerstasie.

Wetgewing:

* Wet op Bergopvanggebiede, 1970 (Wet 63 van 1970)

* Boswet, 1986 (Wet 72 van 1986);

* Wet op die Bewaring van Landbouhulpbronne, 1983 (Wet 43 van 1983)

* Wet op Nasionale Parke, 1976 (Wet 57 van 1976).

BYLAAG A (FIGURE)

28:35:00

SKAAL 1 : 71 000

28:40:00

N

28:30:00

28:38:00

28:35:00

28:35:00

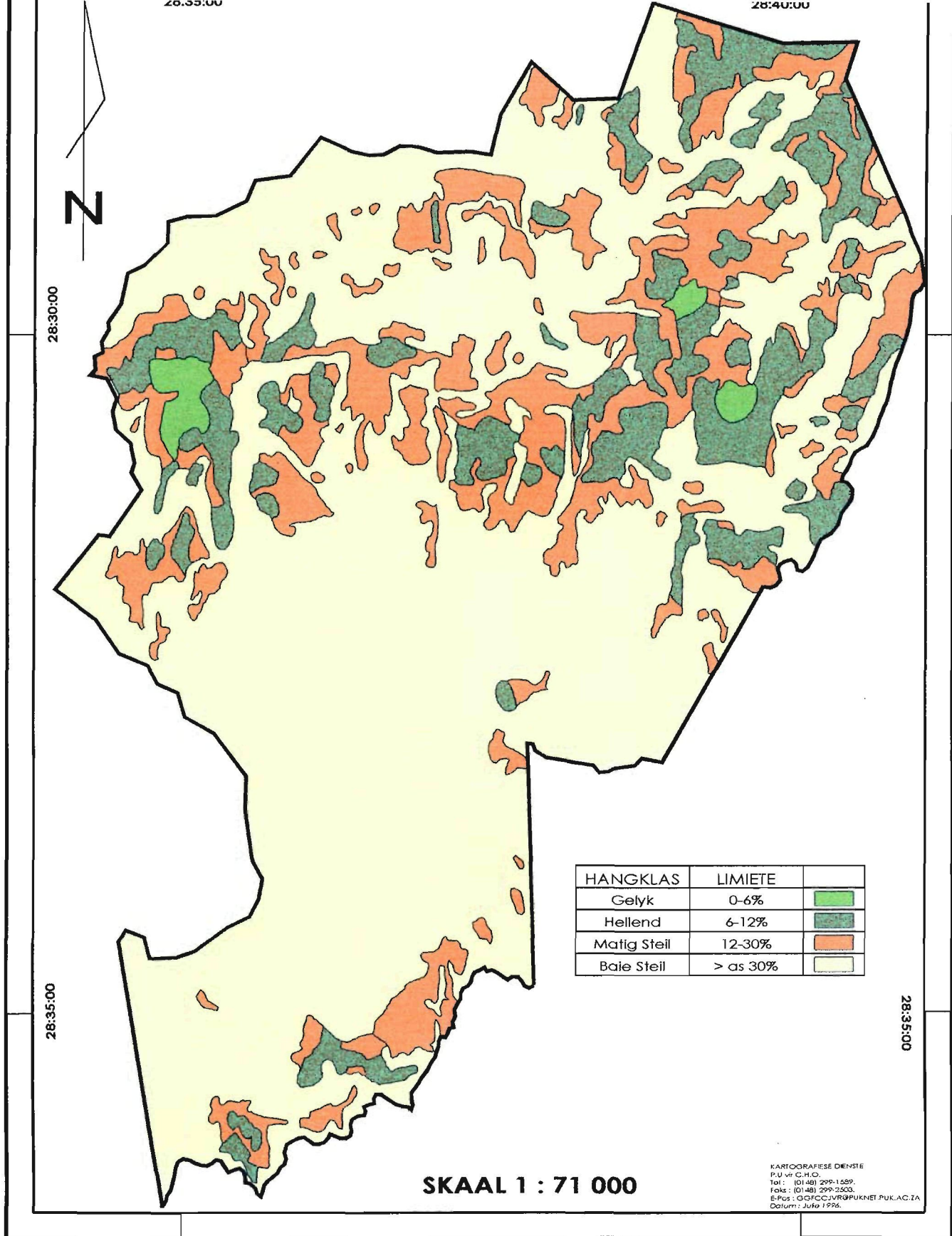
28:35:00

28:40:00

VERKLARING :

-  Kwartener afsettings
 -  Drakensberg-formasie
 -  Clarens- formasie
 -  Elliot-formasie
 -  Molteno-formasie
 -  Beaufort-formasie
- } Karoo-
openvolging

Bron : Gewysig van kaart van Groenewald [1986]
Geological Map of Golden Gate Highlands
National Park.

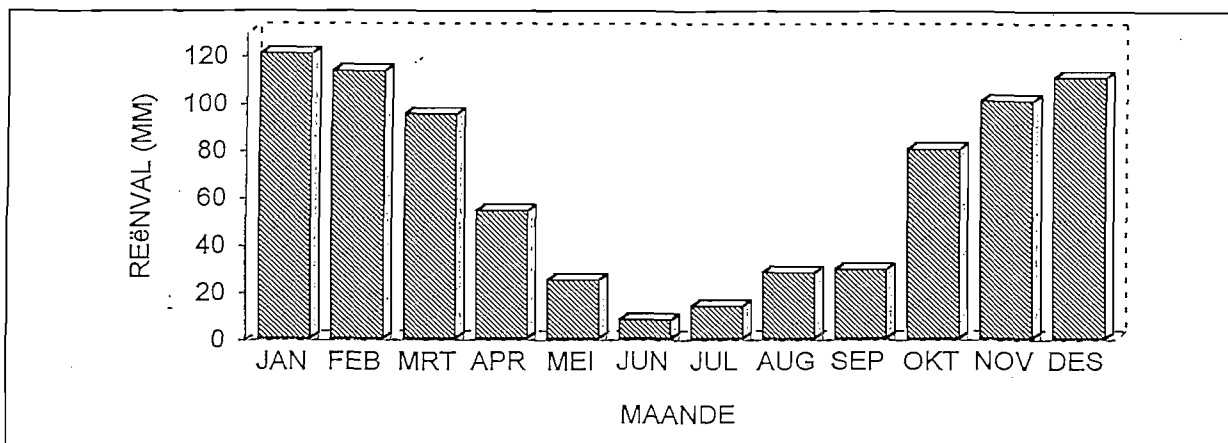


Hangklasse van die Golden Gate Hoogland Nasionale Park.

Figuur 1.3

GEMIDDELDE MAANDELIKSE REËNVAL (MM)
1965 TOT 1994

FIGUUR 1.4



REËNVAL VIR DIE TYDPERK APRIL 1994 TOT APRIL 1995

FIGUUR 3.1

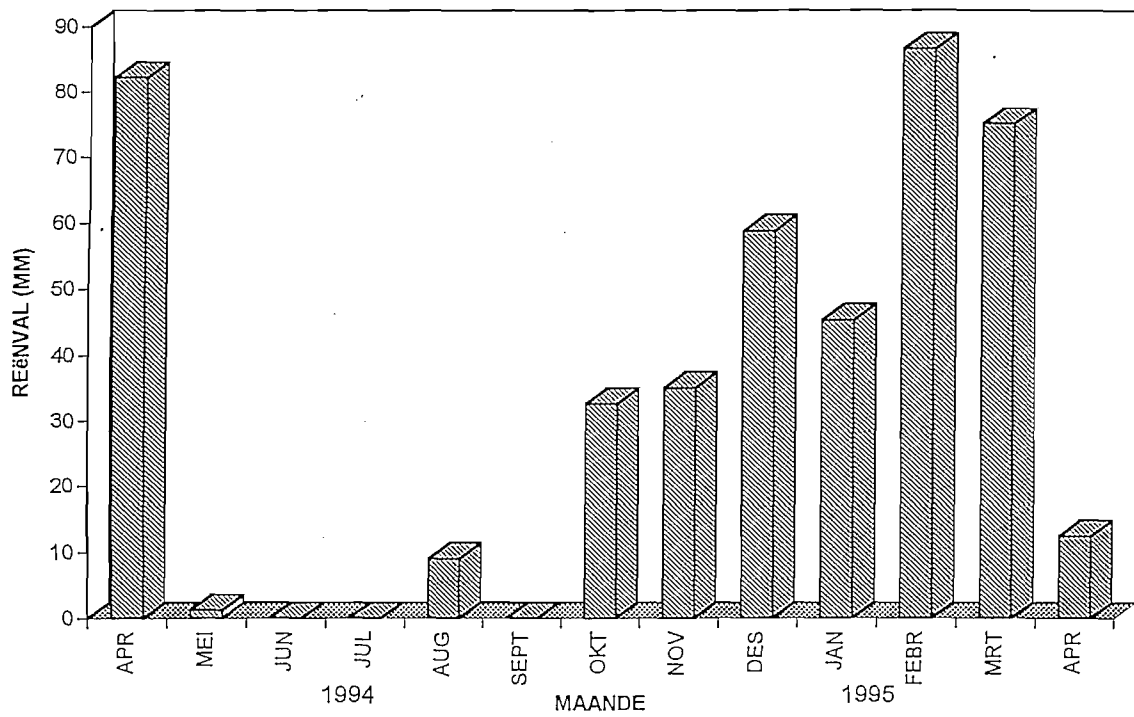
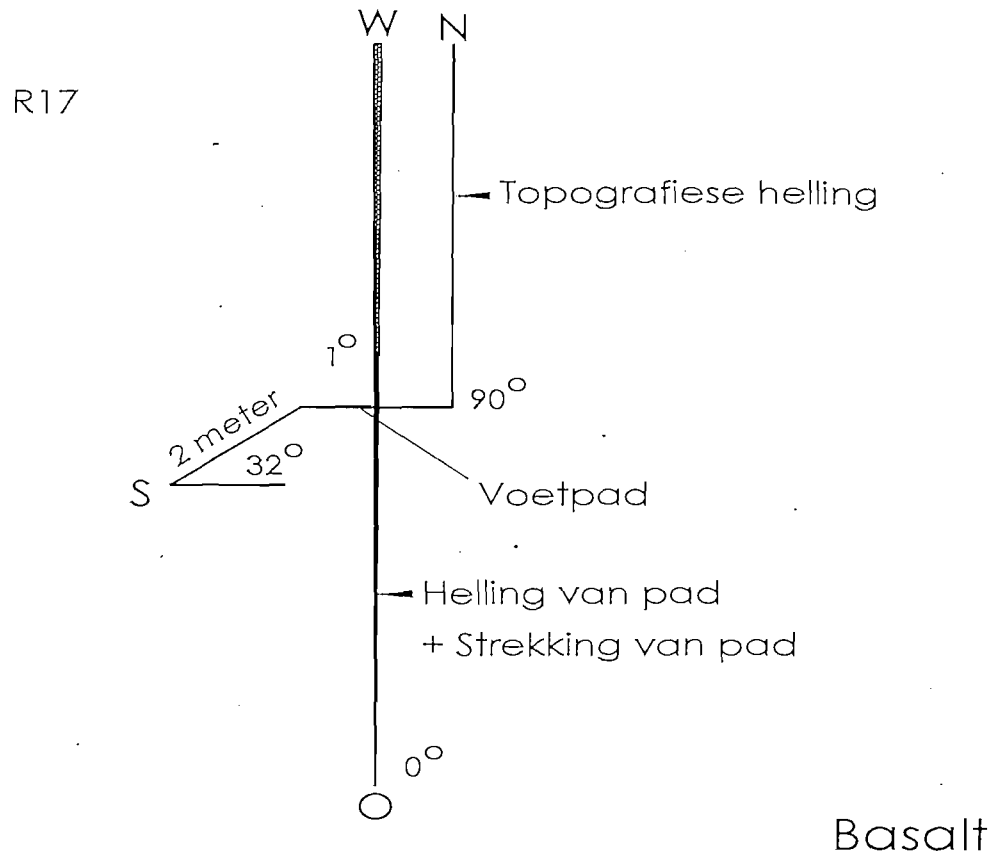


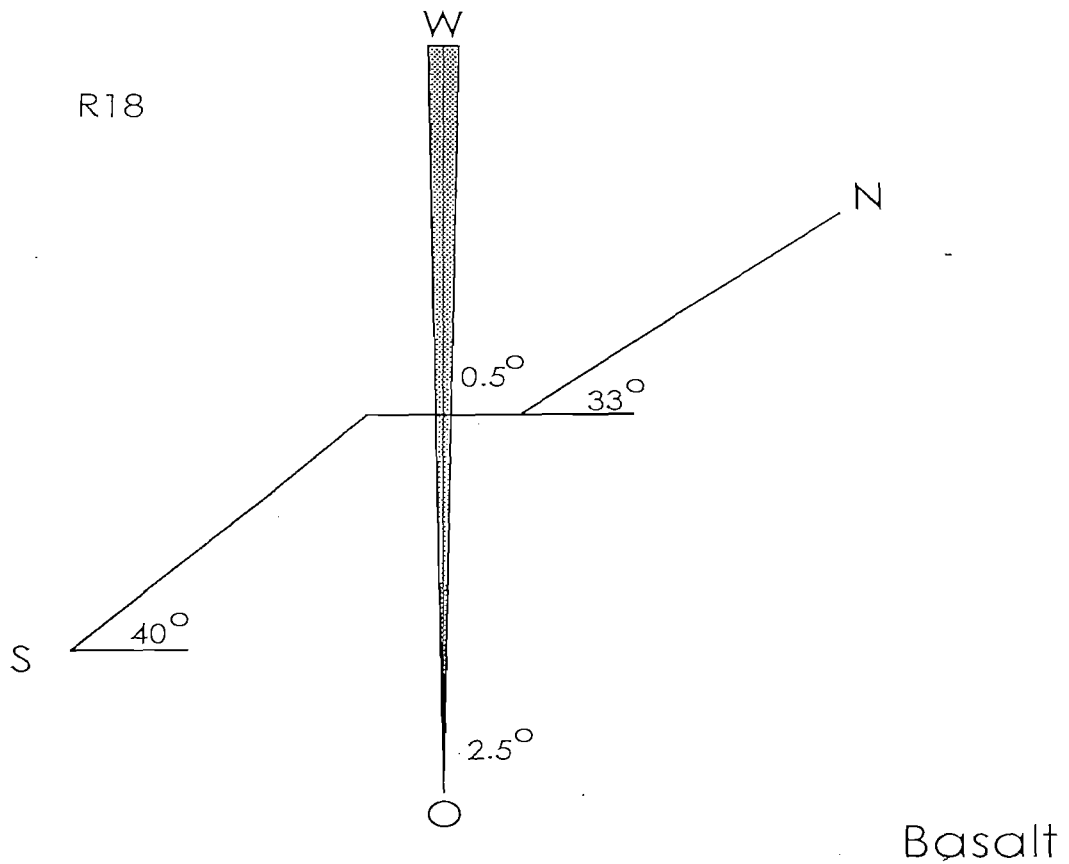
FIGURE 3.2.1 TOT 3.2.24

**VERHOUDING TUSSEN VOETPADHELLINGS EN HELLINGS OP
AANGRENSENDE HANGE**

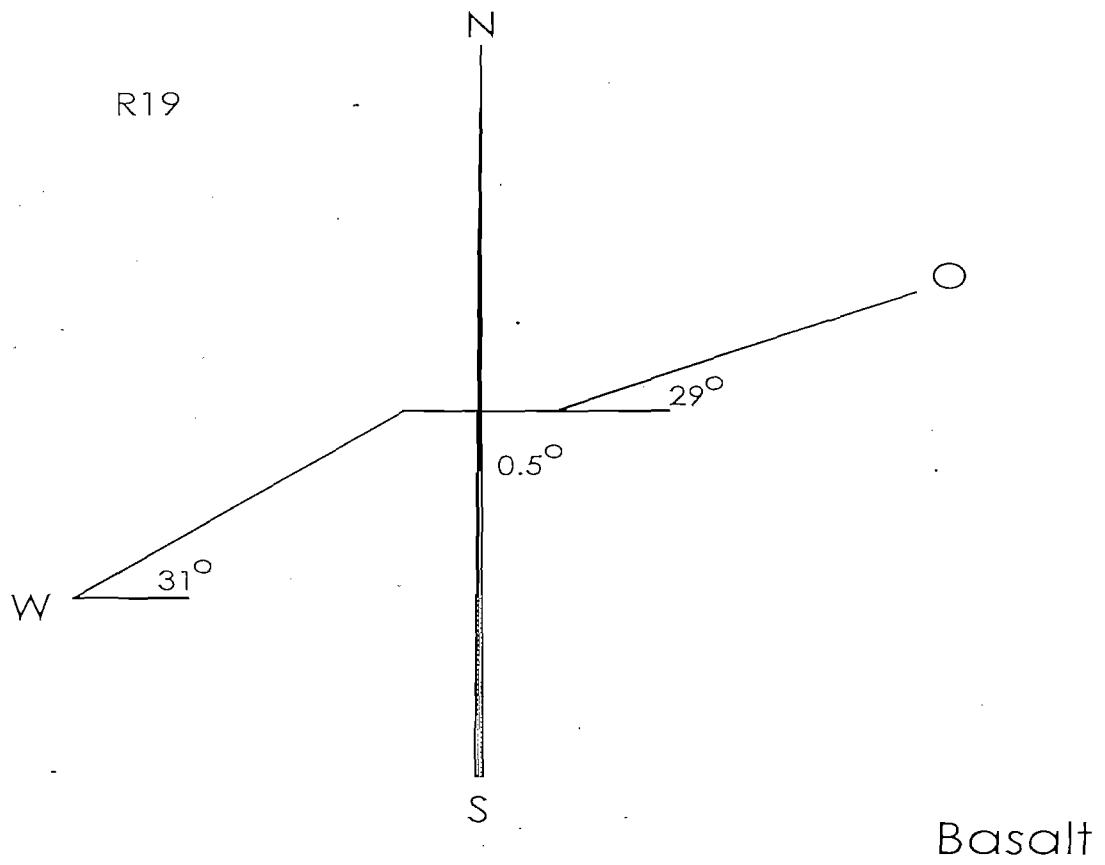
FIGUUR 3.2.1



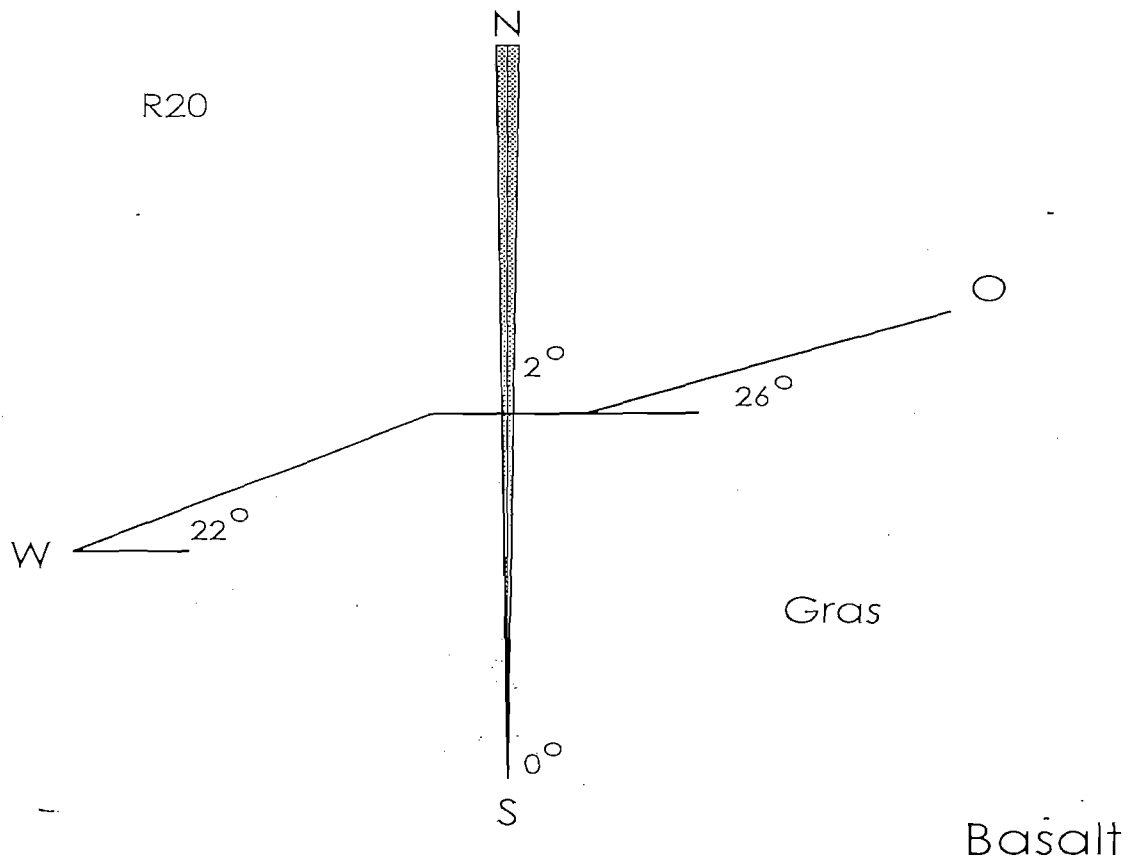
FIGUUR 3.2.2



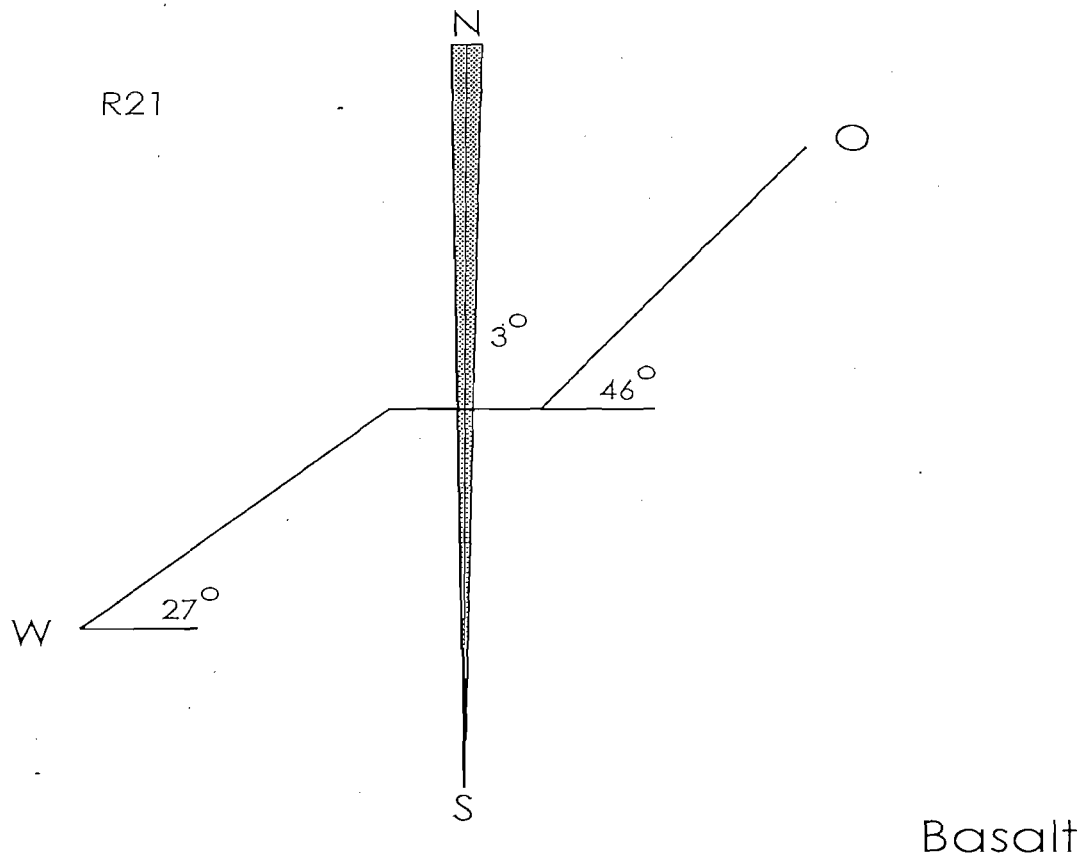
FIGUUR 3.2.3



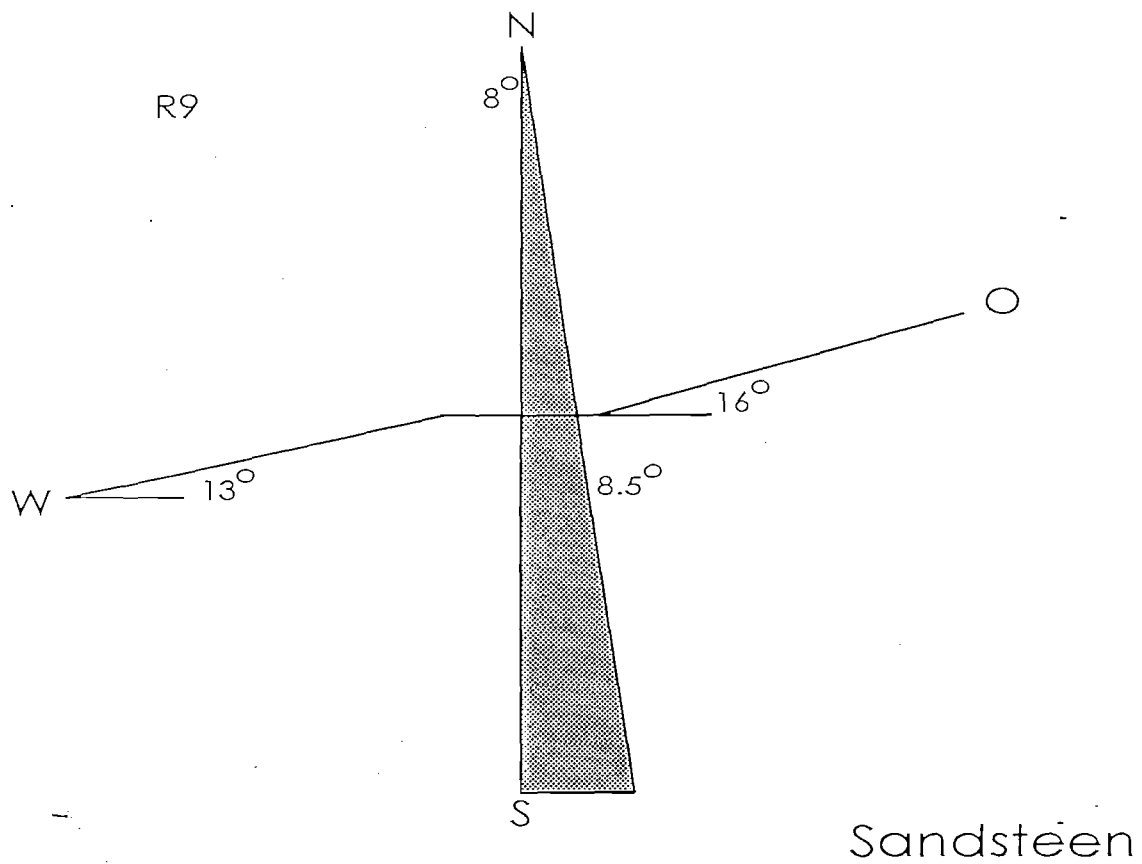
FIGUUR 3.2.4



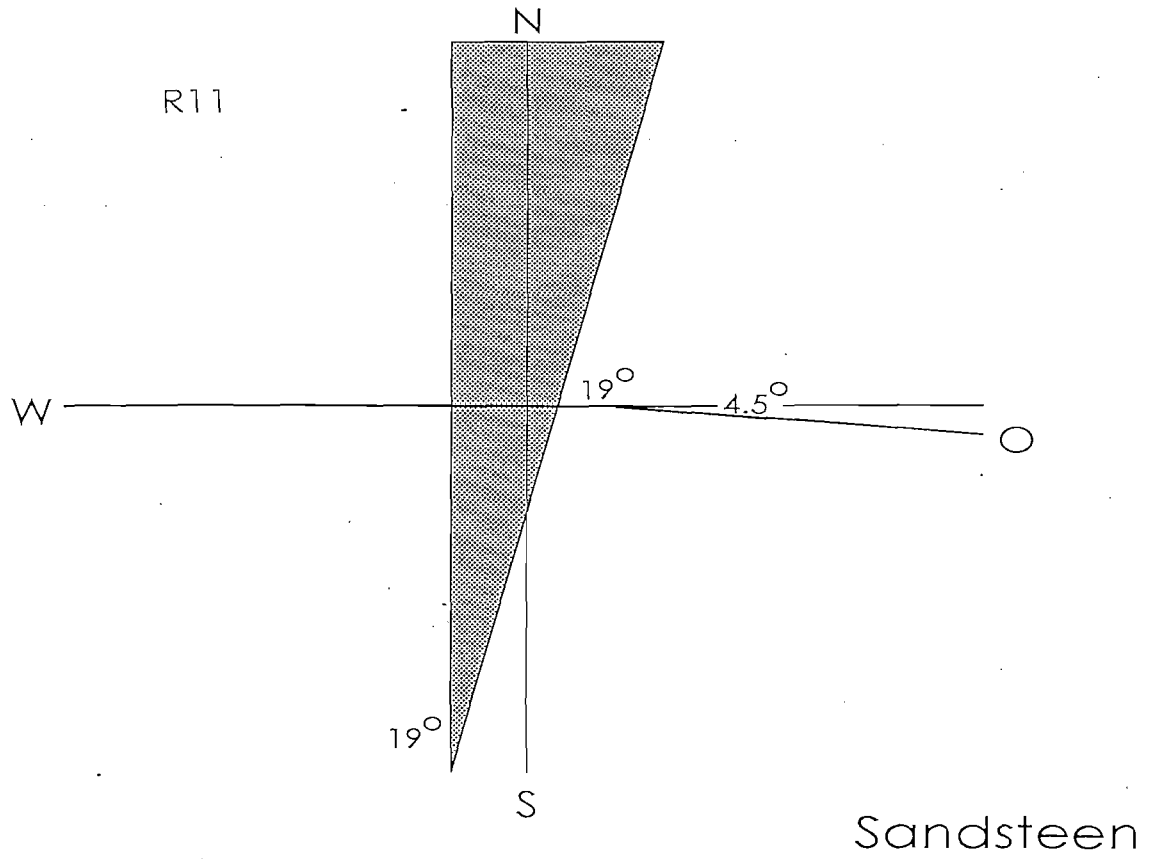
FIGUUR 3.2.5



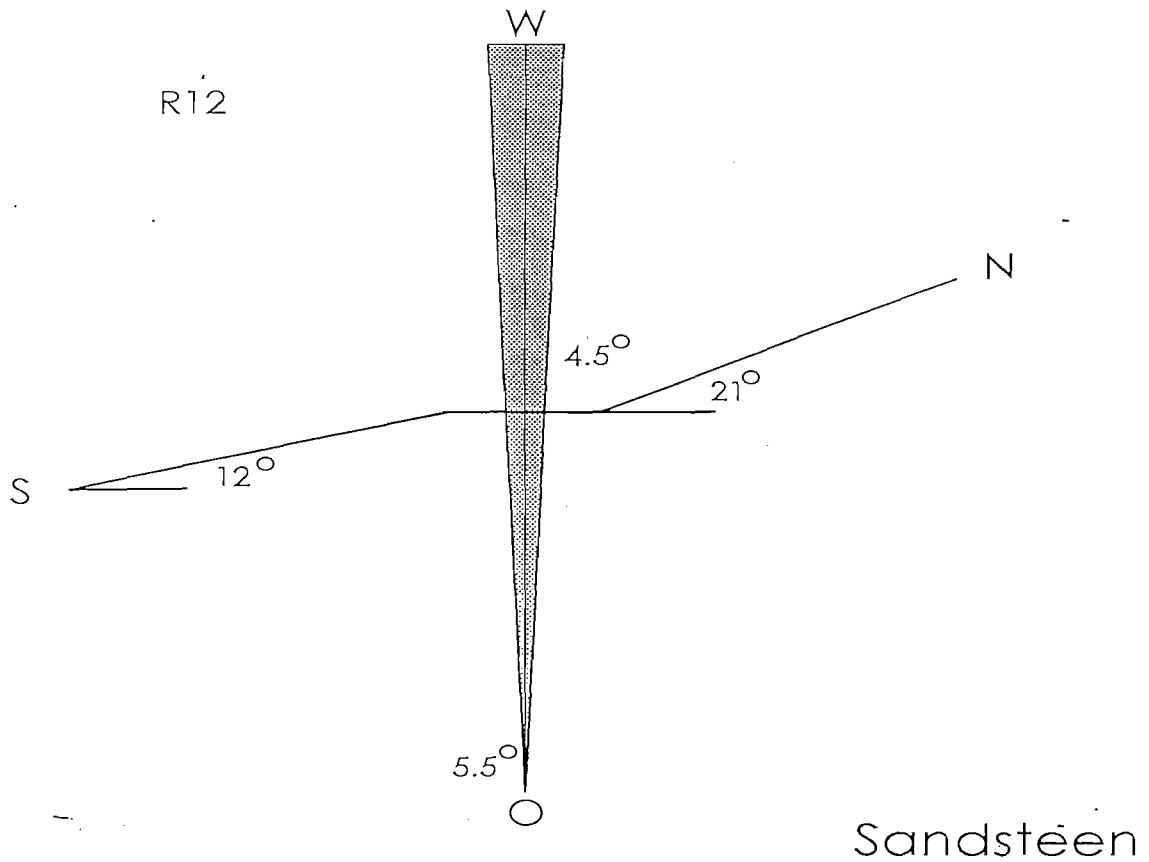
FIGUUR 3.2.6



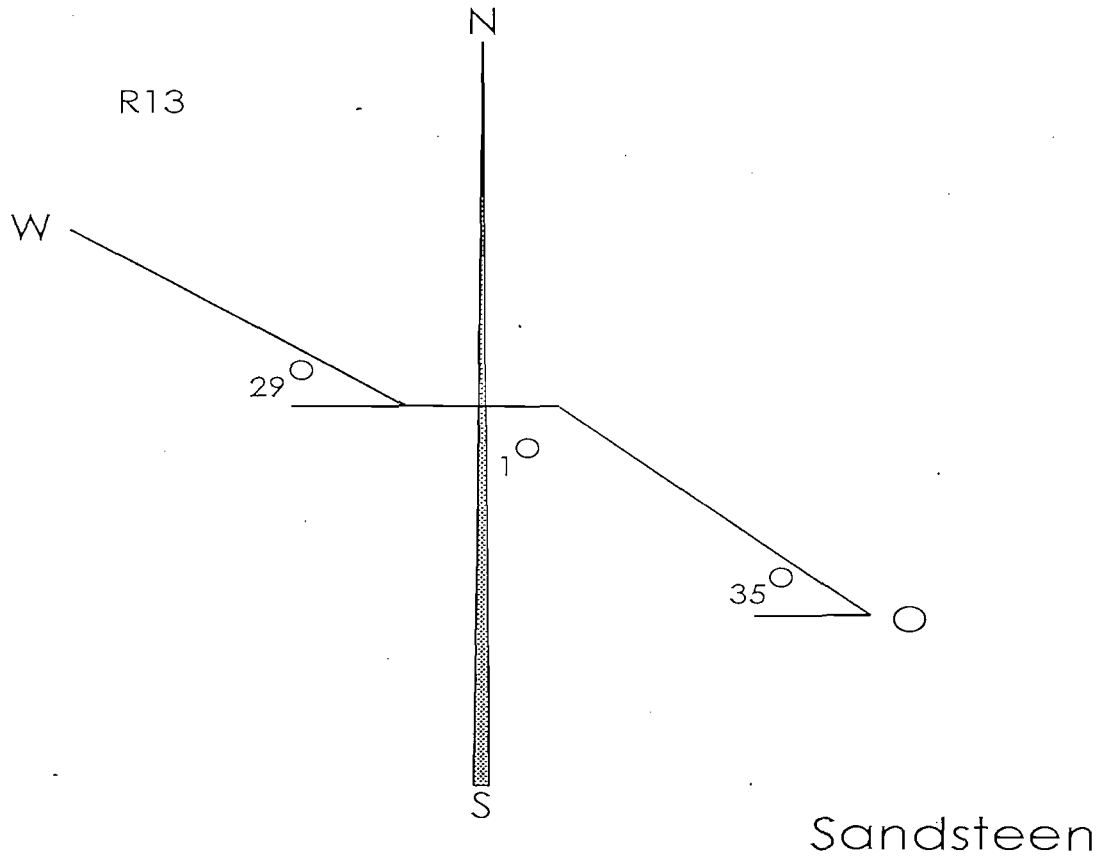
FIGUUR 3.2.7



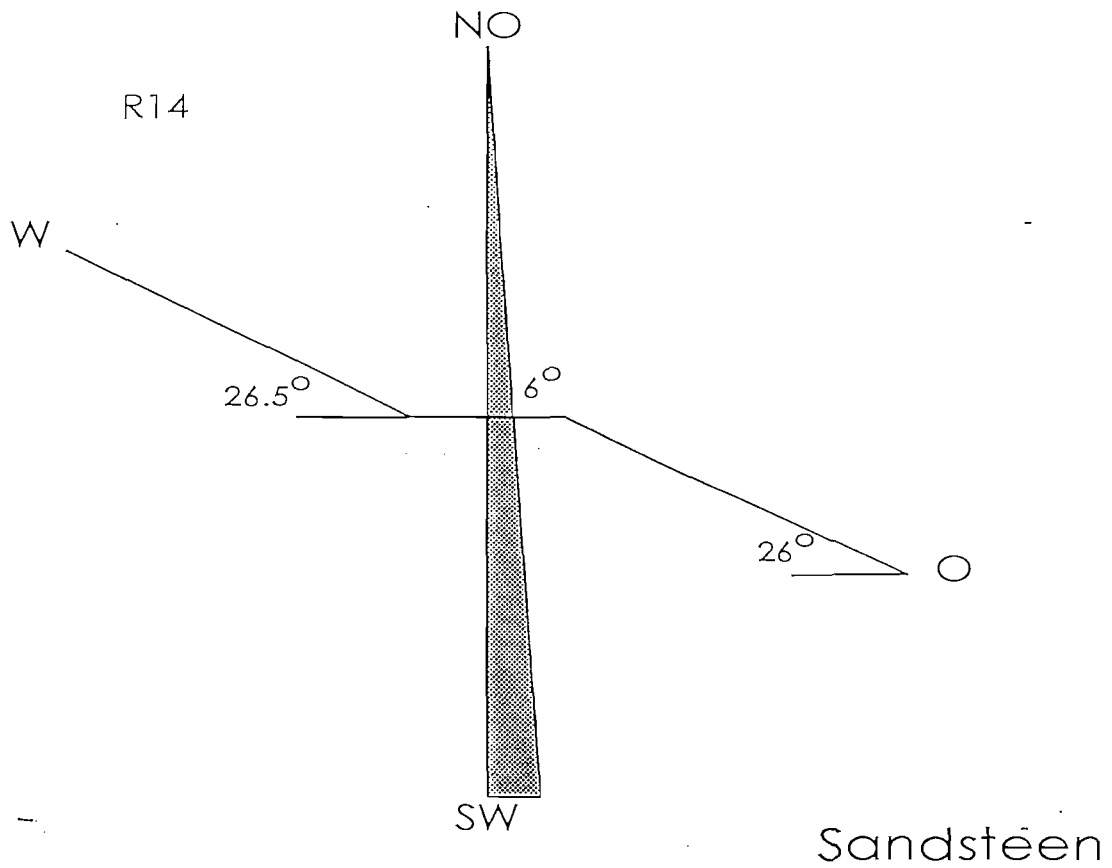
FIGUUR 3.2.8



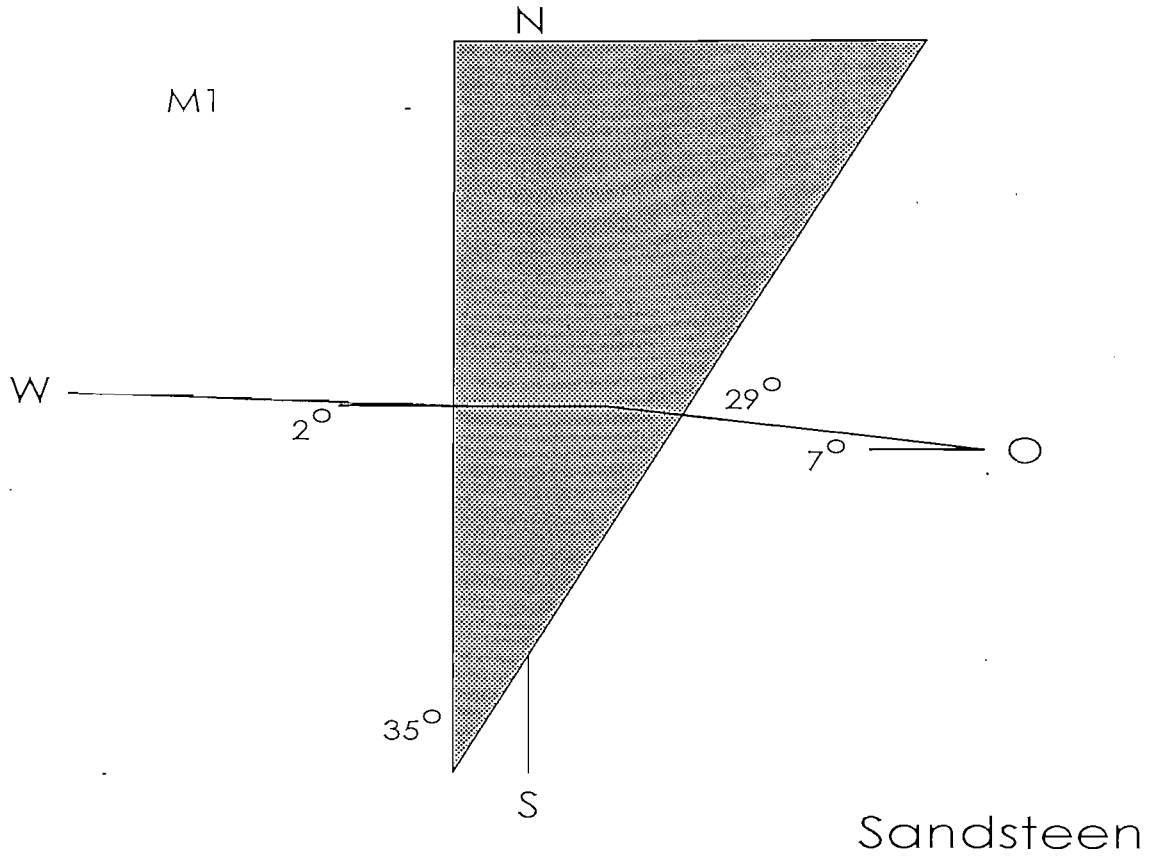
FIGUUR 3.2.9



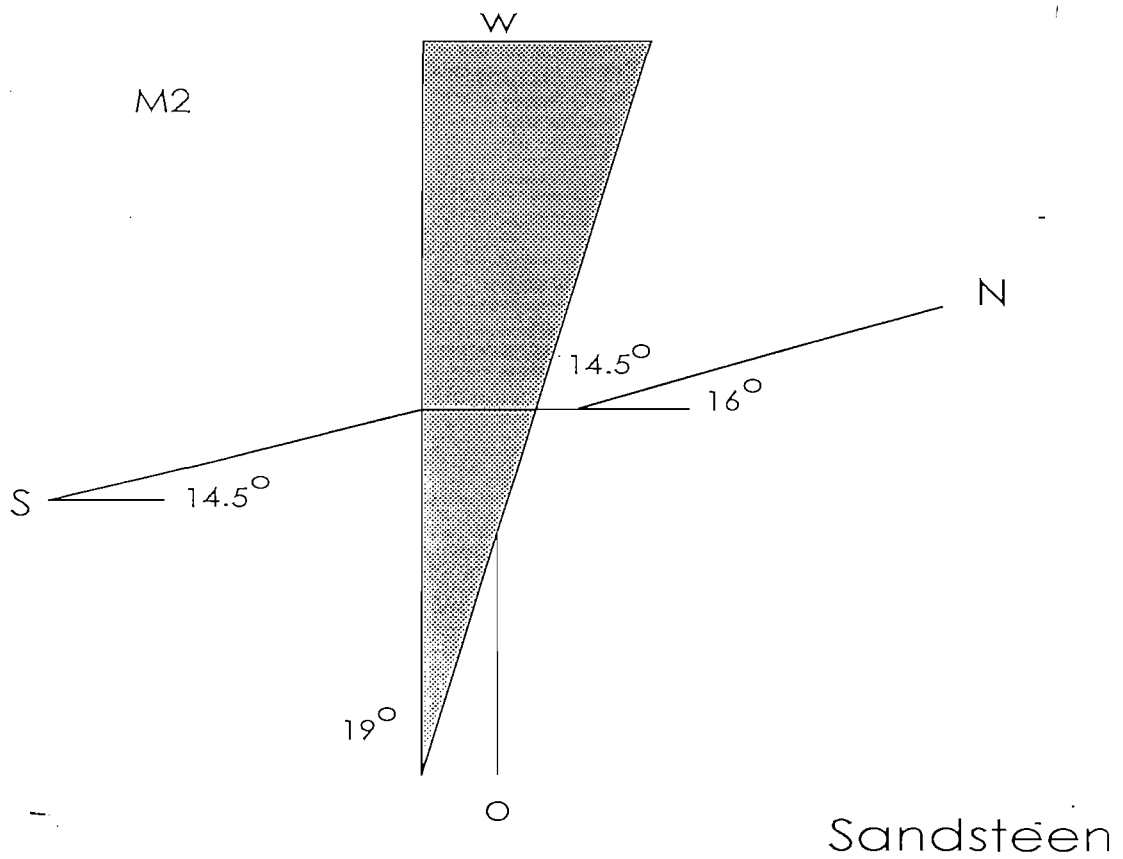
FIGUUR 3.2.10



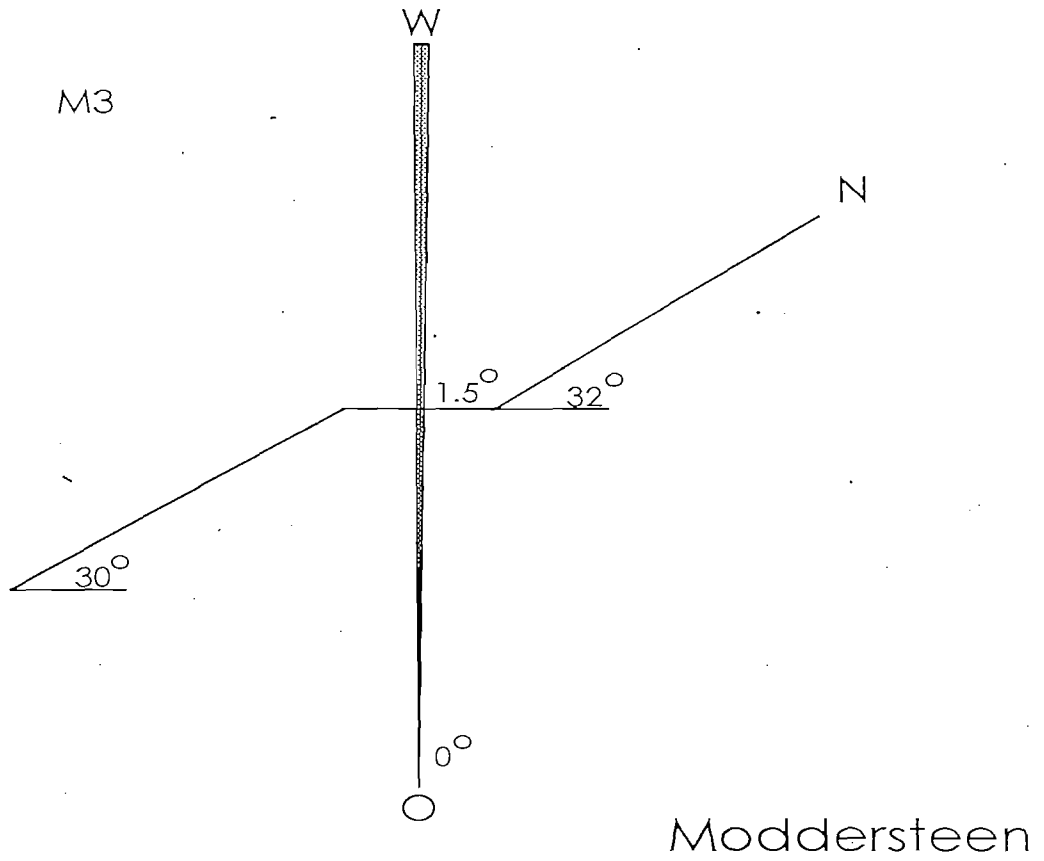
FIGUUR 3.2.11



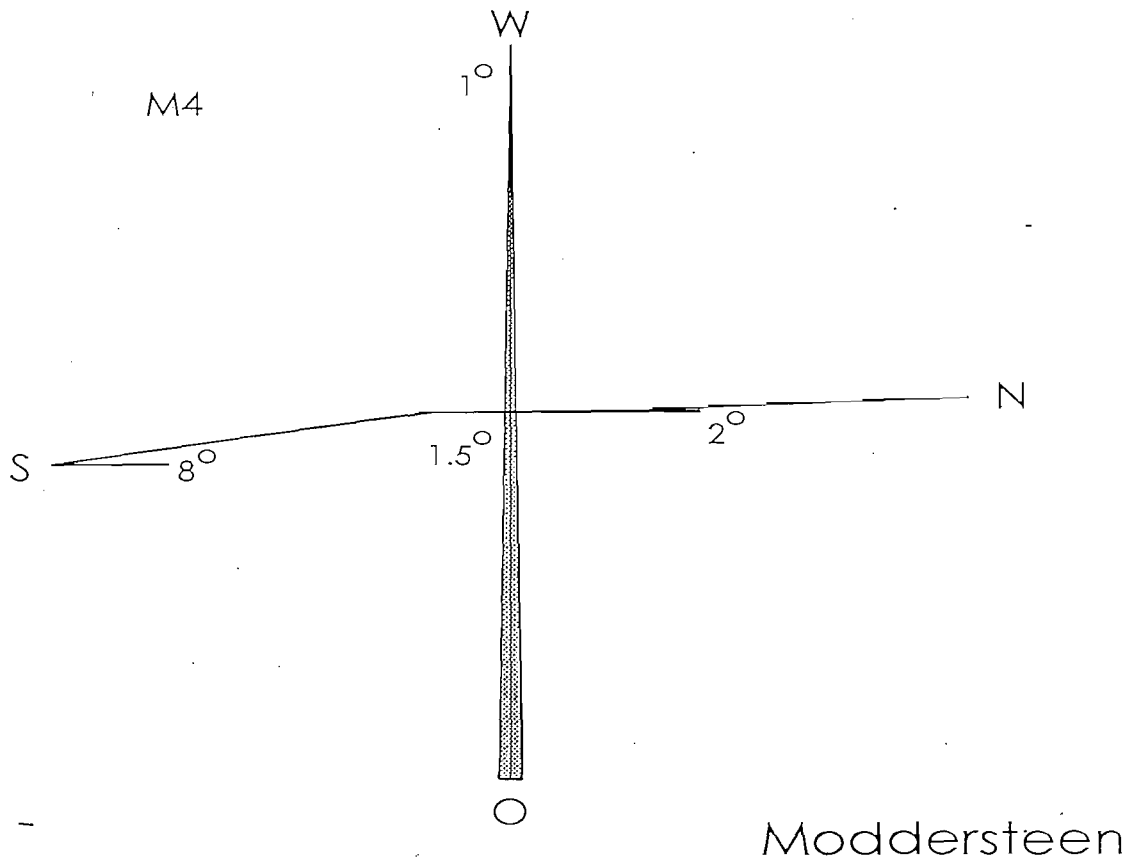
FIGUUR 3.2.12



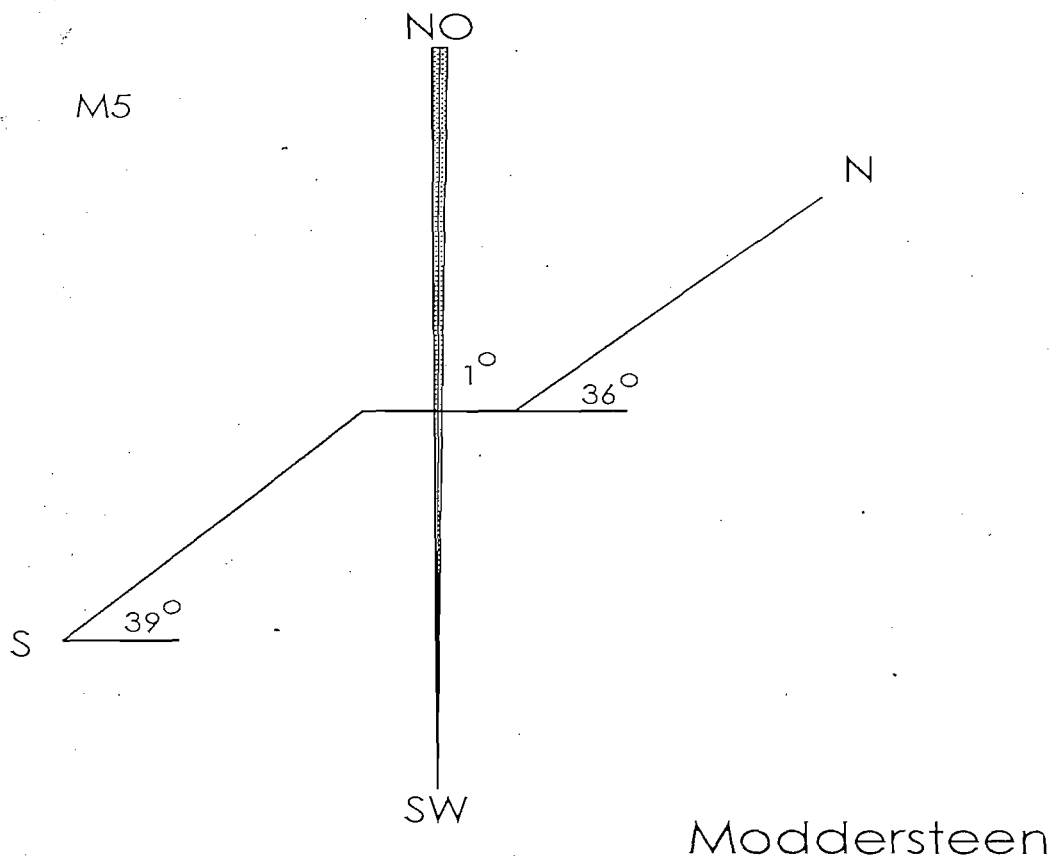
FIGUUR 3.2.13



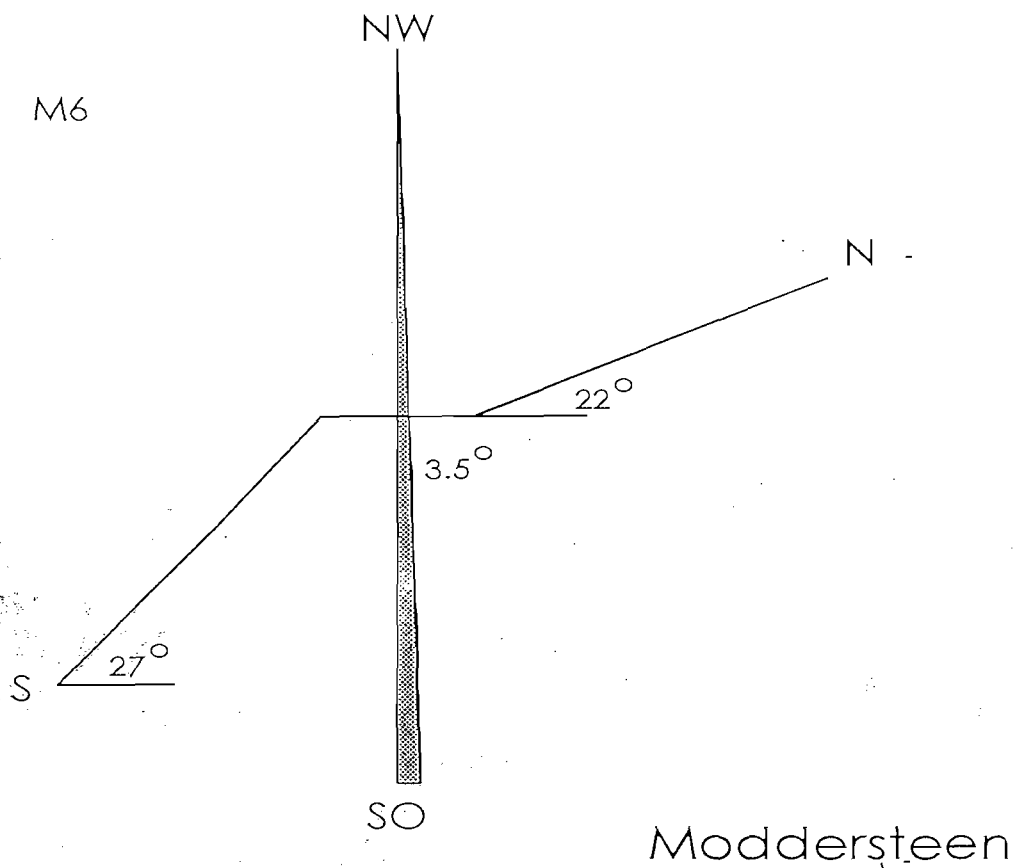
FIGUUR 3.2.14



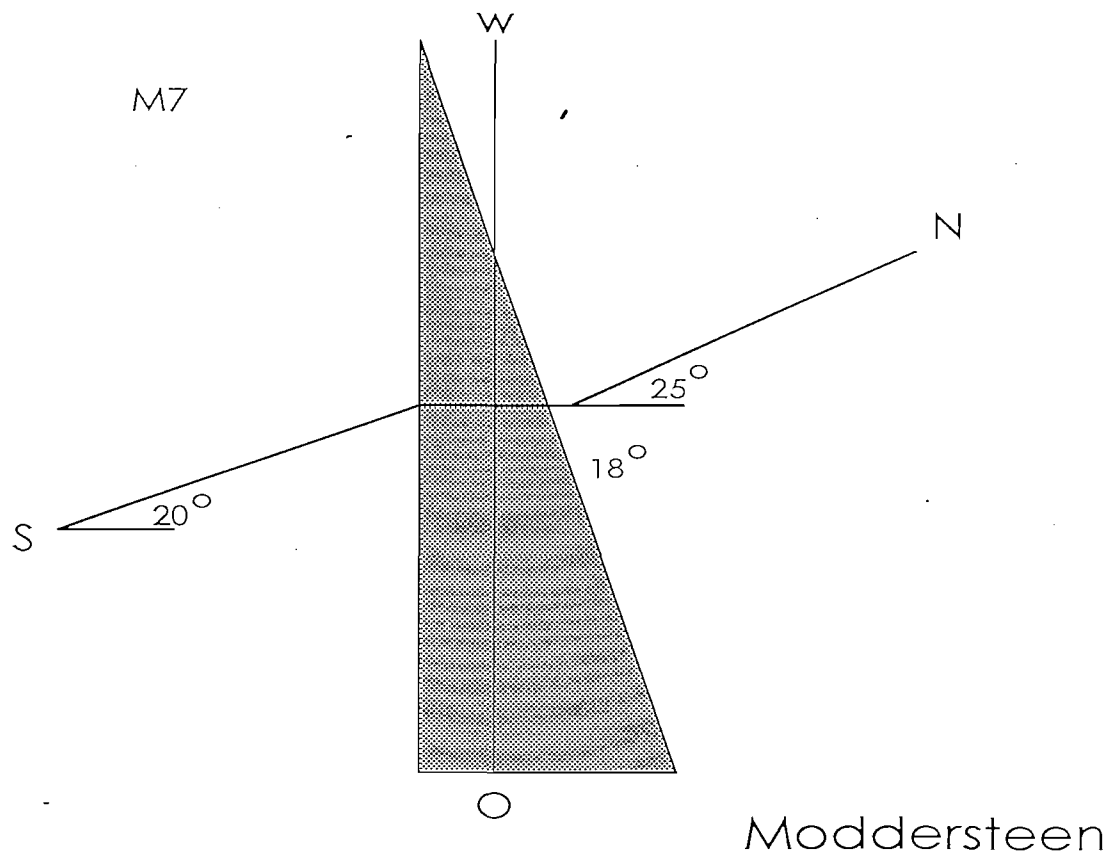
FIGUUR 3.2.15



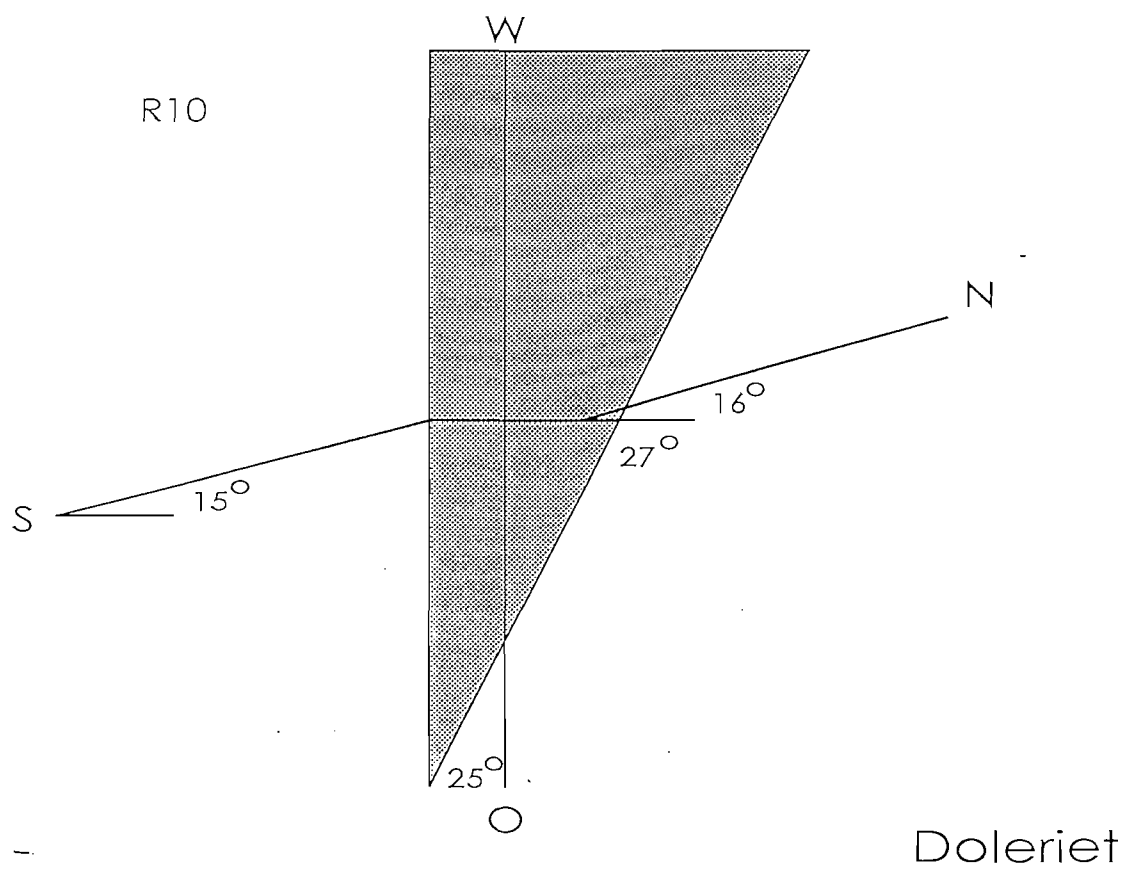
FIGUUR 3.2.16



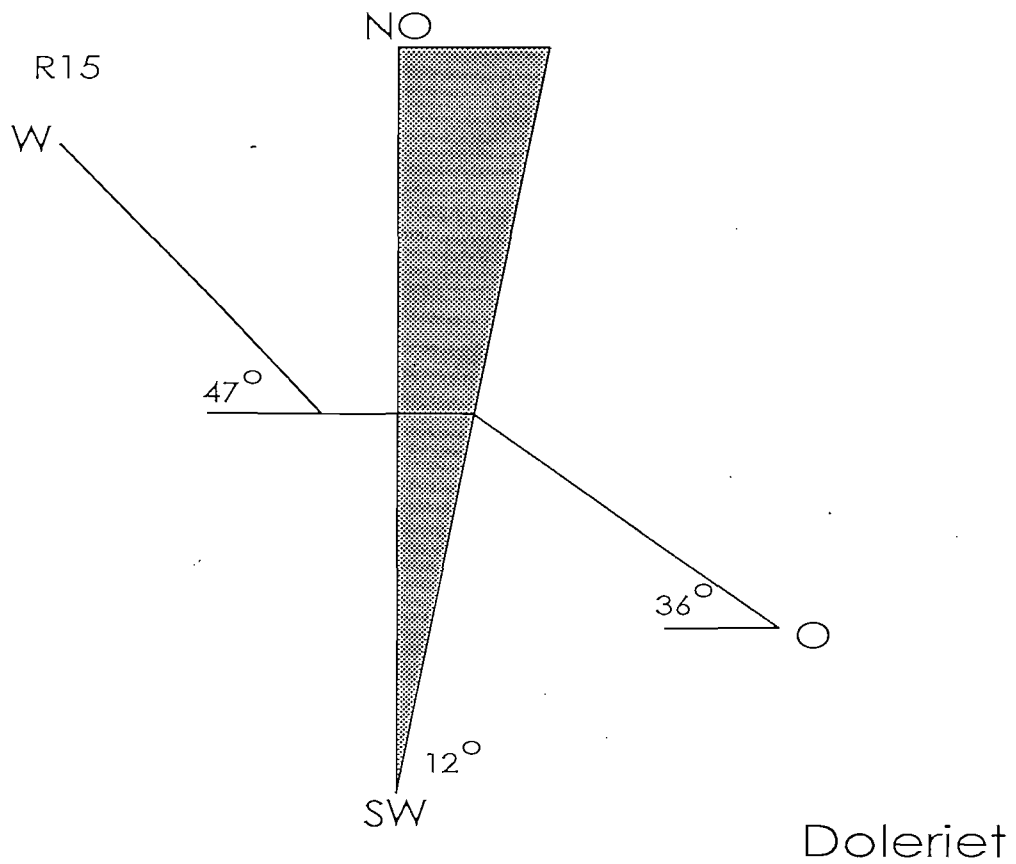
FIGUUR 3.2.17



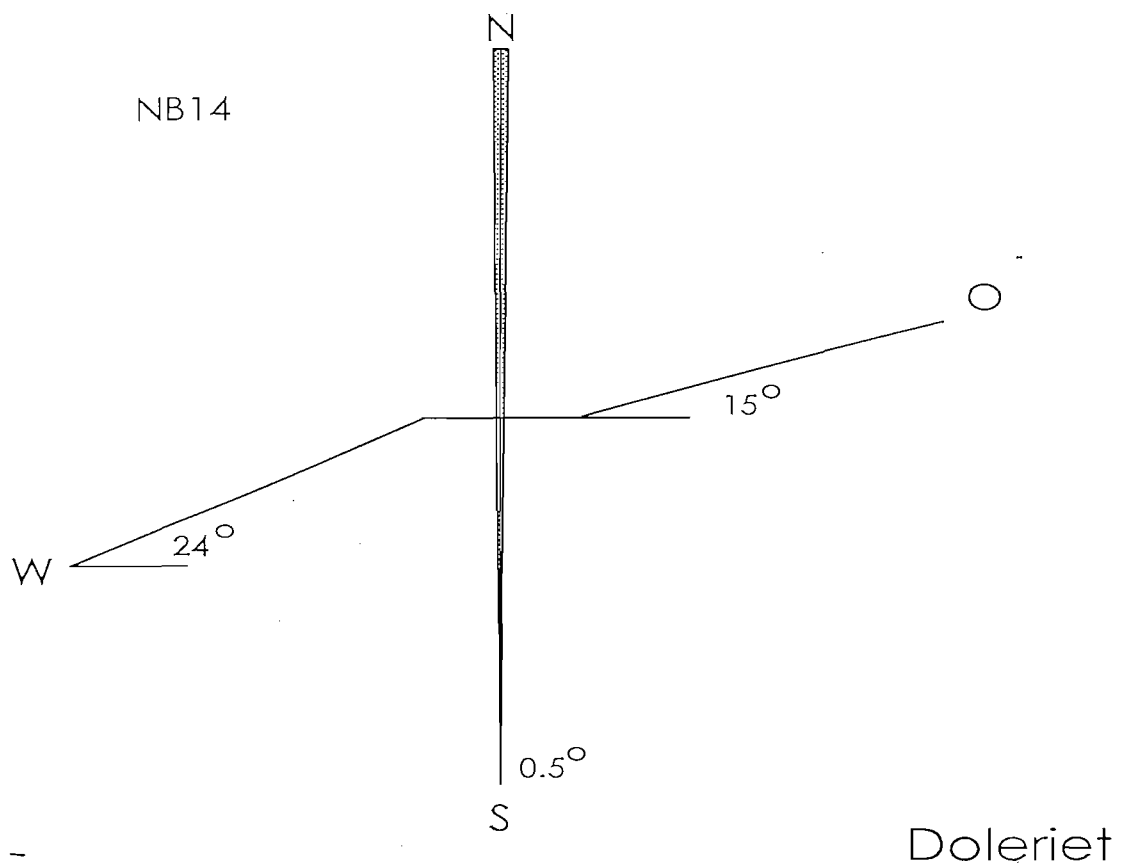
FIGUUR 3.2.18



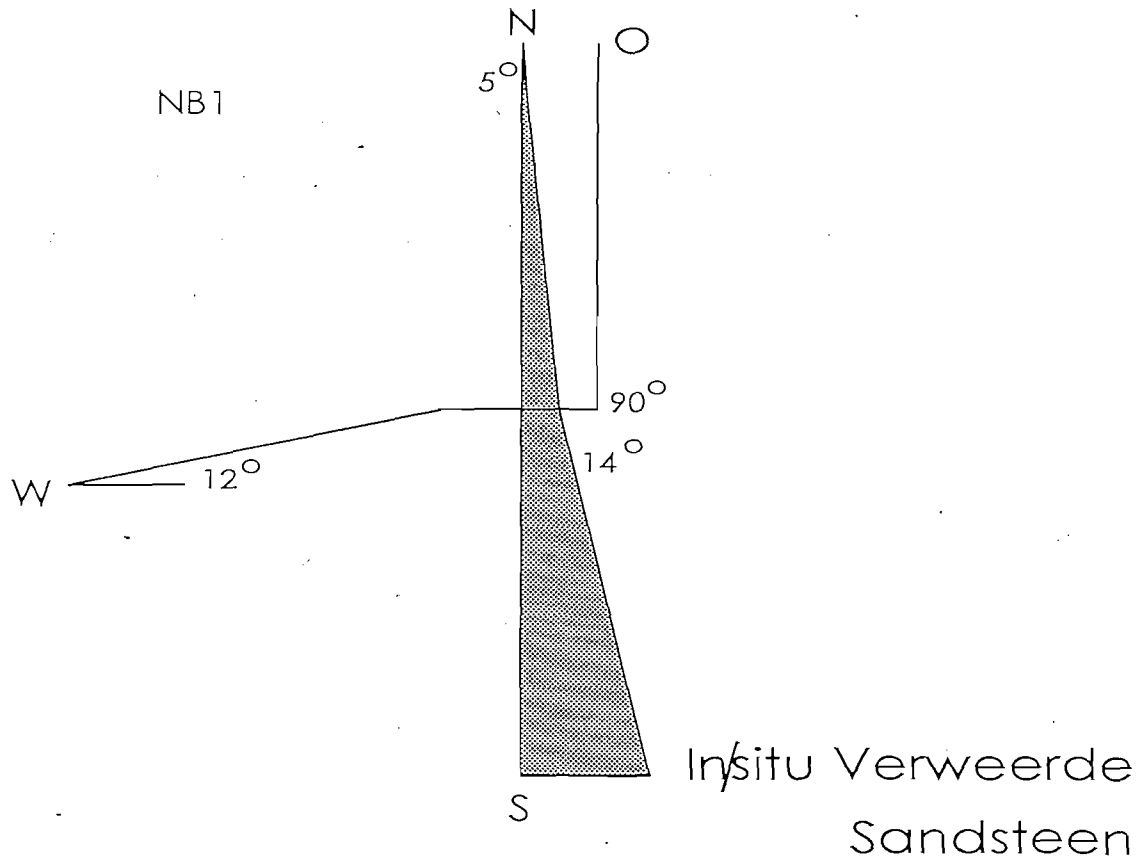
FIGUUR 3.2.19



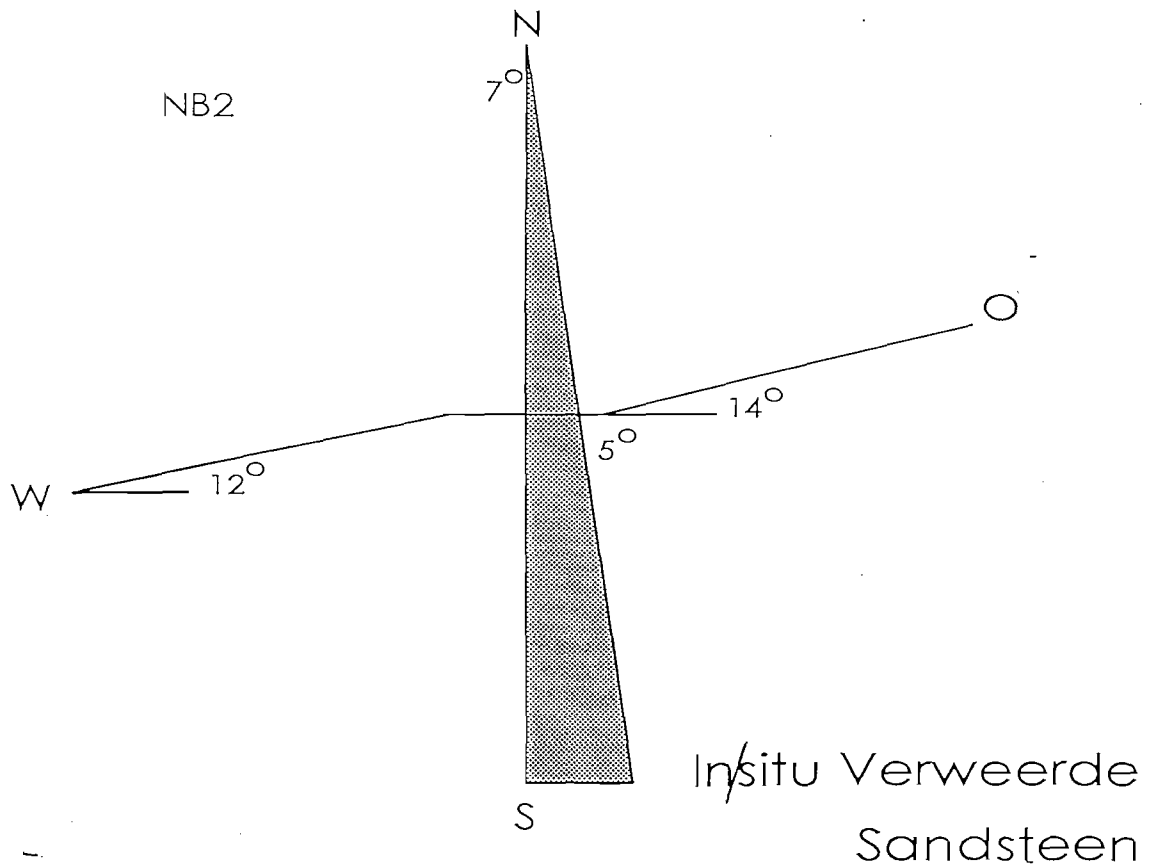
FIGUUR 3.2.20



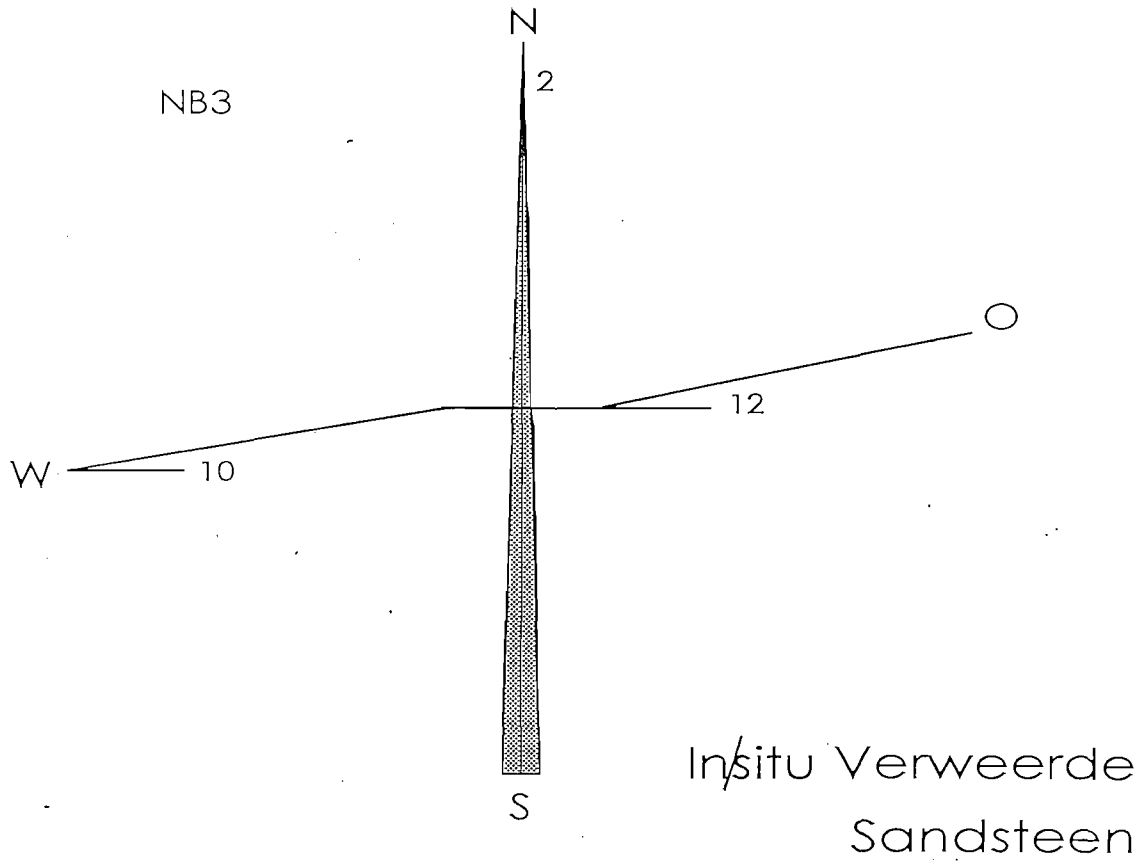
FIGUUR 3.2.21



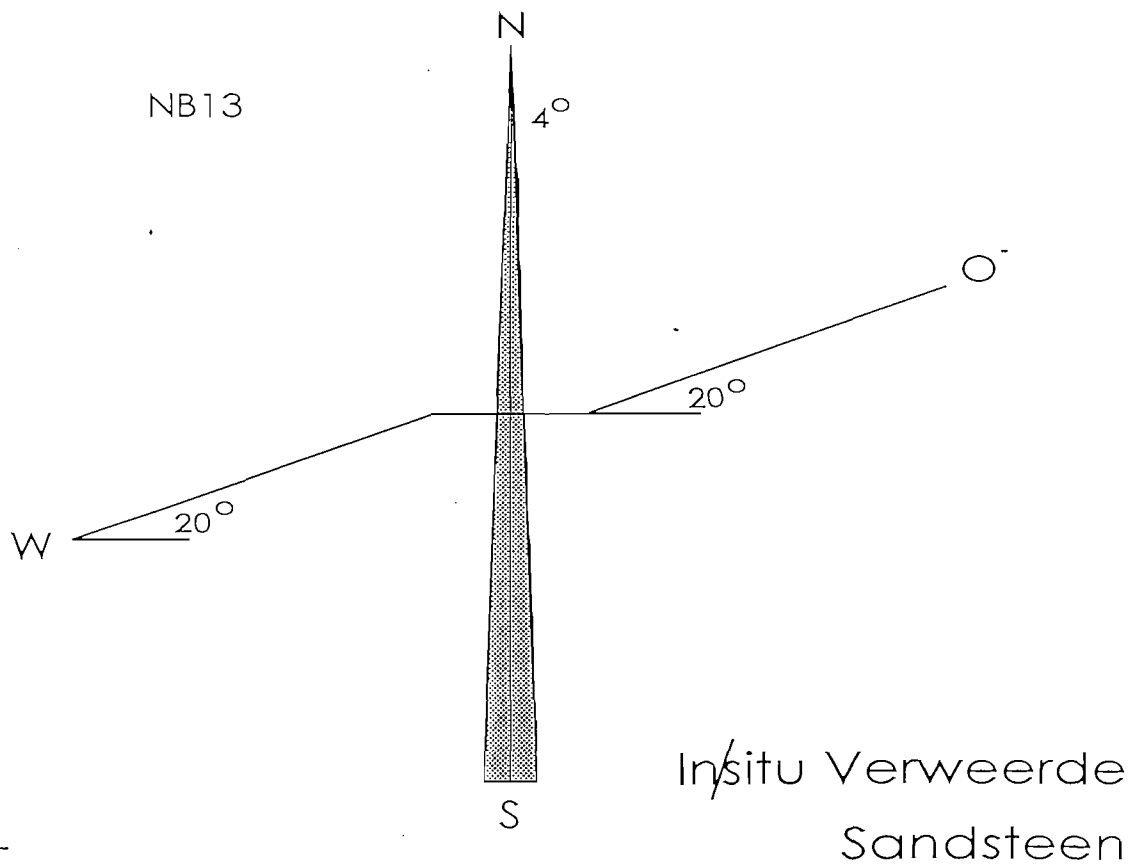
FIGUUR 3.2.22



FIGUUR 3.2.23

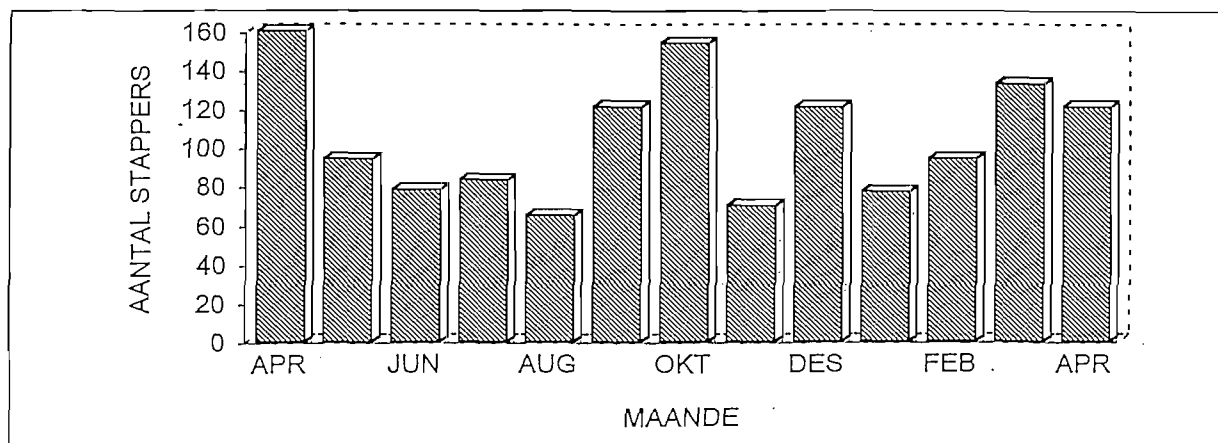


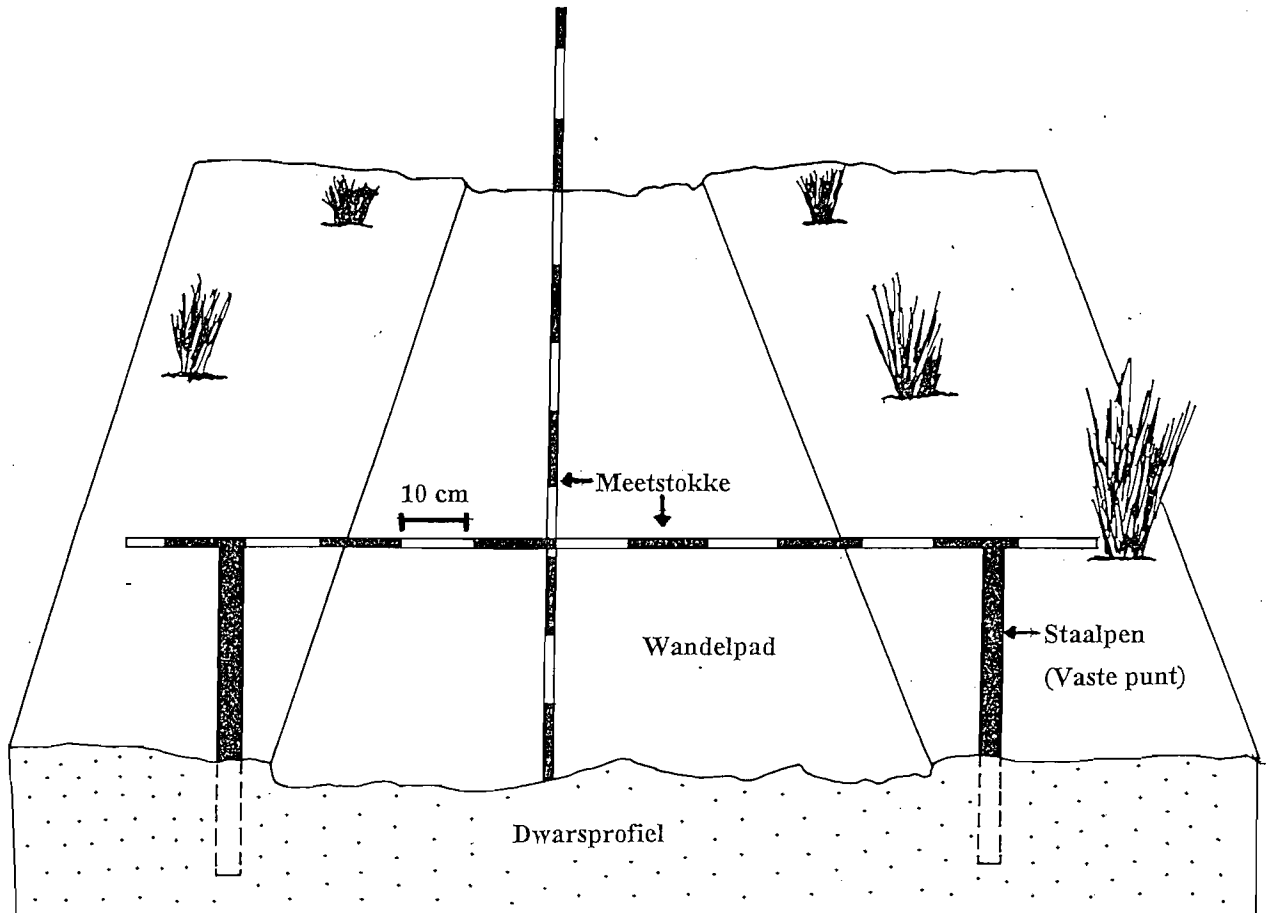
FIGUUR 3.2.24



RIBBOK-VOETSLAANPAD
AANTAL STAPPERS (APR 94 TOT APR 95)

FIGUUR 3.3





DWARSPROFIELMETODE

FIGUUR 3.4

FIGURE 3.5.1 TOT 3.5.25

DWARSPROFIELE VIR DIE EERSTE TYDPERK (DROë TYDPERK) VIR
ELK VAN DIE VERSKILLENDE GESTEENTETIPE/WANDELPAD-
ASSOSIASIES

DWARSPROFIEL R16
1STE TYDPERK

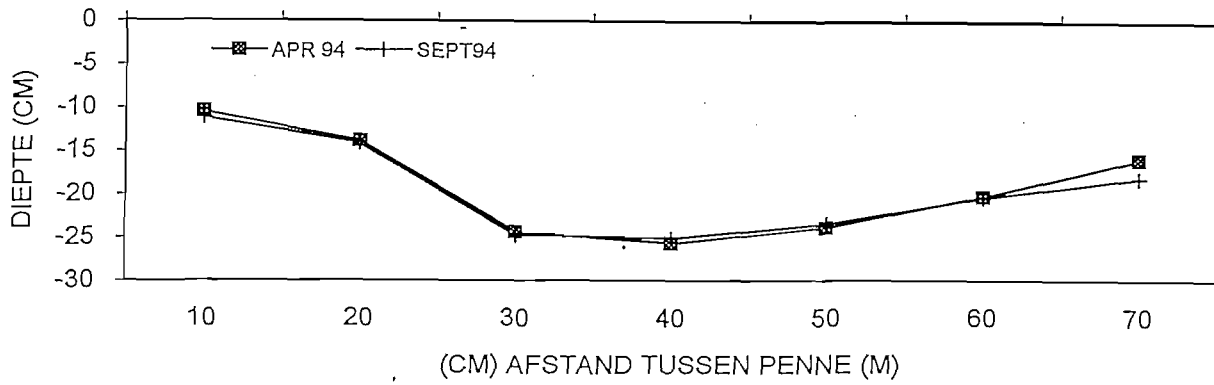


FIG:3.5.1

DWARSPROFIEL R17
1STE TYDPERK

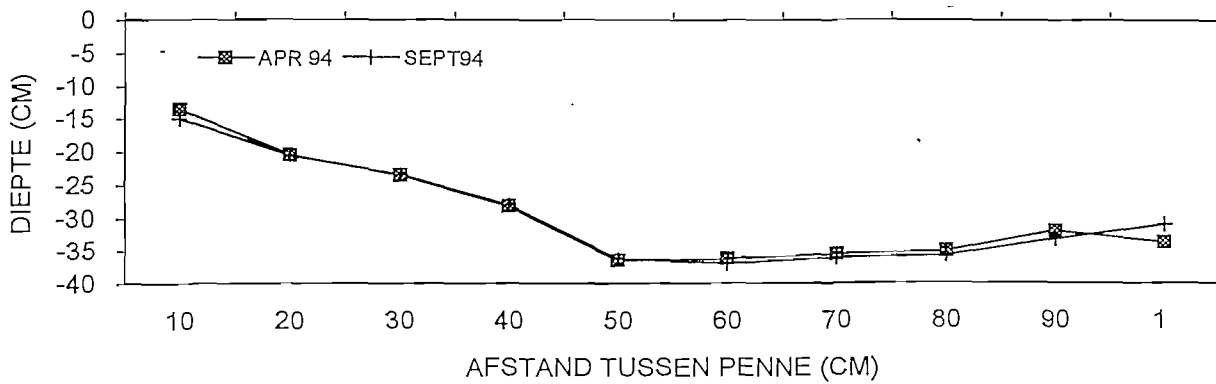


FIG:3.5.2

DWARSPROFIEL R18
1STE TYDPERK

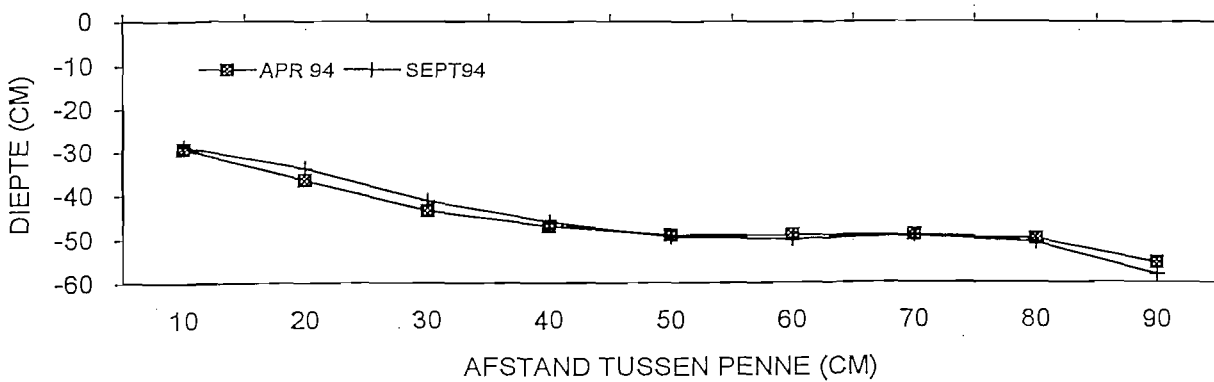


FIG:3.5.3

DWARSPROFIEL R19
1STE TYDPERK

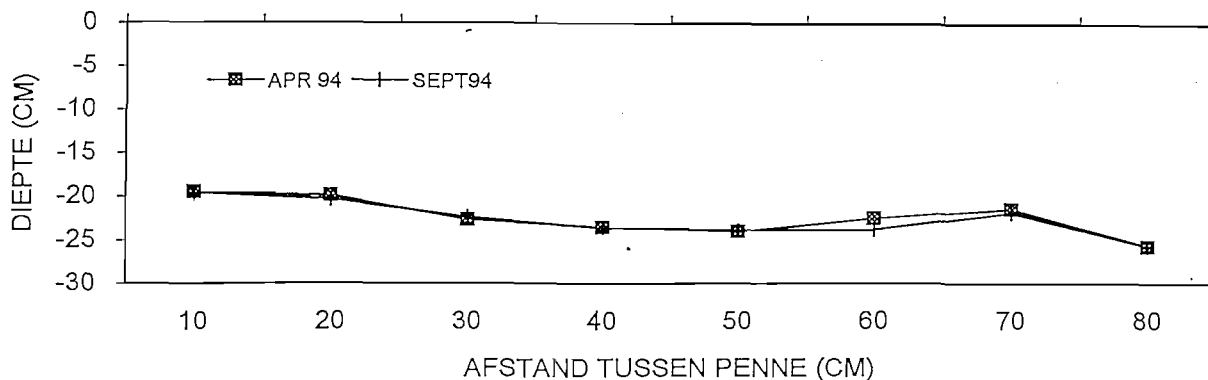


FIG:3.5.4

DWARSPROFIEL R20
1STE TYDPERK

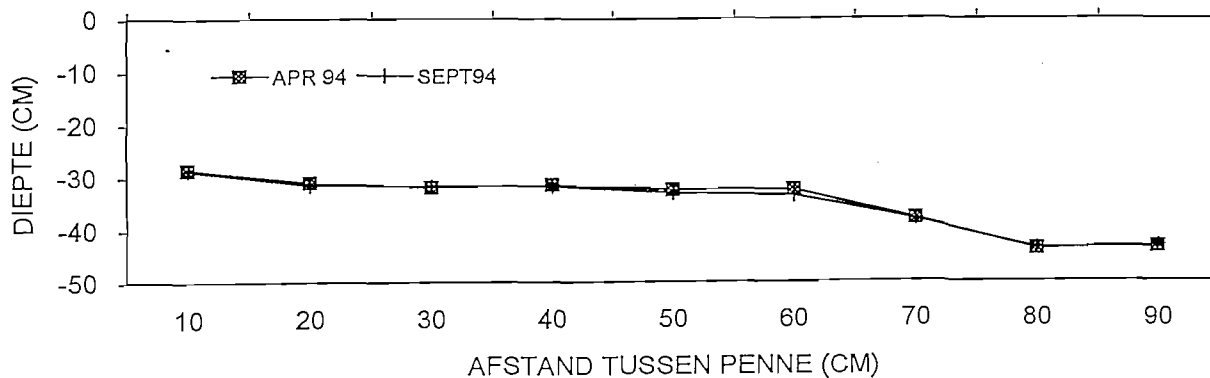


FIG:3.5.5

DWARSPROFIEL R21
1STE TYDPERK

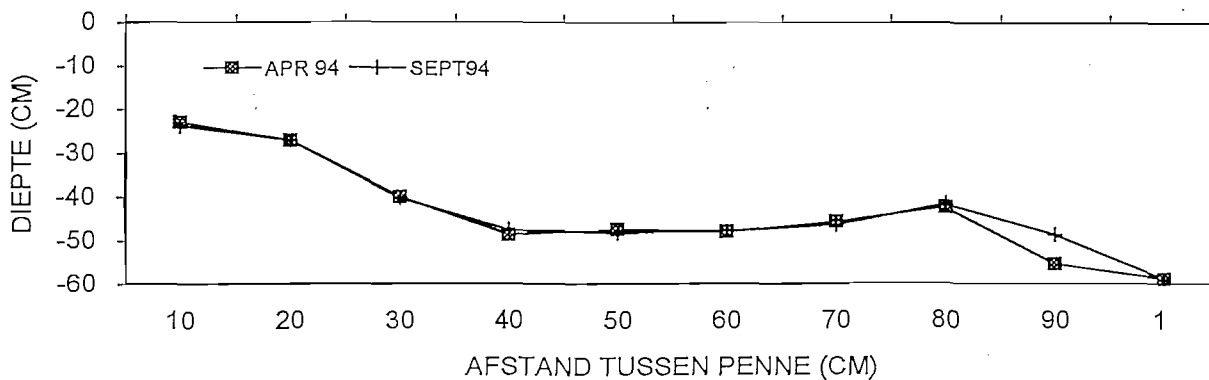


FIG:3.5.6

DWARSPROFIEL R9
1STE TYDPERK

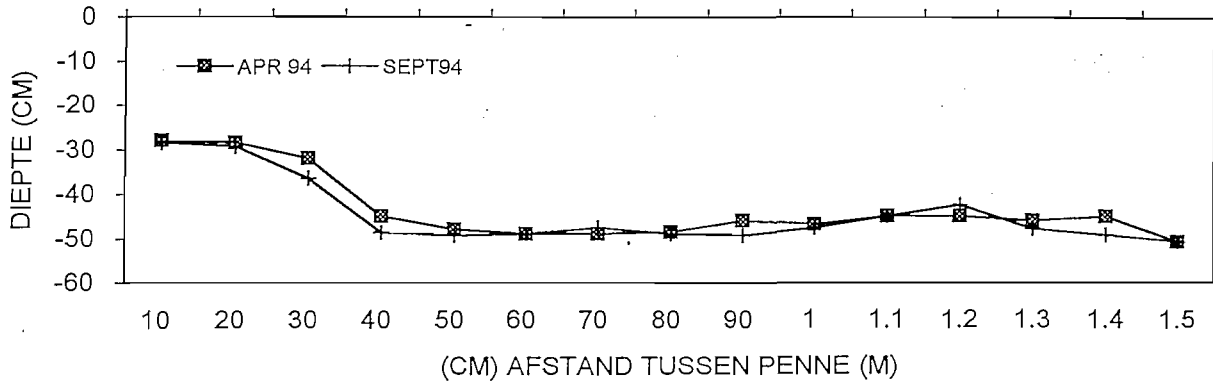


FIG:3.5.7

DWARSPROFIEL R11
1STE TYDPERK

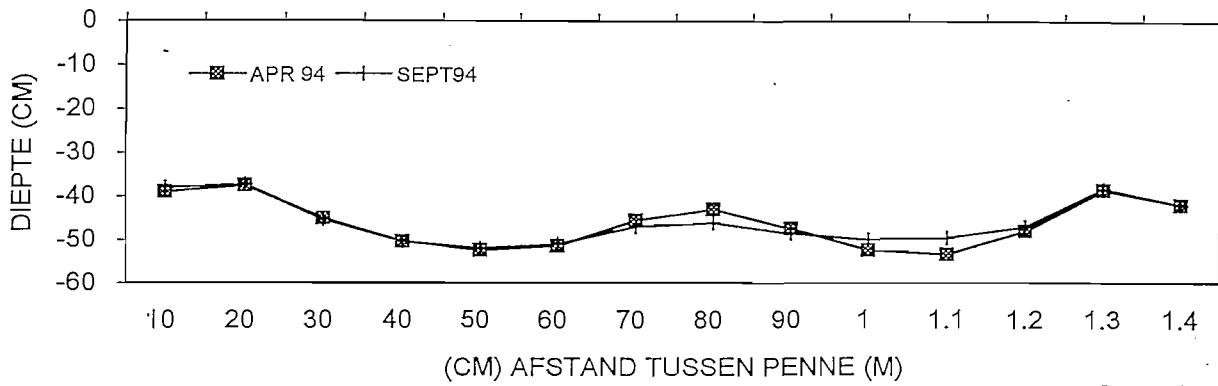


FIG:3.5.8

DWARSPROFIEL R12
1STE TYDPERK

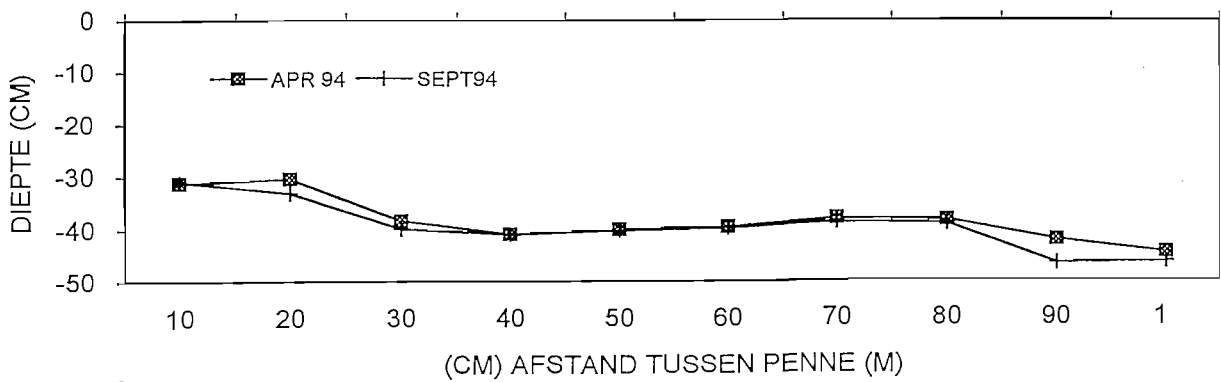


FIG:3.5.9

DWARSPROFIEL R13
1STE TYDPERK

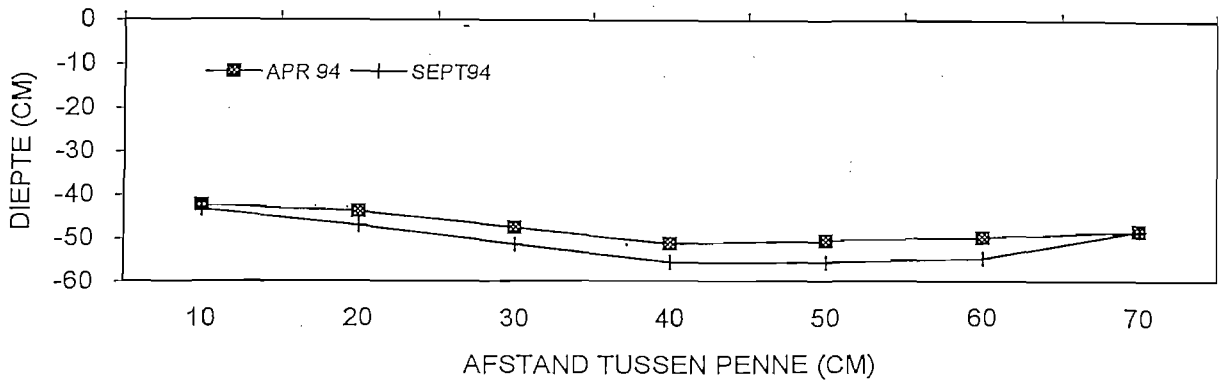


FIG:3.5.10

DWARSPROFIEL R14
1STE TYDPERK

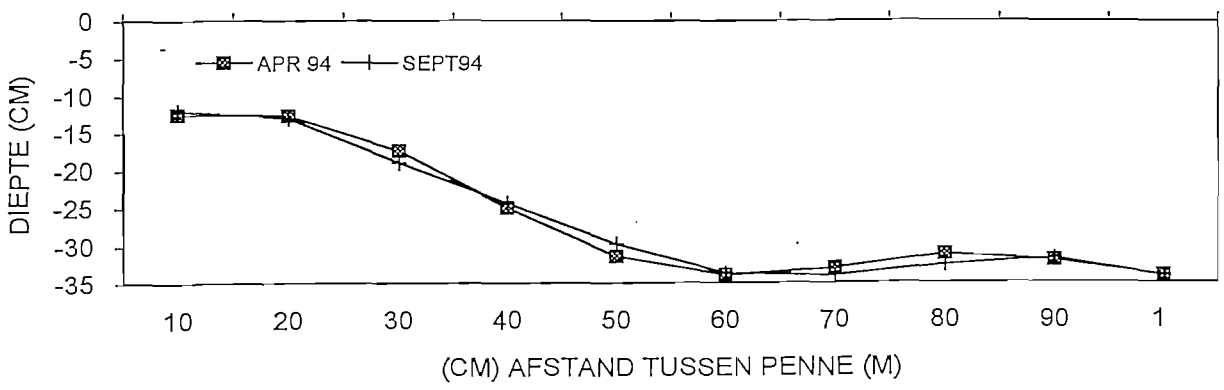


FIG:3.5.11

DWARSPROFIEL M1
1STE TYDPERK

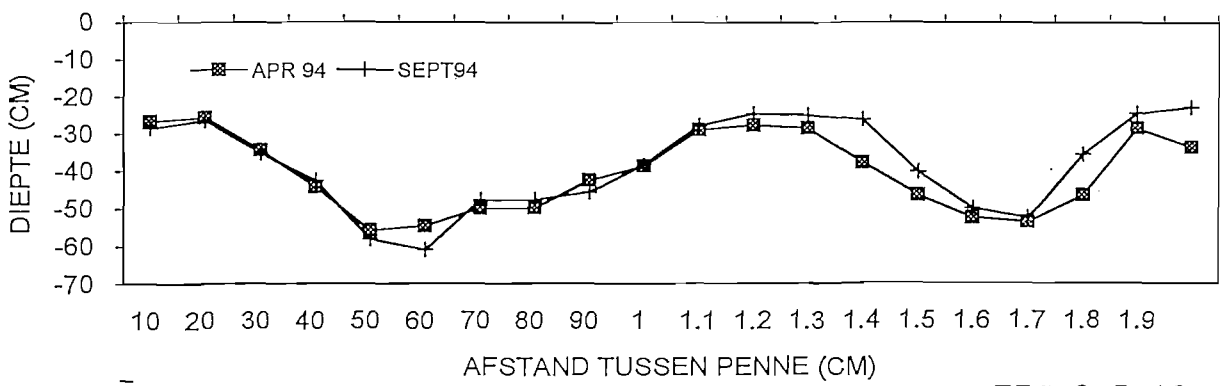


FIG:3.5.12

DWARSPROFIEL M2
1STE TYDPERK

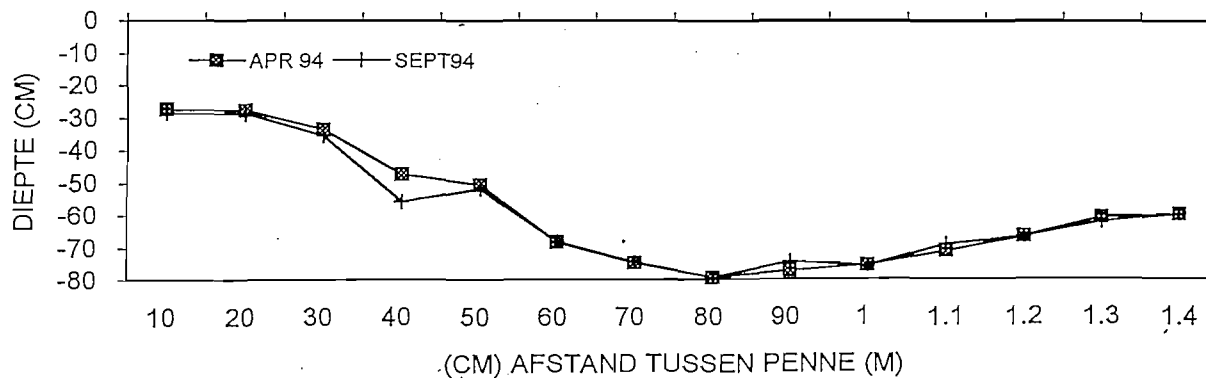


FIG:3.5.13

DWARSPROFIEL M3
1STE TYDPERK

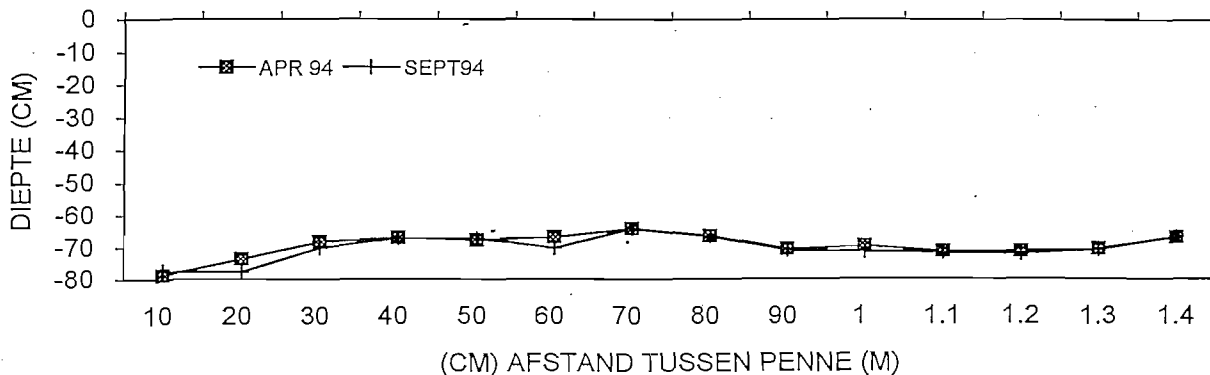


FIG:3.5.14

DWARSPROFIEL M4
1STE TYDPERK

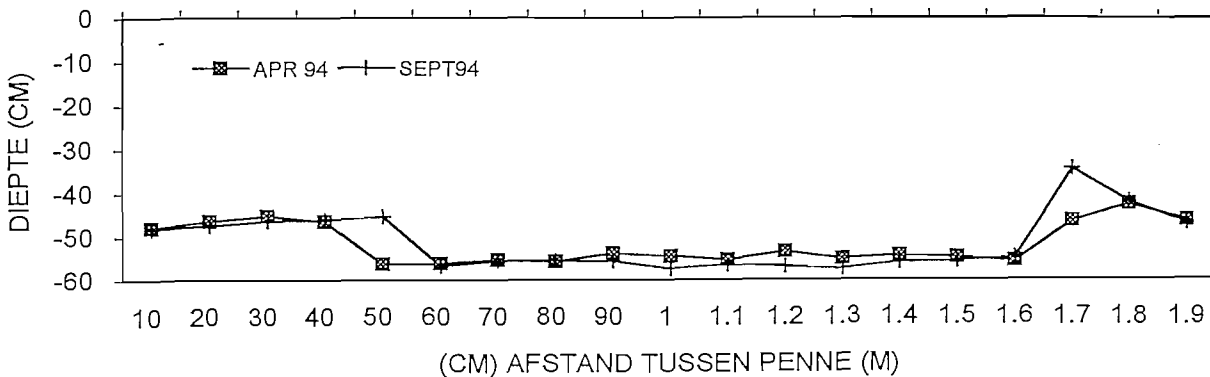


FIG:3.5.15

DWARSPROFIEL M5
1STE TYDPERK

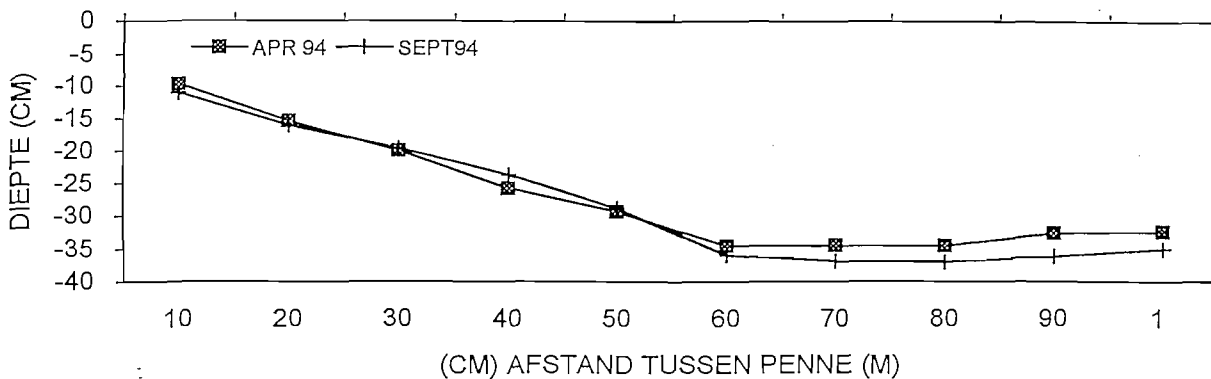


FIG:3.5.16

DWARSPROFIEL M6
1STE TYDPERK

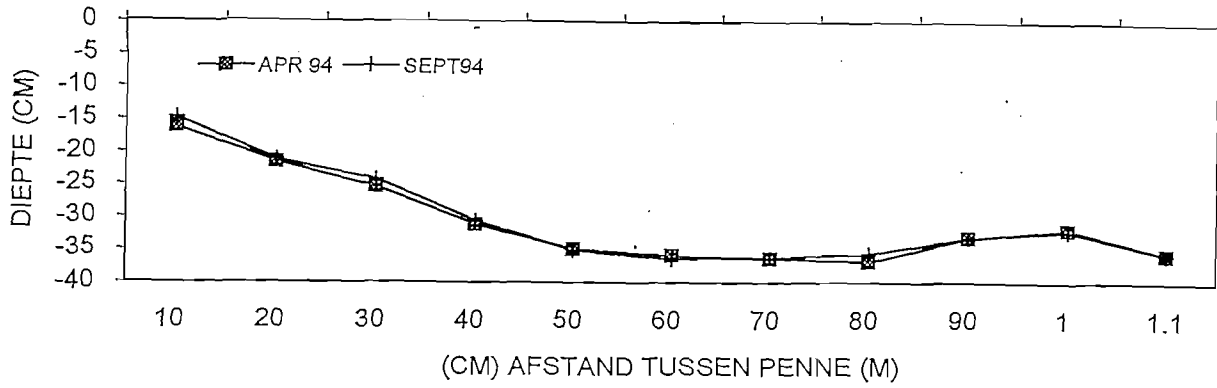


FIG:3.5.17

DWARSPROFIEL M7
1STE TYDPERK

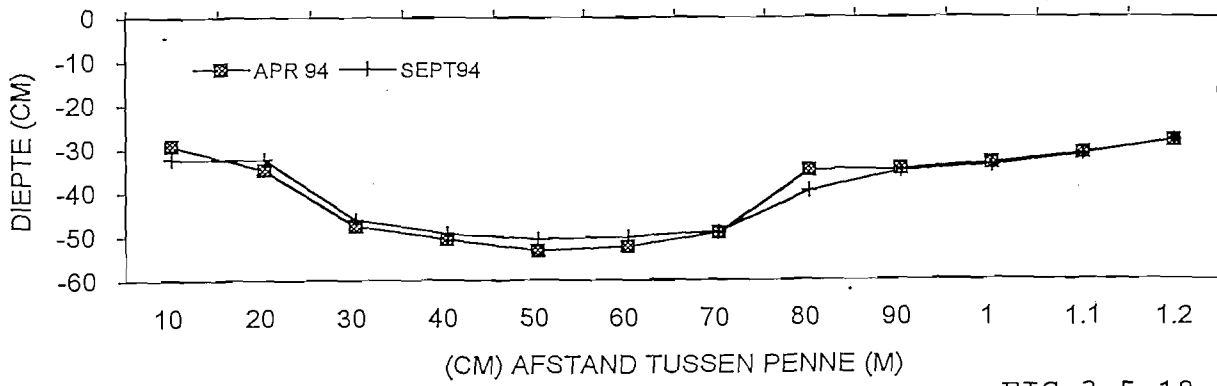


FIG:3.5.18

DWARSPROFIEL R10
1STE TYDPERK

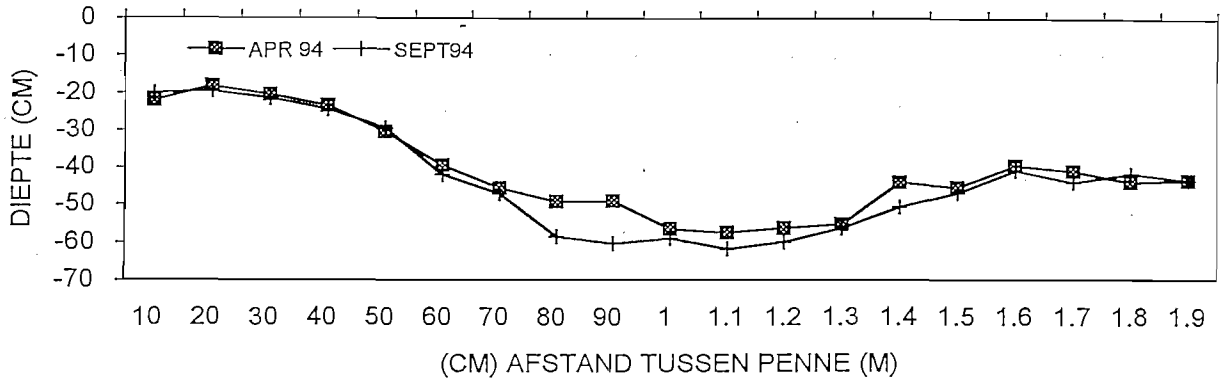


FIG:3.5.19

DWARSPROFIEL R15
1STE TYDPERK

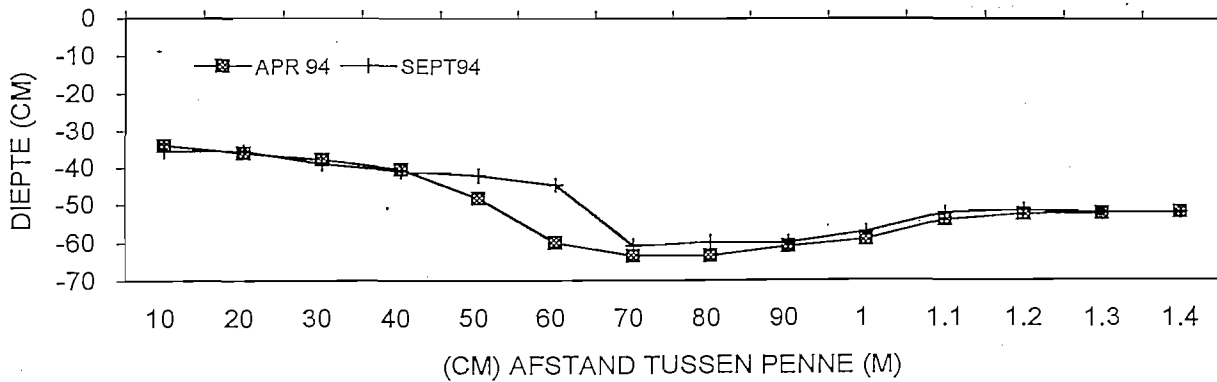


FIG:3.5.20

DWARSPROFIEL NB14
1STE TYDPERK

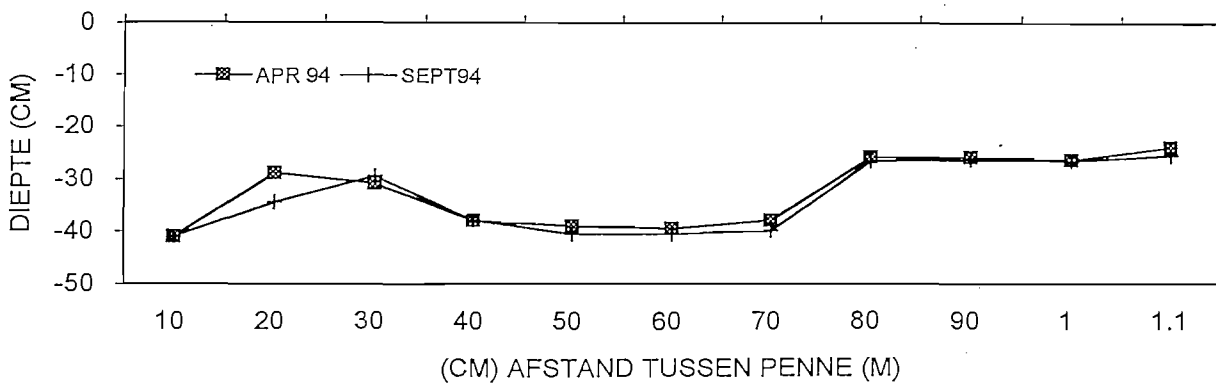


FIG:3.5.21

DWARSPROFIEL NB1
1STE TYDPERK

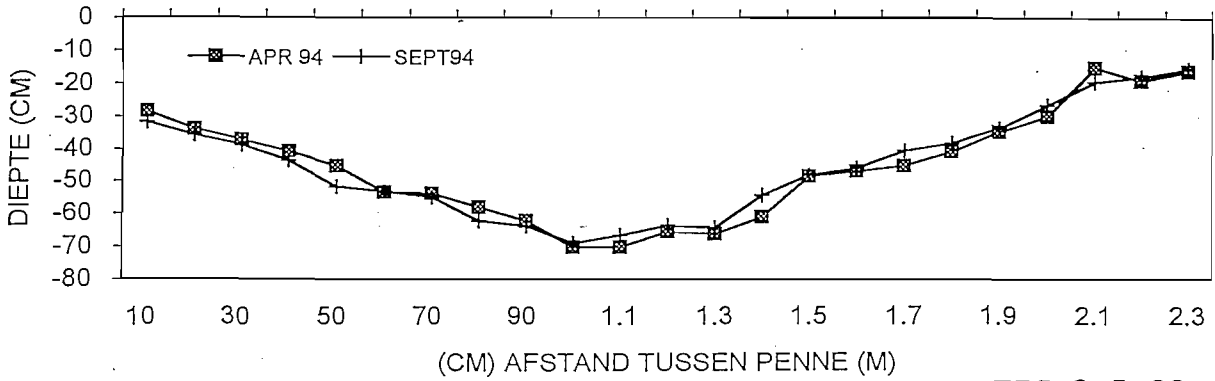


FIG:3.5.22

DWARSPROFIEL NB2
1STE TYDPERK

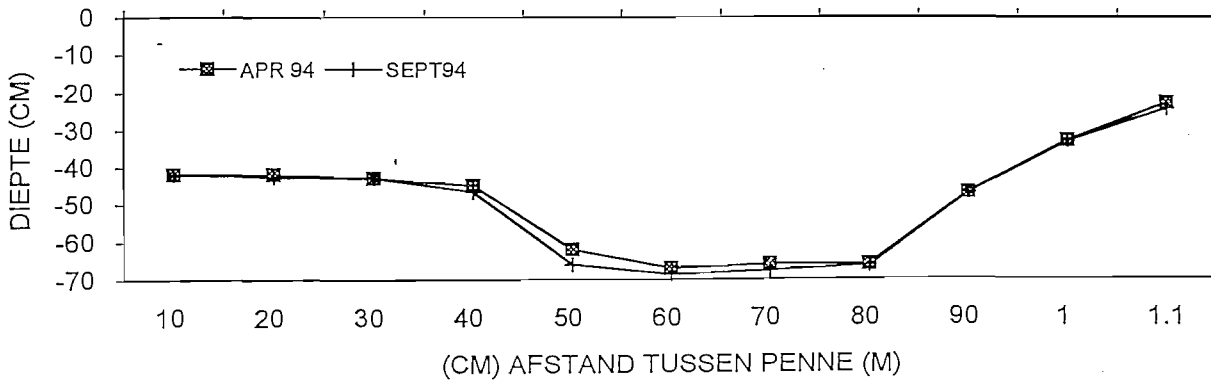


FIG:3.5.23

DWARSPROFIEL NB3
1STE TYDPERK

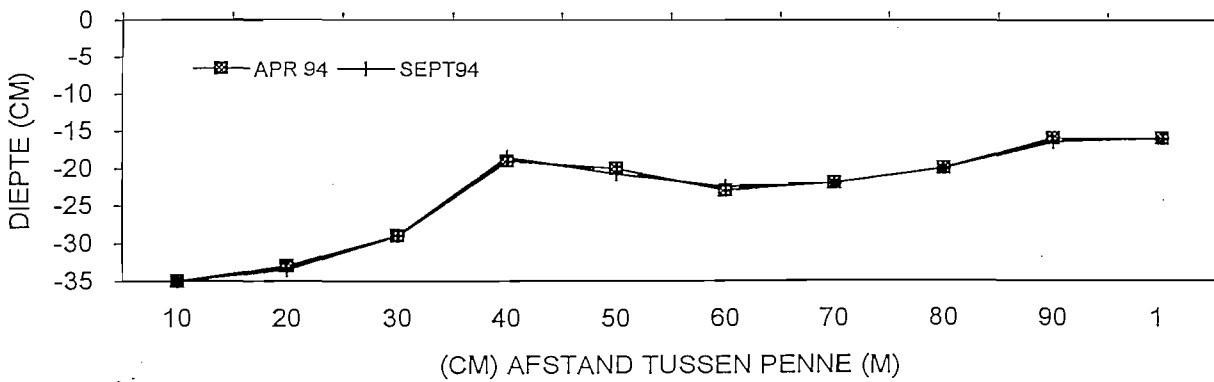


FIG:3.5.24

DWARSPROFIEL NB13
1STE TYDPERK

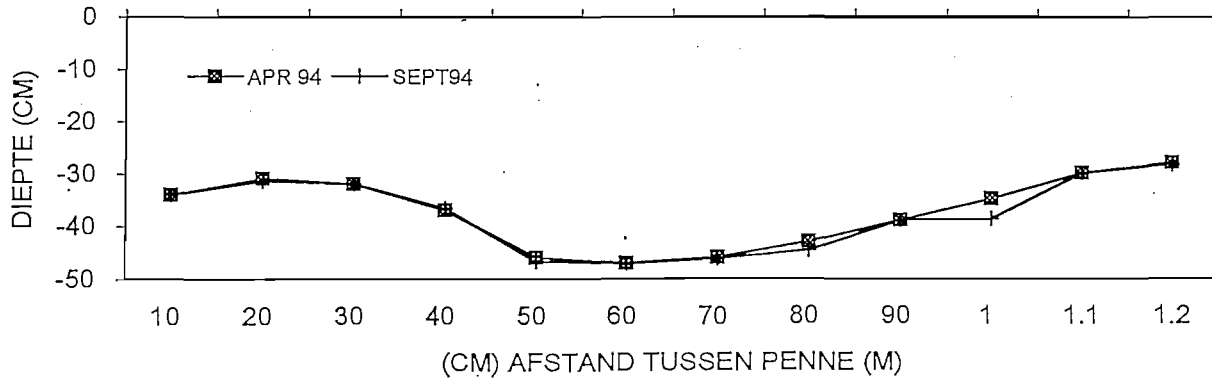


FIG:3.5.25

FIGURE 3.5.25 TOT 3.5.45

DWARSPROFIELE VIR DIE TWEEDE TYDPERK (NAT TYDPERK) VIR
ELK VAN DIE VERSKILLENDE GESTEENTETIPE/WANDELPAD-
ASSOSIASIES

DWARSPROFIEL R16
2DE TYDPERK

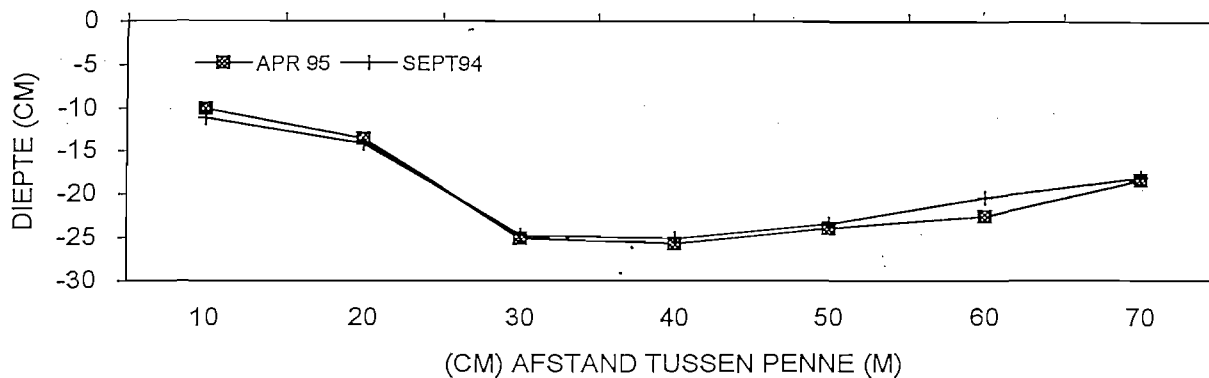


FIG:3.5.26

DWARSPROFIEL R18
2DE TYDPERK

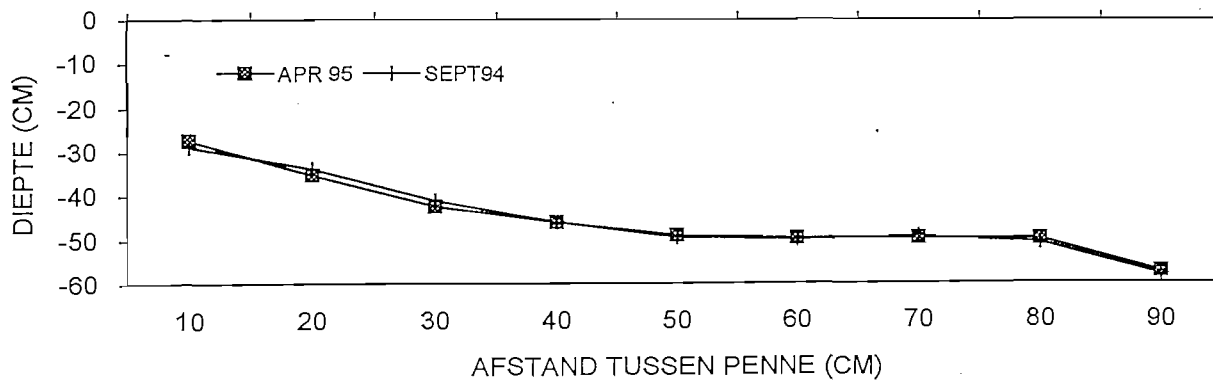


FIG:3.5.27

DWARSPROFIEL R19
2DE TYDPERK

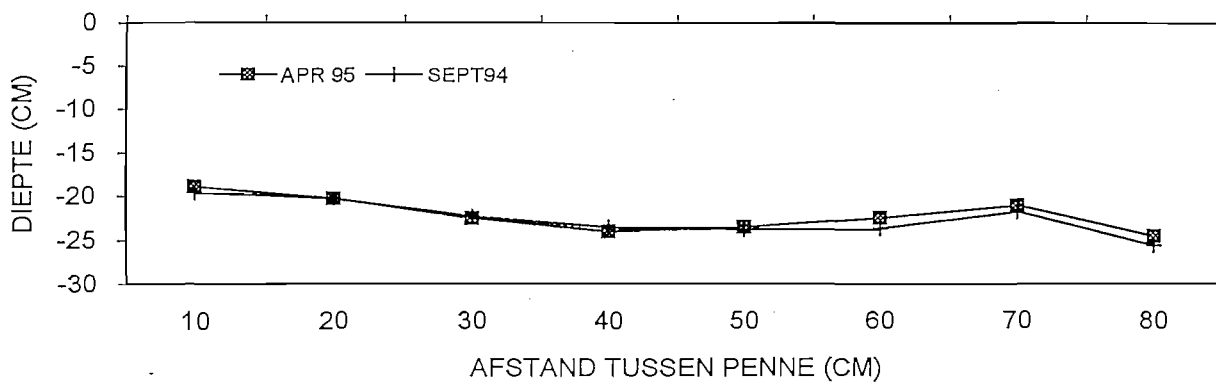


FIG:3.5.28

DWARSPROFIEL R20
2DE TYDPERK

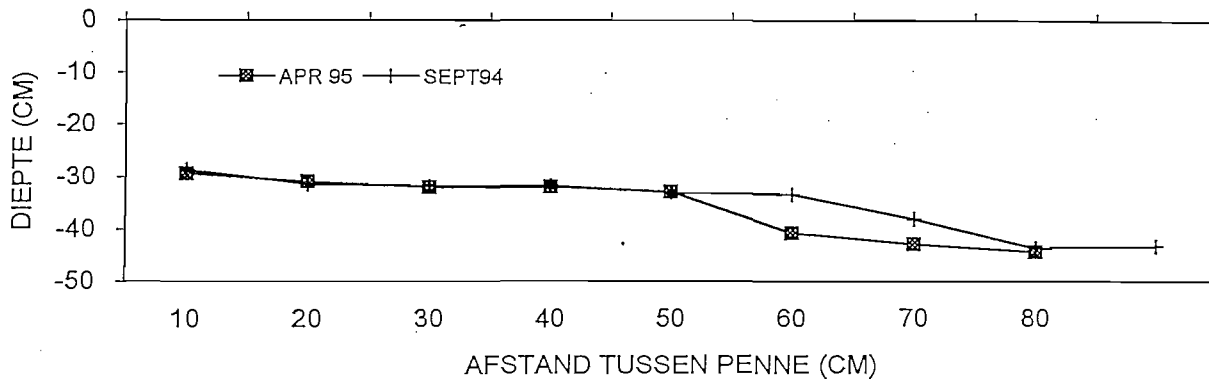


FIG:3.5.29

DWARSPROFIEL R21
2DE TYDPERK

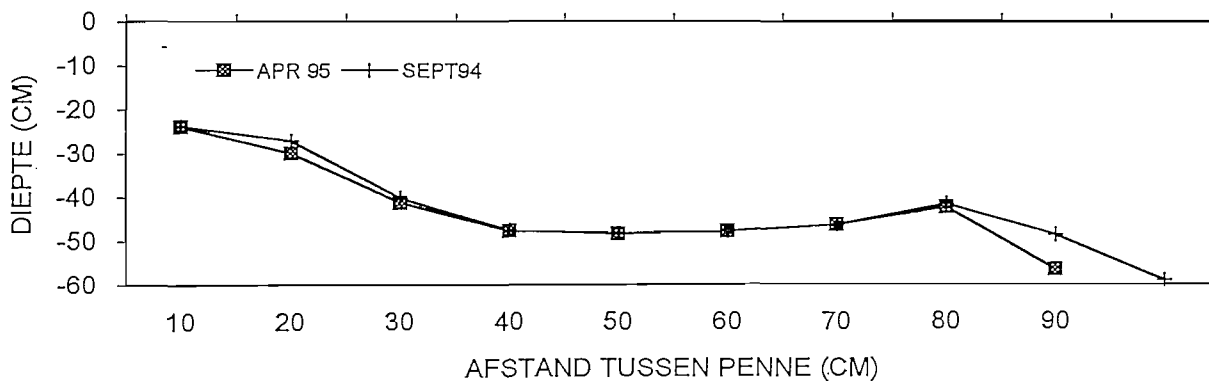


FIG:3.5.30

DWARSPROFIEL R11
2DE TYDPERK

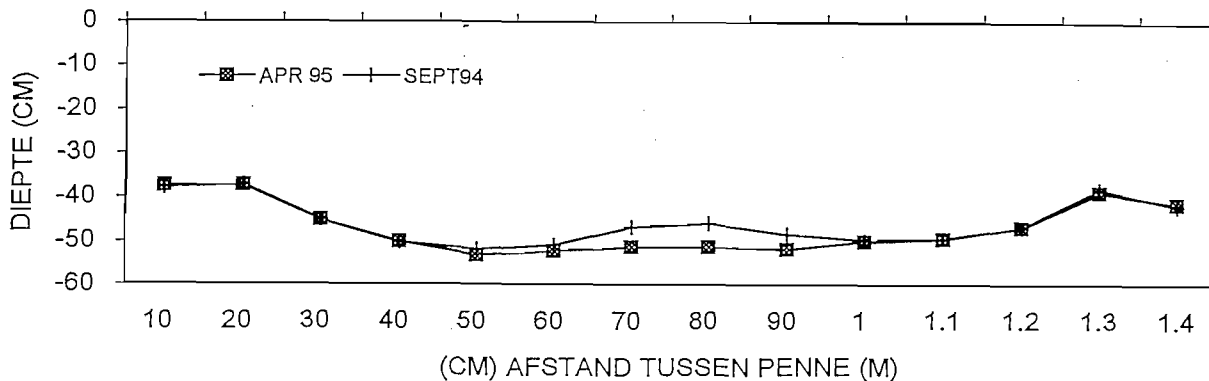


FIG:3.5.31

DWARSPROFIEL R12
2DE TYDPERK

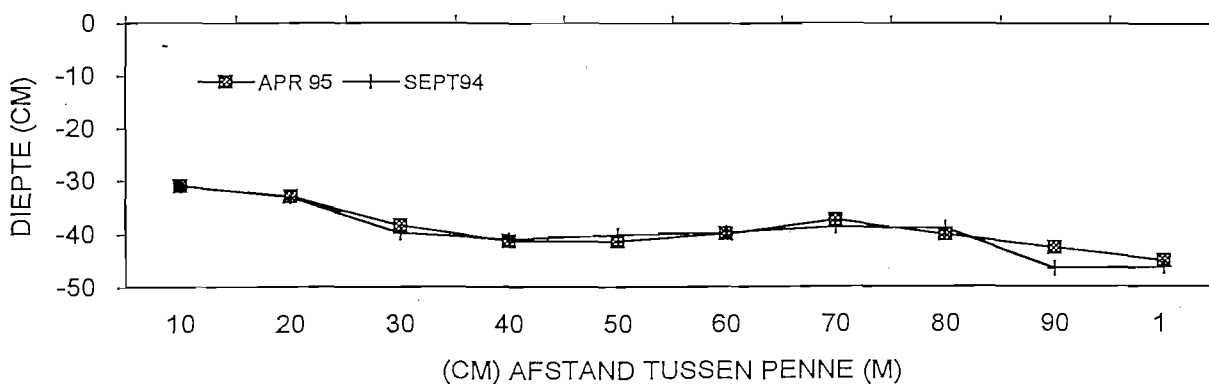


FIG:3.5.32

DWARSPROFIEL R14
2DE TYDPERK

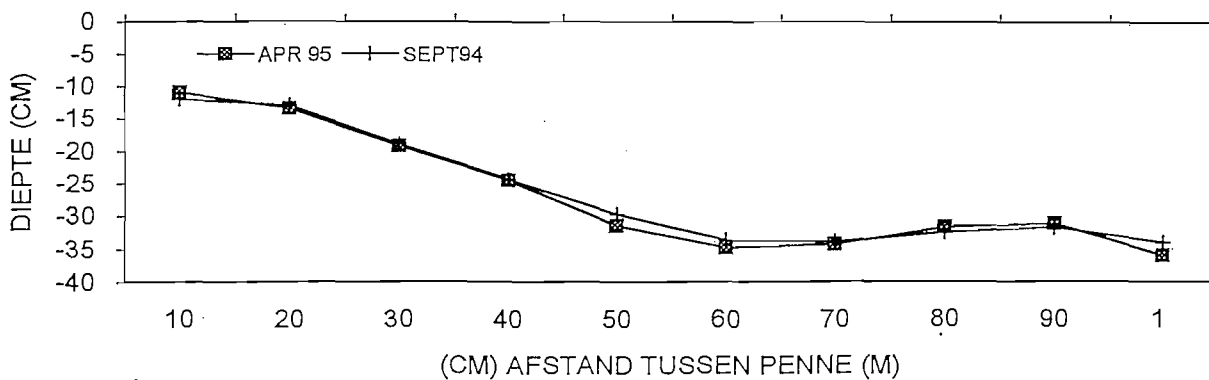


FIG:3.5.33

DWARSPROFIEL M1
2DE TYDPERK

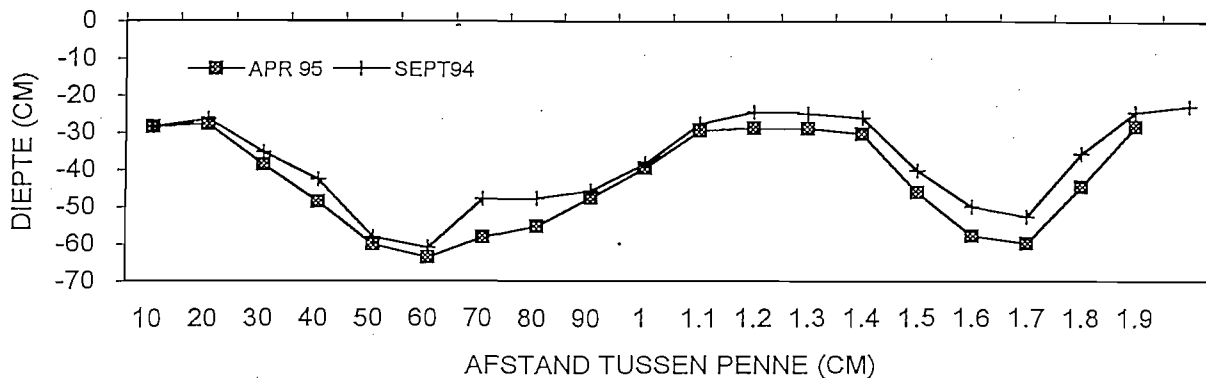


FIG:3.5.34

DWARSPROFIEL M3
2DE TYDPERK

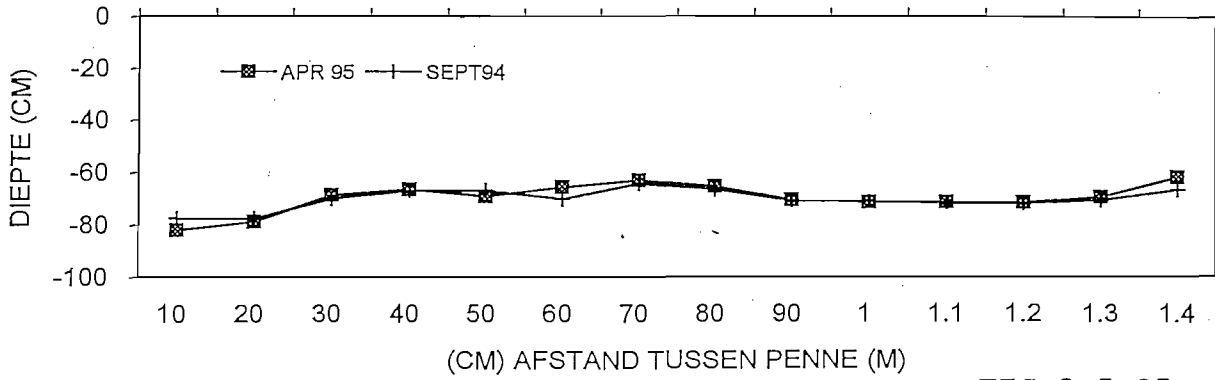


FIG:3.5.35

DWARSPROFIEL M4
2DE TYDPERK

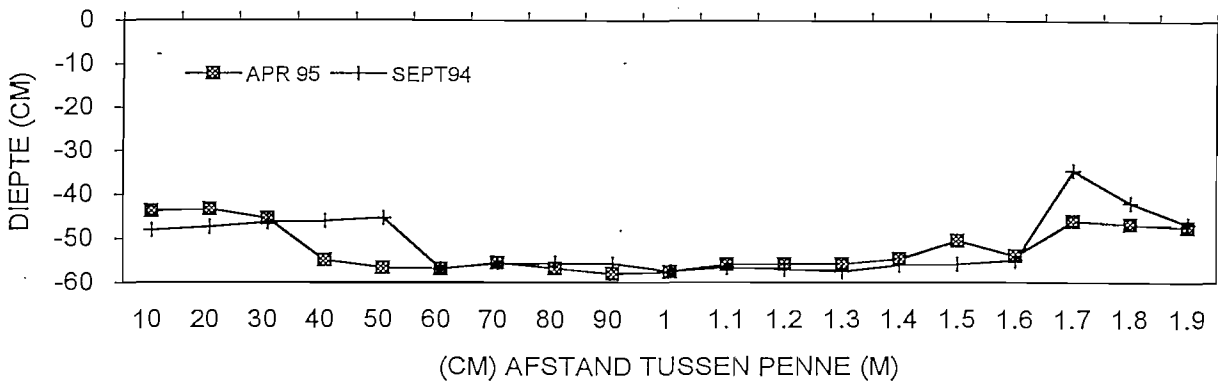


FIG:3.5.36

DWARSPROFIEL M6
2DE TYDPERK

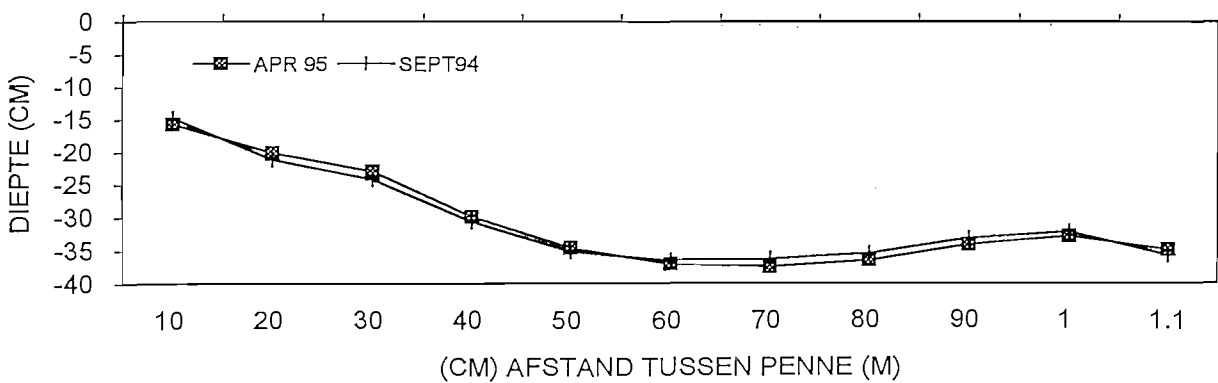


FIG:3.5.37

DWARSPROFIEL M7
2DE TYDPERK

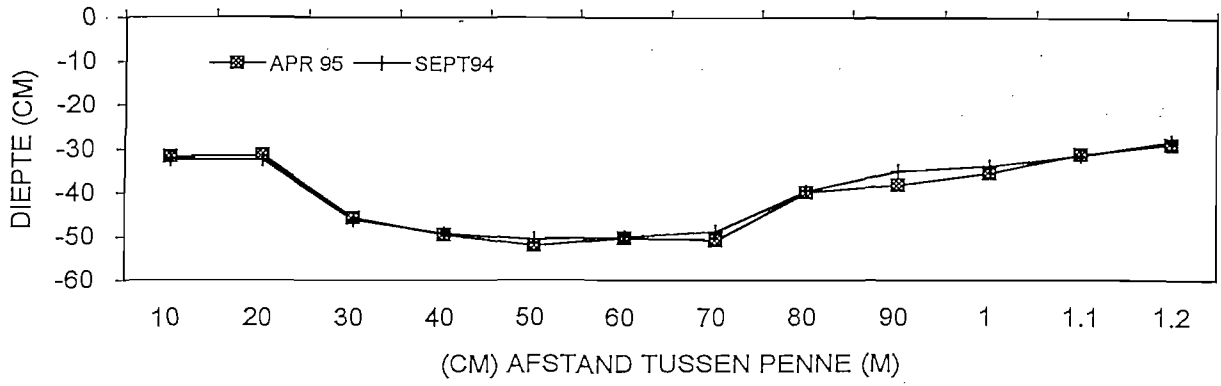


FIG: 3.5.38

DWARSPROFIEL R10
2DE TYDPERK

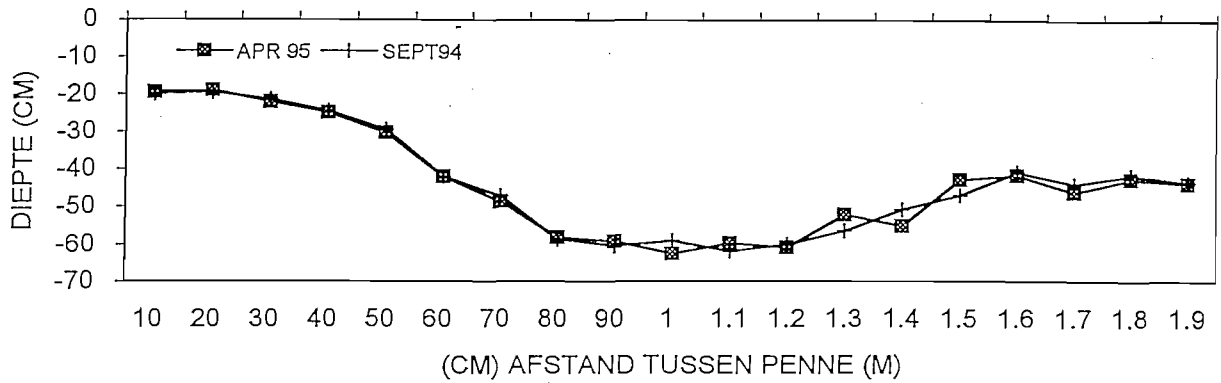


FIG:3.5.39

DWARSPROFIEL R15
2DE TYDPERK

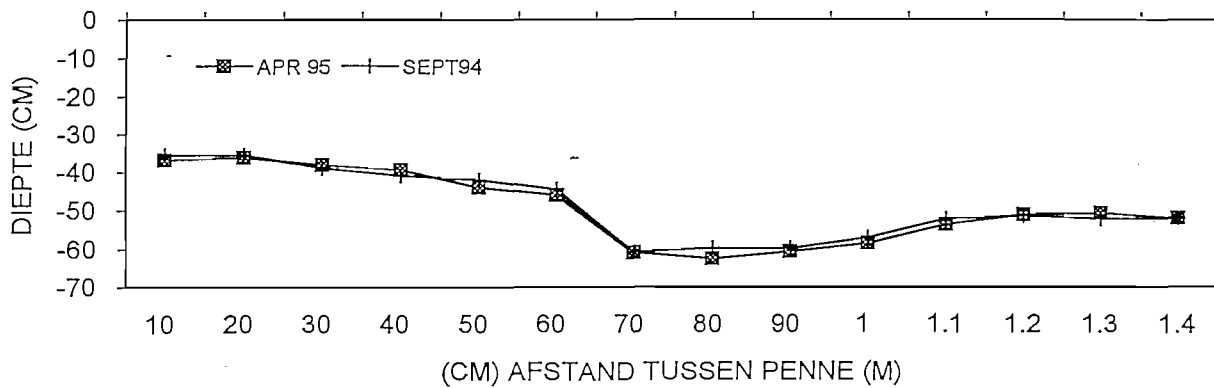


FIG:3.5.40

DWARSPROFIEL NB14
2DE TYDPERK

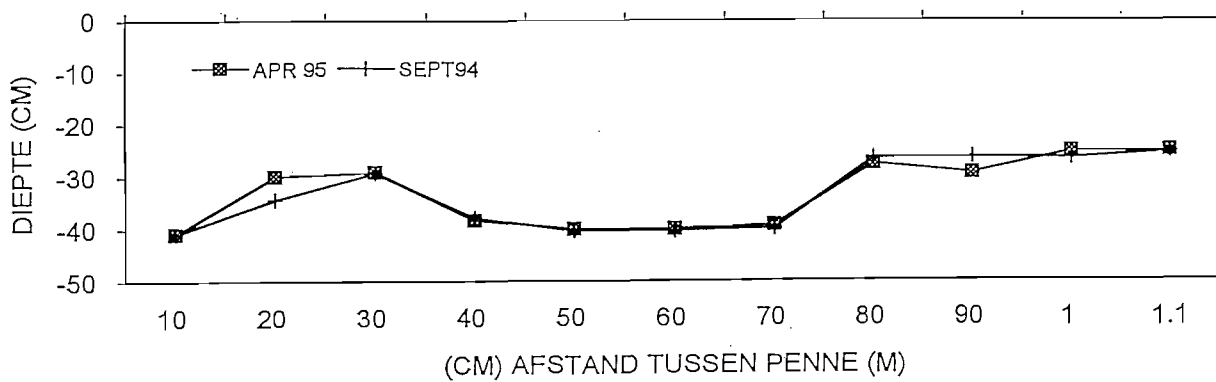


FIG:3.5.41

DWARSPROFIEL NB1
2DE TYDPERK

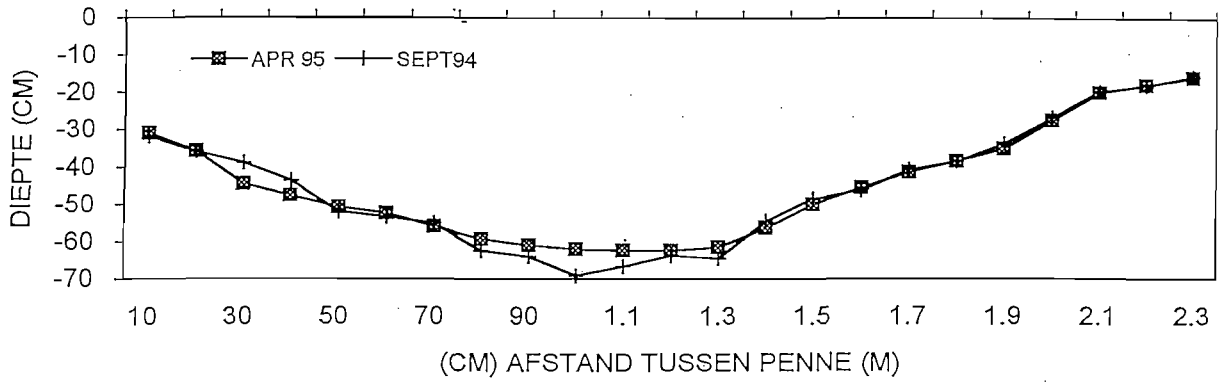


FIG:3.5.42

DWARSPROFIEL NB2
2DE TYDPERK

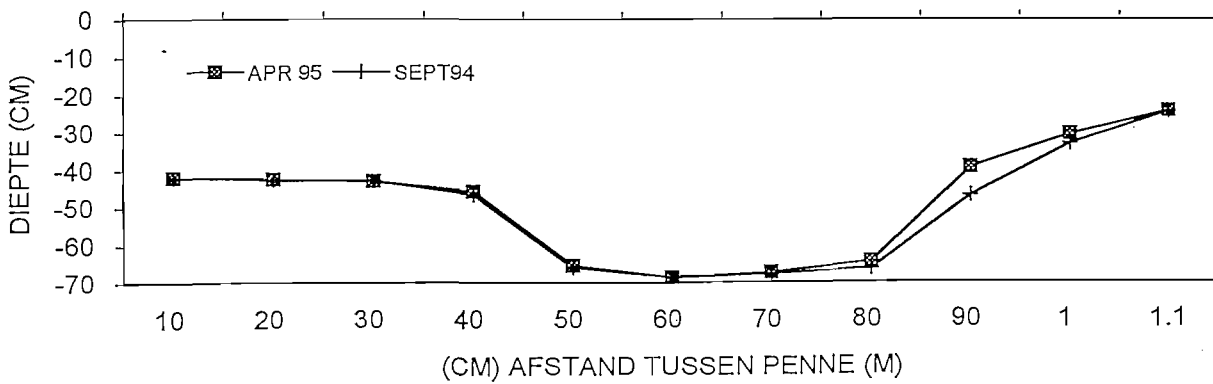


FIG:3.5.43

DWARSPROFIEL NB3
2DE TYDPERK

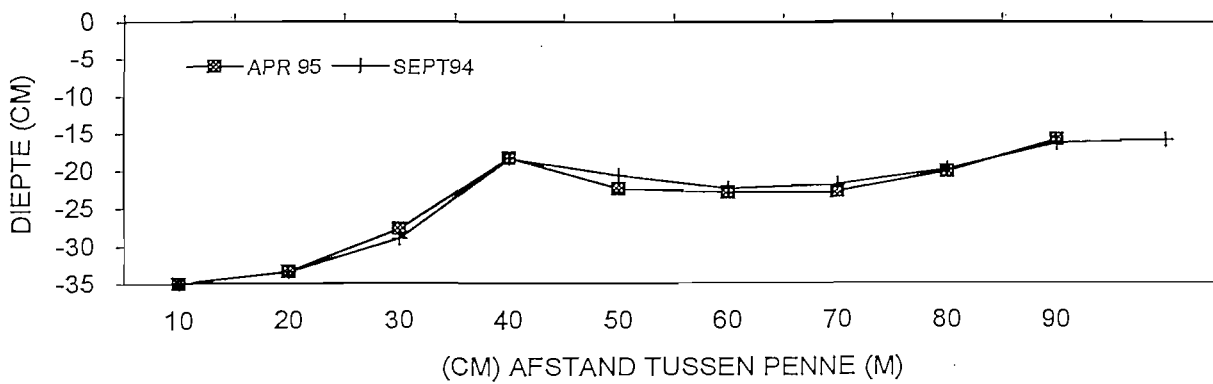


FIG:3.5.44

DWARSPROFIEL NB13
2DE TYDPERK

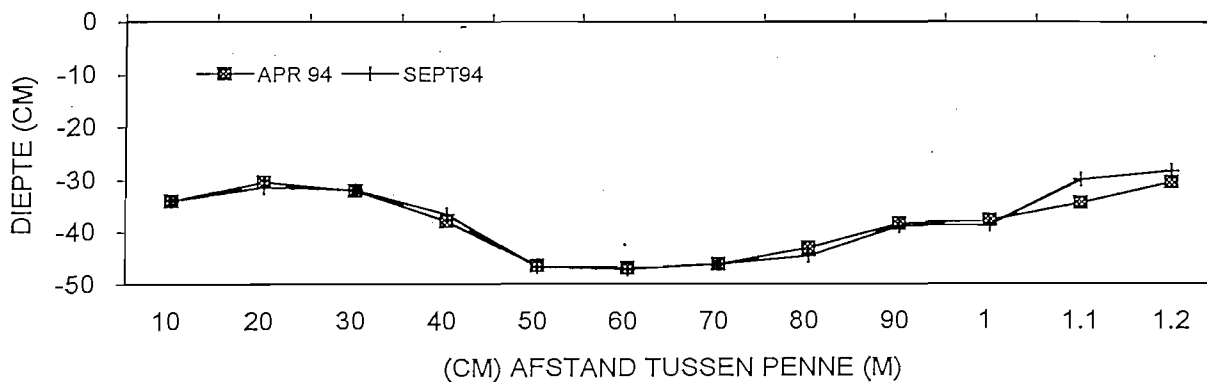


FIG:3.5.45

FIGURE 3.6.1 TOT 3.6.25

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING VIR DIE VELD VS. WANDELPAD
VIR ELK VAN DIE VERSKILLENDE GESTEENTETIPE/WANDELPAD-
ASSOSIASIES

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R16

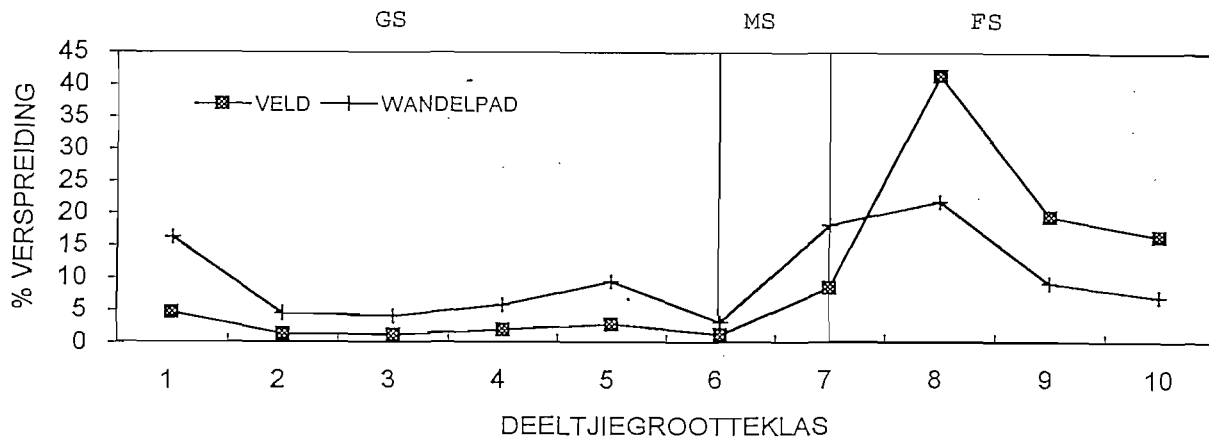


FIG:3.6.1

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R17

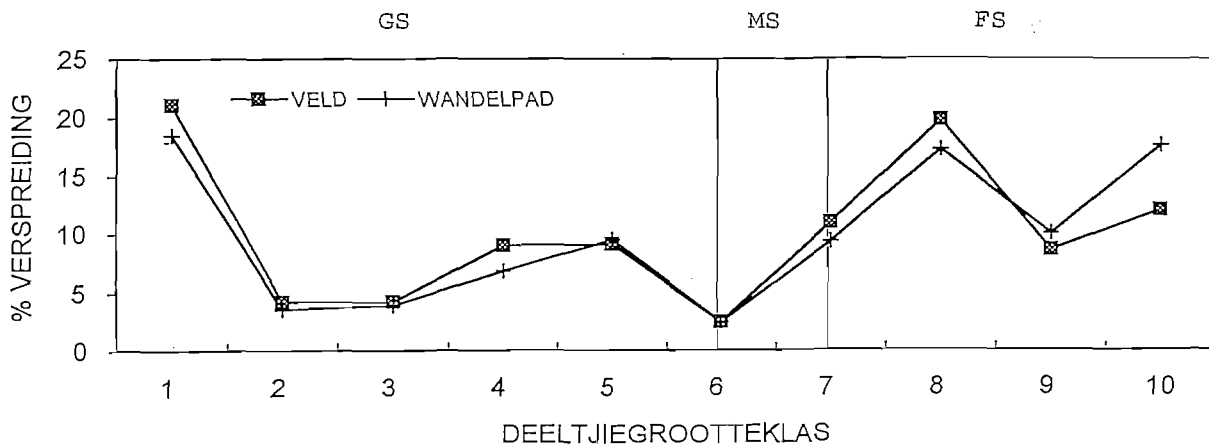


FIG:3.6.2

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R18

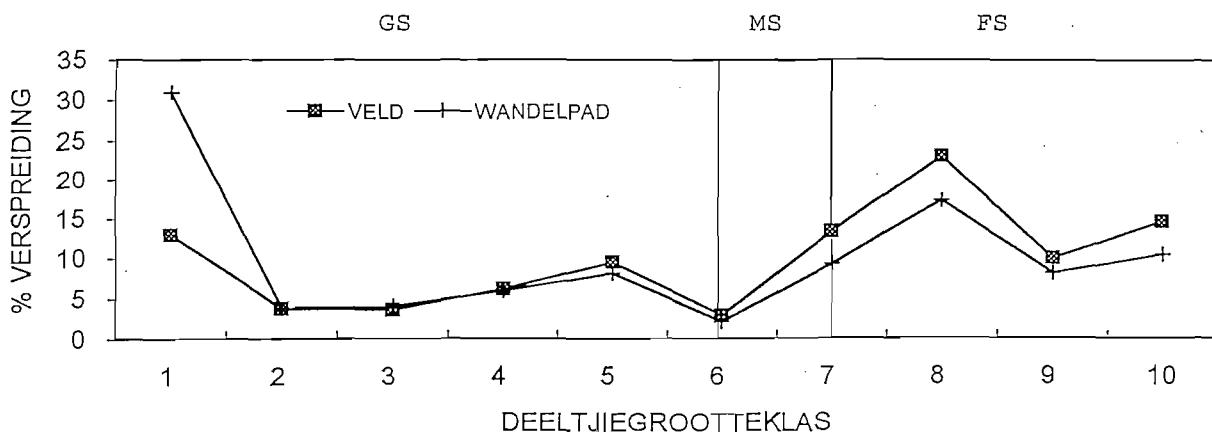


FIG:3.6.3

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R19

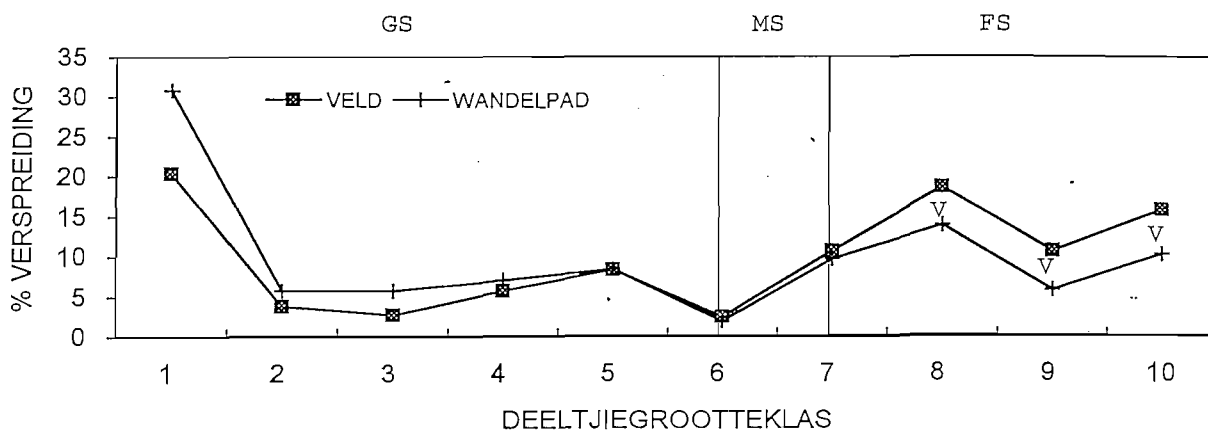


FIG:3.6.4

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R20

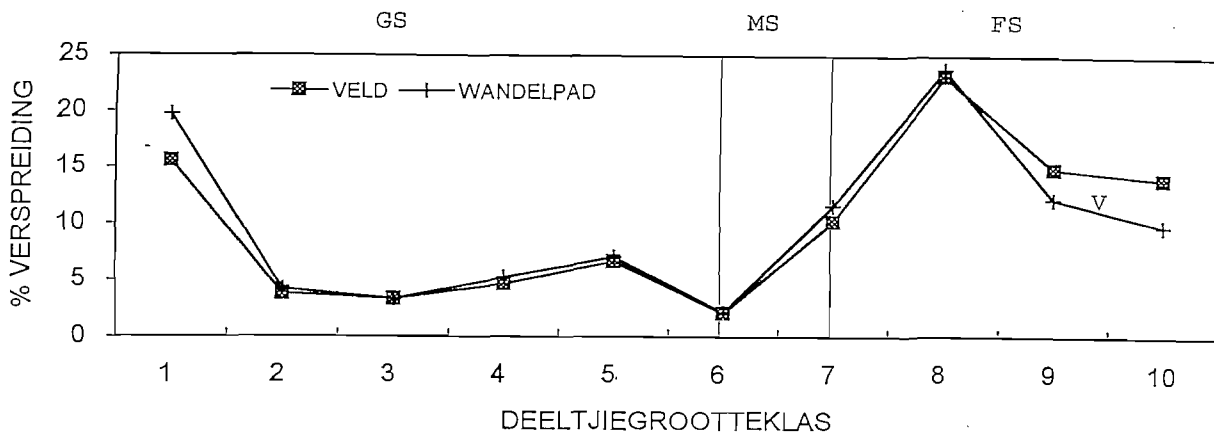


FIG:3.6.5

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R21

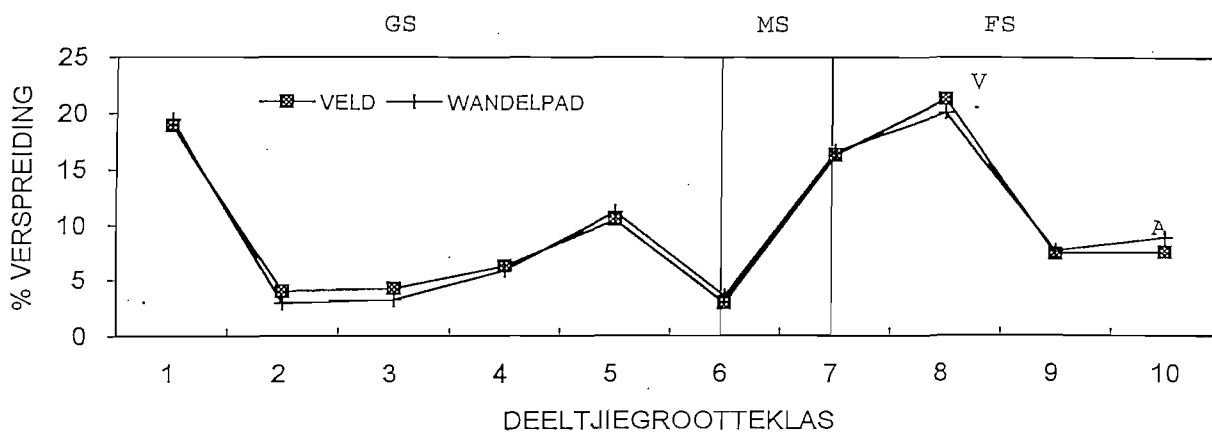


FIG:3.6.6

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M1

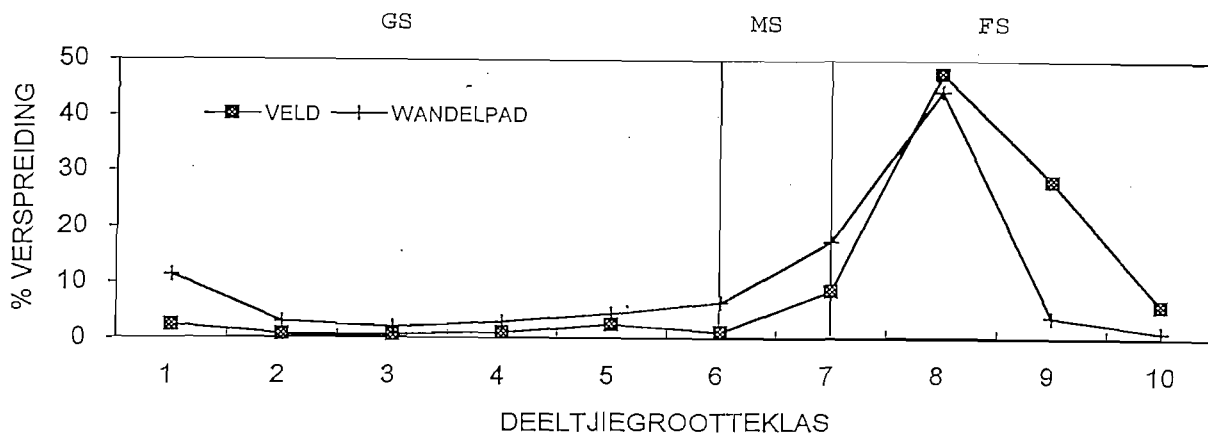


FIG:3.6.7

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M2

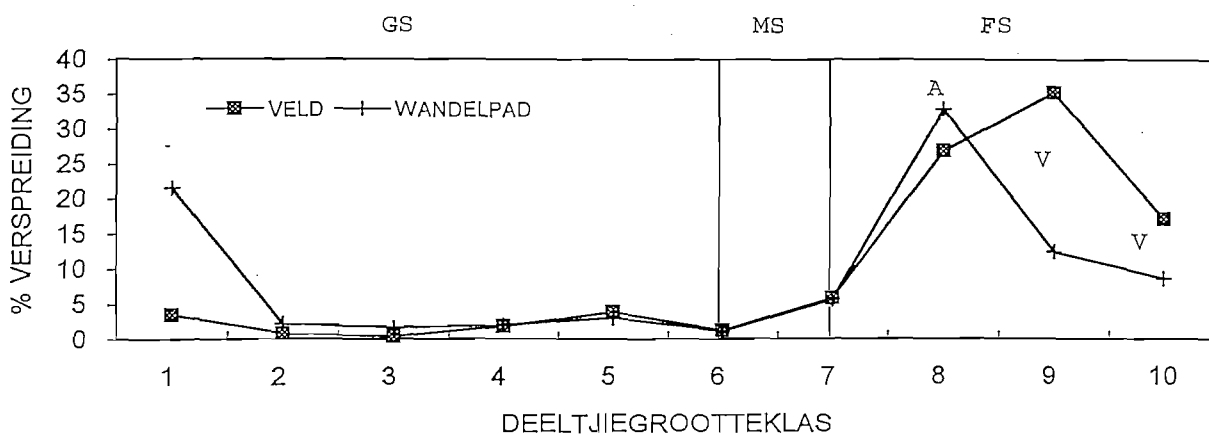


FIG:3.6.8

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R9

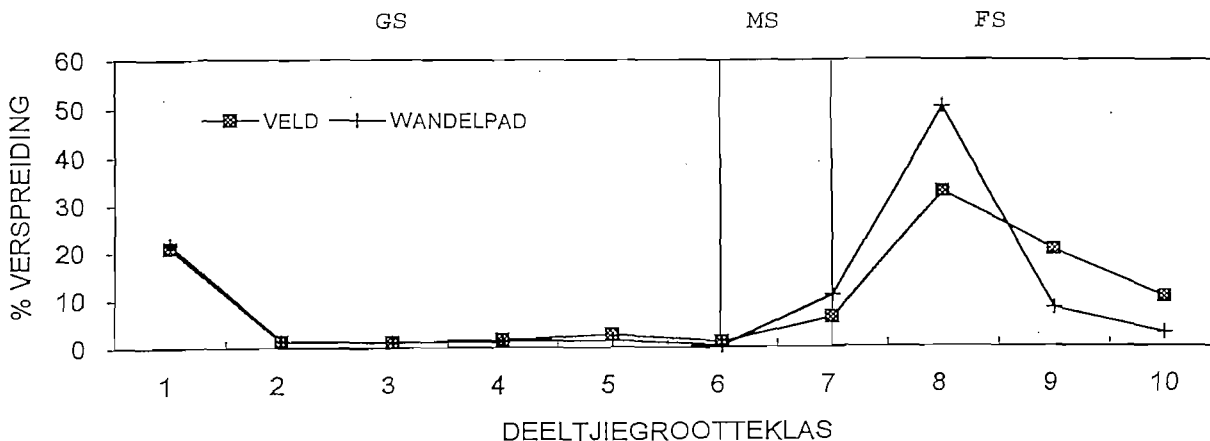


FIG:3.6.9

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R11

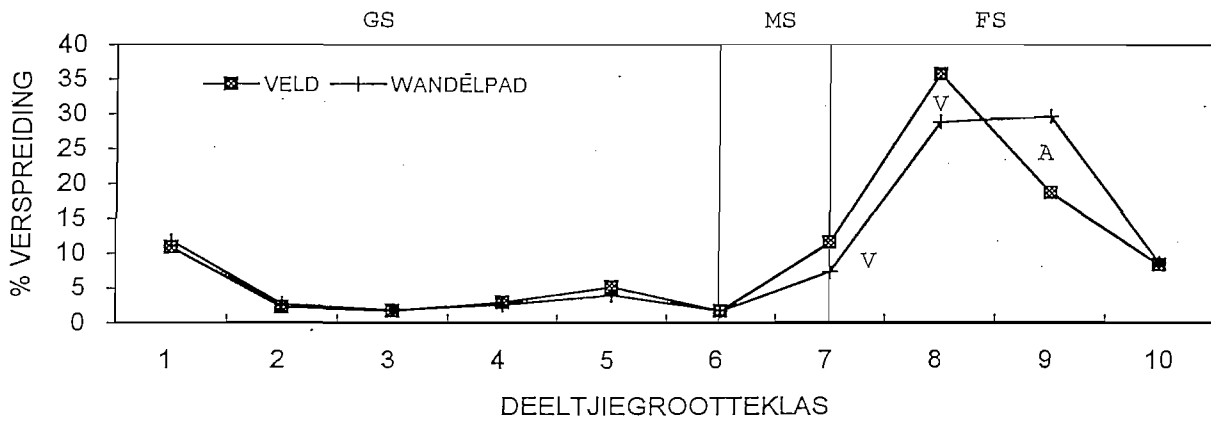


FIG:3.6.10

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R12

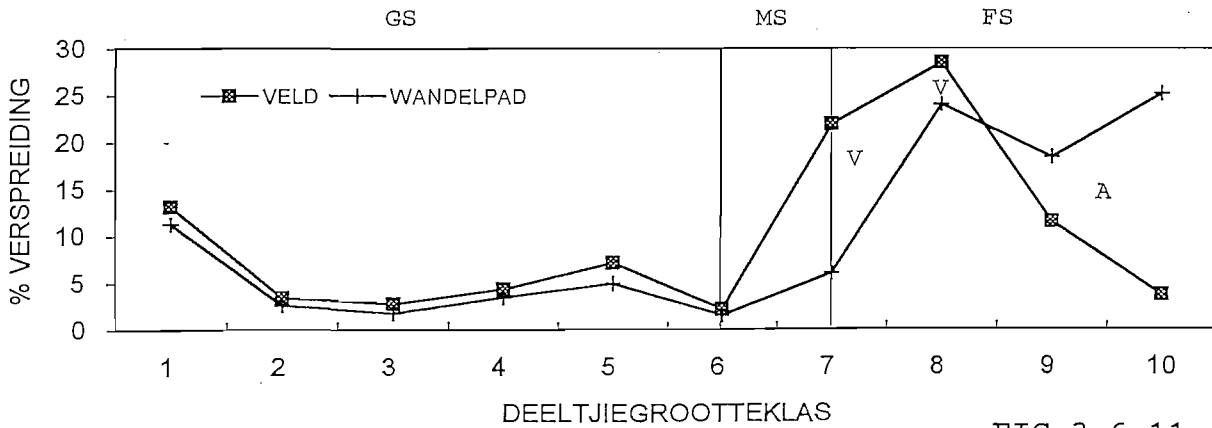


FIG:3.6.11

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R13

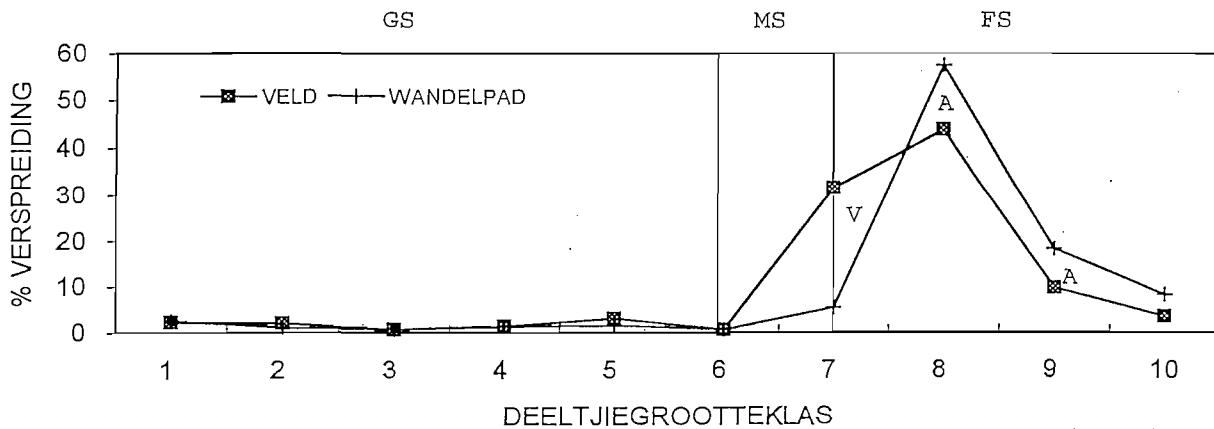
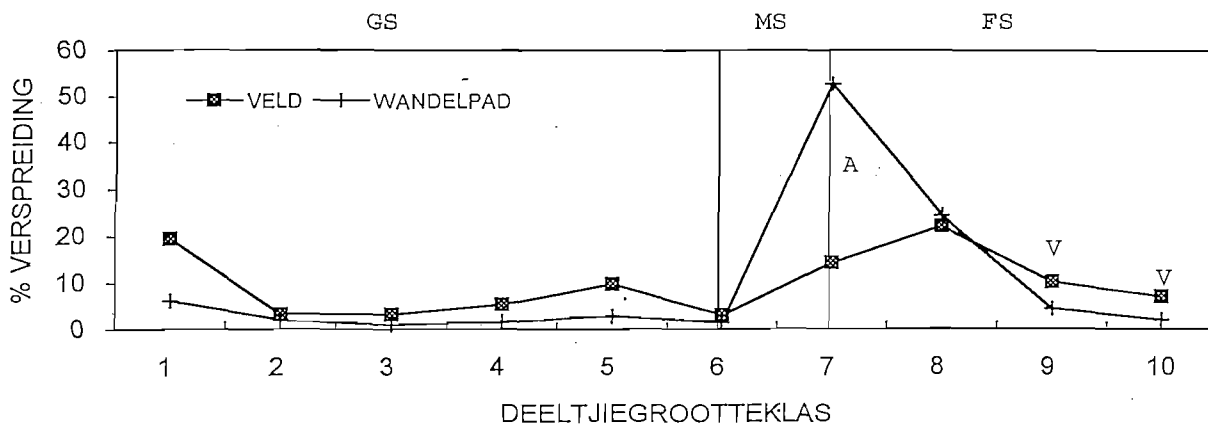


FIG:3.6.12

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R14



V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

FIG:3.6.13

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M3

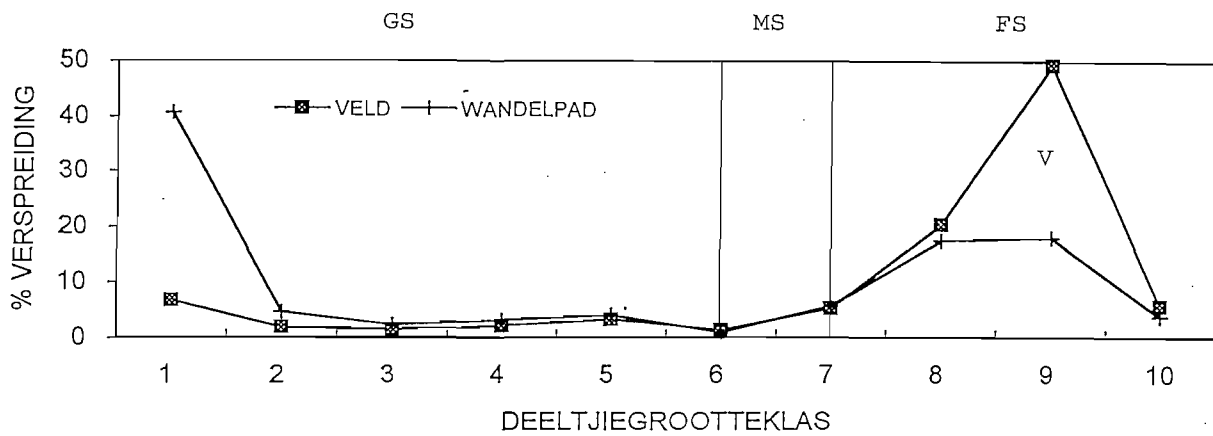


FIG:3.6.14

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M4

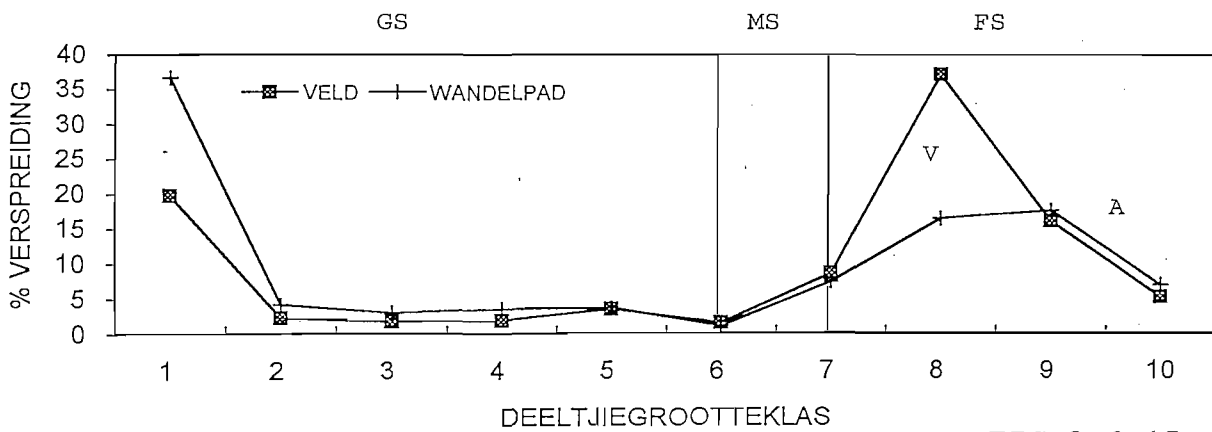


FIG:3.6.15

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M5

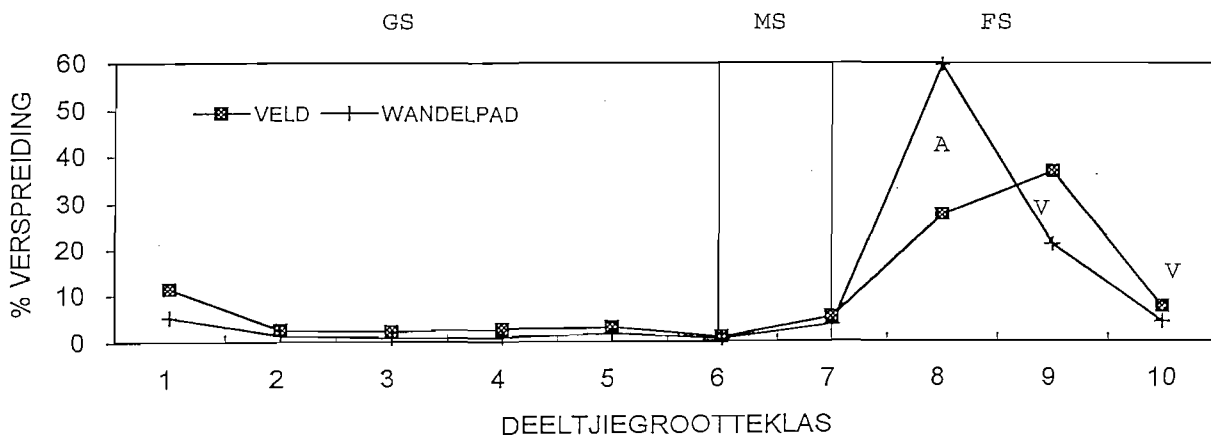


FIG:3.6.16

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M6

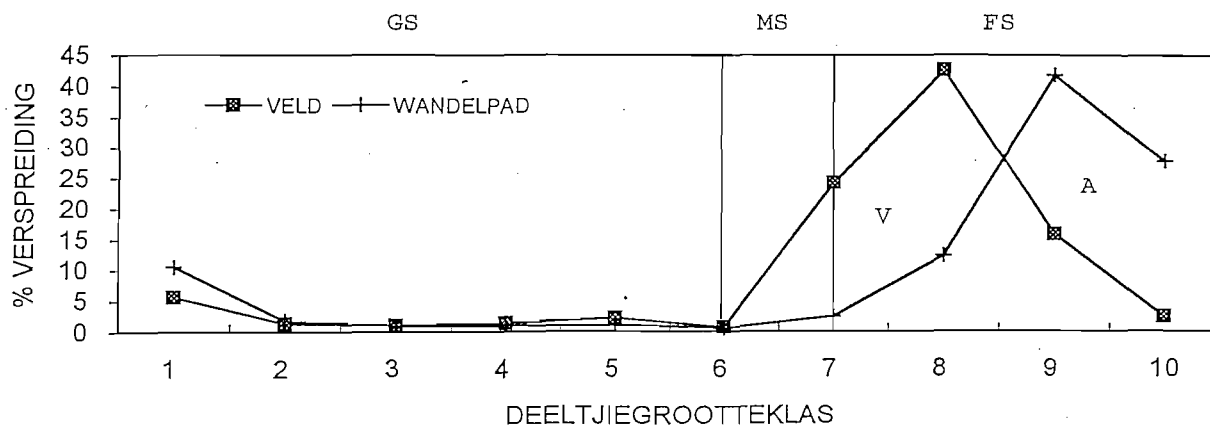


FIG:3.6.17

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING M7

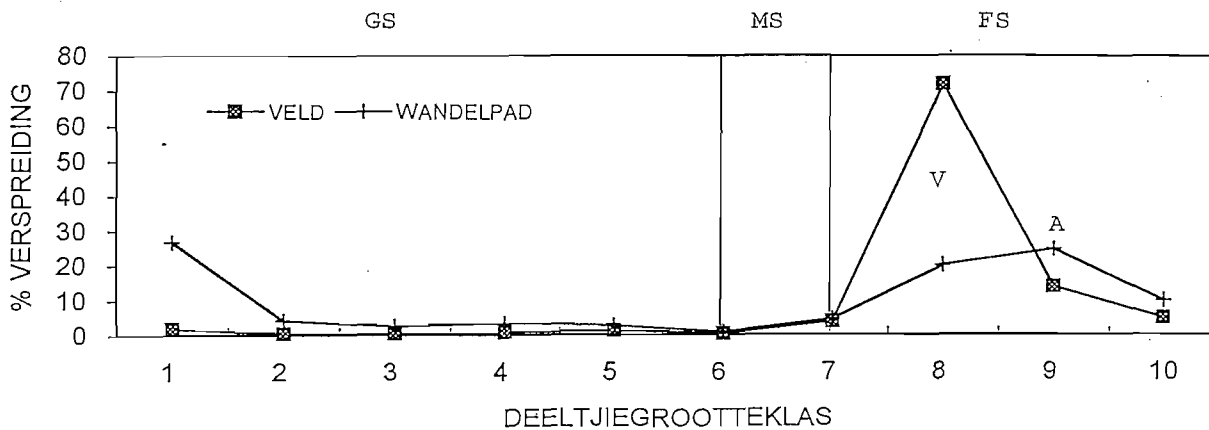


FIG:3.6.18

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R10

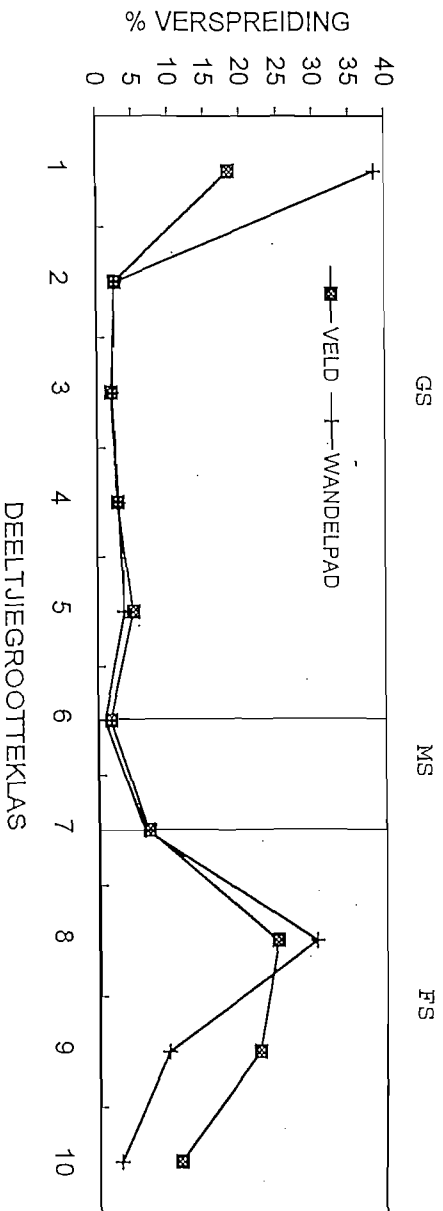


FIG:3.6.19

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING R15

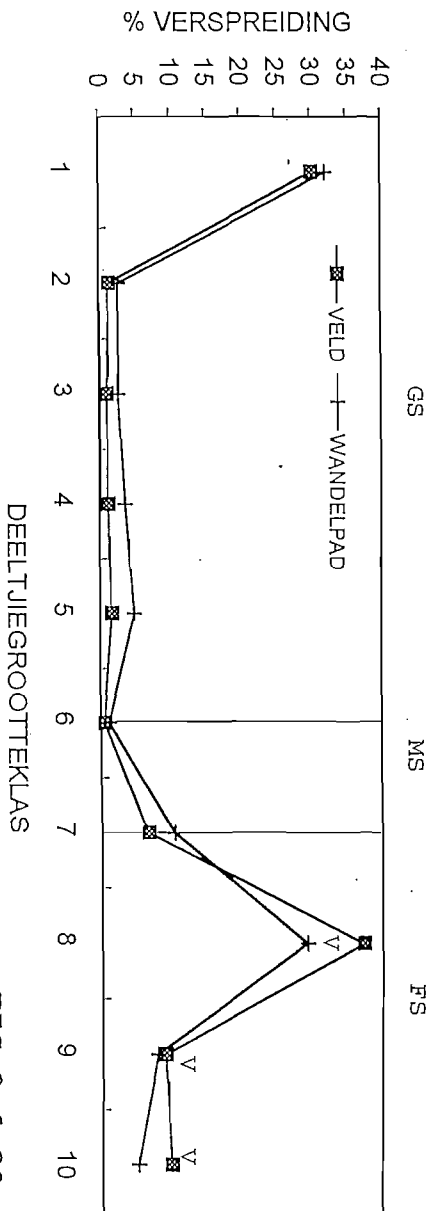


FIG:3.6.20

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING NB14

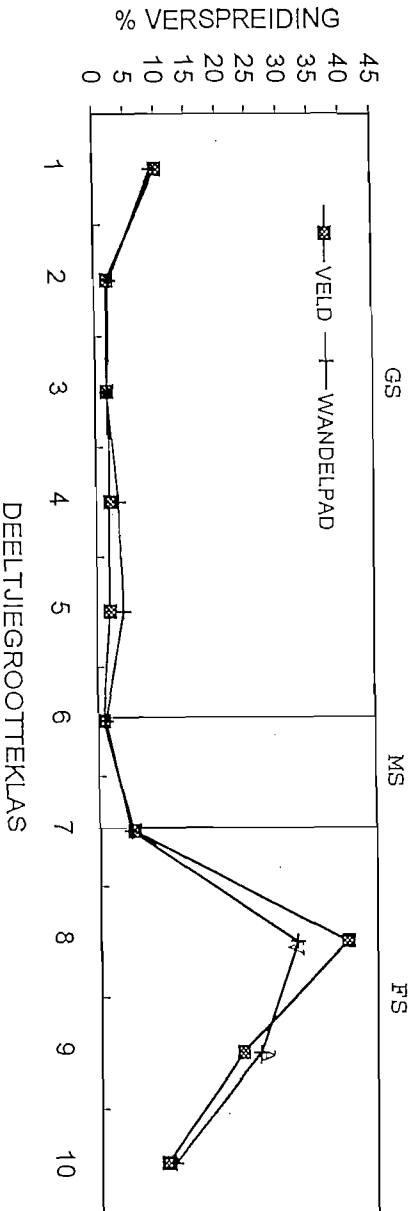


FIG:3.6.21

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING NB1

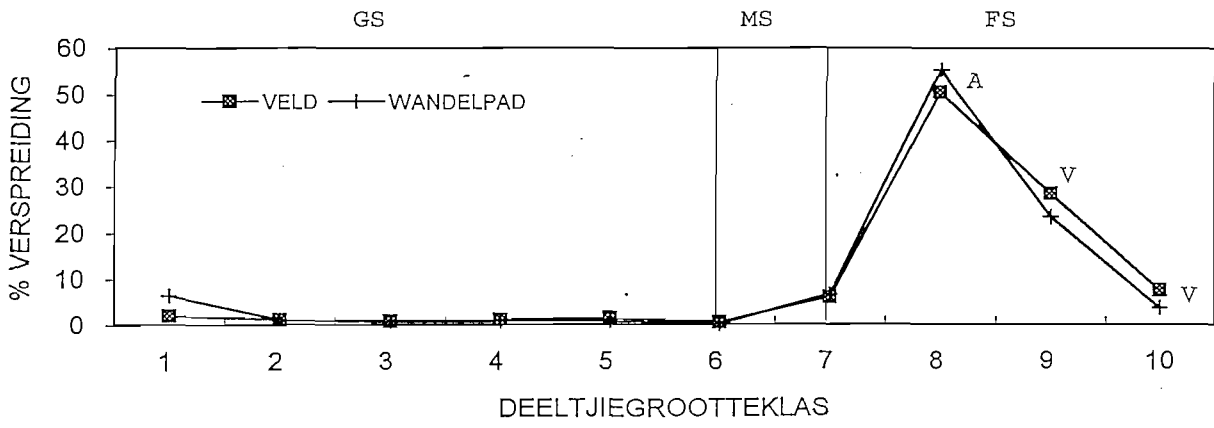


FIG: 3.6.22

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING NB2

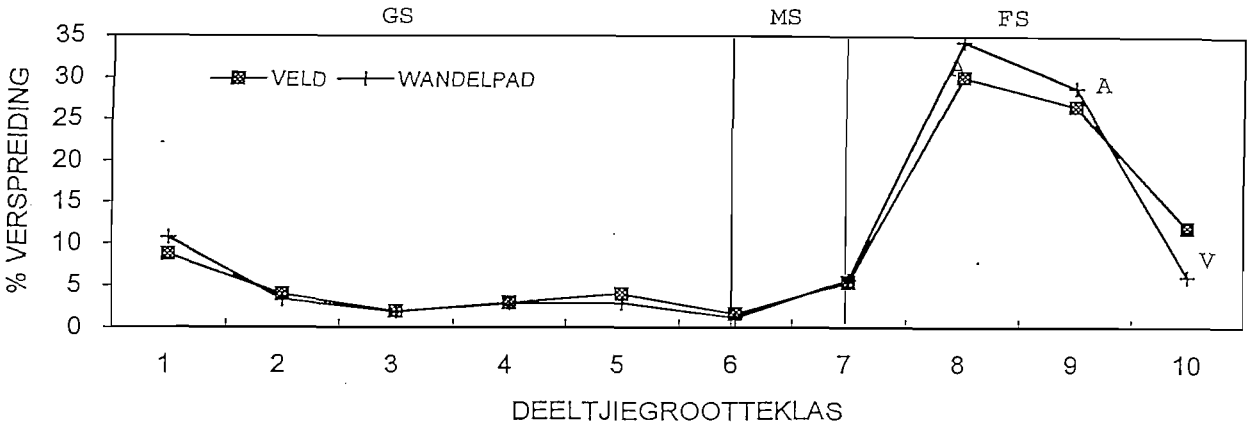


FIG: 3.6.23

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING NB3

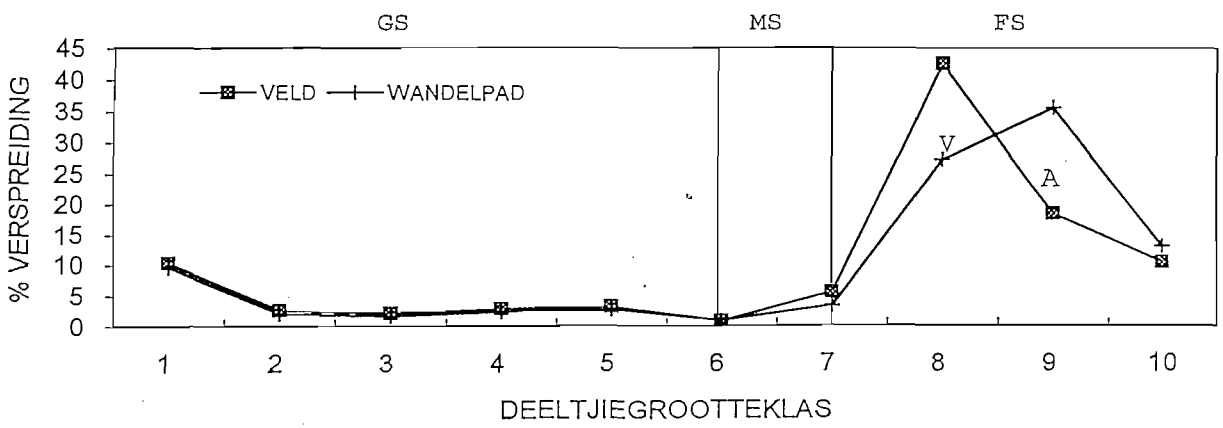


FIG: 3.6.24

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING

DEELTJIEGROOTTEVERSPREIDING NB13

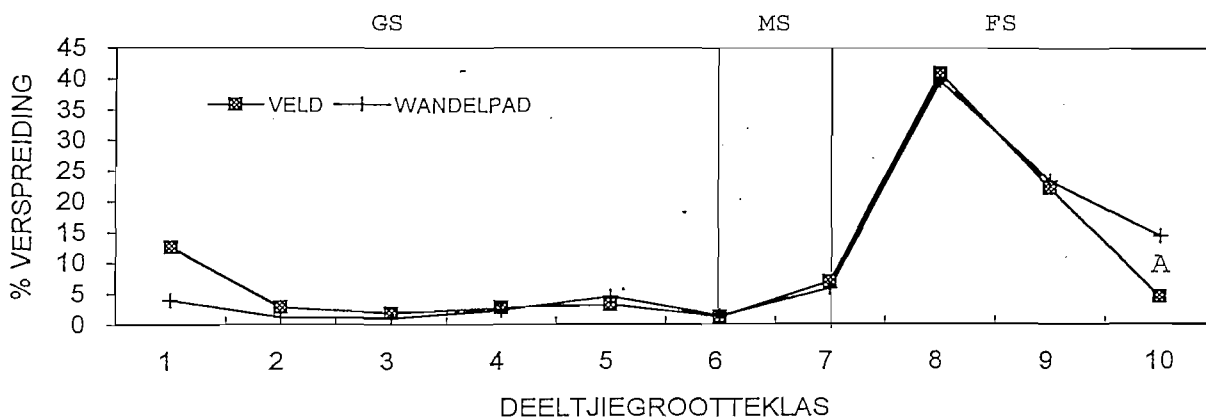
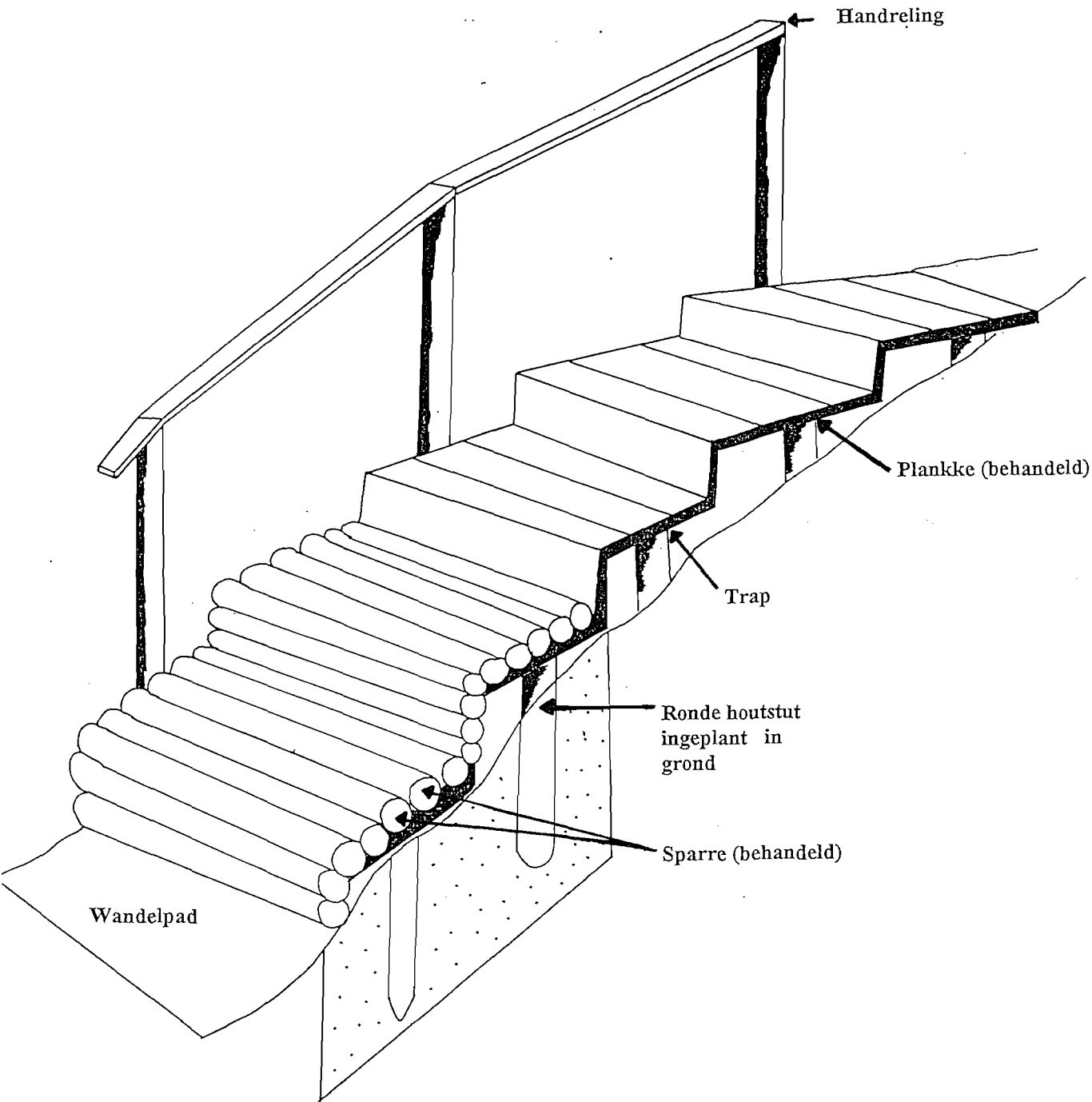


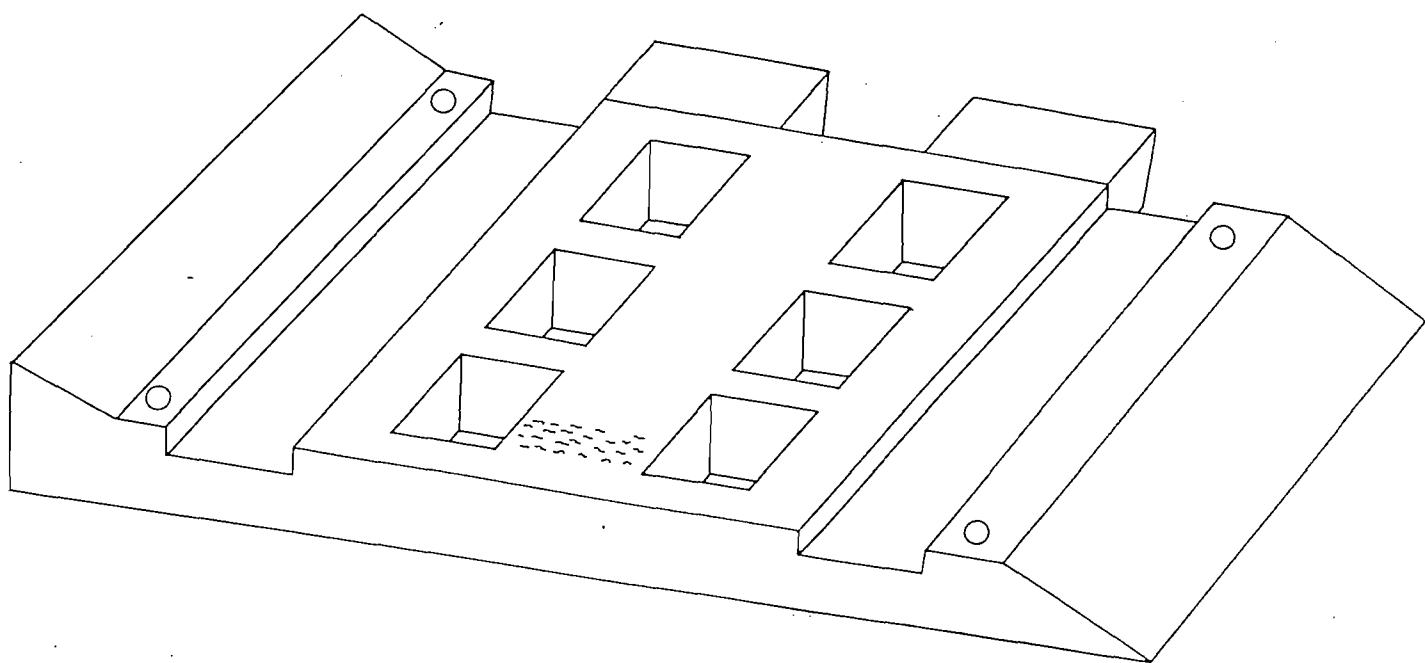
FIG:3.6.25

V - VERWYDERING
A - AKKUMULERING



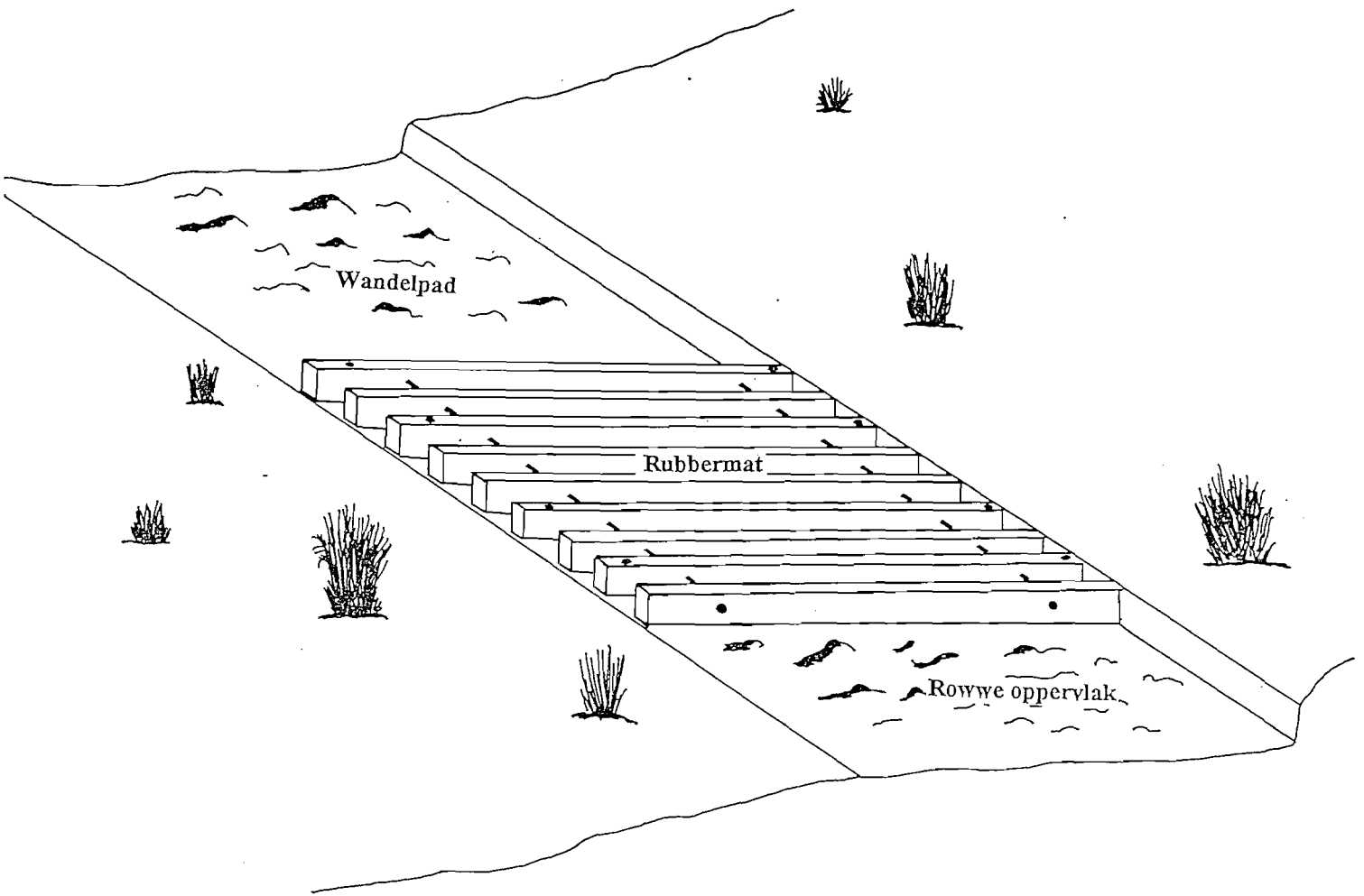
TRAPPE MET HANDRELINGS

FIGUUR 4.2



VOORGESTELDE PERMANENTE WANDELPADSEGMENT

FIGUUR 4.3



RUBBERMATTE

FIGUUR 4.4

BYLAAG B (TABELLE)

VOETSLAANDATA VIR DIE WANDELPAAIE
(DAGROETES) VIR DIE TYDPERK
AUGUSTUS 1994 TOT APRIL 1995

TABEL 3.1

MAAND	AANTAL STAPPERS	TELLERS
1994 AUG.	1095	1 & 2
SEPT.	5365	1 & 2
OKT.	3410	2
NOV.	5300	2
DES.	5403	2
1995 JAN.	14089	2
FEBR- MRT.	7298	1 & 2
14 MRT.- 11APR	4531	1 & 2

GESTEENTETIPE		BASALT	SANDSTEEN	MODDERSTEEN	DOLERIET	IN SITU VERVEERDE SANDSTEEN
GRONDTIPES		Melaniese A/ Harde Rots Vorm: Milkwood Melaniese A/ Litokutaniese B Vorm: Mayo	Ortiese A/ Harde Rots Vorm: Mispah	Ortiese A/ Harde Rots Vorm: Mispah Ortiese A/ Litokutaniese B Vorm: Glenrosa	Melaniese A/ Harde Rots Vorm: Milkwood Melaniese A/ Litokutaniese B Vorm: Mayo	Ortiese A/ Geelbruin Apedale B Vorm: Glovelly
GEMIDDELDE VOETPADIHELLING	MINIMUM (°) MAKSIMUM	0.25 10.5	0.5 32	0.5 8.3	0.25 26	2 9.5
GEMIDDELDE TOPO-HELLING	MINIMUM (°) MAKSIMUM	24 61	2.25 32	5 37.5	15.5 41.5	11 51
DROË TYDPERK						
GEMIDDELDE EROSIEWAARDES (ES)	MINIMUM (CM) MAKSIMUM (Droë tydperk)	0.32 0.88	0.97 3.48	0.37 2.2	1.1 3.85	0.56 2.9
KORRELASIE- KOEFFISIËNTE (R) VIR GEMIDDELDE EROSIEWAARDES (ES) MET:	AO BO AO/BO % OPPVL.	0.49 0.62 0.43 -0.26	0.27 0.007 0.18 0.0037	0.29 -0.07 0.37 0.945	0.866 -0.66 0.978 0.951	0.868 0.898 0.019 -0.13
KORRELASIE- KOEFFISIËNTE (R) VIR PERSENTASIE VAN DIE DWARSPROFIEL WAT EROSIE ONDERVIND EN :	AO BO AO/BO	0.571 -0.03 0.6	-0.79 0.6 -0.69	0.1 0.14 0.16	0.67 -0.856 0.868	0.37 -0.36 0.848
IDEALE DWARSPROFIELE: Met Inagnemng van laagste erosiewaarde en % van dwarsprofiel wat erosie ondervind	LAAGSTE EROSIEWAARDE LAAGSTE % (0-30%)	R20 R18,R19	R14 M1,R11,R14	M6 M6	R15,NB14 R15	NB3 NB3

SAMEVATTING VAN WANDELPADDATA

TABEL:3.2
(VERVOLG)

NAT TYDPERK						
GEMIDDELDE EROSIEWAARDES (ES)	MINIMUM (CM)	0.35	0.7	0.9	0.5	1.37
	MAKSIMUM (Nat tydperk)	0.96	4.9	4.9	1.6	2.9
KORRELASIE- KOEFFISIENTE (R) VIR GEMIDDELDE EROSIEWAARDES (ES) MET:	AO	0.49	0.979	-0.44	0.92	0.09
	BO	0.79	-0.73	-0.82	0.2	0.05
	AO/BO	0.48	0.74	-0.18	0.75	0.99
	% OPPVL.	0.084	0.814	-0.8	0.99	-0.95
KORRELASIE- KOEFFISIENTE (R) VIR PERSENTASIE VAN DIE DWARSPROFIEL WAT EROSIE ONDERVIND EN :	AO	0.43	-0.78	0.79	0.87	0.09
	BO	-0.27	-0.24	0.35	0.32	0.27
	AO/BO	0.48	0.39	0.65	0.67	-0.88
IDEALE DWARSPROFIELE: Met Inagneming van laagste erosiewaarde en % van dwarsprofiel wat erosie ondervind	LAAGSTE EROSIEWAARDE	R19,R20	R14	M6	NB14	NB3
	LAAGSTE % (0-30%)	R18,R19	R12	M4	NB14	NB13

PERSENTASIE BASISVERSADIGING VAN DIE
WANDELPAD VS. DIE NATUURLIKE VELD

TABEL 3.3

MEETPUNT-- NOMMER	NATUURLIKE VELD	WANDELPAD	AFNAME = *
	%	%	
BASALT			
R16	62.56	80.1	
R17	81.33	77.83	*
R18	67.4	68.84	
R19	86.24	85.13	*
R20	83.83	50.98	*
R21	68.57	71.61	
SANDSTEEN			
R9	86.14	45.08	*
R11	86.51	68.84	*
R12	84.81	79.43	*
R13	47.09	50.71	
R14	77.66	71.01	*
M1	41.32	28.45	*
M2	49.33	44.34	*
MODDERSTEEN			
M3	65.2	85.47	
M4	77.93	89.34	
M5	84.52	70.82	*
M6	88.76	87.85	*
M7	93.76	81.5	*
DOLERIET			
R10	85.17	77.18	*
R15	70.82	85.1	
NB14	77.89	87.29	
INSITU VERWEERDE SANDSTEEN			
NB1	87.69	62.9	*
NB2	80.26	79.36	*
NB3	80.13	80.57	
NB13	75.06	85.76	

GRONDKOMPAKSIE IN DIE WANDELPAD EN NATUURLIKE VELD

GESTEENTETIPE: BASALT

TABEL 3.4.1

MEETPUNT- NOMMER	DIEPTE (CM)	APRIL 1994		SEPT.1994	
		WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)	WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)
R16	5	2000	1138	2000	1517
	10		1379		1793
	15		2000		2000
R17	5	2000	758	2000	2000
	10		1620		
	15		2000		
R18	5	2000	621	2000	586
	10		517		827
	15		1034		1517
	20		1655		2000
	25		2000		
R19	5	2000	1206	2000	2000
	10		1655		
	15		2000		
R20	5	2000	1379	2000	2000
	10		1931		
	15		2000		
R21	5	2000	1689	2000	2000
	10		2000		

GRONDKOMPAKSIE IN DIE WANDELPAD EN NATUURLIKE VELD

GESTEENTETIPE: MODDERSTEEN

TABEL 3.4.3

MEETPUNT- NOMMER	DIEPTE (CM)	APRIL 1994		SEPT.1994	
		WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)	WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)
M3	5	1172	276	2000	621
	10	2000	379		1448
	15		1793		2000
	20		2000		
M4	5	2000	1034	2000	2000
	10		2000		
M5	5	690	131	896	345
	10	552	303	552	138
	15	552	690	827	689
	20	517	758	965	1034
	25	862	931	1207	1000
	30	938	855	1379	965
	35	931	855	1413	896
	40	517	800	1379	724
	45	627	738	1069	621
	50	241	414	965	586
	55	655	414	965	655
	60	758	655		1172
M6	5	1993	690	2000	2000
	10	1655	2000		
	15				
M7	5	2000	152	2000	621
	10		483		1276
	15		621		1241
	20		1069		1310
	25		1517		1586
	30		2000		1517
	35				1724
	40				1655
	45				1551
	50				1586
	55				2000

GRONDKOMPAKSIE IN DIE WANDELPAD EN NATUURLIKE VELD

GESTEENTETIPE: DOLERIET

TABEL 3.4.4

MEETPUNT- NOMMER	DIEPTE (CM)	APRIL 1994		SEPT.1994	
		WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)	WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)
R10	5	2000	483	2000	552
	10		1793		1241
	15		1172		1379
	20		1862		2000
	25		2000		
R15	5	2000	1276	2000	724
	10		1276		655
	15		2000		724
	20				862
	25				2000
NB14	5	2000	1965	2000	2000
	10		2000		

GRONDKOMPAKSIE IN DIE WANDELPAD EN NATUURLIKE VELD

GESTEENTETIPE: SANDSTEEN

TABEL 3.4.2

MEETPUNT-NOMMER	DIEPTE (CM)	APRIL 1994		SEPT.1994	
		WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)	WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)
R9	5	2000	1448	2000	2000
	10		2000		
R11	5	1034	103	655	1310
	10	1345	689	2000	1931
	15	1758	1069		2000
	20	2000	1724		
	25		1586		
	30		2000		
R12	5	1379	448	1103	483
	10	1551	379	621	862
	15	1862	1138	1172	1241
	20	2000	1655	2000	2000
	25		1792		
	30		2000		
R13	5	896	138	2000	310
	10	931	552		345
	15	655	483		2000
	20	552	2000		
	25	862			
	30	2000			
R14	5	1448	448	1310	896
	10	1551	1310	2000	758
	15	1862	1724		655
	20	2000	1931		1069
	25		2000		1586
	30				1551
	35				1551
	40				1517
	45				1448
	50				1379
55				1172	
M1	5	2000	517	2000	138
	10		1138		241
	15		1069		345
	20		1034		517
	25		931		414
	30		2000		448
	35				586
	40				2000

TABEL: 3.4.2 (VERVOLG)

M2	5	2000	1689	1310	1517
	10		2000	621	1103
	15			896	1724
	20			1138	2000
	25			1551	
	30			2000	
	35				
	40				

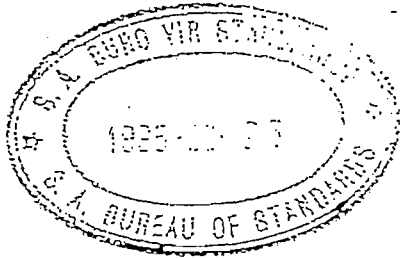
GRONDKOMPAKSIE IN DIE WANDELPAD EN NATUURLIKE VELD

GESTEENTETIPE: INSITU VERWEERDE
SANDSTEEN

TABEL 3.4.5

MEETPUNT- NOMMER	DIEPTE (CM)	APRIL 1994		SEPT.1994	
		WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)	WANDELPAD (KPA)	VELD (KPA)
NB1	5	1586	1413	2000	2000
	10	2000	1138		
	15		965		
	20		758		
	25		758		
	30		793		
	35		1207		
	40		1207		
	45		1620		
	50		1551		
	55		1448		
	60		1793		
NB2	5	869	1393	655	1448
	10	1434	1503	1069	1241
	15	1345	1655	896	1172
	20	1448	1793	1269	1482
	25	1551	1586	1276	1413
	30	1565	1448	1620	1586
	35	1703	1207	2000	1586
	40	1551	1048		1655
	45	1620	1269		1724
	50	1682	1139		1586
	55	1310	1234		1655
	60	1214	1379		1793
NB3	5	1862	379	2000	2000
	10	2000	965		
	15		172		
	20		276		
	25		228		
	30		2000		
NB13	5	2000	1220	2000	2000
	10		1724		
	15		1896		
	20		2000		
	25				
	30				

BYLAAG C (ISO 14001)



Environmental management systems — Specification with guidance for use

Systèmes de management environnemental — Spécifications et lignes directrices pour son utilisation

ICS 13.020

Descriptors: environments, environmental protection, systems management, specifications, use; general conditions.

ISO/CEN PARALLEL PROCESSING

The CEN Secretary-General has advised the ISO Secretary-General that this ISO/DIS covers a subject of interest to European standardization. In accordance with subclause 5.1 of the Vienna Agreement, consultation on this ISO/DIS has the same effect for CEN members as would a CEN enquiry on a draft European Standard. Should this draft be accepted, a final text, established on the basis of comments received, will be submitted to a parallel two-month confirmation vote in ISO and formal vote in CEN.

THIS DOCUMENT IS A DRAFT CIRCULATED FOR COMMENT AND APPROVAL. IT IS THEREFORE SUBJECT TO CHANGE AND MAY NOT BE REFERRED TO AS AN INTERNATIONAL STANDARD UNTIL PUBLISHED AS SUCH.

IN ADDITION TO THEIR EVALUATION AS BEING ACCEPTABLE FOR INDUSTRIAL, TECHNOLOGICAL, COMMERCIAL AND USER PURPOSES, DRAFT INTERNATIONAL STANDARDS MAY ON OCCASION HAVE TO BE CONSIDERED IN THE LIGHT OF THEIR POTENTIAL TO BECOME STANDARDS TO WHICH REFERENCE MAY BE MADE IN NATIONAL REGULATIONS.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS - SPECIFICATION WITH GUIDANCE FOR USE

INTRODUCTION

1 SCOPE

2 REFERENCES

3 DEFINITIONS

4 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

4.0 General

4.1 Environmental policy

4.2 Planning

4.2.1 Environmental aspects

4.2.2 Legal and other requirements

4.2.3 Objectives and targets

4.2.4 Environmental management programme(s)

4.3 Implementation and operation

4.3.1 Structure and responsibility

4.3.2 Training, awareness and competence

4.3.3 Communication

4.3.4 Environmental management system documentation

4.3.5 Document control

4.3.6 Operational control

4.3.7 Emergency preparedness and response

4.4 Checking and corrective action

4.4.1 Monitoring and measurement

4.4.2 Non conformance and corrective and preventive action

4.4.3 Records

4.4.4 Environmental management system audit

4.5 Management review

Annex A (Informative) Guidance on the use of the specification

Annex B (Informative) Bibliography

Annex C (Informative) Links between ISO 14001 and ISO 9000

INTRODUCTION

Organizations of all kinds are increasingly concerned to achieve and demonstrate sound environmental performance by controlling the impact of their activities, products or services on the environment, taking into account their environmental policy and objectives. They do so in the context of increasingly stringent legislation, the development of economic policies and other measures to foster environmental protection, and a general growth of concern from interested parties about environmental matters including sustainable development.

Many organizations have undertaken environmental "reviews" or "audits" to assess their environmental performance. On their own, however, these "reviews" and "audits" may not be sufficient to provide an organization with the assurance that its performance not only meets, but will continue to meet, its legal and policy requirements. To be effective, they need to be conducted within a structured management system and integrated with overall management activity.

International environmental management standards are intended to provide organizations with the elements of an effective environmental management system which can be integrated with other management requirements, to assist organizations to achieve environmental and economic goals. These standards, like other international standards, are not intended to be used to create non-tariff trade barriers or to increase or change an organization's legal obligations.

This International Standard specifies the requirements of such an environmental management system. It has been written to be applicable to all types and sizes of organizations and to accommodate diverse geographical, cultural and social conditions. The basis of the approach is shown in Figure 1. The success of the system depends on commitment from all levels and functions, especially from top management. A system of this kind enables an organization to establish, and assess the effectiveness of, procedures to set an environmental policy and objectives, achieve conformance with them, and demonstrate such conformance to others. The overall aim of the standard is to support environmental protection and prevention of pollution in balance with socio-economic needs. It should be noted that many of the requirements may be addressed concurrently or revisited at any time.

There is an important distinction between this specification which describes the requirements for certification/registration and/or self-declaration of an organization's environmental management system and a non-certifiable guideline intended to provide generic assistance to an organization for implementing or improving an environmental management system. Environmental management encompasses a full range of issues including those with strategic and competitive implications. Demonstration of successful implementation of the standard can be used by an organization to assure interested parties that an appropriate environmental management system is in place.

Guidance on supporting environmental management techniques will be contained in other international standards.

The specification contains only those requirements that may be objectively audited for certification/registration purposes and/or self declaration purposes. Those organizations requiring more general guidance on a broad range of environmental management system issues should refer to ISO 14004, 'Environmental management systems - General guidelines on principles, systems and supporting techniques'.

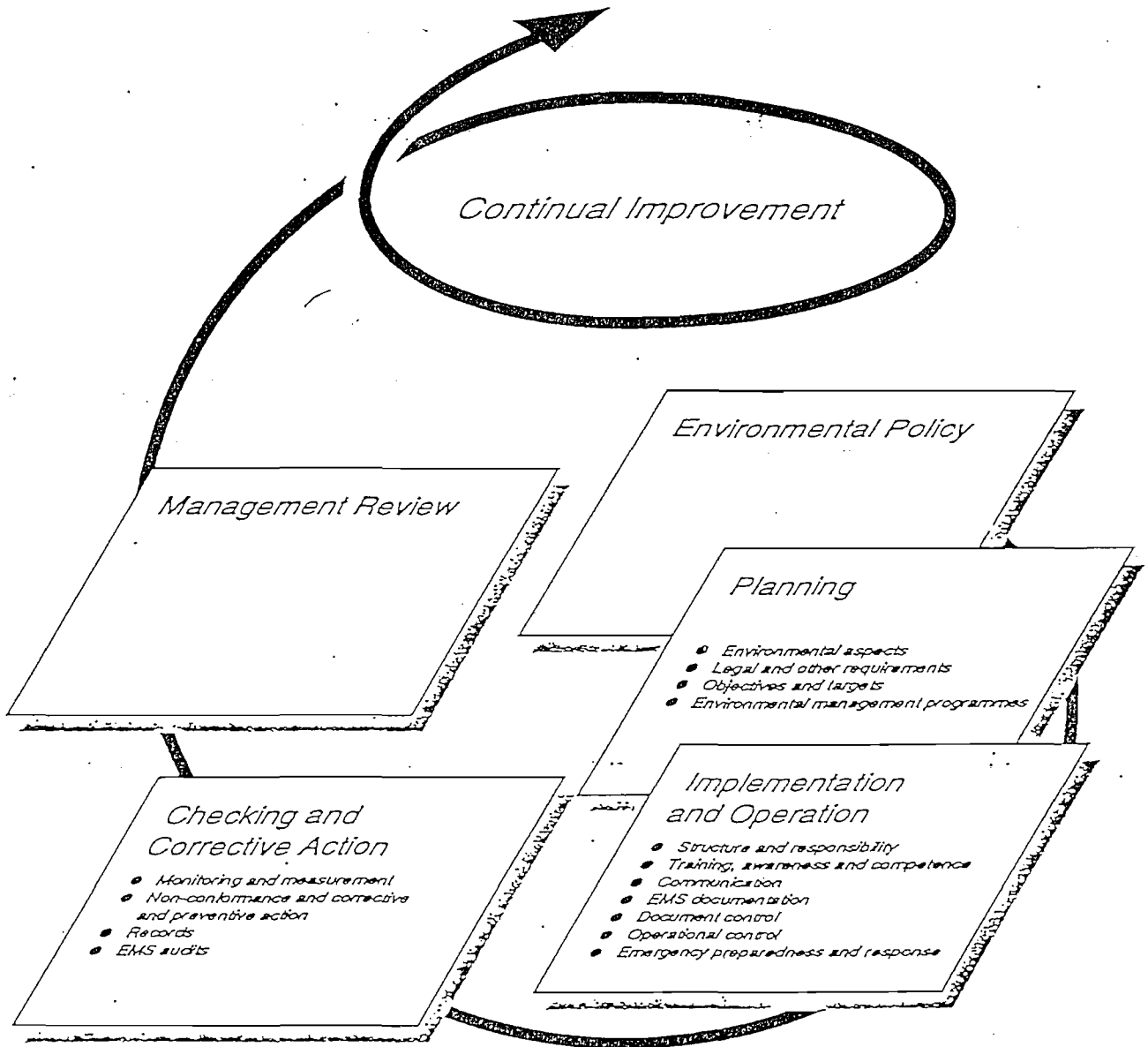


Figure 1 Environmental Management System Model

It should be noted that this standard does not establish absolute requirements for environmental performance beyond commitment, in the policy, to compliance with applicable legislation and regulations and to continual improvement. Thus, two organizations carrying out similar activities but having different environmental performance may both comply with its requirements.

The adoption and implementation of a range of environmental management techniques in a systematic manner can contribute to optimal outcomes for all interested parties. However, adoption of this specification will not in itself guarantee optimal environmental outcomes. In order to achieve environmental objectives, the environmental management system should encourage organizations to consider implementation of best available technology where appropriate and where economically viable. In addition, the cost effectiveness of such technology should be fully taken into account.

This standard is not intended to address, and does not include requirements for aspects of occupational health and safety management; however it does not seek to discourage an organization from developing integration of such management system elements. Nevertheless the certification/registration process will only be applicable to the environmental management system aspects.

This standard shares common management system principles with the ISO 9000 series of quality system standards. Organizations may elect to use an existing management system consistent with the ISO 9000 series as a basis for its environmental management system. It should be understood however, that the application of various elements of the management system may differ due to different purposes and different interested parties. While quality management systems deal with customer needs, environmental management systems address the needs of a broad range of interested parties and the evolving needs of society for environmental protection.

The management system requirements specified in this standard do not need to be established independently of existing management system elements. In some cases it will be possible to comply with the requirements by adapting existing management system elements

1 SCOPE

This International Standard specifies requirements for an environmental management system, to enable an organization to formulate a policy and objectives taking into account legislative requirements and information about significant environmental impacts. It applies to those environmental aspects which the organization can control and over which it can be expected to have an influence. It does not itself state specific environmental performance criteria.

This International Standard is applicable to any organization that wishes to

- a) implement, maintain and improve an environmental management system;
- b) assure itself of its conformance with its stated environmental policy;
- c) demonstrate such conformance to others;
- d) seek certification/registration of its environmental management system by an external organization;
- e) make a self determination and declaration of conformance with the standard.

All the requirements in the standard are intended to be incorporated into any environmental management system. The extent of the application will depend on such factors as the environmental policy of the organization, the nature of its activities and the conditions in which it operates. The standard also provides informative guidance on the use of the specification in Annex A.

The scope of any ISO 14001 application must be clearly identified.

NOTE - For ease of use, the principal subclauses of the specification and guide have related numbers; thus, for example, 4.2.3 and A.4.2.3 both deal with environmental objectives and targets, and 4.4.4 and A.4.4.4 both deal with environmental management system audit.

2 NORMATIVE REFERENCES

[There are no Normative References]

3 DEFINITIONS

For the purposes of this Standard the following definitions apply:

3.1 continual improvement

Process of enhancing the environmental management system to achieve improvements in overall environmental performance in line with the organization's environmental policy.

NOTE - The process need not take place in all areas of activity simultaneously.

3.2 environment

Surroundings in which an organization operates, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans, and their interrelation.

NOTE - Surroundings in this context extend from within an organization to the global system.

3.3 environmental aspect

Element of an organization's activities, products or services which can interact with the environment.

NOTE - A significant environmental aspect is an environmental aspect which has or can have a significant environmental impact.

3.4 environmental impact

Any change to the environment, whether adverse or beneficial, wholly or partially resulting from an organization's activities, products or services.

3.5 environmental management system

That part of the overall management system which includes organizational structure, planning activities, responsibilities, practices, procedures, processes and resources for developing, implementing, achieving, reviewing and maintaining the environmental policy.

3.6 environmental management system audit

Systematic and documented verification process to objectively obtain and evaluate evidence to determine whether an organization's environmental management system conforms to the environmental management system audit criteria set by the organization, and communication of the results of this process to management.

3.7 environmental objective

Overall environmental goal, arising from the environmental policy, that an organization sets itself to achieve, and which is quantified where practicable.

3.8 environmental performance

Measurable results of the environmental management system, related to an organization's control of its environmental aspects, based on its environmental policy, objectives and targets.

3.9 environmental policy

Statement by the organization of its intentions and principles in relation to its overall environmental performance which provides a framework for action and for the setting of its environmental objectives and targets.

3.10 environmental target

Detailed performance requirement, quantified where practicable, applicable to the organization or parts thereof, that arises from the environmental objectives and that needs to be set and met in order to achieve those objectives.

3.11 interested party

Individual or group concerned with or affected by the environmental performance of an organization.

3.12 organization

Company, corporation, firm, enterprise or institution, or part or combination thereof, whether incorporated or not, public or private, that has its own functions and administration.

NOTE - For organizations with more than one operating unit, a single operating unit may be defined as an organization.

3.13 prevention of pollution

Use of processes, practices, materials or products that avoid, reduce or control pollution, which may include recycling, treatment, process changes, control mechanisms, efficient use of resources and material substitution.

NOTE - The potential benefits of prevention of pollution include the reduction of adverse environmental impacts, improved efficiency and reduced costs.

4 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM REQUIREMENTS

4.0 General

The organization shall establish and maintain an environmental management system, the requirements of which are described in this clause.

4.1 Environmental policy

Top management shall define the organization's environmental policy and ensure that it

- a) is appropriate to the nature, scale and environmental impacts of its activities, products or services;
- b) includes a commitment to continual improvement and prevention of pollution;
- c) includes a commitment to comply with relevant environmental legislation and regulations, and with other requirements to which the organization subscribes;
- d) provides the framework for setting and reviewing environmental objectives and targets;
- e) is documented, implemented and maintained and communicated to all employees;
- f) is available to the public.

4.2 Planning

4.2.1 Environmental aspects

The organization shall establish and maintain a procedure to identify the environmental aspects of its activities, products or services that it can control and over which it can be expected to have an influence, in order to determine those which have or can have significant impacts on the environment. The organization shall ensure that the aspects related to these significant impacts are considered in setting its environmental objectives.

The organization shall keep this information up-to-date.

4.2.2 Legal and other requirements

The organization shall establish and maintain a procedure to identify and have access to legal, and other requirements to which the organization subscribes directly applicable to the environmental aspects of its activities, products or services.

4.2.3 Objectives and targets

The organization shall establish and maintain documented environmental objectives and targets, at each relevant function and level within the organization.

When establishing and reviewing its objectives, an organization shall consider the legal and other requirements, its significant environmental aspects, its technological options and its financial, operational and business requirements, and the views of interested parties.

The objectives and targets shall be consistent with the environmental policy, including the commitment to prevention of pollution.

4.2.4 Environmental management programme(s)

The organization shall establish and maintain (a) programme(s) for achieving its objectives and targets. It shall include:

- a) designation of responsibility for achieving objectives and targets at each relevant function and level of the organization;
- b) the means and timeframe by which they are to be achieved.

If a project relates to new developments and new or modified activities, products or services, programme(s) shall be amended where relevant to ensure that environmental management applies to such projects.

4.3 Implementation and operation

4.3.1 Structure and responsibility

Roles, responsibility and authorities shall be defined, documented and communicated in order to facilitate effective environmental management.

Management shall provide resources essential to the implementation and control of the environmental management system. Resources include human resources and specialized skills, technology and financial resources.

The organization's top management shall appoint (a) specific management representative(s) who, irrespective of other responsibilities, shall have defined roles, responsibilities and authority for

- a) ensuring that environmental management system requirements are established, implemented and maintained in accordance with this standard;
- b) reporting on the performance of the environmental management system to top management for review and as a basis for improvement of the environmental management system.

4.3.2 Training, awareness and competence

The organization shall identify training needs. It shall require that all personnel whose work may create a significant impact upon the environment, have received appropriate training.

It shall establish and maintain procedures to make its employees or members at each relevant function and level aware of

- a) the importance of conformance with the environmental policy and procedures and with the requirements of the environmental management system;
- b) the significant environmental impacts, actual or potential, of their work activities and the environmental benefits of improved personal performance;
- c) their roles and responsibilities in achieving conformance with the environmental policy and procedures and with the requirements of the environmental management system including emergency preparedness and response requirements;
- d) the potential consequences of departure from specified operating procedures.

Personnel performing the tasks which can cause significant environmental impacts shall be competent on the basis of appropriate education, training and/or experience.

4.3.3 Communication

The organization shall establish and maintain procedures for

- a) internal communication between the various levels and functions of the organization;
- b) receiving, documenting and responding to relevant communication from external interested parties

regarding its environmental aspects and environmental management system.

The organization shall consider processes for external communication on its significant environmental aspects and record its decision.

4.3.4 Environmental management system documentation

The organization shall establish and maintain information, in paper or electronic form, to

- a) describe the core elements of the management system and their interaction;
- b) provide direction to related documentation.

4.3.5 Document control

The organization shall establish and maintain procedures for controlling all documents required by this standard to ensure that

- a) they can be located;
- b) they are periodically reviewed, revised as necessary and approved for adequacy by authorized personnel;
- c) the current versions of relevant documents are available at all locations where operations essential to the effective functioning of the system are performed;
- d) obsolete documents are promptly removed from all points of issue and points of use or otherwise assured against unintended use;
- e) any obsolete documents retained for legal and/or knowledge preservation purposes are suitably identified.

Documentation shall be legible, dated (with dates of revision) and readily identifiable, maintained in an orderly manner and retained for a specified period. Procedures and responsibilities shall be established and maintained concerning the creation and modification of the various types of document.

4.3.6 Operational control

The organization shall identify those operations and activities that are associated with the identified significant environmental aspects in line with its policy, objectives and targets. The organization shall plan these activities, including maintenance, in order to ensure that they are carried out under specified conditions by

- a) establishing and maintaining documented procedures to cover situations where their absence could lead to deviations from the environmental policy and the objectives and targets;
- b) stipulating operating criteria in the procedures;
- c) establishing and maintaining procedures related to the identifiable significant environmental aspects of goods and services used by the organization and communicating relevant procedures and requirements to suppliers and contractors.

4.3.7 Emergency preparedness and response

The organization shall establish and maintain procedures to identify potential for and respond to accidents and emergency situations, and for preventing and mitigating the environmental impacts that may be associated with them.

The organization shall review and revise, where necessary, its emergency preparedness and response procedures, in particular, after the occurrence of accidents or emergency situations.

The organization shall also periodically test such procedures where practicable.

4.4 Checking and corrective action

4.4.1 Monitoring and measurement

The organization shall establish and maintain documented procedures to monitor and measure on a regular basis the key characteristics of its operations and activities that can have a significant impact on the environment. This shall include the recording of information to track performance, relevant operational controls and conformance with the organization's objectives and targets.

Monitoring equipment shall be calibrated and maintained and records of this process shall be retained according to the organization's procedures.

The organization shall establish and maintain a documented procedure for periodically evaluating compliance with relevant environmental legislation and regulations.

4.4.2 Non-conformance and corrective and preventive action

The organization shall establish and maintain procedures for defining responsibility and authority for handling and investigating non-conformance, taking action to mitigate any impacts caused and for initiating and completing corrective and preventive action.

Any corrective or preventive action taken to eliminate the causes of actual and potential non-conformances shall be appropriate to the magnitude of problems and commensurate with the environmental impact encountered.

The organization shall implement and record any changes in the documented procedures resulting from corrective and preventive action.

4.4.3 Records

The organization shall establish and maintain procedures for the identification, maintenance and disposition of environmental records. These records shall include training records and the results of audits and reviews.

Environmental records shall be legible, identifiable and traceable to the activity, product or service involved. Environmental records shall be stored and maintained in such a way that they are readily retrievable and protected against damage, deterioration or loss. Their retention times shall be established and recorded.

Records shall be maintained, as appropriate to the system and to the organization, to demonstrate conformance to the requirements of this standard.

4.4.4 Environmental management system audit

The organization shall establish and maintain (a) programme(s) and procedures for periodic environmental management system audits to be carried out, in order to

a) determine whether or not the environmental management system

1) conforms to planned arrangements for environmental management including the requirements of this standard;

2) has been properly implemented and maintained;

b) provide information on the results of audits to management.

The audit programme, including any schedule, shall be based on the environmental importance of the activity concerned and the results of previous audits. In order to be comprehensive, the audit procedures shall cover the audit scope, frequency and methodologies, as well as the responsibilities and requirements for conducting audits and reporting results.

4.5 Management review

The organization's top management shall, at intervals it determines, review the environmental management system, to ensure its continuing suitability, adequacy and effectiveness. The management review process shall ensure that the necessary information is collected to allow management to carry out this evaluation. This review shall be documented.

The management review shall address the possible need for changes to policy, objectives and other elements of the environmental management system, in the light of environmental management system audit results, changing circumstances and the commitment to continual improvement.

ANNEX A (INFORMATIVE)

GUIDANCE ON THE USE OF THE SPECIFICATION

This informative annex gives additional information on the requirements and is intended to avoid misinterpretation of the specification. This annex only addresses the requirements contained in the specification.

A.4 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

A.4.0 General

It is intended that the implementation of an environmental management system described by the specification will result in improved environmental performance. The specification is based on the concept that the organization will periodically review and evaluate its environmental management system in order to identify opportunities for improvement and their implementation. Improvements in its environmental management system are intended to result in additional improvements in environmental performance.

The environmental management system provides a structured process for the achievement of continual improvement, the rate and extent of which will be determined by the organization in the light of economic and other circumstances. Although some improvement in environmental performance can be expected due to the adoption of a systematic approach, it should be understood that the environmental management system is a tool which enables the organization to achieve and systematically control the level of environmental performance that it sets itself. The establishment and operation of an environmental management system will not, in itself, necessarily result in an immediate reduction of adverse environmental impact.

An organization has the freedom and flexibility to define its boundaries and may choose to implement this standard with respect to the entire organization, or to specific operating units or activities of the organization. If this standard is implemented for a specific operating unit or activity, policies and procedures developed by other parts of the organization can be used to meet the requirements of the standard, provided that they are applicable to the specific operating unit or activity that will be subject to the standard. The level of detail and complexity of the environmental management system, the extent of documentation and the resources devoted to it will be dependent on the size of an organization and the nature of its activities. This may be the case in particular for small and medium-sized enterprises.

Integration of environmental matters with the overall management system can contribute to the effective implementation of the environmental management system, as well as to efficiency and to clarity of roles.

The standard contains management system requirements, based on the dynamic cyclical process of 'plan, implement, check and review'.

The system should enable an organization to

- a) establish an environmental policy appropriate to itself;
- b) identify the environmental aspects arising from the organization's past, existing or planned activities, products or services, to determine the environmental impacts of significance;
- c) identify the relevant legislative and regulatory requirements;
- d) identify priorities and set appropriate environmental objectives and targets;

e) establish a structure and (a) programme(s) to implement the policy and achieve objectives and targets;

f) facilitate planning, control, monitoring, corrective action, auditing and review activities to ensure both that the policy is complied with and that the environmental management system remains appropriate;

g) be capable of adapting to changing circumstances.

A.4.1 Environmental policy

The environmental policy is the driver for implementing and improving the organization's environmental management system so that it can maintain and potentially improve its environmental performance. The policy should therefore reflect the commitment of top management to compliance with applicable laws and continual improvement. The policy forms the basis upon which the organization sets its objectives and targets. The policy should be sufficiently clear to be capable of being understood by internal and external interested parties and should be periodically reviewed and revised to reflect changing conditions and information. Its area of application should be clearly identifiable.

The organization's top management should define and document its environmental policy within the context of the environmental policy of any broader corporate body of which it is a part and with the endorsement of that body, if there is one.

NOTE - Top management may consist of an individual or group of individuals with executive responsibility for the organization.

A.4.2 Environmental planning

A.4.2.1 Environmental aspects

This section is intended to provide a process for an organization to identify significant environmental aspects that should be addressed as a priority by the organization's environmental management system. This process should take into account the cost and time of undertaking the analysis and the availability of reliable data. Information already developed for regulatory or other purposes may be used in this process. Organizations may also take into account the degree of practical control they may have over the environmental aspects being considered. Organizations determine what their environmental aspects are, taking into account the inputs and outputs associated with their current and relevant past activities, products and services.

An organization with no existing environmental management system should, as a first step, establish its current position with regard to the environment by means of a review. The aim should be to consider all environmental aspects of the organization as a basis for establishing the environmental management system.

Those organizations with operating environmental management systems do not have to undertake such a review.

The review should cover four key areas:

- a) legislative and regulatory requirements;
- b) an identification of significant environmental aspects;
- c) an examination of all existing environmental management practices and procedures;
- d) an evaluation of feedback from the investigation of previous incidents.

In all cases, consideration should be given to normal and abnormal operations within the organization, and to potential emergency conditions.

A suitable approach to the review may include checklists, interviews, direct inspection and measurement, results of previous audits or other reviews depending on the nature of the activities.

The process to identify the significant environmental aspects associated with the activities at operating units should consider, where relevant

- a) emissions to air;
- b) releases to water;
- c) waste management;
- d) contamination of land;
- e) impact on communities;
- f) use of raw materials and natural resources;
- g) other local environmental issues.

This process should consider normal operating conditions, shut down and start up conditions, as well as the realistic potential significant impacts associated with reasonably foreseeable or emergency situations.

The process is intended to identify significant environmental aspects associated with activities, products or services, and is not intended to require a detailed life cycle assessment. Organizations do not have to evaluate each product, component or raw material input. They may select categories of activities, products or services to identify those aspects most likely to have a significant impact.

The control and influence over the environmental aspects of products vary significantly, depending on the market situation of the organization. A contractor or supplier to the organization may have comparatively little control, while the organization responsible for product design can alter the aspects significantly by changing for example a single input material. Whilst recognizing that organizations may have limited control over the use and disposal of their products, they should consider, where practical, proper handling and disposal mechanisms. This provision is not intended to change or increase an organization's legal obligations.

A.4.2.2 Legal and other requirements

Examples of other requirements to which the organization may subscribe are

- a) Industry codes of practice;
- b) Agreements with public authorities;
- c) Non regulatory guidelines.

A.4.2.3 Objectives and targets

The objectives should be specific and targets should be measurable wherever practicable, and where appropriate take preventative measures into account.

When considering their technological options, an organization may consider the use of best available technology where economically viable, cost effective and judged appropriate. The reference to the financial requirements of the organization is not intended to imply that organizations are obliged to use environmental cost accounting methodologies.

A.4.2.4 Environmental management programme

The creation and use of (a) programme(s) is a key element to the successful implementation of an environmental management system. The programme should describe how the organization's targets will be achieved, including time-scales and personnel responsible for implementing the organization's environmental policy. This programme may be sub-divided to address specific elements of the organization's operations. The programme should include an environmental review for new activities.

The programme may include, where appropriate and practical, consideration of planning, design, production, marketing and disposal stages. This may be undertaken for both current and new activities, products or services. For products this may address design, materials, production processes, use and ultimate disposal. For installations or significant modifications of processes this may address planning, design, construction, commissioning, operation and, at the appropriate time determined by the organization, decommissioning.

A.4.3 Implementation and operation

A.4.3.1 Structure and responsibility

The successful implementation of an environmental management system calls for the commitment of all employees of the organization. Environmental responsibilities therefore should not be seen as confined to the environmental function, but may also include other areas of an organization, such as operational management or staff functions other than environmental.

This commitment should begin at the highest levels of management. Accordingly top management should establish the organization's environmental policy and ensure that the environmental management system is implemented. As part of this commitment the top management should designate (a) specific management representative(s) with defined responsibility and authority for implementing the environmental management system. In large or complex organizations there may be more than one designated representative. In small or medium sized enterprises, these responsibilities may be undertaken by one individual. Top management should also ensure that an appropriate level of resources are provided to ensure that the environmental management system is implemented and maintained. It is also important that the key environmental management system responsibilities are well defined and communicated to the relevant personnel.

A.4.3.2 Training, awareness and competence

The organization should establish and maintain procedures for identifying training needs. The organization should also require that contractors working on its behalf are able to demonstrate that their employees have the requisite training.

Management should determine the level of experience, competence and training necessary to ensure the capability of personnel, especially those carrying out specialized environmental management functions.

A.4.3.3 Communications

Organizations should implement a procedure for receiving, documenting and responding to relevant information and requests from interested parties. This procedure may include a dialogue with interested parties and consideration of their relevant concerns. In some circumstances responses to interested parties' concerns may include relevant information about the environmental impacts associated with the organizations operations. These procedures should also address necessary communications with public authorities regarding emergency planning and other relevant issues.

A.4.3.4 Environmental documentation

The level of detail of the documentation should be sufficient to describe the core elements of the environmental management system and their interaction and provide direction on where to obtain more detailed information on the operation of specific parts of the environmental management system. This documentation may be integrated and shared with documentation of other systems implemented by the organization. It does not have to be in the form of a single manual.

Related documentation may include

- a) process information;
- b) organizational charts;
- c) internal standards and operational procedures;
- d) site emergency plans.

A.4.3.5 Document control

The intent of this section of the specification is to ensure that organizations create and maintain documents in a manner sufficient to implement the environmental management system. However, the primary focus of organizations should be on the effective implementation of the environmental management system and on environmental performance and not on a complex documentation control system.

A.4.3.6 Operational control

(no text intended here)

A.4.3.7 Emergency preparedness and response

(no text intended here)

A.4.4 Checking and Corrective Action

A.4.4.1 Monitoring and measurement

(no text intended here)

A.4.4.2 Non-Conformance and corrective and preventive action

In establishing and maintaining procedures for investigating and correcting non-conformance, the organization should include these basic elements:

- a) identifying the cause of the non-conformance;
- b) identifying and implementing the necessary corrective action;

- c) implementing or modifying controls necessary to avoid repetition of the non-conformance;
- d) recording any changes in written procedures resulting from the corrective action.

Depending on the situation this may be accomplished rapidly and with a minimum of formal planning or it may be a more complex and long term activity. The associated documentation should be appropriate to the level of corrective action.

A.4.4.3 Records

Procedures for identification, maintenance and disposition of records should focus on those records needed for the implementation and operation of the environmental management system and to record the extent to which planned objectives and targets have been met.

Environmental records may include

- a) information on applicable environmental laws or other requirements;
- b) complaint records;
- c) training records;
- d) product process information;
- e) product information;
- f) inspection, maintenance and calibration records;
- g) pertinent contractor and supplier information;
- h) incident reports;
- i) information on emergency preparedness and response;
- j) records of significant environmental impacts;
- k) audit results;
- l) management reviews.

Proper account should be taken of confidential business information.

A.4.4.4 Environmental management system audit

The audit programme and procedures should cover:

- a) the activities and areas to be considered in audits;
- b) the frequency of audits;
- c) the responsibilities associated with managing and conducting audits;
- d) the communication of audit findings;
- e) auditor competence;
- f) how audits will be conducted.

Audits may be performed by personnel from within the organization or by external persons selected by the organization. In either case the persons conducting the audit should be in a position to do so impartially and objectively.

A.4.5 Management review

In order to maintain continual improvement, suitability and effectiveness of the environmental management system, and thereby its performance, the organization's management should review and evaluate the environmental management system at defined intervals. The scope of the review should be comprehensive, though not all elements of an environmental management system need to be reviewed at once and the review process may take place over a period of time.

The review of the policy, objectives and procedures should be carried out by the level of management that defined them.

Reviews should include:

- a) results from audits;
- b) the extent to which objectives and targets have been met;
- c) the continuing suitability of the environmental management system in relation to changing conditions and information;
- d) concerns amongst relevant interested parties.

Observations, conclusions and recommendations should be documented for necessary action.

ANNEX B (INFORMATIVE)

BIBLIOGRAPHY

ISO 9000 series - Quality management and quality assurance standards.

[Any '14000 series' document which exists at the time of publication should be included here]

ANNEX C (INFORMATIVE)

LINKS BETWEEN ISO 14001 AND ISO 9001

The two tables in Annex B identify links and broad technical correspondences between ISO 14001 and ISO 9001 and vice-versa.

The objective of the comparison is to demonstrate the combinability of both systems to those organizations already operating one of the standards and which may wish to operate both.

A direct link between clauses of the two standards has only been established if the two clauses are largely congruent in requirements. Beyond that many detailed cross connections of minor relevance exist which could not be shown here.

Table 1 Correspondence between ISO 14001 and ISO 9001

ISO 14001		ISO 9001: 1994	
GENERAL	4.0	4.2.1 1st sentence	General
ENVIRONMENTAL POLICY	4.1	4.1.1	Quality policy
PLANNING Environmental aspects Legal and other requirements Objectives and targets Environmental management programme	4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4 -	- - 1) - 2) - 4.2.3	Quality planning
IMPLEMENTATION AND OPERATION Structure and responsibility Training, awareness and competence Communication Environmental documentation Document control Operational control Emergency preparedness and response	4.3.1 4.3.2 4.3.3 4.3.4 4.3.5 4.3.6 - 4.3.7	4.1.2 4.1.8 - 4.2.1 without 1st sentence 4.5 4.2.2 4.3 3) 4.4 4.6 4.7 4.9 4.15 4.19 4.8 -	Organization Training General Document and data control Quality system procedures Contract Review Design control Purchasing Control of customer-supplied product Process control Handling, storage, packaging, preservation & delivery Servicing Product identification and traceability
CHECKING AND CORRECTIVE ACTION Monitoring and measurement Monitoring and measurement Non-conformance & corrective & preventive action Non-conformance & corrective & preventive action Records Environmental management system audit	4.4.1 1st & 3rd paragraph - - 4.4.1 2nd paragraph 4.4.2 1st part of 1st sentence 4.4.2 without 1st part of 1st sentence 4.4.3 4.4.4	4.10 4.12 4.20 4.11 4.13 4.14 4.16 4.17	Inspection and testing Inspection and test status Statistical techniques Control of inspection, measurement and test equipment Control of non-conforming product Corrective and preventive action Control of quality records Internal quality audits
MANAGEMENT REVIEW	4.5	4.1.3	Management review

1) Legal requirements addressed in ISO 9001, 4.4.4

2) Objectives addressed in ISO 9001, 4.1.1

3) Communication with the quality stakeholders (customers)

Table 2

Correspondence between ISO 9001 and ISO 14001

ISO 9001: 1994		ISO 14001	
Management responsibility Quality policy	4.1.1 - - 1) - 2) -	4.1 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	Environmental policy Environmental aspects Legal and other requirements Objectives and targets Environmental management programme
Organization Management review	4.1.2 4.1.3	4.3.1 4.5	Structure and responsibility Management review
Quality system General	4.2.1 1st sentence 4.2.1 without 1st sentence	4.0 4.3.4	General Environmental documentation
Quality system procedures Quality planning	4.2.2 4.2.3	4.3.6 -	Operational control
Contract review	4.3 3)	4.3.6	Operational control
Design control	4.4	4.3.6	Operational control
Document and data control	4.5	4.3.5	Document control
Purchasing	4.6	4.3.6	Operational control
Control of customer-supplied product	4.7	4.3.6	Operational control
Product identification and traceability	4.8	-	
Process control	4.9	4.3.6	Operational control
Inspection and testing	4.10	4.4.1 1st & 3rd paragraph	Monitoring and measurement
Control of inspection, measuring & test equipment	4.11	4.4.1 2nd paragraph	Monitoring and measurement
Inspection and test status	4.12	-	
Control of non-conforming product	4.13	4.4.2 1st part of 1st sentence	Non-conformance & corrective & preventive action
Corrective and preventive action	4.14	4.4.2 without 1st part of 1st sentence	Non-conformance & corrective & preventive action
	-	4.3.7	Emergency preparedness and response
Handling, storage, packing, preservation and delivery	4.15	4.3.6	Operational control
Control of quality records	4.16	4.4.3	Records
Internal quality audits	4.17	4.4.4	Environmental management system audit
Training	4.18	4.3.2	Training, awareness and competence
Servicing	4.19	4.3.6	Operational control
Statistical techniques	4.20	-	
	-	4.3.3	Communication

1) Legal requirements addressed in ISO 9001, 4.4.4

2) Objectives addressed in ISO 9001, 4.1.1

3) Communication with the quality stakeholders (customers)

ABSTRACT

AN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM FOR HIKING TRAILS IN THE GOLDEN GATE HIGHLAND NATIONAL PARK

(M.Sc. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND ANALYSIS)
FREDERIK JOHANNES ERASMUS (M.Sc: GEOMORPHOLOGY)

PROF. A.B. DE VILLIERS & MNR. J.G. NEL

The type and extent of the physical deterioration (erosion) of the hiking trail/ rock type associations in the Golden Gate Highland National Park and the possible reasons for the deterioration are clear from the results of the empirical study. Erosion can be directly attributed to the influence of the hikers' walking action. The extent of erosion varies between different hiking trail/rock type associations. Through a correlation analysis between erosion values and certain topographical variables, ideal sampling points were identified and the results can be used as criteria for the future planning of hiking trails.

Differences between the field and path measurements for plant nutrient status, textural composition and soil compaction, are clear evidence of the physical deterioration of the hiking trails that can be directly attributed to the influence of the hikers.

Physical limitations experienced by the hikers can also contribute to the increase in the erosion of a particular trail section.

Current measures to stop erosion are not adequate. Therefore certain suggestions are made. The installation of a permanent walking path segments could be a solution.

In order to stop or mitigate any further deterioration of the hiking trails in the Golden Gate Highlands National Park and to prevent other negative environmental influences, an environmental management system has to be implemented by the Park management. The implementation of an environmental management system will ensure a balance between recreation and conservation.

BEDANKINGS

DANK aan my SKEPPER wat my die krag, insig en die geleentheid gegee het om hierdie projek aan te pak en te voltooi. Dit is 'n wonderlike ervaring om die geleentheid te kan kry om 'n klein deeltjie van Sy Skepping te ontdek en sekere aspekte te probeer verstaan.

Die navorser wil net die volgende persone bedank vir hulle hulp tydens die projek:

- * Prof. A.B. de Villiers
- * Mnr. J.G. Nel
- * Mnr. Corrie Pieterse (Parkhoof) en personeel
- * Mnr. J.M. Hatting
- * Mnr. P. van Deventer
- * Mnr. K. Coetzee en ander personeel.
- * Finale-jaar studente (1994, 1995)
- * Personeel van die Kartografiese-eenheid.

Dan wil ek net weereens my vrou, Retha en my dogter, Marna en ons ouers bedank vir hulle geduld, hulp en ondersteuning gedurende die studietyd.