

NN31545.1911

ICW Nota 1911  
November 1988

DOOR HET JAAR HET EFFECT VAN EEN BRONNERING OP DE  
WONINGEN EN DE OMGEVING VAN GRAS IN DE OMGEVING VAN SUSTEREN

Massop

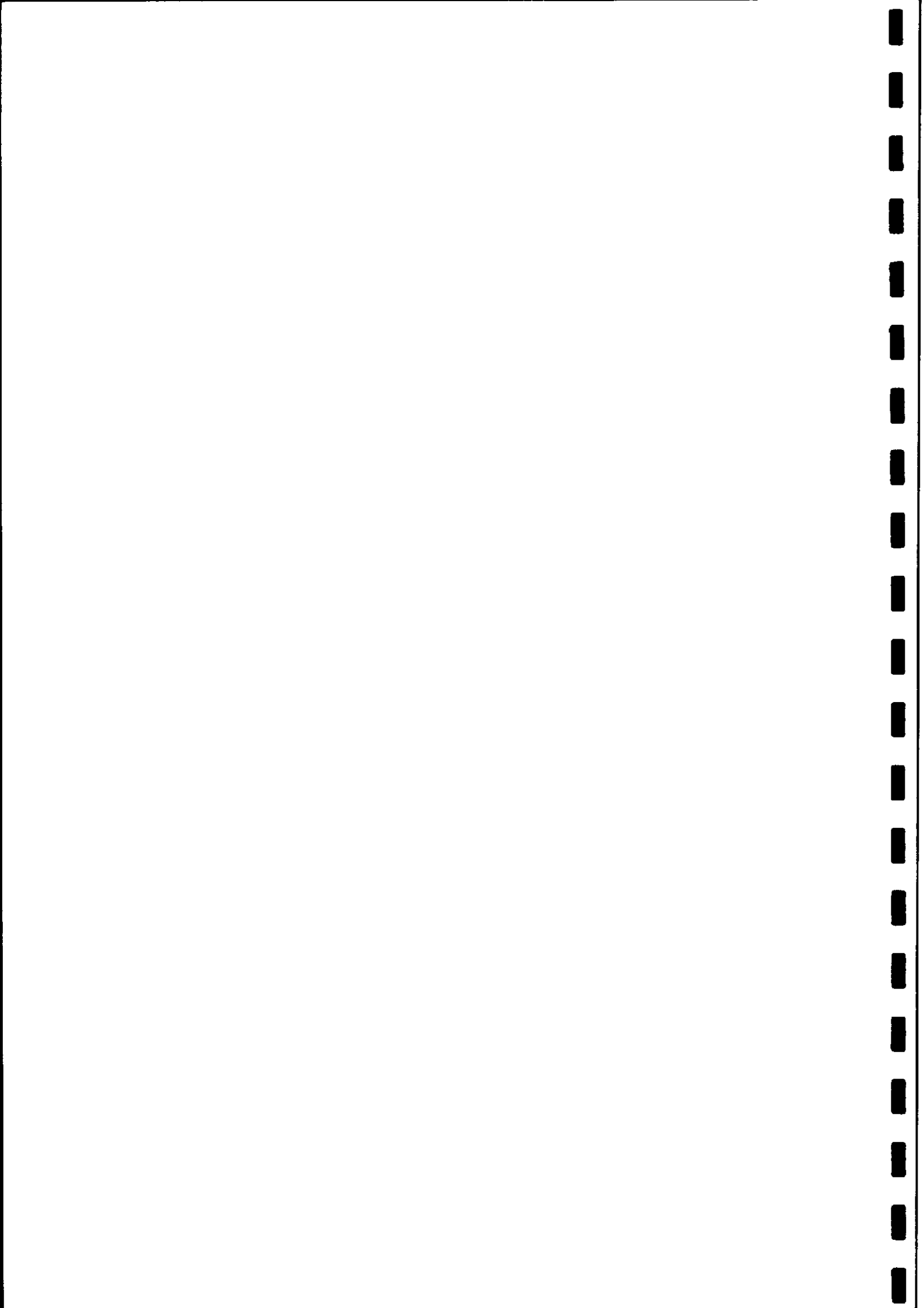
**INHOUD**

	pag.
1. INLEIDING	1
2. VERZAMELING VAN DE GEGEVENS	2
2.1. Grondwaterstanden	2
2.2. Meteorologische gegevens	3
2.3. Bewortelingsdiepte	6
2.4. Sink term variabelen	6
2.5. Bodemfysische gegevens	7
3. BEREKENINGEN	9
4. SAMENVATTING EN CONCLUSIE	11
LITERATUUR	12
LIJST VAN BIJLAGEN	13

15 DEC. 1988



JSN 200072\*

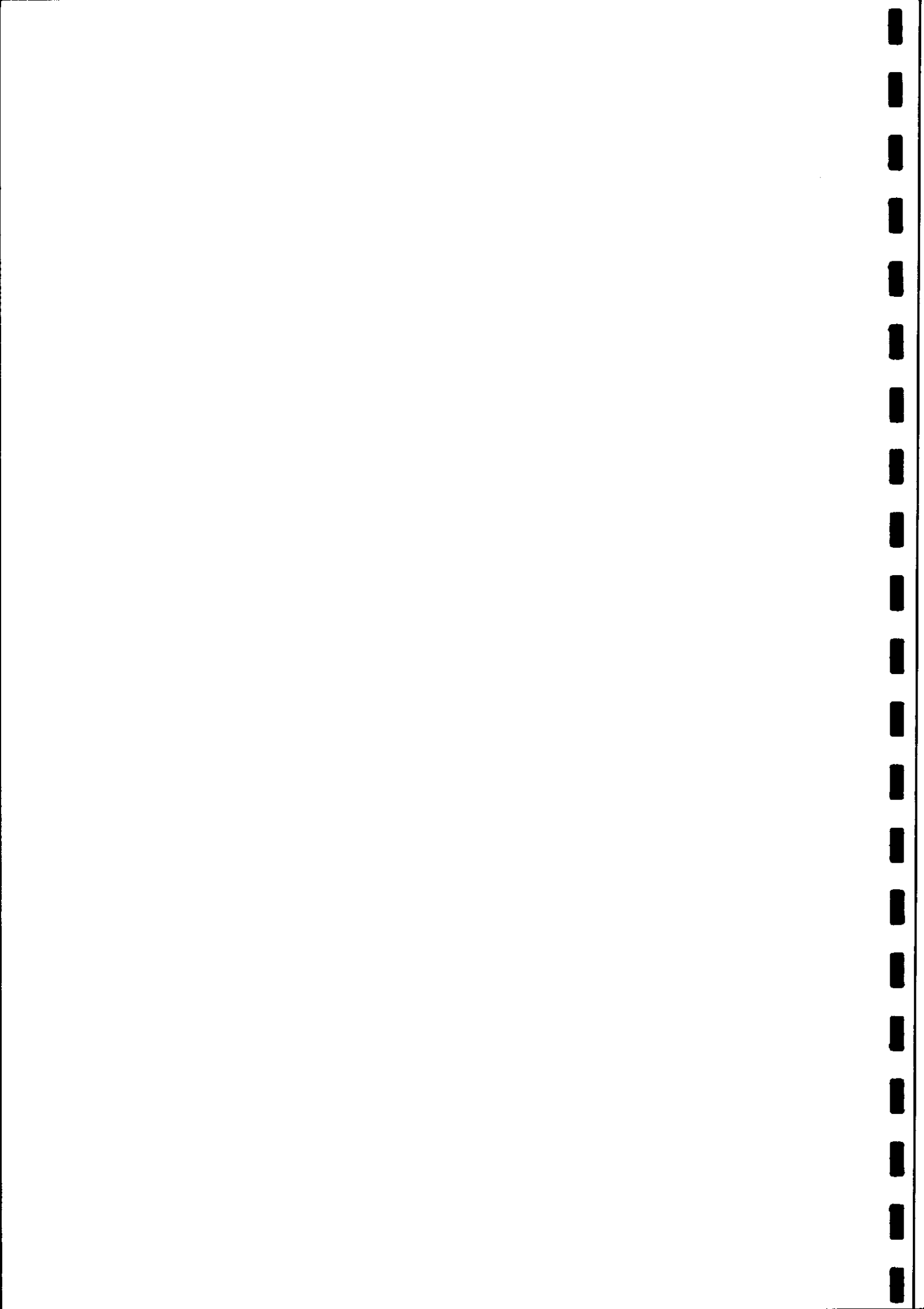


## 1. Inleiding

Door de Waterleiding Maatschappij Limburg (W.M.L) is aan het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (I.C.W) een opdracht verstrekt voor een onderzoek naar mogelijke droogteschade op een aantal percelen als gevolg van een bronnering bij de aanleg van de transportleiding Roosteren-Susteren (Bijlage 1).

Door de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA) zijn op het betreffende terrein boringen uitgevoerd tot een diepte van maximaal 3.20 m-maaiveld voor het verkrijgen van de benodigde bodemkundige gegevens.

Met de door de W.M.L. verstrekte grondwaterstandsgegevens, de aan het veldonderzoek ontleende bodemfysische eigenschappen en meteo-gegevens van de stations Zuid-Limburg en Echt zijn berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma SWATRE (BELMANS e.a., 1983). De berekeningen zijn uitgevoerd voor de situaties zonder en met bronnering. In deze nota zal eerst de verzameling van de benodigde gegevens worden besproken en vervolgens de uitgevoerde berekeningen en de verkregen resultaten .



## 2. Verzameling van de gegevens

De volgende gegevens zijn van belang:

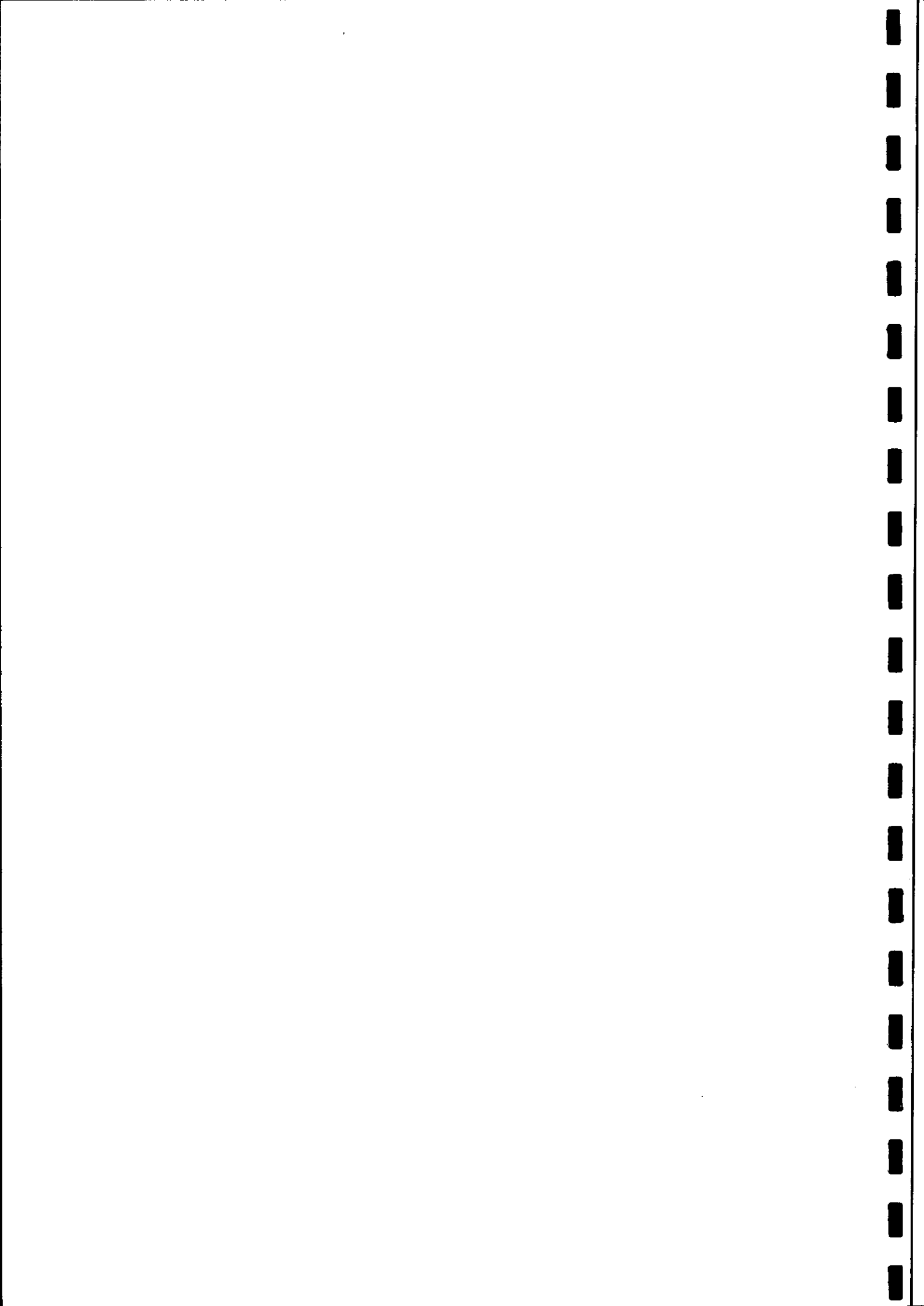
- grondwaterstanden
- meteorologische gegevens
- effectieve bewortelingsdiepte
- sink term variabelen
- bodemfysische gegevens

### 2.1. GRONDWATERSTANDEN

Door de WML is op een aantal lokaties (Bijlage 1) de grondwaterstand gegeven met en zonder bronnering (Tabel 1). Deze grondwaterstanden zijn afgeleid uit het isohypsenbeeld en de maaiveldshoogten afkomstig van de hoogtecijferkaart. De isohypsen zijn gebaseerd op de gegevens van vijf waarnemingsputten, die in de directe omgeving van het betreffende gebied zijn gelegen.

Tabel 1. Grondwaterstanden

Gebied	Datum	Grondwaterstand			
		Datum	Grondwaterstand		
		geen bemaling	met bemaling		
		m-m.v.	m-m.v.		
A	28-4	0,3	28-5	0,9	3,0
B	28-4	0,5	28-5	1,1	3,0
C	28-4	1,0	28-5	1,6	2,5
D	28-4	0,8	28-5	1,4	2,8



Voor de situatie zonder bronbemaling is de grondwaterstand op 28 mei afgeleid uit de fluctuatie van de grondwaterstand in putten op grotere afstand. Vanaf 28 april tot 28 mei bleek daar de grondwaterstand 60 cm te zijn gedaald. Voor de berekening is aangenomen dat deze daling zich geleidelijk voltrekt met gemiddeld 2 cm per dag. Voor de periode 1 april tot 29 april en 28 mei t/m 31 mei is de grondwaterstand constant gehouden.

Voor de situatie met bemaling, die is begonnen op 5 mei, is het grondwaterstandsverloop tot 5 mei identiek aan de situatie zonder bemaling. Op 5 mei is de grondwaterstand 30 cm verlaagd voor de vier onderscheiden gebieden. Voor de periode 5 mei t/m 9 mei is de grondwaterstand geleidelijk verlaagd tot 2.00 m-mv. en tussen 9 mei en 11 mei heeft een verdere verlaging plaatsgevonden, waarbij op 11 mei de daling maximaal is.

Deze grondwaterstand is vervolgens gehandhaafd tot 31 mei. De gebruikte grondwaterstanden zijn weergegeven op bijlage 2.

## 2.2. METEOROLOGISCHE GEGEVENS

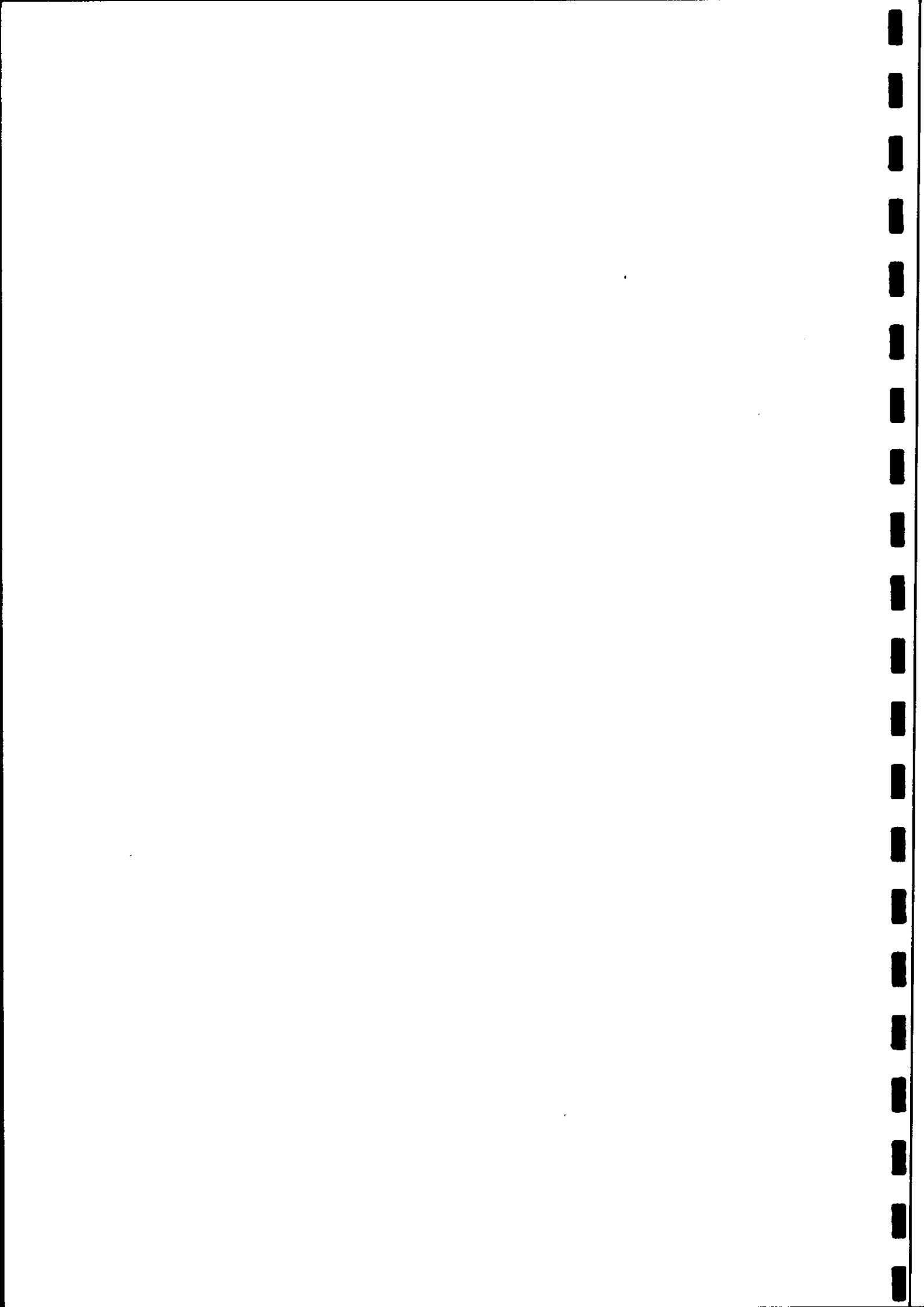
Voor de neerslag is gebruik gemaakt van neerslagcijfers van het station Echt. Voor de berekening van de dagelijkse potentiële verdamping is gerekend met de formule volgens Priestly en Taylor (FEDDES, 1978).

Hiervoor zijn de volgende gegevens ingevoerd op dagbasis (bijlage 3a en 3b):

- neerslag ( $\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$ )
- netto kortgolvlige straling ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )
- gemiddelde dagtemperatuur ( $^{\circ} \text{C}$ )
- relatieve luchtvochtigheid (%)

Met uitzondering van de neerslag zijn bovengenoemde gegevens afkomstig van het vliegveld Zuid-Limburg. Hier wordt de globale (inkomende kortgolvlige) straling gemeten in  $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$  (KNMI, 1988, 1988A).





Voor een omrekening naar  $W.m^{-2}$  dienen de meetwaarden te worden vermenigvuldigd met de factor:

$$\frac{100^2}{3600 \times 24} = 0.116$$

De netto kortgolvlige straling is te berekenen met:

$$R_n = (1 - \alpha)R_s - R_t$$

waarin:  $R_n$  = netto kortgolvlige straling ( $W.m^{-2}$ )  
 $\alpha$  = reflectiecoëfficiënt  
 $R_s$  = inkomende kortgolvlige (globale) straling ( $W.m^{-2}$ )  
 $R_t$  = uitgaande langgolvlige straling ( $W.m^{-2}$ )

Een waarde voor de uitgaande langgolvlige straling  $R_t$  kan worden verkregen met:

$$R_t = 5,67 \times 10^{-8} \times \bar{T}_z^4 (0,56 - 0,08 (\bar{e}_z)^{1/2}) (0,1 + 0,9 \bar{n} / \bar{N}) \quad (\text{FEDDES, 1971})$$

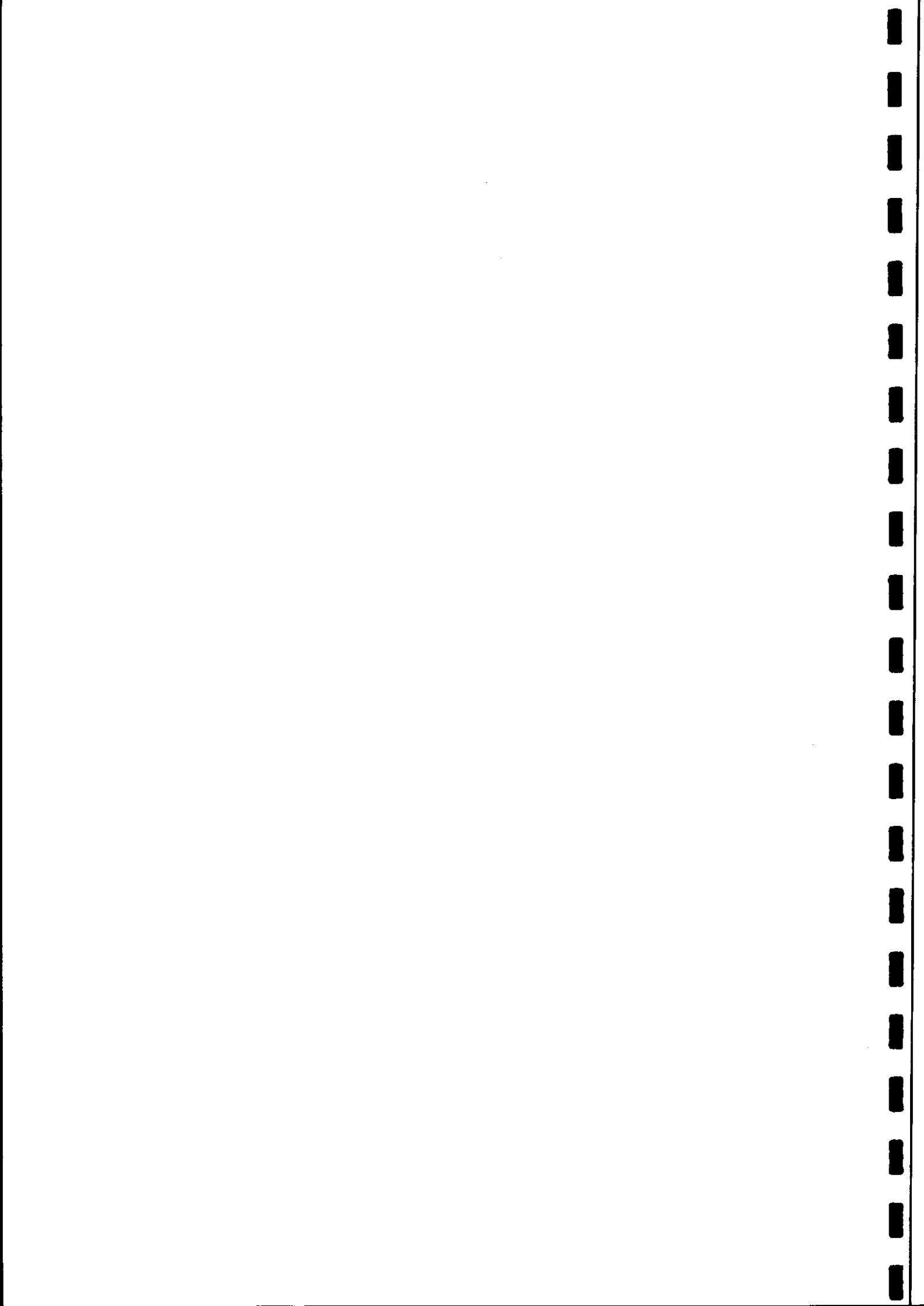
waarin:  $\bar{T}_z^4$  = de absolute temperatuur ( $^{\circ}K$ )  
 $\bar{e}_z$  = gemiddelde dampdruk (mbar)  
 $\bar{n}/\bar{N}$  = relatieve zonneshijnduur (%)

Voor de beschouwde periode april - mei zijn de volgende waarden aangenomen resp. gemeten voor de bepaling van de grootte-orde van  $R_t$

$T = 28^{\circ}C$ ,  $\bar{e}_z = 17,1$  mbar ( 9-5-1988 Zuid-Limburg ) en  $\bar{n}/\bar{N} = 1$ .

Substitutie van deze waarden in bovenstaande betrekking geeft na uitwerking voor  $R_t$  :  $4,10 \times 10^{-6} W.m^{-2}$ . Deze waarde is te verwaarlozen in vergelijking met de waarden voor  $R_s$  zodat:

$$R_n = (1-\alpha)R_s$$



Met genoemde meteorologische gegevens en uitgaande van een bodembedekking van 100 % is de potentiële verdamping berekend m.b.v. Priestly en Taylor voor  $\alpha = 0$  en  $\alpha = 0,25$ . De berekende cijfers zijn vergelijkbaar met de referentie-gewasverdamping volgens Makkink voor Zuid-Limburg, omdat het in beide gevallen gaat om gras. Voor de beschouwde periode is de gewasfactor voor gras gelijk aan 1.

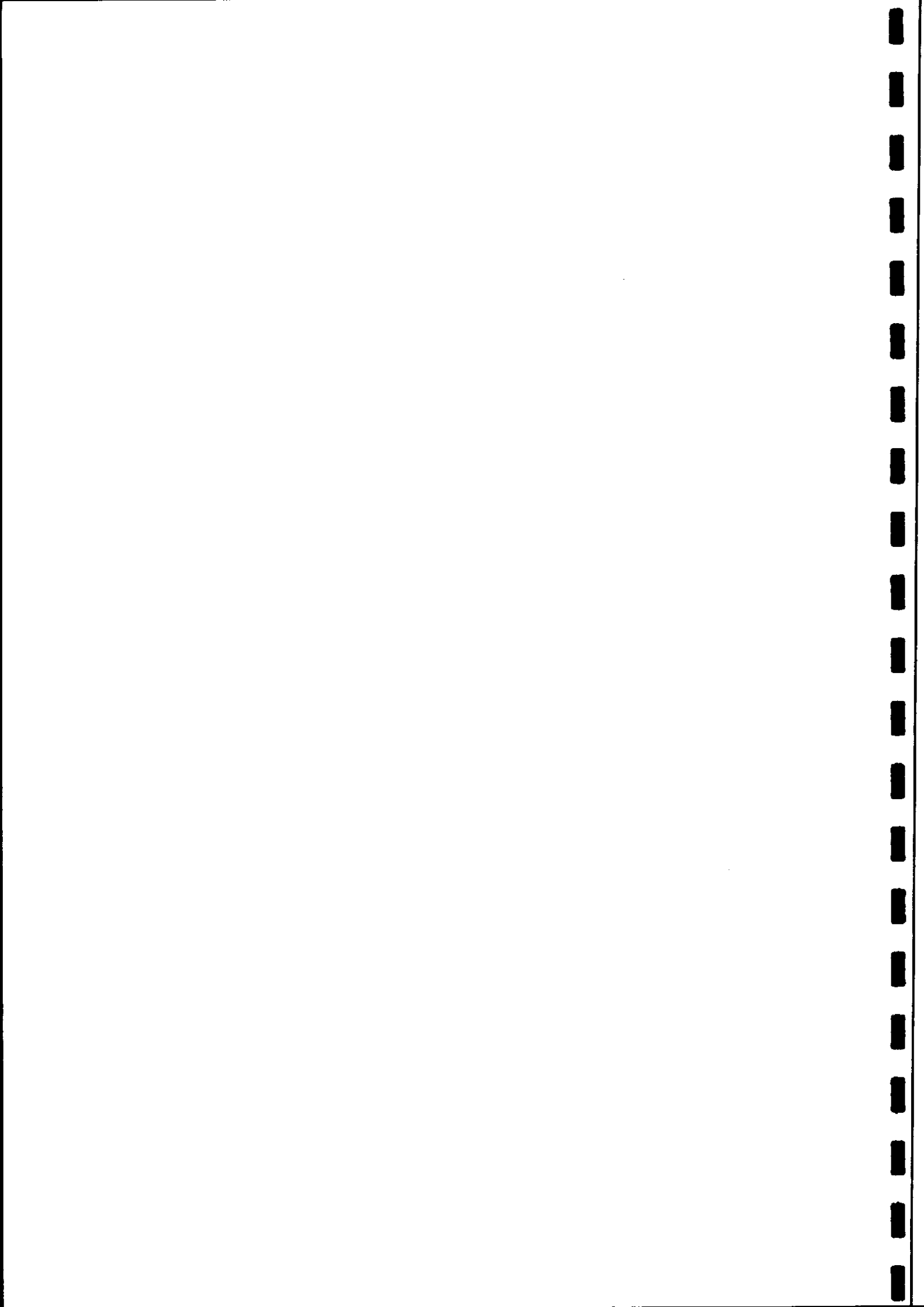
Tabel 2. Potentiële verdamping

Maand	Decade	Verdamping (mm)			
		KNMI	Priestly en Taylor		
			$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,162$
april	1	16,9	20,1	14,8	16,5
	2	23,9	28,0	20,8	23,3
	3	28,6	34,3	25,8	28,5
mei	1	26,9	32,1	23,7	26,8
	2	32,8	39,5	29,3	32,9
	3	31,6	37,8	27,9	31,4

Uit bovengenoemde berekening is een  $\alpha$  afgeleid van 0,162, bij deze waarde wordt de berekende potentiële verdamping gelijk aan de referentie-gewasverdamping volgens Makkink rekening houdend met een gewasfactor van 1.

De in bijlage 3a en 3b vermelde netto kortgolvlige straling in  $W.m^{-2}$  is dus verkregen door de meetwaarden van de globale straling in  $J.cm^{-2}$  te vermenigvuldigen met de factor:

$$0,116 \times (1 - 0,162) = 0,097$$



### 2.3. BEWORTELINGSDIEPTE

Als effectieve wortelzone voor kleivaaggronden met het gewas gras wordt gegeven 15 - 40 cm (COMMISSIE GRONDWATERWET WATERLEIDINGBEDRIJVEN, 1984). Voor de berekeningen met het model SWATRE is 25 cm aangehouden, dit is gebaseerd op gegevens uit het bodemkundig onderzoek.

### 2.4. SINK TERM VARIABELEN

Deze variabelen zijn van belang voor de bepaling van de werkelijke verdamping van gras. De gebruikte waarden zijn (fig. 1):

P0 = -10 cm

P1 = -25 cm

P2H = -320 cm

P2L = -600 cm

P3 = -8000 cm

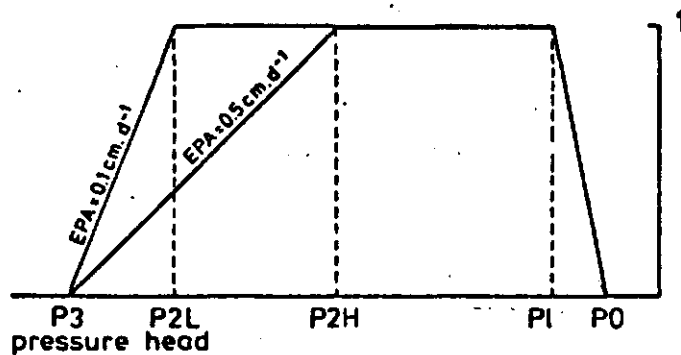


Fig. 1

P0 = drukhoogte waarboven de plant geen vocht opneemt door zuurstofgebrek.

P1 = drukhoogte waar beneden de wortels optimaal water onttrekken

P2H = drukhoogte waar beneden geen optimale onttrekking door de wortels meer plaatsvindt voor een potentiële verdamping gelijk aan  $0,5 \text{ cm.d}^{-1}$

P2L = drukhoogte waar beneden geen optimale onttrekking door de wortels meer plaatsvindt voor een potentiële verdamping gelijk aan  $0,1 \text{ cm.d}^{-1}$

P3 = verwelkingspunt, waar beneden geen wateropname door de wortels meer plaatsvindt.



De waarde P2 , waarbij er geen optimale onttrekking door de wortels meer plaatsvindt wordt berekend uit:

$$P2 = P2H + \frac{0.5 - EPA}{0.5 - 0.1} \times (P2L - P2H) ; \quad 0,1 < EPA < 0,5 \text{ cm.d}^{-1}$$

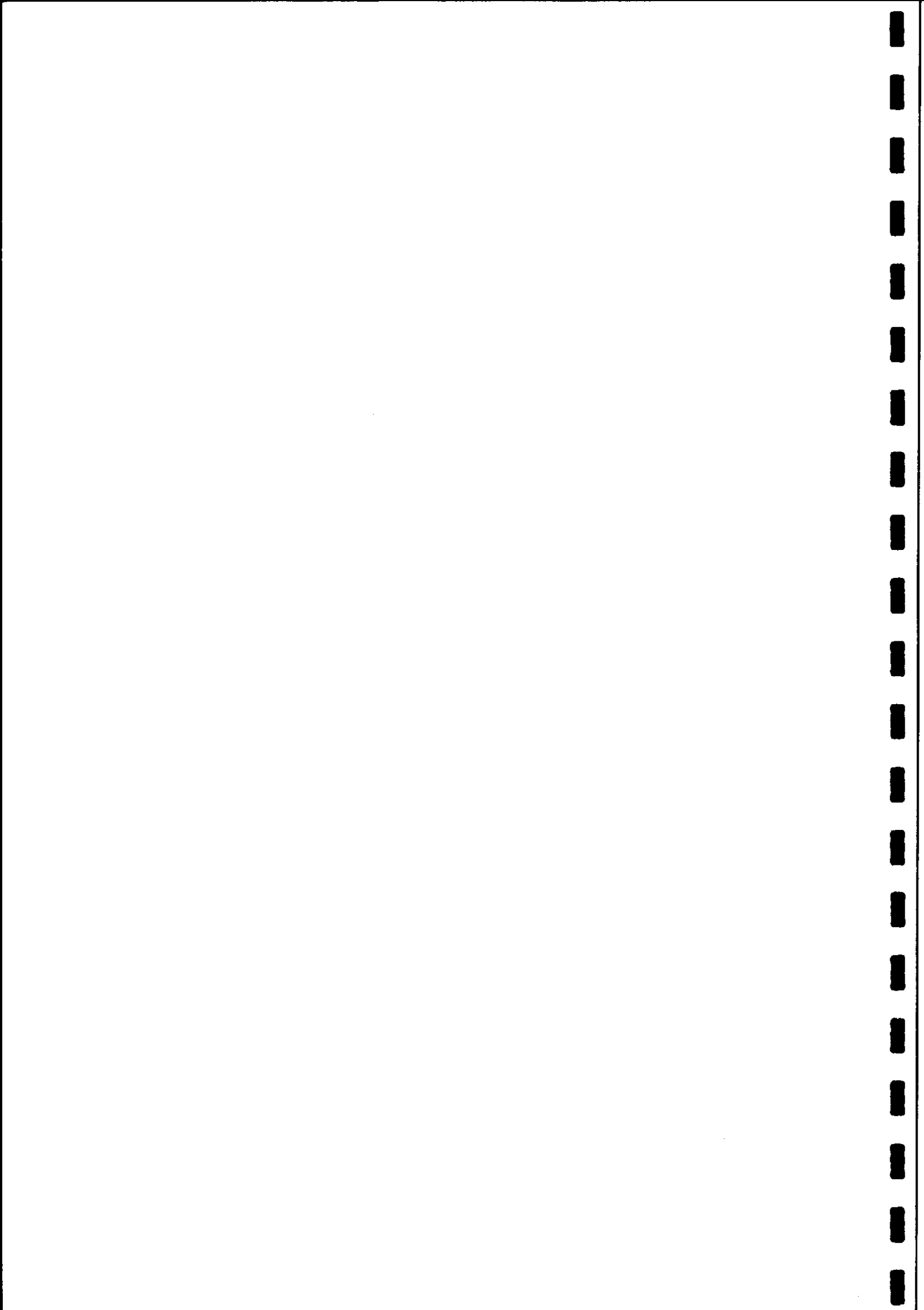
Voor  $EPA < 0,1 \text{ cm.d}^{-1}$ , is P2 gelijk aan P2L , en voor  $EPA > 0,5 \text{ cm.d}^{-1}$  is P2 gelijk aan P2H.

Hierbij is EPA de potentiële verdampingsvraag in  $\text{cm.d}^{-1}$ . De verdamping is maximaal tussen P1 en P2, terwijl een lineaire toename c.q afname wordt verondersteld tussen P0 en P1, en tussen P2 en P3. Recent onderzoek (DE JONG en KABAT) geven waarden van  $P2H = -200 \text{ cm}$  en  $P2L = -800 \text{ cm}$  voor gras.

## 2.5. BODEMFYSISCH GEDEEVENS

De geologische afzettingen die aan het oppervlak voorkomen zijn van fluviatiele oorsprong. Zij bestaan uit klei die voor een gedeelte is afgezet in het Tertiair. In het Laat-Tertiair is ook grind afgezet. Door middel van 15 boringen is de bodemopbouw vastgesteld, waardoor een goed beeld is verkregen van de verschillen in profielopbouw. Op bijlage 4 staat de locatie van de 15 boringen weergegeven en op bijlage 5 is de profielopbouw weergegeven. Op basis van bijlage 5 zijn 3 groepen profielen onderscheiden, die qua bodemopbouw overeenkomen. Voor deze 3 groepen zijn gemiddelde profielen samengesteld (bijlage 6a t/m c). Op bijlage 7 is de verbreiding van deze drie groepen weergegeven. De werkwijze is hierbij als volgt: elk profiel is opgedeeld in lagen van 10 cm., per laag van 10 cm. is in geval van zavel of klei het gemiddeld lutumgehalte aangegeven. Vervolgens is voor de bepaling van het representatieve profiel per laag van 10 cm. het gemiddeld lutumgehalte berekend. De volgende stap is het toekennen van bodemfysische gegevens per laag.



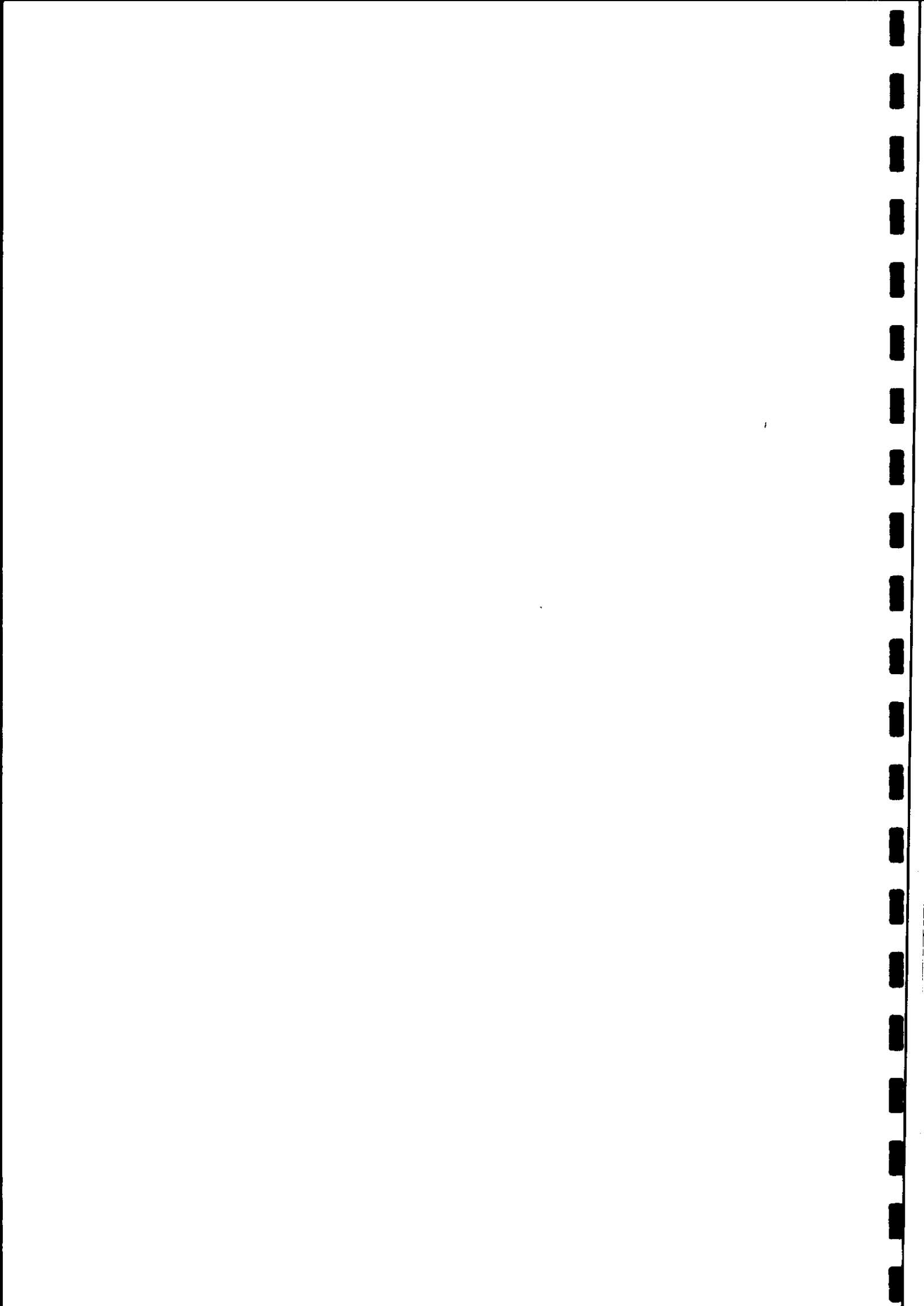


Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de boven- en ondergrond. De scheiding wordt bepaald door verschil in organisch stofgehalte en dichtheid. Hoewel de bewortelbare diepte is gekarteerd op 40 - 70 cm is op basis van het humusgehalte de begrenzing tussen boven- en ondergrond gelegd bij 20 cm - maaiveld. Vervolgens is m.b.v. de Staringreeks (WÖSTEN, e.a, 1987) aan elke laag een bouwsteennummer met bijbehorende  $k(h)$ - en  $\theta(h)$ -relatie toegekend. De gebruikte bouwstenen zijn B-10, O-12, O-11, O-10, O-9, O-5 en O-3.

Met het programma CAPSEV (WESSELING e.a. 1984) is zowel voor de afzonderlijke bouwstenen als voor de hieruit samengestelde bodemprofielen de maximale capillaire flux berekend bij een zuigspanning van 1000 cm en voor verschillende grondwaterstanden.

Een zuigspanning van 1000 cm is aangehouden omdat bij hogere waarden bij dezelfde grondwaterstand de capillaire opstijging veelal weinig meer toeneemt (WIT e.a. 1987). Bij de bouwstenen is dus een homogeen profiel beschouwd vanaf maaiveld tot 3 m. Bij de doorgeredende bodemprofielen is gerekend met een gelaagde profielopbouw zoals weergegeven op bijlage 6a t/m 6c. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven op bijlage 8a en 8b. Daarnaast is een berekening uitgevoerd met CAPSEV waarbij de  $k(h)$ - en  $\theta(h)$ -relatie voor O-5 is vervangen door de relatie voor coarse sand (RIJTEMA, 1969). Dit leverde geen verschil op ten aanzien van de capillaire opstijging voor verschillende grondwaterstanden. De gevonden curven geven een goede overeenkomst met vergelijkbare profielen langs de Zuid-Willemsvaart en het Twenthekanaal (WIT e.a. 1985, 1987).

Voor de berekeningen met SWATRE is daarom uitgegaan van een profielopbouw met bijbehorende bouwstenen zoals is weergegeven op bijlage 6a t/m 6c. Daar SWATRE slechts de mogelijkheid heeft profielen door te rekenen welke zijn opgebouwd uit maximaal 5 lagen is profiel 1, dat is opgebouwd uit zeven lagen vereenvoudigd tot vijf lagen. Hierbij is aan laag 20- 60 cm - mv. bouwsteen O-11 toegekend i.p.v. O-12 en aan laag 250-300 cm - mv. bouwsteen O-3 i.p.v. O-5.

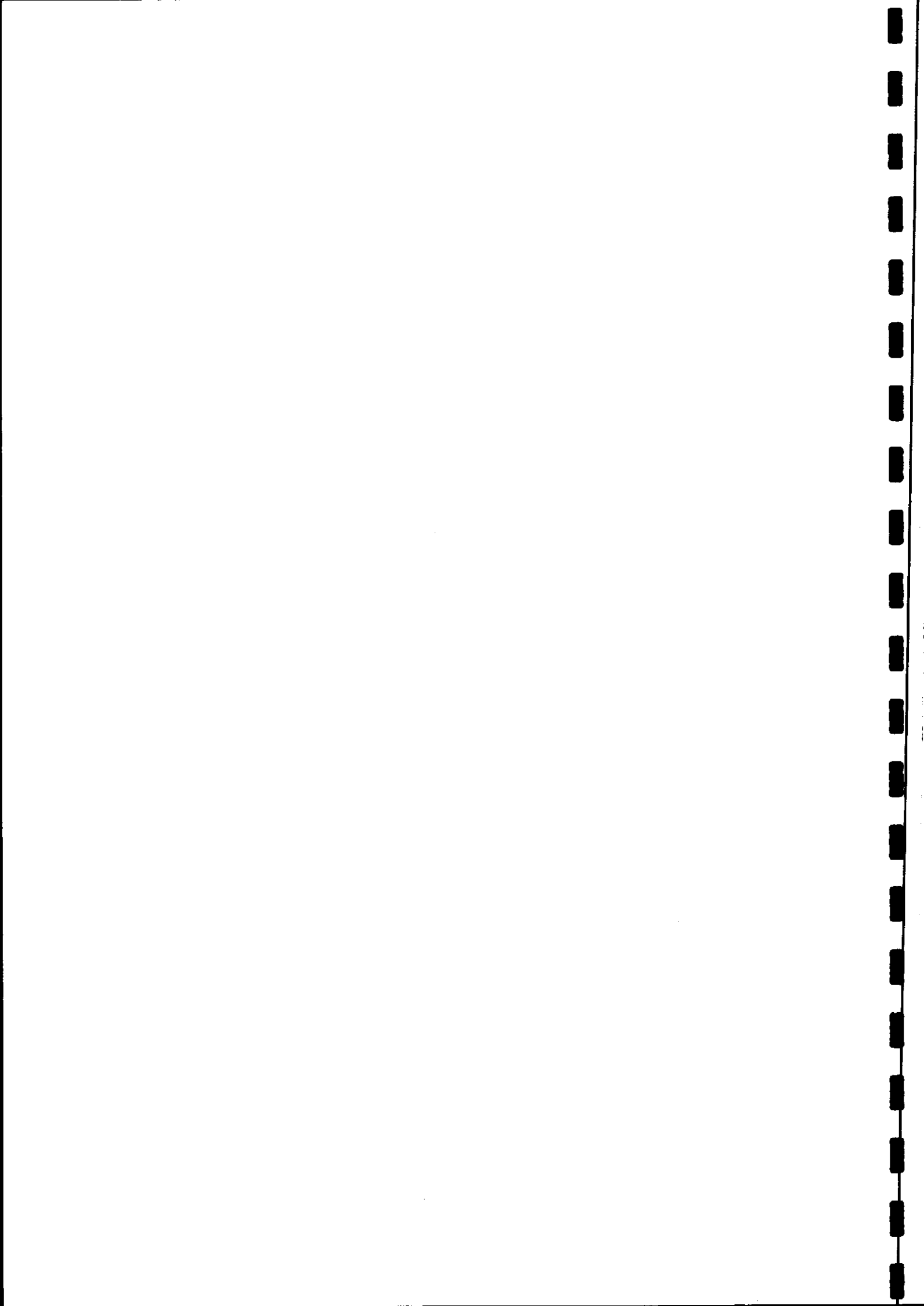


### 3. Berekeningen

Er zijn 3 representatieve profielen en met betrekking tot het grondwaterstandsverloop zijn 4 gebieden onderscheiden. Op grond van de bijlagen 1 en 7 zijn 7 combinaties onderscheiden. Voor deze 7 combinaties zijn met het model SWATRE twee berekeningen uitgevoerd nl. met bemaling en zonder bemaling. De berekeningen hebben betrekking op de periode 1 april t/m 31 mei 1988. In tabel 3 is de werkelijke verdamping voor de beschouwde periode weergegeven voor de 7 onderscheiden combinaties in het geval er wel en geen bemaling plaatsvindt.

Tabel 3. Werkelijke verdamping

combinatie	verdamping ( mm. )		reductie ( mm. )
	geen bemaling	wel bemaling	
1 A	116,36	118,73	-2,37
1 B	148,46	149,51	-1,05
2 A	117,37	119,51	-2,14
2 B	148,19	147,28	0,91
2 D	130,95	130,40	0,55
3 C	147,51	147,35	0,16
3 D	149,80	149,45	0,35

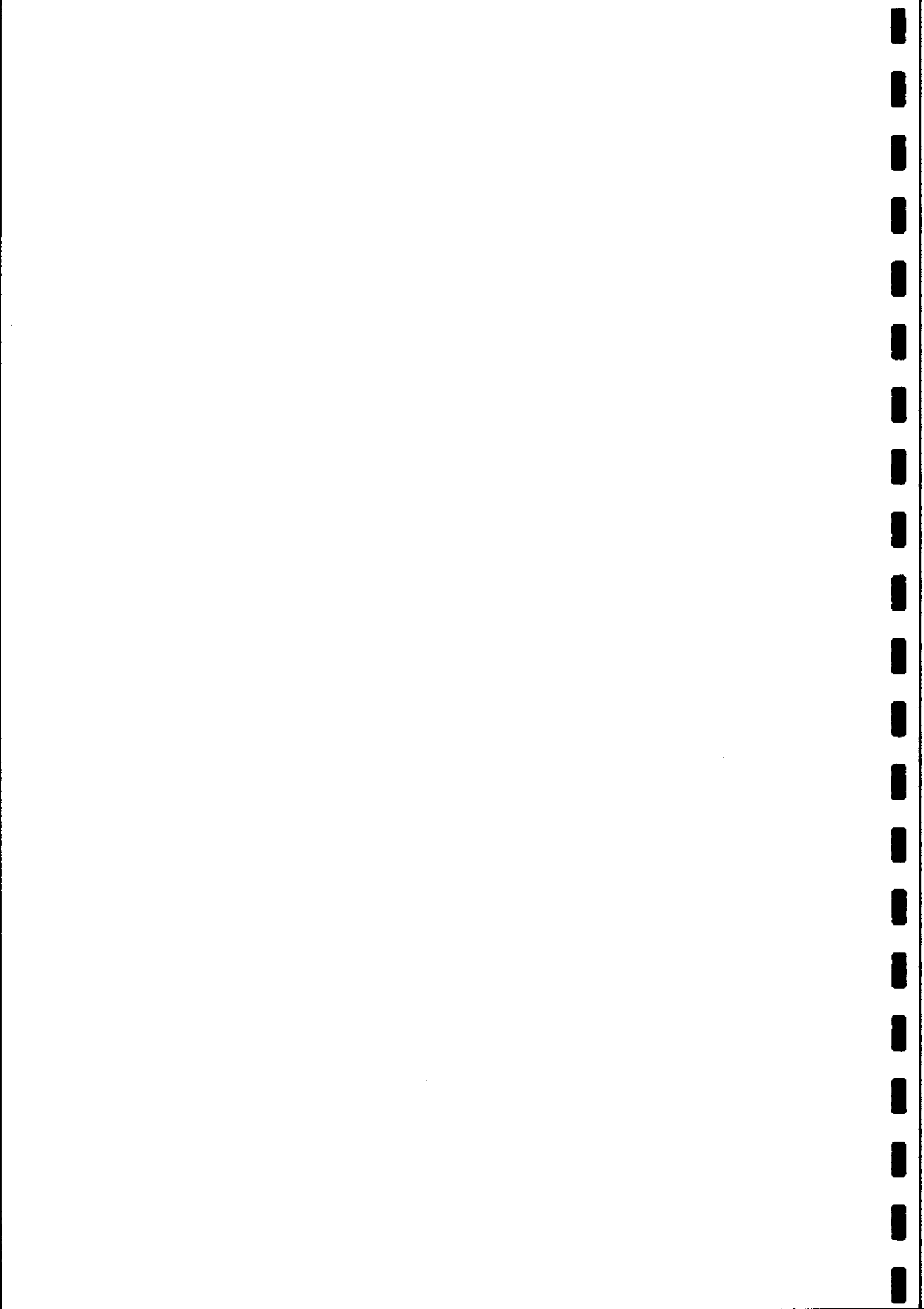


Bij de combinaties staat 1,2,3 voor het profiel (bijlage 6a t/m 6c) en A,B,C,D voor het grondwaterstandsverloop (bijlage 1 en 2).

De potentiële verdamping in de beschouwde periode was 152.64 mm. Uit de berekening blijkt dat de werkelijke verdamping nauwelijks verandert als gevolg van de bemaling en dat bij hoge grondwaterstanden de bemaling een gering voordeel oplevert van ca. 2 mm, terwijl bij diepere grondwaterstanden het nadeel kan oplopen tot maximaal 1 mm.

In de oorspronkelijke situatie worden de hoge grondwaterstanden vooral aangetroffen nabij het tracé van de transportleiding terwijl de diepere grondwaterstanden op enige afstand hiervan voorkomen.

Er is m.b.t. de sink term variabelen een berekening uitgevoerd met een afwijkende P2H en P2L resp. -200 en -800 cm, dit levert een werkelijke verdamping op nl. 131.04 mm. voor combinatie 2D zonder bemaling. Deze waarde wijkt nauwelijks af van de waarde van 130.95 mm voor de gebruikte P2H en P2L-waarden, zodat geen verdere berekeningen met deze waarden zijn uitgevoerd.

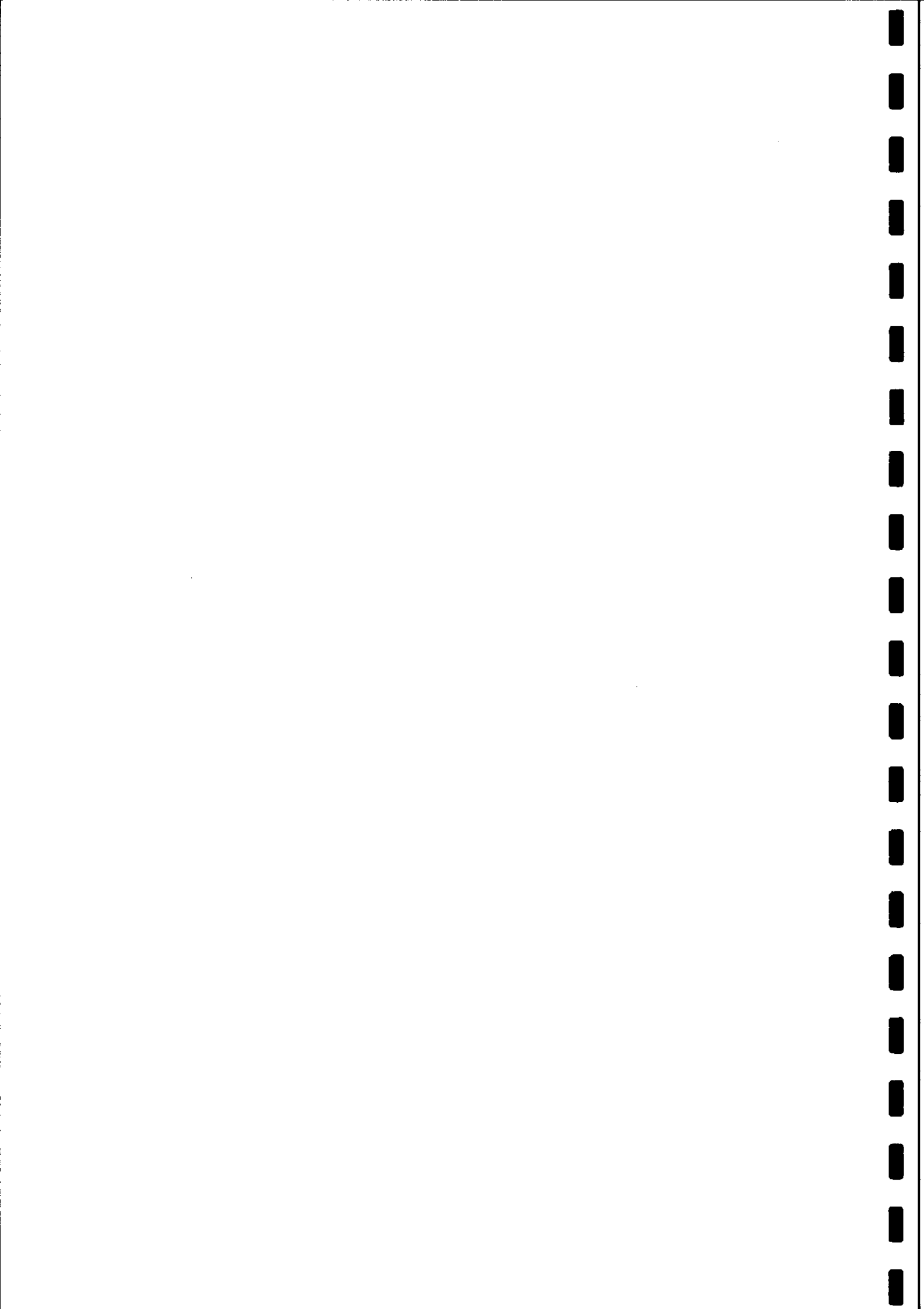


#### 4. Samenvatting en conclusie

In opdracht van de WML heeft het ICW in samenwerking met de STIBOKA een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van een bronnering bij de aanleg van de transportleiding Roosteren - Susteren op de vochtvoorziening van gras. Op basis van een kartering zijn 3 representatieve profielen samengesteld waaraan bouwstenen met bijbehorende  $k(h)$ - en  $\theta(h)$ - relaties zijn toegekend. Deze gegevens zijn ingevoerd in het model SWATRE. Voor 7 combinaties van bodemprofiel en grondwaterstandsverloop zijn 2 berekeningen uitgevoerd; nl. met en zonder bemaling. De berekeningen geven aan dat als gevolg van de bemaling in de maand mei de werkelijke verdamping slechts weinig verandert (Tabel 3). Nabij het tracé van de transportleiding neemt de werkelijke verdamping met ca 2 mm toe, op enige afstand van de leiding wordt een afname berekend van maximaal 1 mm.

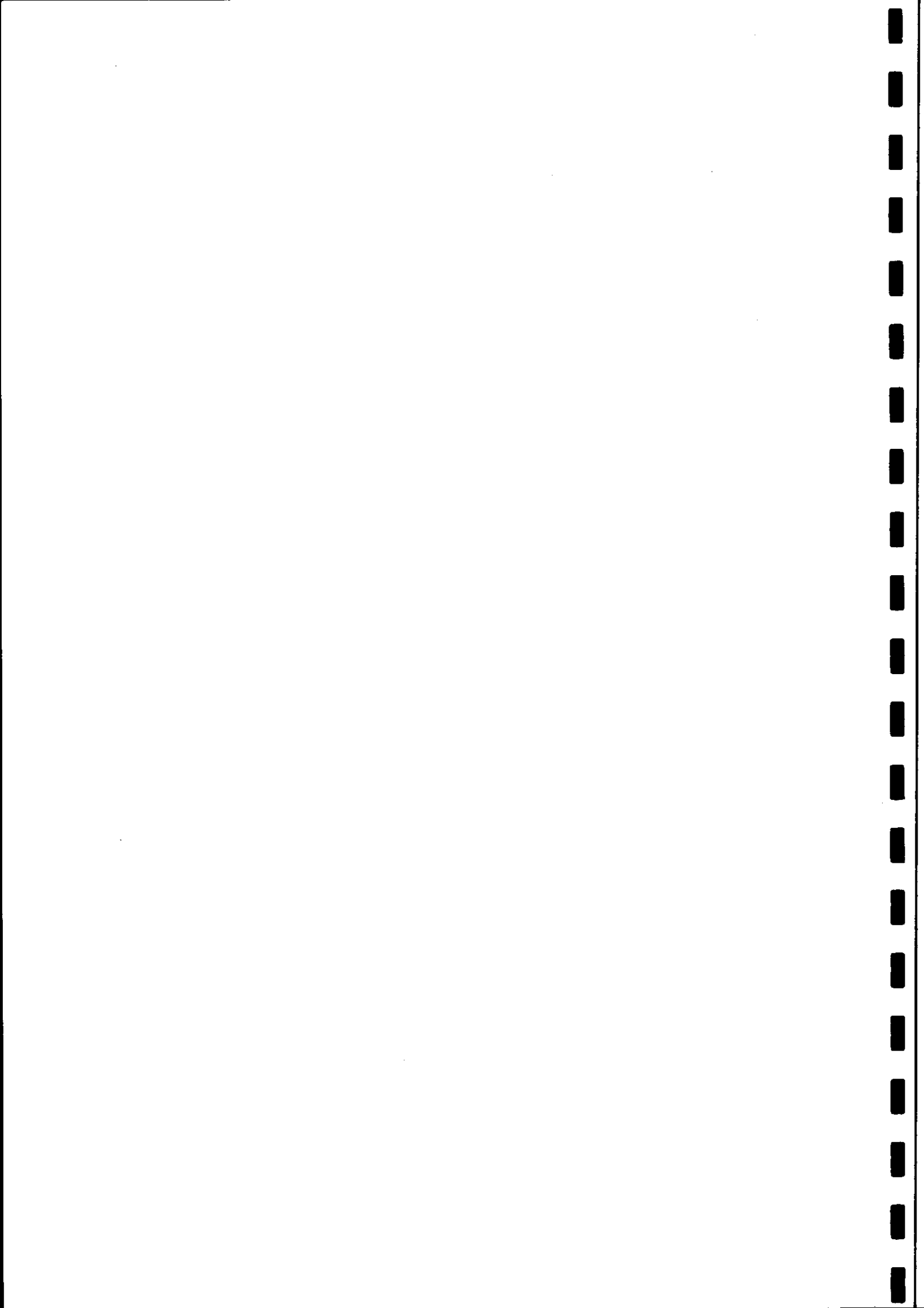
Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan als eindconclusie worden gesteld dat de bronnering bij de aanleg van een transportleiding voor de desbetreffende percelen geen aanleiding heeft gegeven tot droogteschade.





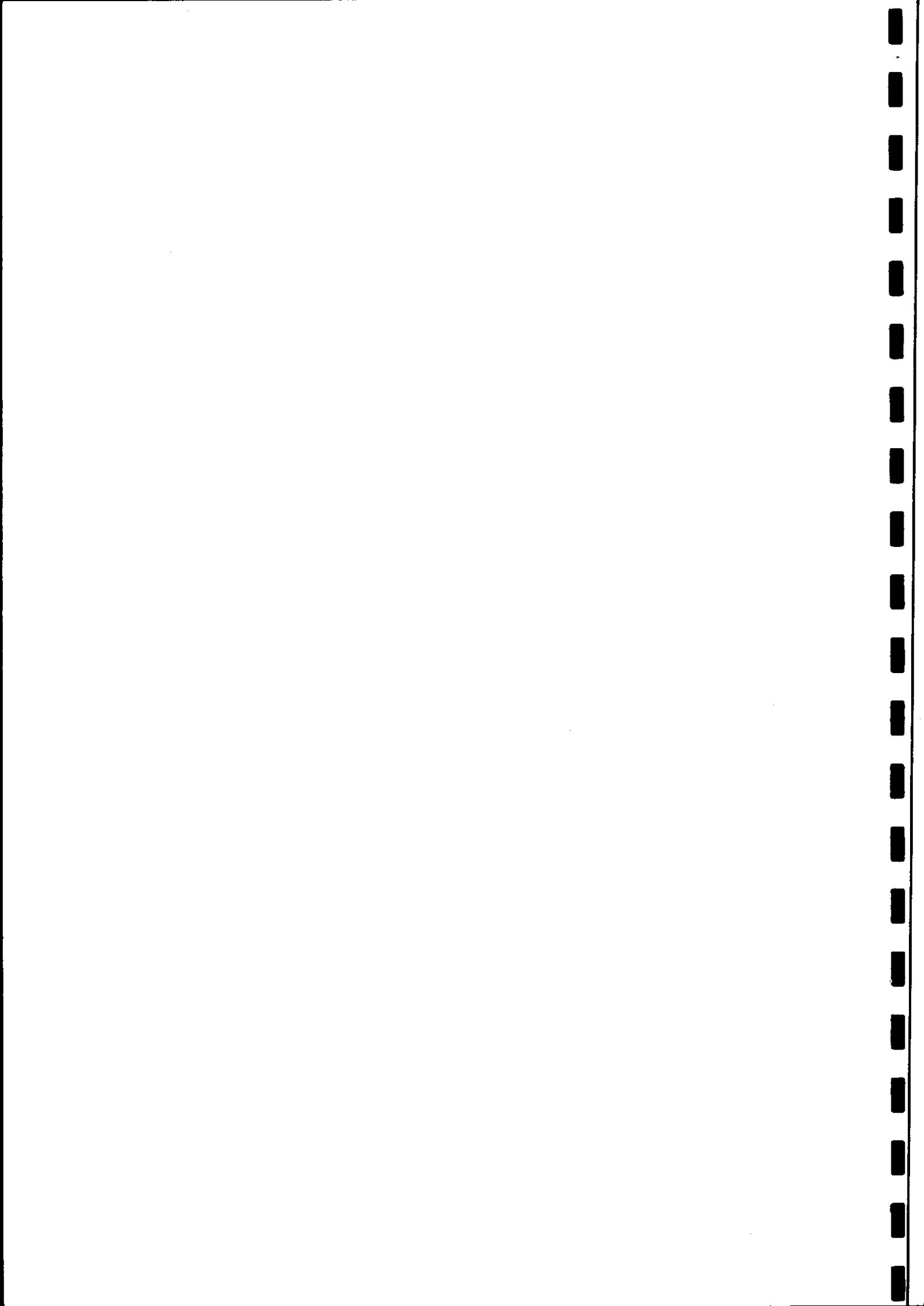
## Literatuur

- BELMANS C, WESSELING J.G. en FEDDES R.A., 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. J. Hydrol. 63, 3/4:271-286
- COMMISSIE GRONDWATERWET WATERLEIDINGBEDRIJVEN, 1984. Landbouwkundige Aspecten van Grondwater Onttrekking (L.A.G.O.), Berekening van schade als gevolg van kunstmatige verlaging van de grondwaterstand. Werkgroep Landbouwkundige Aspecten.
- FEDDES R.A., 1971. Water, Heat and Crop growth. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 71-12 (1971), Wageningen.
- FEDDES R.A., KOWALIK P.J. en ZARADNY H., 1978. Simulation of field water use and crop yield, Pudoc, Wageningen.
- JONG, R DE en KABAT P., in voorbereiding. Modelling the water balance and grass production.
- KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 1988. Maandoverzicht van het weer in Nederland, april 1988 en mei 1988, 57e jaargang no 4 en no 5, De Bilt
- KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 1988A. Maandoverzicht van de neerslag in Nederland, april 1988 en mei 1988, 57e jaargang no 4 en 5, De Bilt.
- RIJTEMA P.E., 1969. Soil moisture forecasting, ICW-nota 513.
- WESSELING J.G., BLOEMEN G.W. EN KROONEN W.A.J.M., 1984.  
Computerprogram "CAPSEV" to calculate  
I Soil hydraulic conductivity from grain size distribution  
II Steady state water flow in layered soil profiles,  
ICW-nota 1500
- WIT K.E, REES VELLINGA E. VAN EN BEEST J.G., 1985. De mogelijke invloed voor de landbouw van de voorgenomen verbeteringen van de Zuid-Willemsvaart. ICW-nota 1607.
- WIT K.E, MASSOP H. TH. L, BEEST J.G. TE EN WIJNSMA M, 1987.  
Hydrologische en bodemfysische parameters in de omgeving van het hoofdkanaal van de Twenthekanalen. ICW-nota 1751.
- WÖSTEN J.H.M, BANNINK M.H. EN BEUVING J, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland. De Staringreeks. ICW-rapport 18, Wageningen.

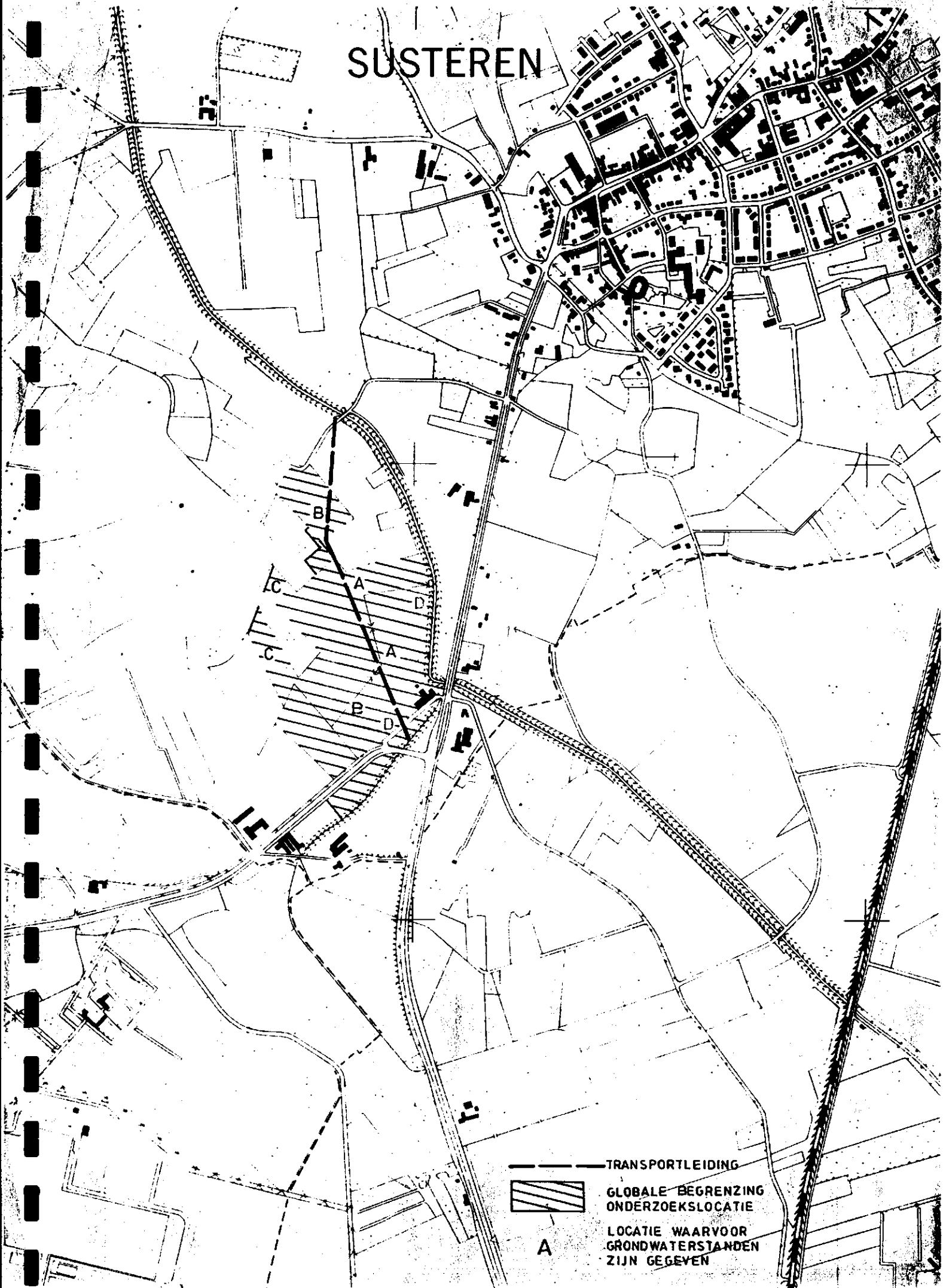


## Lijst van bijlagen

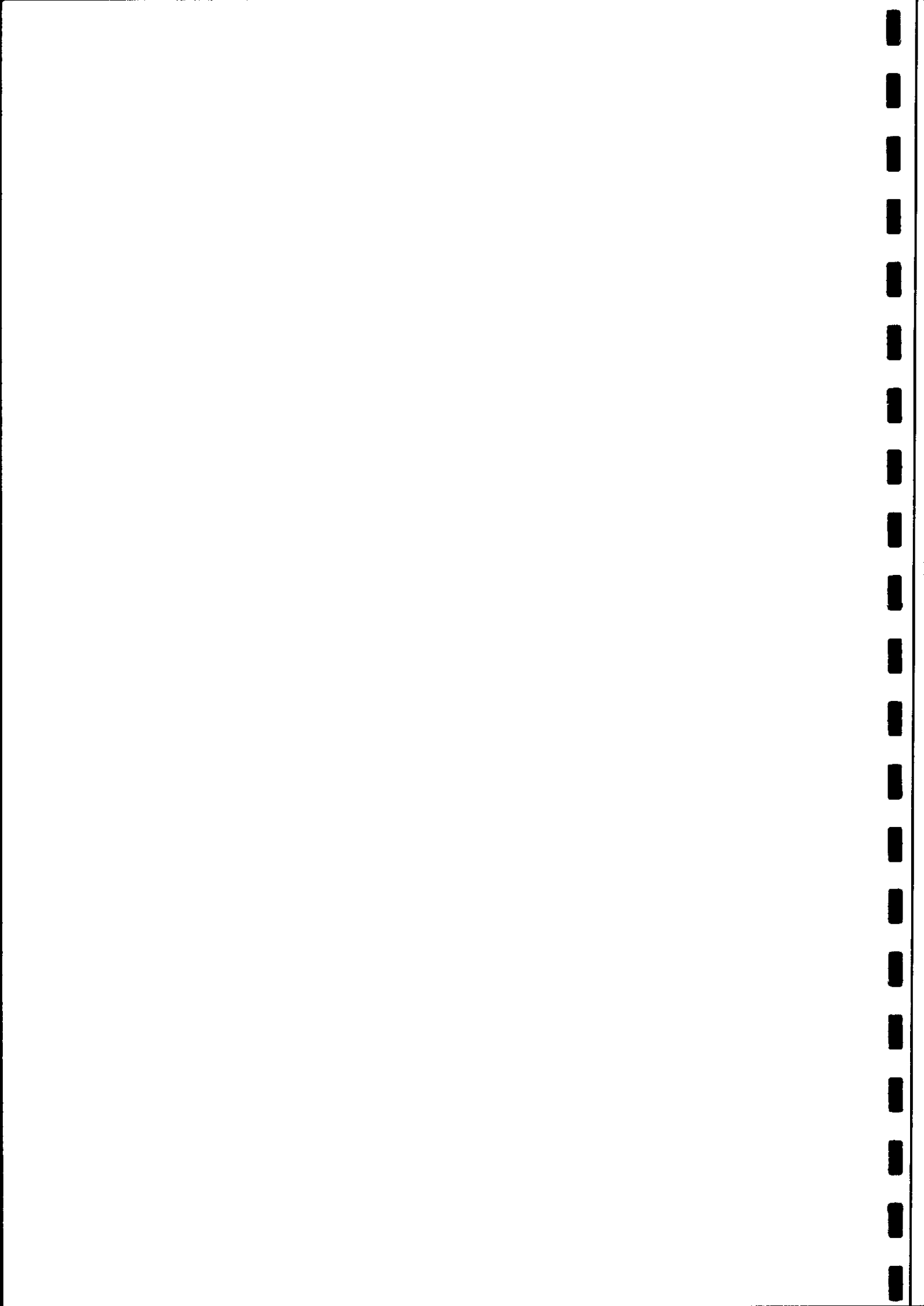
- Bijlage 1 Onderzoekslocatie en grondwaterstandslocaties
- Bijlage 2 Grondwaterstandsverloop 1 april tot 1 juni voor 4 varianten  
met en zonder bemaling
- Bijlage 3 Meteorologische gegevens
- Bijlage 4 Locatie Stiboka boringen
- Bijlage 5 Profielopbouw boringen
- Bijlage 6 a t/m c Standaardprofiel 1 t/m 3 met bijbehorende  
bouwsteennummers
- Bijlage 7 Kaart met gebieden waarvoor de standaardprofielen zijn  
gebruikt
- Bijlage 8a Capillaire fluxen berekend voor de gebruikte bouwstenen uit  
de Staringreeks
- Bijlage 8b Capillaire fluxen berekend voor de gebruikte  
standaardprofielen



# SUSTEREN



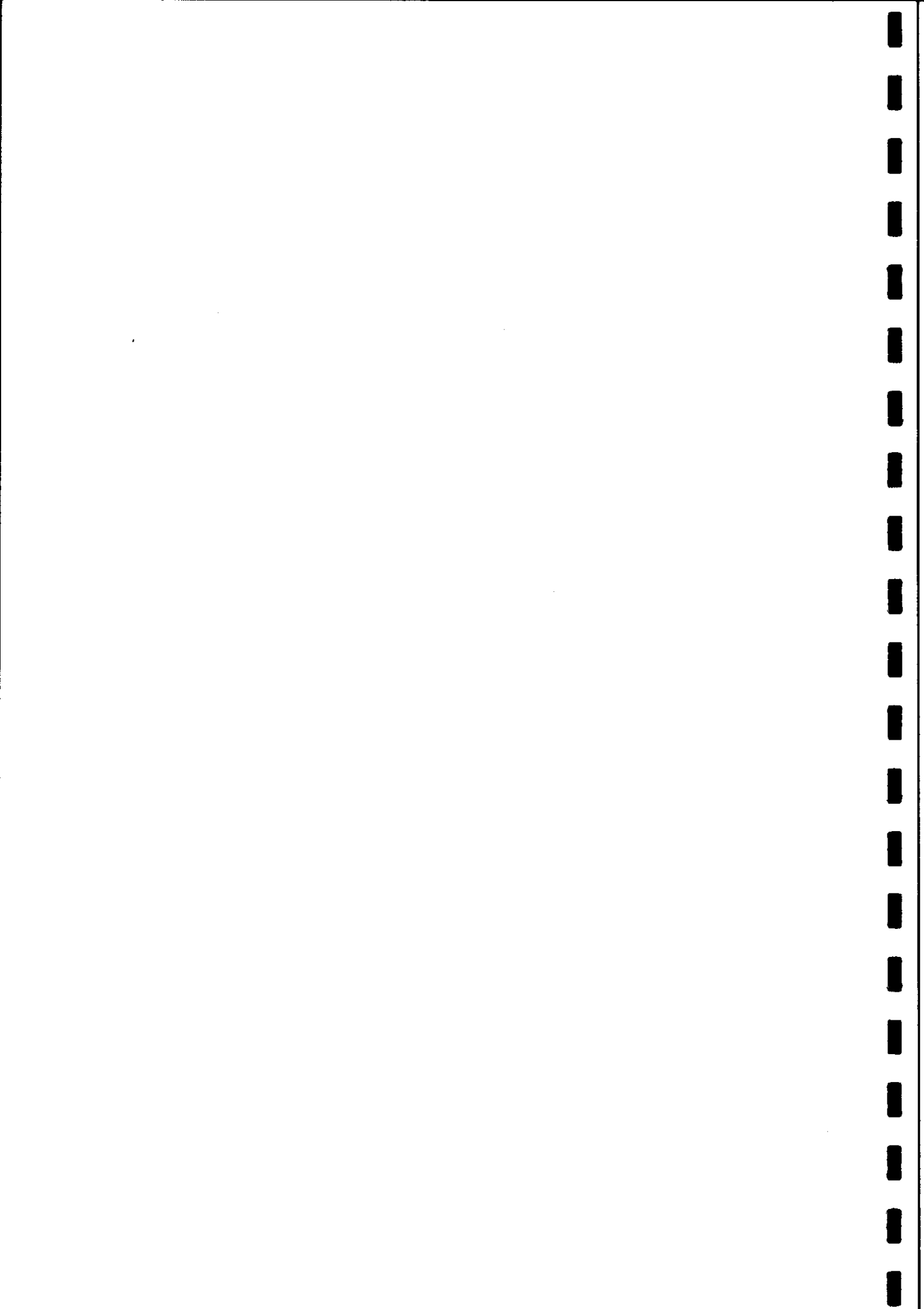
-  TRANSPORTLEIDING
-  GLOBALE BEGRENZING ONDERZOEKSLLOCATIE
-  LOCATIE WAARVOOR GRONDWATERSTANDEN ZIJN GEGEVEN



## Bijlage 2 Grondwaterstandsverloop 1 april t/m 31 mei 1988

Datum	Geen bemaling				Met bemaling			
	Gebied				Gebied			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1/4-28/4	0,30	0,50	1,00	0,80	0,30	0,50	1,00	0,80
29/4	0,32	0,52	1,02	0,82	0,32	0,52	1,02	0,82
30/4	0,34	0,54	1,04	0,84	0,34	0,54	1,04	0,84
1/5	0,36	0,56	1,06	0,86	0,36	0,56	1,06	0,86
2/5	0,38	0,58	1,08	0,88	0,38	0,58	1,08	0,88
3/5	0,40	0,60	1,10	0,90	0,40	0,60	1,10	0,90
4/5	0,42	0,62	1,12	0,92	0,42	0,62	1,12	0,92
5/5	0,44	0,64	1,14	0,94	0,74	0,94	1,44	1,24
6/5	0,46	0,66	1,16	0,96	1,06	1,21	1,58	1,43
7/5	0,48	0,68	1,18	0,98	1,37	1,47	1,72	1,62
8/5	0,50	0,70	1,20	1,00	1,69	1,74	1,86	1,81
9/5	0,52	0,72	1,22	1,02	2,00	2,00	2,00	2,00
10/5	0,54	0,74	1,24	1,04	2,50	2,50	2,25	2,40
11/5	0,56	0,76	1,26	1,06	3,00	3,00	2,50	2,80
12/5	0,58	0,78	1,28	1,08	3,00	3,00	2,50	2,80
13/5	0,60	0,80	1,30	1,10	3,00	3,00	2,50	2,80
14/5	0,62	0,82	1,32	1,12	3,00	3,00	2,50	2,80
15/5	0,64	0,84	1,34	1,14	3,00	3,00	2,50	2,80
16/5	0,66	0,86	1,36	1,16	3,00	3,00	2,50	2,80
17/5	0,68	0,88	1,38	1,18	3,00	3,00	2,50	2,80
18/5	0,70	0,90	1,40	1,20	3,00	3,00	2,50	2,80
19/5	0,72	0,92	1,42	1,22	3,00	3,00	2,50	2,80
20/5	0,74	0,94	1,44	1,24	3,00	3,00	2,50	2,80
21/5	0,76	0,96	1,46	1,26	3,00	3,00	2,50	2,80
22/5	0,78	0,98	1,48	1,28	3,00	3,00	2,50	2,80
23/5	0,80	1,00	1,50	1,30	3,00	3,00	2,50	2,80
24/5	0,82	1,02	1,52	1,32	3,00	3,00	2,50	2,80
25/5	0,84	1,04	1,54	1,34	3,00	3,00	2,50	2,80
26/5	0,86	1,06	1,56	1,36	3,00	3,00	2,50	2,80
27/5	0,88	1,08	1,58	1,38	3,00	3,00	2,50	2,80
28/5-31/5	0,90	1,10	1,60	1,40	3,00	3,00	2,50	2,80

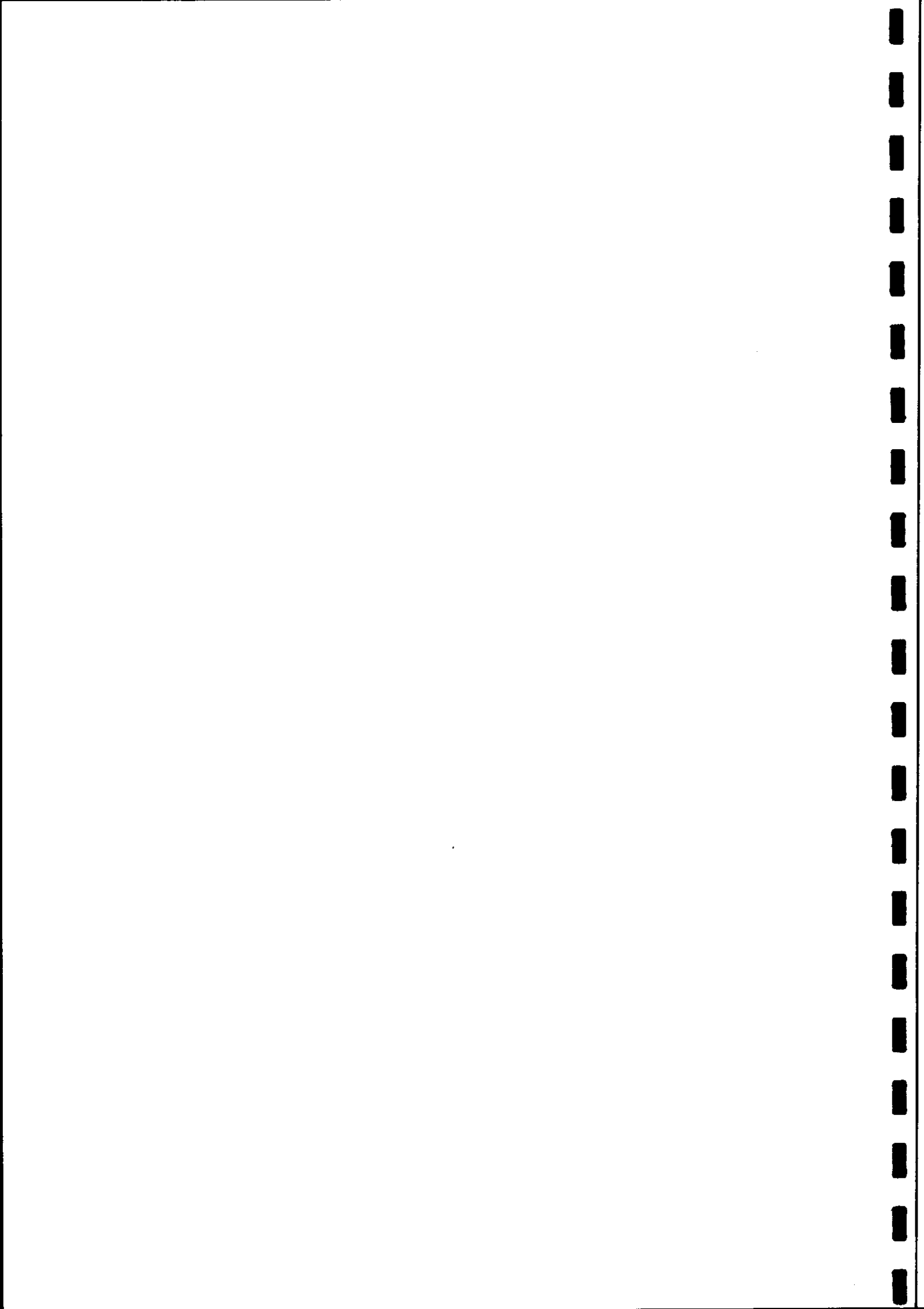




NOTA/1911

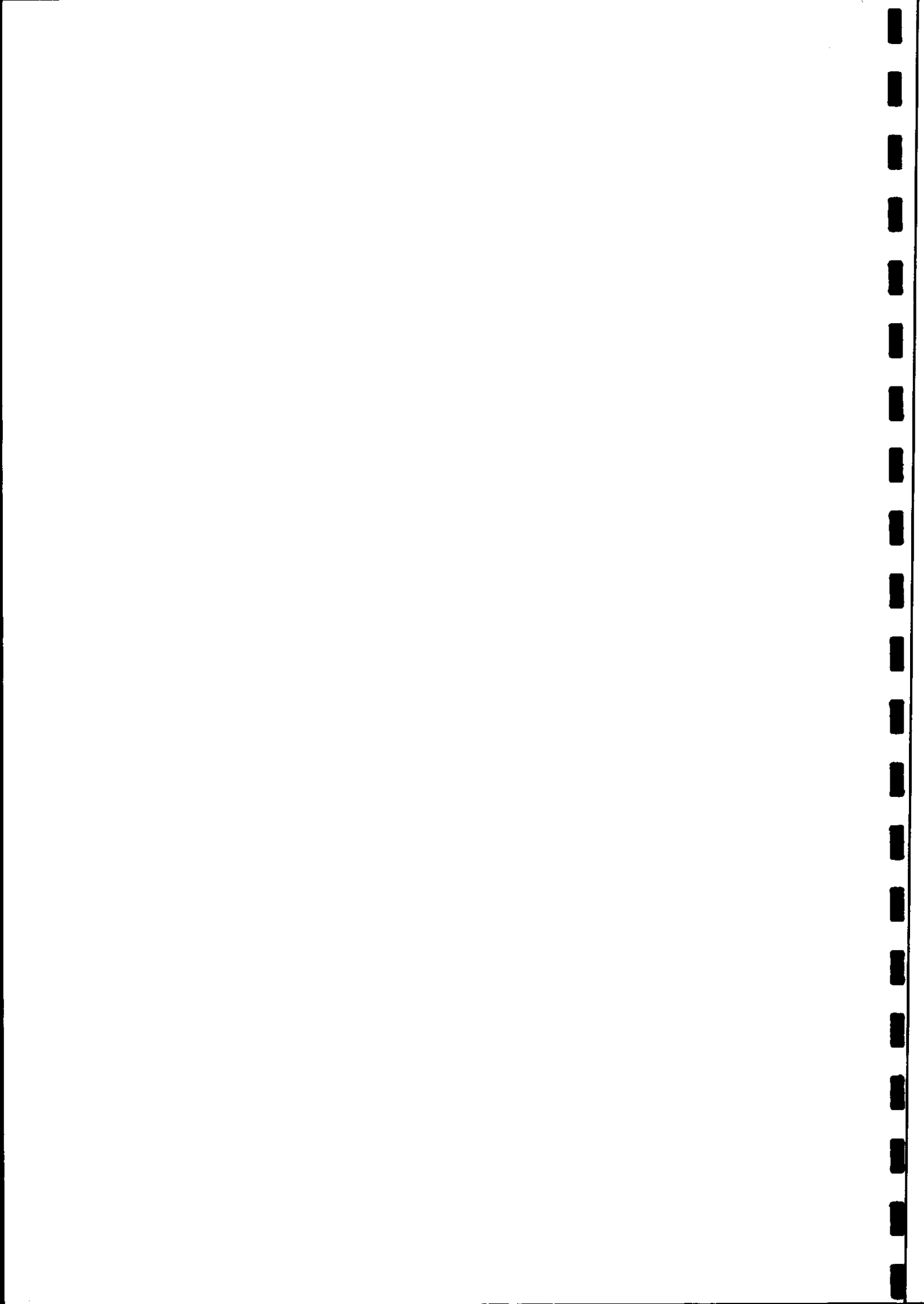
Bijlage 3a      Meteorologische gegevens voor april 1988

Dag	Neerslag cm. d <sup>-1</sup>	Straling R <sub>n</sub> W.m <sup>-2</sup>	Gemiddelde temperatuur °C	Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid %
1	0,00	104,2	6,3	0,750
2	0,01	153,4	7,8	0,670
3	0,01	176,3	8,3	0,630
4	0,00	150,0	7,1	0,800
5	0,00	65,5	6,4	0,820
6	0,04	143,7	8,8	0,780
7	0,00	147,6	10,3	0,770
8	0,04	42,4	7,9	0,890
9	0,09	41,0	2,2	0,880
10	0,28	195,1	3,6	0,740
11	0,01	173,0	7,4	0,610
12	0,00	133,5	9,3	0,720
13	0,15	181,8	5,3	0,620
14	0,01	213,2	7,4	0,520
15	0,00	129,8	11,4	0,520
16	0,00	89,4	14,9	0,670
17	0,57	133,0	14,3	0,840
18	0,01	178,5	16,0	0,760
19	0,00	202,4	18,7	0,590
20	0,13	71,9	12,7	0,790
21	0,00	151,8	11,2	0,750
22	0,00	157,2	9,7	0,730
23	0,00	241,3	4,3	0,550
24	0,00	245,8	4,9	0,510
25	0,00	228,6	6,2	0,520
26	0,00	227,0	7,0	0,560
27	0,00	207,5	9,9	0,550
28	0,00	178,2	9,7	0,690
29	0,00	185,0	10,9	0,640
30	0,00	156,1	14,3	0,550

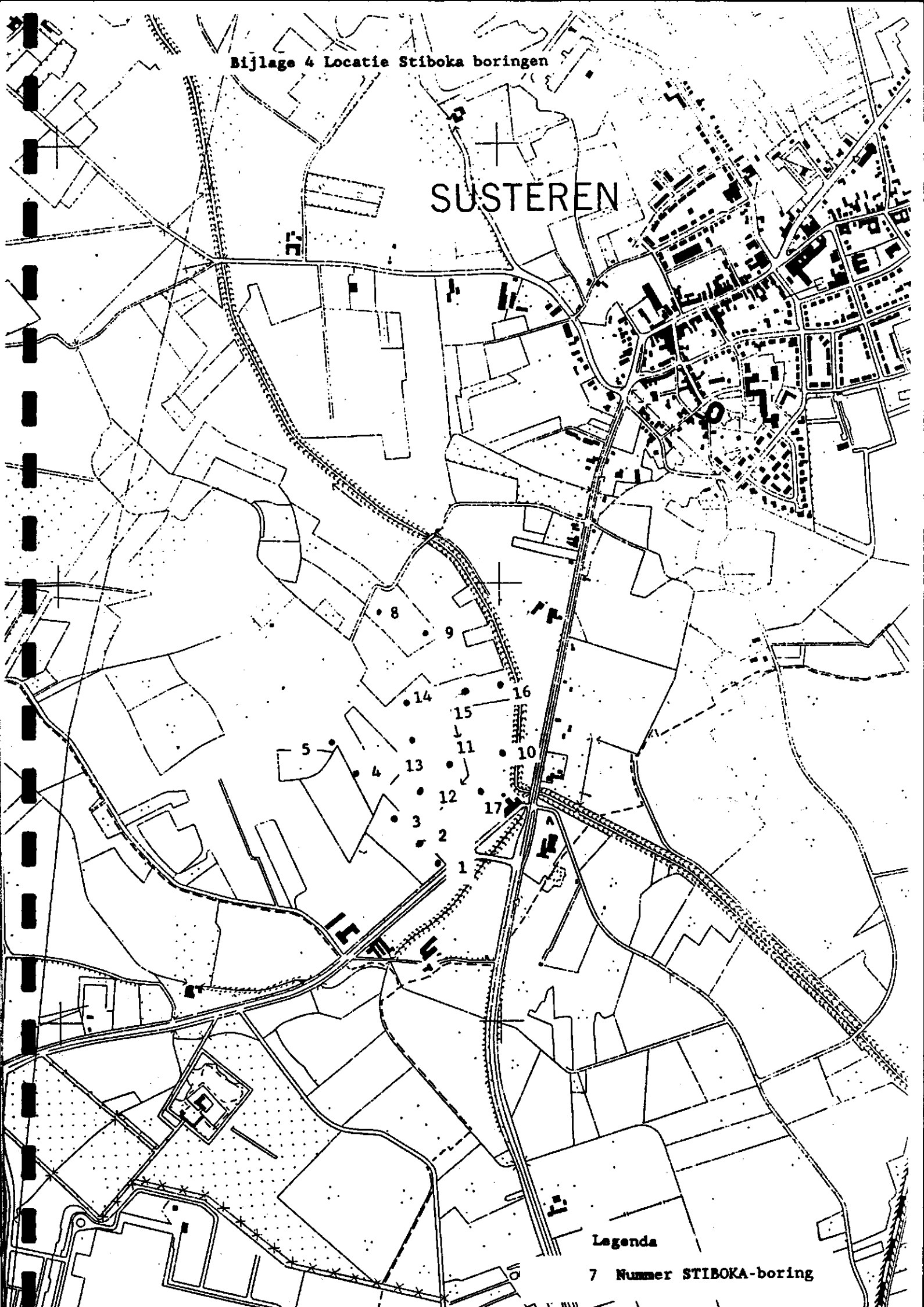


## Bijlage 3b Meteorologische gegevens voor mei 1988

Dag	Neerslag cm. d <sup>-1</sup>	Straling R <sub>n</sub> W.m <sup>-2</sup>	Gemiddelde temperatuur °C	Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid %
1	0,00	157,5	14,5	0,690
2	0,08	210,3	13,2	0,770
3	0,29	168,5	12,6	0,740
4	0,00	144,8	12,0	0,740
5	0,03	213,5	12,7	0,680
6	0,00	245,0	14,0	0,580
7	0,00	179,0	17,1	0,570
8	0,02	145,8	18,2	0,610
9	0,01	109,8	17,4	0,870
10	1,68	29,8	12,0	0,980
11	0,01	200,2	15,1	0,670
12	0,00	241,0	16,4	0,550
13	0,00	257,0	18,5	0,520
14	0,00	232,4	18,6	0,580
15	0,00	156,9	19,6	0,520
16	0,00	233,0	19,4	0,550
17	0,07	212,1	16,7	0,740
18	0,00	166,0	10,7	0,730
19	0,15	29,4	8,8	0,910
20	0,10	155,9	9,2	0,720
21	0,00	188,1	9,9	0,630
22	0,00	283,0	12,5	0,530
23	0,00	267,2	15,8	0,550
24	0,02	214,4	17,3	0,690
25	0,00	243,7	20,3	0,580
26	0,00	137,8	18,6	0,770
27	2,49	36,2	13,6	0,950
28	0,81	38,2	11,8	0,930
29	1,09	141,3	12,7	0,800
30	0,01	140,4	13,3	0,740
31	0,08	183,2	12,5	0,760

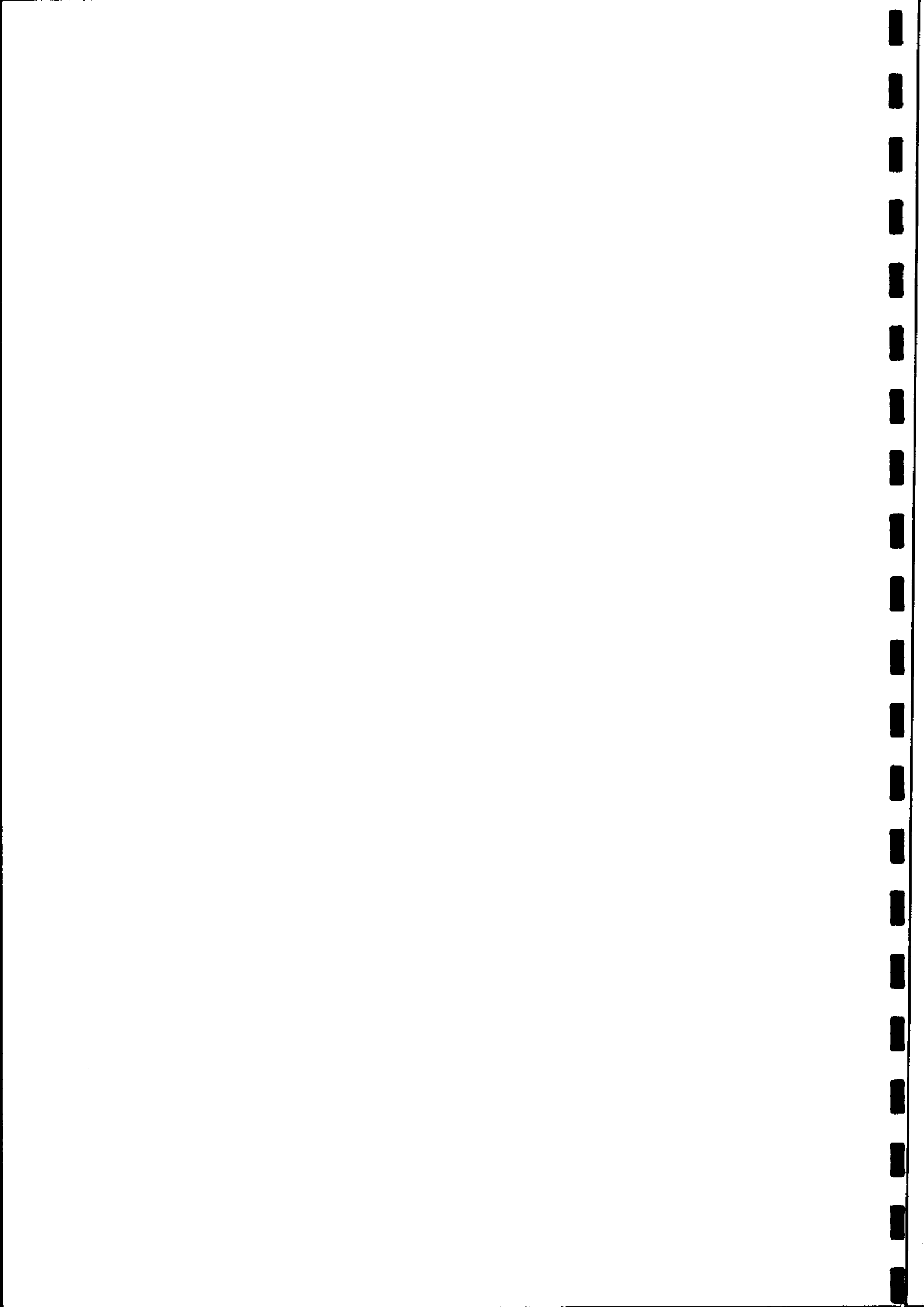


# SUSTEREN



Legenda

7 Nummer STIBOKA-boring

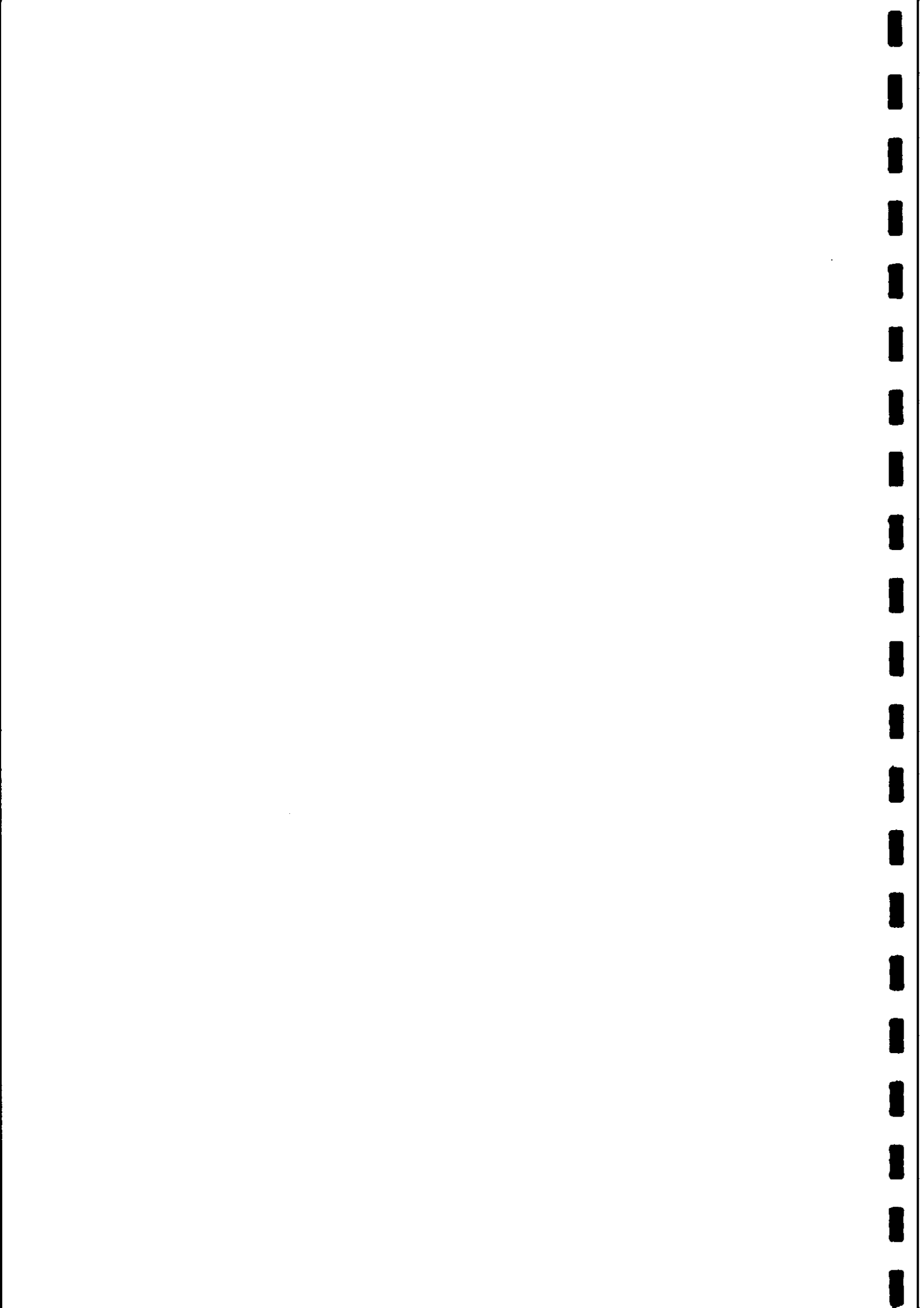


## Bijlage 5 Profielopbouw

CM	boringnummer																
	-mv	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
10	**	**	**			**	**	**	**	**	**	**	--	**	--	**	
20	**	**	**			**	**	**	**	**	**	**	--	**	--	**	
30	**	++	**			**	++	**	++	++	++	--	++	**	++		
40	**	++	**			**	++	**	++	++	++	**	++	**	++		
50	**	++	**		--	**	++	**	++	++	++	**	++		++		
60	**	++	**		--	--	++		++	++	++	**	++		++		
70	**	++	**	00	--	--	++		++	++	++		**		++		
80	**	++	**	00	--	--	++	00	++	**	++		**	**	**		
90	**	++	**	00	--	--	++		++	**	++		**	**	**		
100	**	++	--	00	--	--	++		++	**	++		**	**	**		
110	**	++	--			--	++		++	**	++		**	**	**		
120	**	++	--			--	**		--	--	**	::	**	**	**		
130	**	++	--		00	--	**		--	--	00	::	**	**	**		
140	**	++	--		00	--	**		--	--	00	::		**	**		
150	**	++	--		00	--	**		++	--	00	::		**	**		
160	**	++				--	--		++		00	00		**	++		
170	**	++					--		**		00	00		**	++		
180	**	++	00						**		00	00		**	++		
190	**	++	00			::			**		00	00		++	++		
200	**	++	00			--			**		00	00		++	++		
210	**					--			**	::	00		::	++	++		
220	**					--	::		**	::	00		::	++	++		
230	**					::	::		**	::			::	++	++		
240	++					::	::		**	::			::	++	++		
250	++					::	::		**				::	++	++		
260							00								++		
270		::					00			::					++		
280		::					00			::					++		
290		::					00			00					++		
300		::					00			00					++		
310							00										
320							00										

++ = zware klei (>35% lutum)  
 \*\* = lichte klei (25-35% lutum)  
 -- = zware zavel (17,5-25% lutum)  
 || = lichte zavel (8-17,5% lutum)  
 :: = fijn zand (M50 <210 m )  
 oo = grof zand (M50 >210 m )/grind



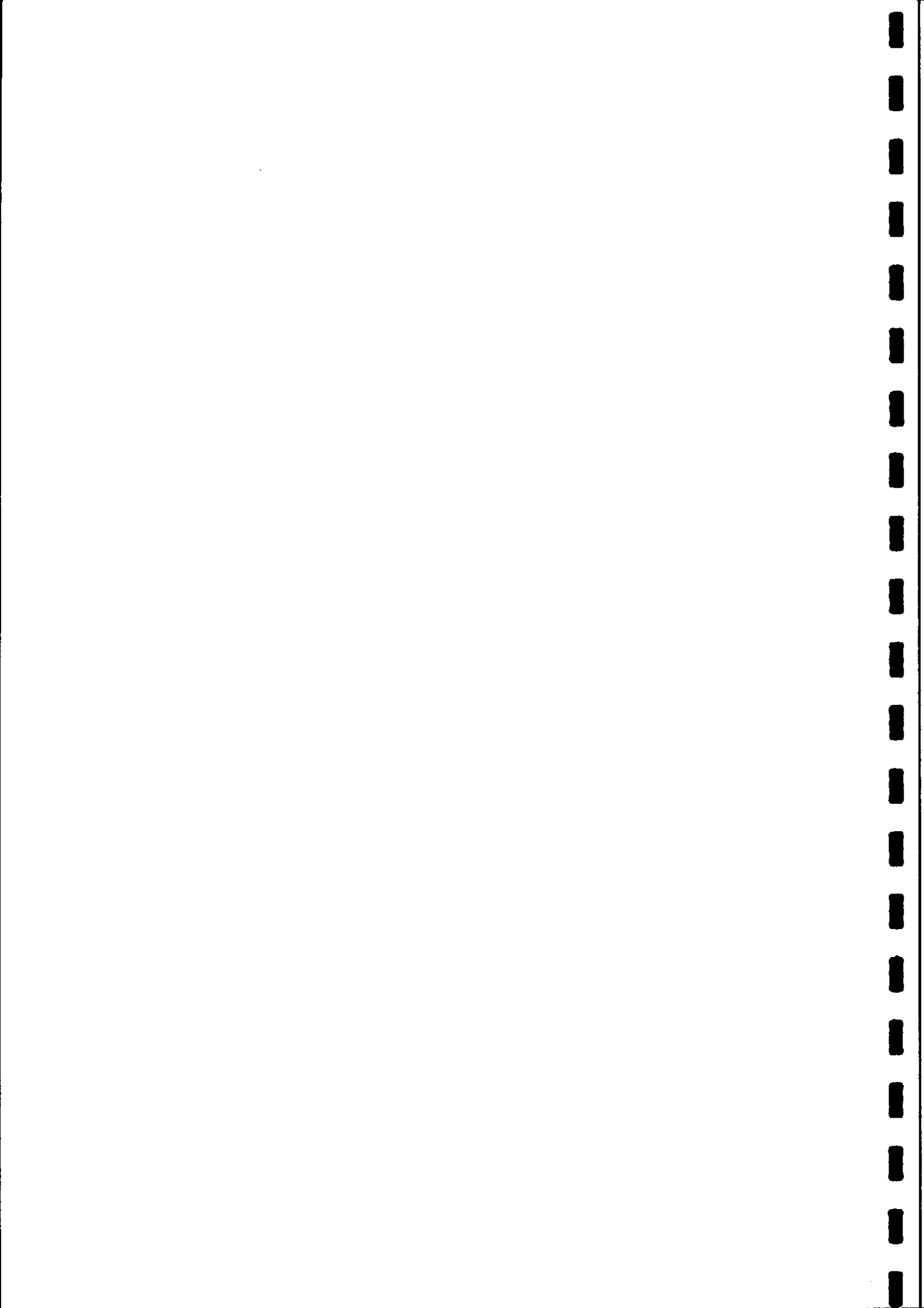


NOTA/1911

Bijlage 6a      Profiel 1

boringnr.	3	8	9	12	15	gem.	bouwsteennummer oorspronkelijk vereenvoudigd	
cm -mv	lutungehalte (%)							
10	30	28	30	30	30	30	B10	B10
20	30	28	40	30	30	32		
30	30	34	50	40	40	39		
40	30	34	50	40	40	39		
50	30	34	50	40	40	39	012	
60	30	23	50	40	40	37		
70	30	23	50	40	26	34		011
80	30	23	50	28	26	31		
90	30	23	50	28	26	31	011	
100	24	18	50	28	26	29		
110	24	18	50	28	26	29		
120	20	18	30	20	26	23		
130	20	18	30	20	26	23		
140	20	18	30	20	15	21	010	010
150	20	18	30	20	15	21		
160	15	18	20	15	15	17		
170	15	15	20	15	15	16		
180	gr	15	12	15	10	13		
190	gr	6	12	15	9	11	09	09
200	gr	20	12	15	8	14		
210		20	12	5	5	11		
220		20	5	5	5	9		
230		4	5	5	5	5		
240		4	5	5	5	5	03	
250		4	5	15	5	7		
260			gz	15				03
270			gz	5				
280			gz	5				
290			gz	gz			05	
300			gz	gz				
310			gr					
320			gr					

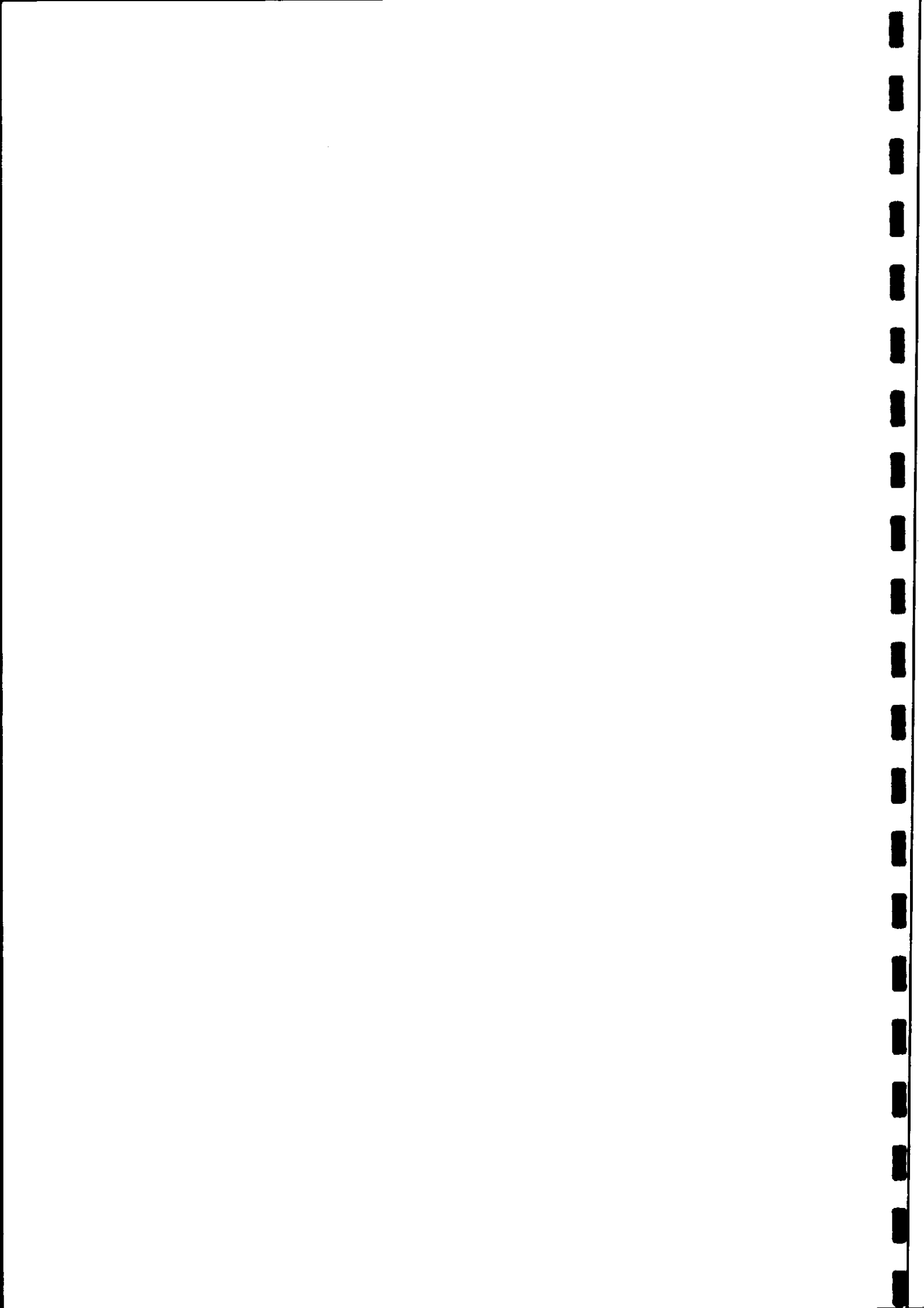
gz = grof zand  
gr = grind



NOTA/1911

Bijlage 6b      Profiel 2

boringnr.	1	2	11	16	17	gem.	
cm							bouw-
-mv			lutumgehalte (%)				steenr
10	28	28	30	20	30	27	B10
20	31	28	37	20	30	29	
30	34	37	45	30	45	38	
40	34	37	45	30	45	38	
50	34	45	45	13	45	36	012
60	34	45	45	13	45	36	
70	34	45	45	13	45	36	
80	34	45	38	30	26	34	
90	27	45	38	30	26	33	
100	27	45	38	30	26	33	
110	27	45	38	30	26	33	
120	27	45	20	30	26	30	011
130	27	45	20	30	26	30	
140	27	45	20	30	26	30	
150	27	40	40	30	26	33	
160	27	40	40	30	30	33	
170	27	45	27	30	30	32	
180	30	45	27	30	36	34	
190	30	45	27	40	36	36	012
200	30	45	27	40	36	36	
210	30	15	27	40	36	30	
220	30	15	27	40	36	30	
230	30	15	27	40	36	30	
240	40	15	30	40	36	32	
250	40	15	30	40	36	32	011
260		15			36		
270		5			36		
280		5			36		
290		5			36		
300		5			36		

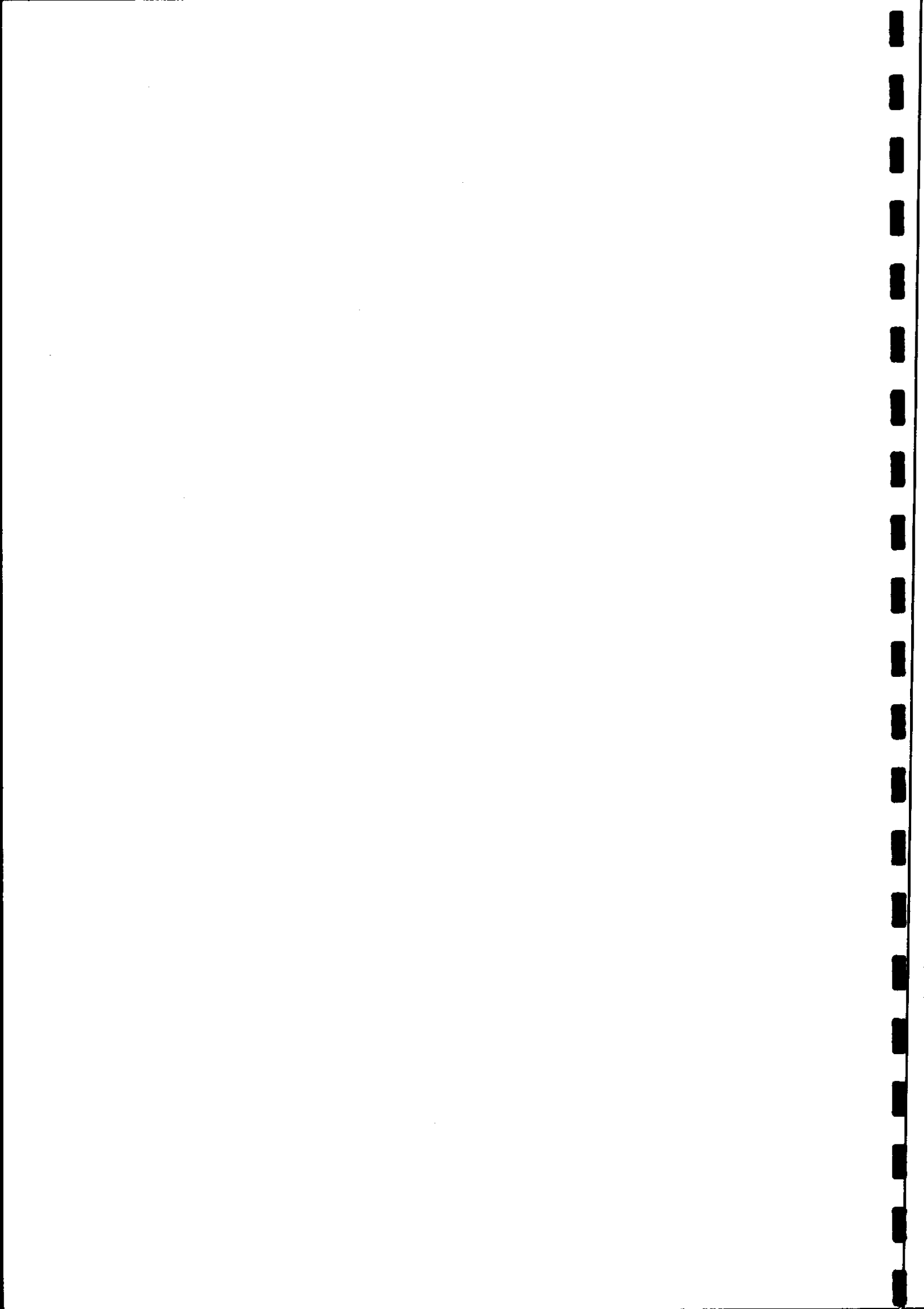


NOTA/1911

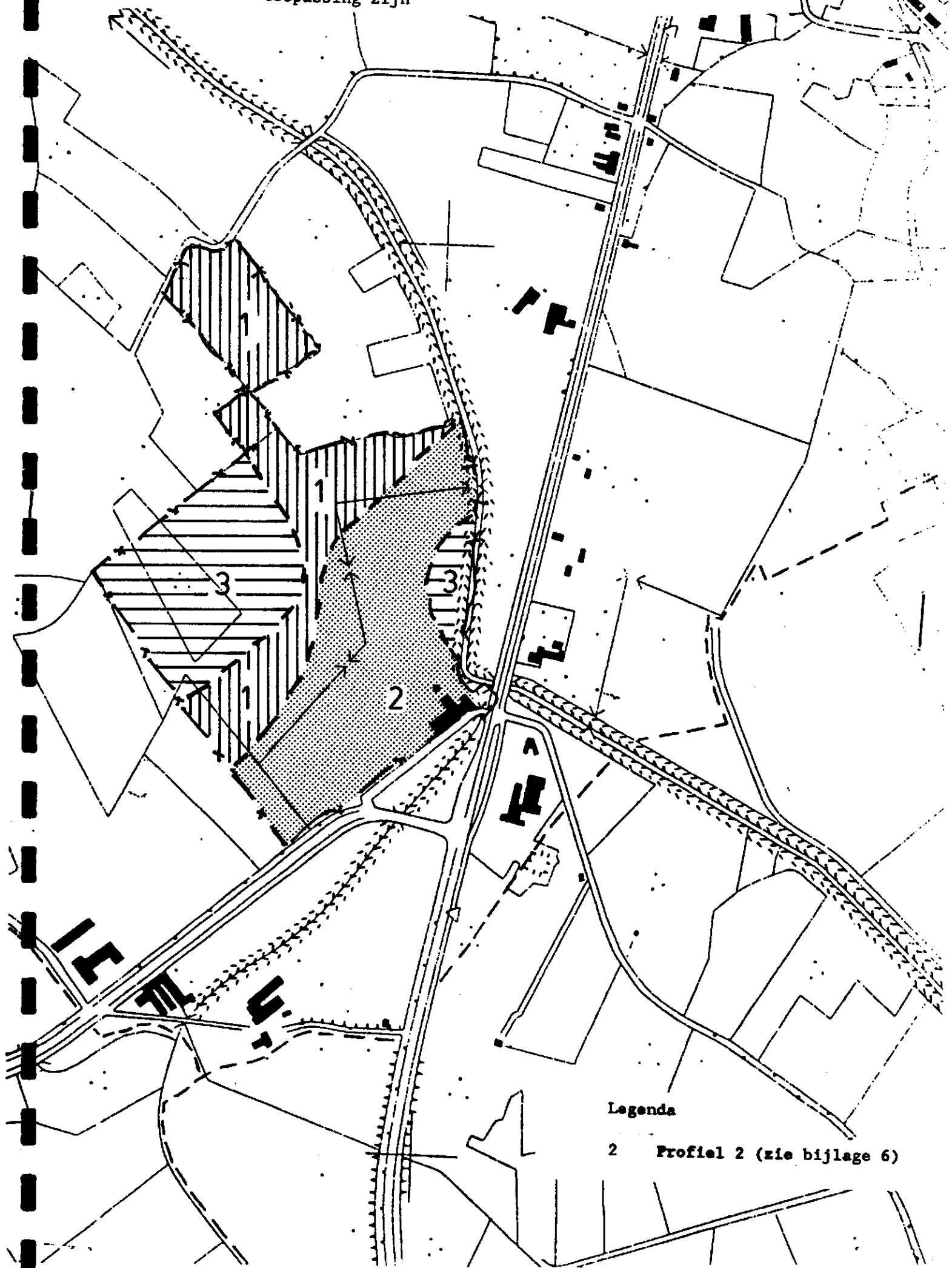
Bijlage 6c      Profiel 3

boringsnr.	4	5	10	13	14	gem.	
cm	lutumgehalte (%)						bouw-
-mv							steenr
10	15	15	26	30	24	22	B10
20	15	15	26	30	24	22	
30	15	15	26	36	24	23	010
40	15	15	26	36	30	24	
50	15	24	26	41	30	27	011
60	15	24	16	45	30	26	
70	gr	24	16	45	15		
80	gr	24	7	38	15		
90	gr	24		38	8		
100	gr	24		38	8		
110		15		38	8		
120		15		27	4		
130		7		6	4		
140		gr		6	4		05
150		gr		6	4		
160				6	gr		
170				6	gr		
180				6	gr		
190				gr	gr		
200				gr	gr		
210				gr			
220				gr			

gr = grind



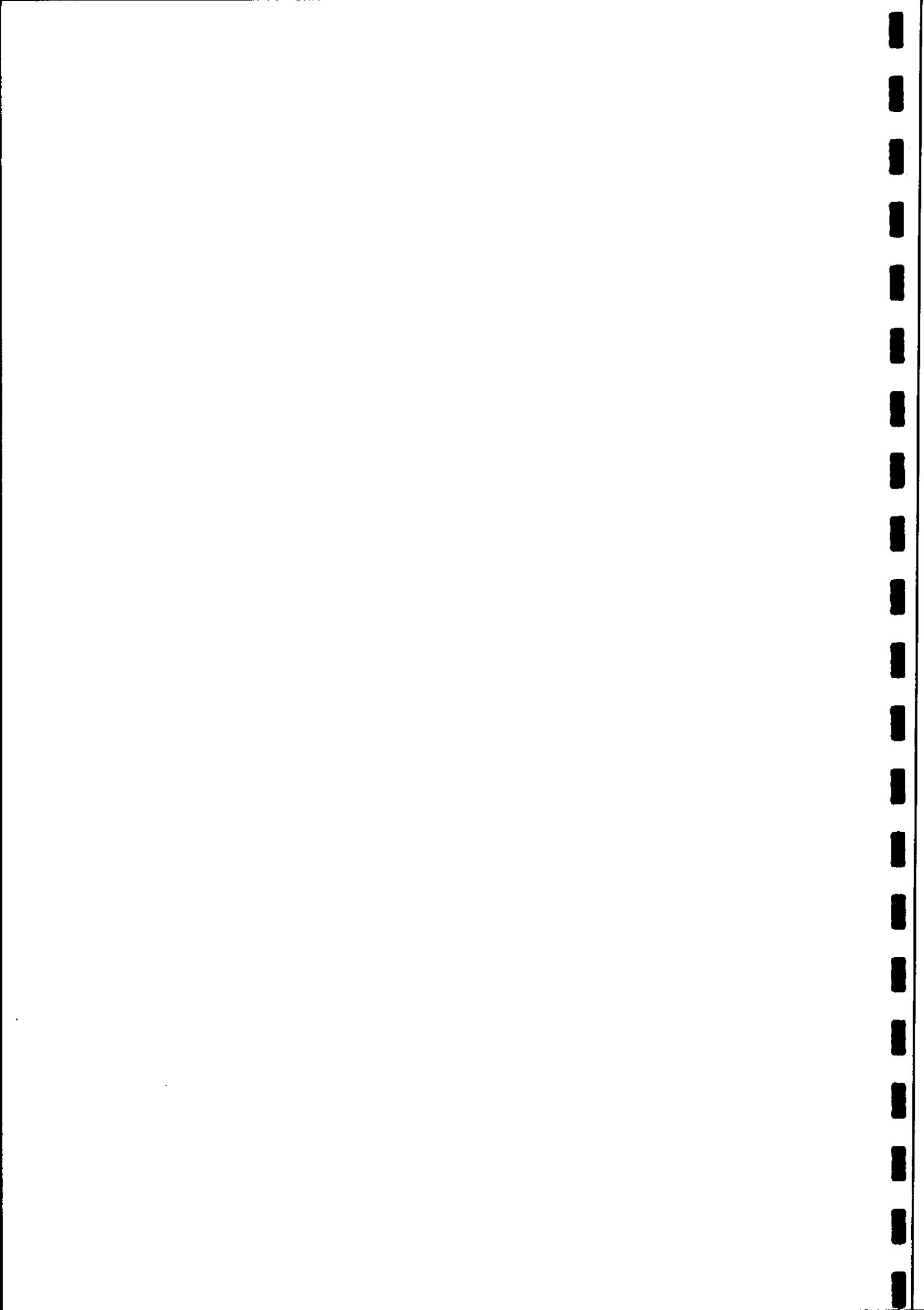
Bijlage 7 Kaart met gebieden waarvoor de profielen 1, 2 en 3 van toepassing zijn



Legenda

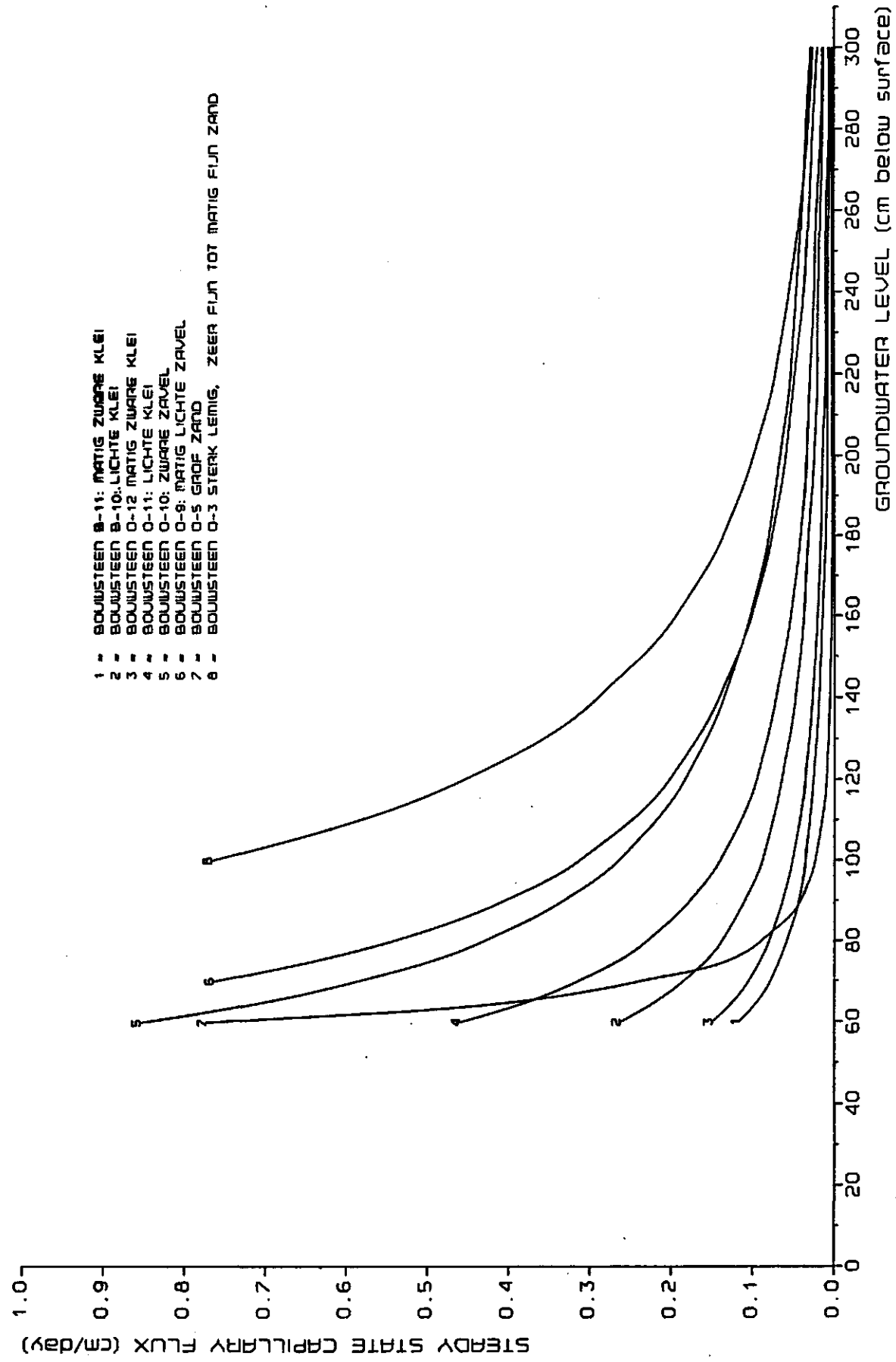
2 Profiel 2 (zie bijlage 6)



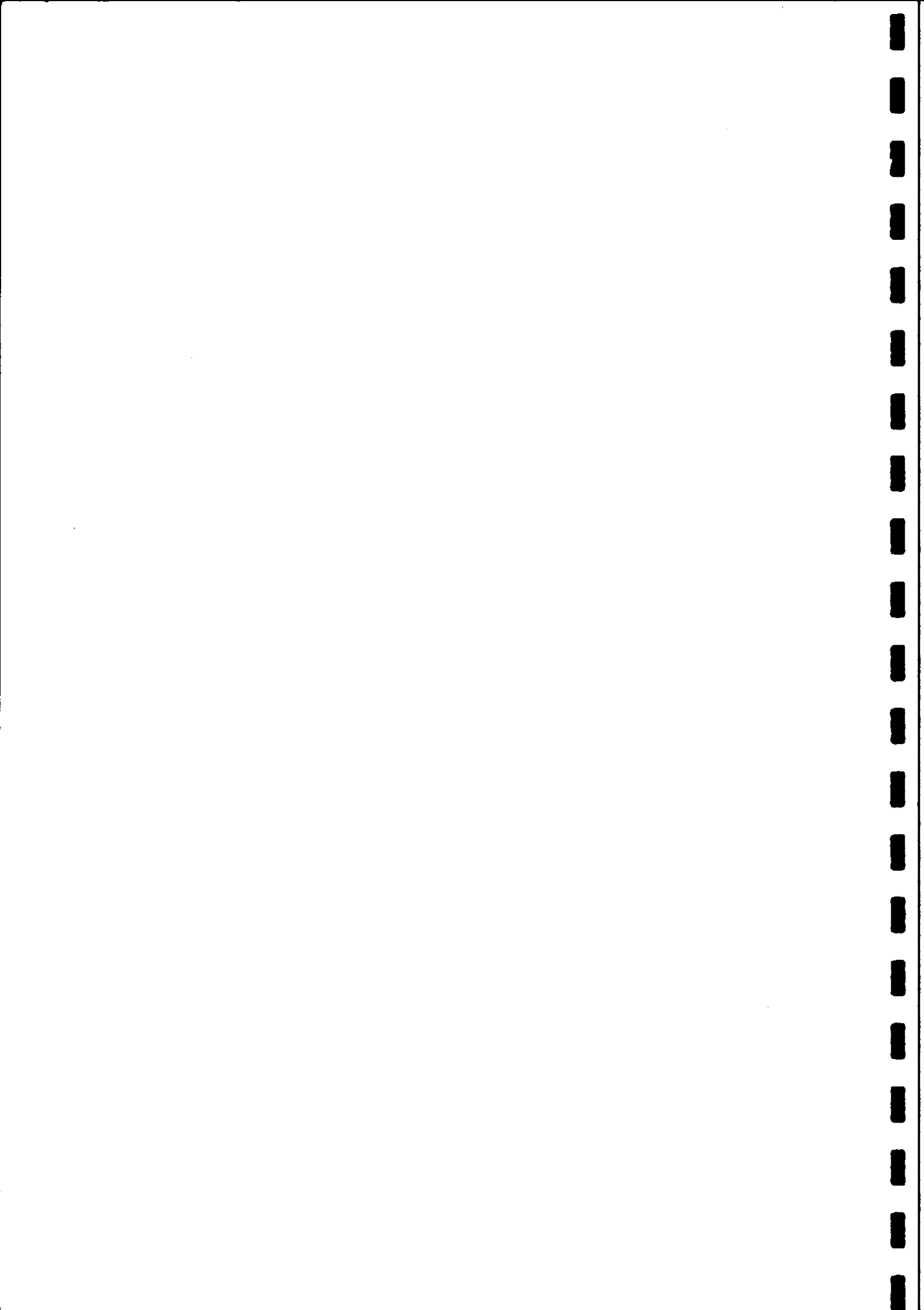


# CAPILLARY RISE VERSUS GROUNDWATERDEPTH

PRESSURE HEAD (cm) : -1000



- 1 - BOUWSTEEN 0-5 GROF ZAND
- 2 - BOUWSTEEN 0-3 STERK LEMIG, ZEER FIJN TOT MATIG FIJN ZAND
- 3 - BOUWSTEEN 0-12 MATIG ZWARTE KLEI
- 4 - BOUWSTEEN 0-11 LICHTE KLEI
- 5 - BOUWSTEEN 0-10 ZWARTE ZAVEL
- 6 - BOUWSTEEN 0-9 MATIG LICHTE ZAVEL
- 7 - BOUWSTEEN 0-10 LICHTE KLEI
- 8 - BOUWSTEEN 0-11 MATIG ZWARTE KLEI



# CAPILLARY RISE VERSUS GROUNDWATERDEPTH

PRESSURE HEAD (cm) : -1000

- 1 - PROFIEL 1: 210 CM KLEI EN ZAVEL OP ZAND
- 2 - PROFIEL 2: 300 CM KLEI "
- 3 - PROFIEL 3: 60 CM ZAVEL EN KLEI OP GROF ZAND

