VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 450, d.d. 1 april 1968

Zakking van maaiveld in de polder Assendelft

C.J. Schothorst

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

[illegible]

Inleiding

Op enkele plaatsen in ons land doet zich de mogelijkheid voor om door middel van vergelijking van ingeklonken en niet ingeklonken veenprofielen de zakking van maaiveld als gevolg van grondwaterstandsdaling te bestuderen.

Deze methode werd toegepast in de polder Mastenbroek ten oosten van Kampen (SCHOTHORST, 1967) en vervolgens in een ogenschijnlijk gelijksoortig gebied, namelijk in de Zuiderpolder van Assendelft ten westen van Zaandam.

Laatsgenoemde polder staat bekend als het land van de duizend molens. Praktisch iedere grondgebruiker beschikt binnen de polder over een eigen onderbemaling, meest in de vorm van windmolens. Bijna iedere kavel vormt een poldertje binnen de polder.

Een directe ontwatering van de percelen is in deze polder niet mogelijk wegens het feit dat het maaiveld gemiddeld 0.20 m beneden het polderpeil is gelegen. Het betreft hier een extreme vorm van "pannigheid". Hieronder verstaat men een holle ligging van het maaiveld. Een strook van 3 à 4 m breedte langs de sloten ligt 0.30 à 0.40 m hoger dan het overige deel van het perceel. Deze situatie belemmert de oppervlakte-afvoer, zodat langdurige drassigheid en plasvorming het gevolg zijn. In de situatie van de polder Assendelft is oppervlakte-afvoer geheel onmogelijk zodat men noodgedwongen algemeen onderbemaling toegepast. Hiervoor zijn bepaalde sloten afgedamd en van het polderpeil afgesloten.

In sommige gevallen wordt een perceel alleen via een greppel onderbemalen (fig. 2).

De genoemde "pannigheid" is een veel voorkomend verschijnsel in de veenweidegebieden, zij het in minder extreme vorm als in Assendelft. Meestal bedraagt het hoogteverschil niet meer dan 0.10 m. Het ontstaan is te verklaren als een gevolg van indroging van het veen gepaard gaande met krimp. Hierdoor zakt het maaiveld. De hoge polderpeilen kunnen deze indroging en zakking niet voorkomen wegens een onvoldoende infiltratie vanuit de sloot. De infiltratie beperkt zich tot een zone van maximaal 5 m waar het veen voldoende vochtig blijft. Hierdoor treedt in deze zone langs de sloot geen zakking op.

Op een gegeven moment ontstaat een toestand waarin de ontwatering onvoldoende functionneert. Men staat dan voor de keuze: een algemene verlaging

van het polderpeil of toepassing van onderbemaling. Meestal gaat men over op eerstgenoemde mogelijkheid. In de polder Assendelft is echter het polderpeil sinds 1880 niet verlaagd.
Waarschijnlijk is als gevolg van de algemene toepassing van onderbemaling de "pannigheid" in dit gebied versterkt en heeft het hier deze extreme vormen aangenomen.

De polder Assendelft in vergelijking met polder Mastenbroek

In de inleiding wordt de polder Assendelft vergeleken met de polder Mastenbroek als zijnde gelijksoortige gebieden. De topagrafische bodemgesteldheid vertoont veel overeenkomsten met die van Mastenbroek om de volgende redenen:

1. Een onverveende polder grenst aan een drooggemaakte verveende polder (De Veenpolder). De Blokweg ligt op de scheiding van deze polders. Het peilverschil weerszijden van de Blokweg bedraagt 1.60 m. In de polder Mastenbroek bedraagt het peilverschil 2.30 m. Het is dus denkbaar dat de sterke zakking een gevolg zou zijn van een sterke wegzijging naar de droogmakerij.
2. Het hoogteverschil tussen slootwal en het maaiveld op afstanden van meer dan 10 m vanaf de sloot bedraagt 0.30 à 0.50 m (fig. 2 t/m 5).
3. Het veen is bedekt met een kleilaag van 0.20 tot 0.30 m dikte.
4. De veendikte bedraagt hier 2.80 m tegen 2.20 m in Mastenbroek.

Behalve sterke overeenkomsten met de situatie in Mastenbroek zijn er ook belangrijke verschillen namelijk:

1. Het veenpakket bestaat hier overwegend uit veen mosveen in plaats van zeggeveen. Het eerstgenoemde veen is algemeen slecht doorlatend.
2. Het slecht doorlatende veenpakket rust hier op een ondoorlatende laag van oude blauwe zeeklei. Het matig doorlatende zeggeveen in Mastenbroek rust op een sterke doorlatende zandondergrond van vele tientallen meters dikte.
3. In de polder Assendelft worden tenminste langs de Blokweg praktisch alle percelen onderbemalen. In Mastenbroek komt dit zo goed als niet voor.

Vanwege de sterke overeenkomst in topografische bodemgesteldheid werd ook hier gedacht aan een zakking van het maaiveld als gevolg van een daling

van het grondwaterniveau door wegzijging naar de droogmakerij.

Het onderzoek werd nagenoeg op dezelfde wijze uitgevoerd als in de polder Mastenbroek.

Zakking als gevolg van wegzijging

Om na te gaan of er sprake is van een invloed van het peilverschil tussen de droogmakerij en de bovenlandse polder 3 raaien loodrecht op de droogmakerij gewaterpast over een lengte van 350 m. Hierbij werd op variërende afstanden de diepte van het grondwaterniveau opgenomen. Het resultaat van deze waarnemingen wordt in figuur 1 weergegeven.

Het peil in de bovenlandse polder varieert van 1.50 m -N.A.P. (zomerpeil) tot 1.60 m -N.A.P. (winterpeil). Het peil in de droogmakerij wordt gehandhaafd op 3.20 m -N.A.P..

De maaiveldhoogte van de bovenlandse polder ligt gemiddeld op 1.80 m -N.A.P., dus gemiddeld 0.20 m beneden het winterpeil van de polder.

De zomergrondwaterstand (22-6-1966) zakt tot circa 2.50 m-N.A.P., of wel 0.70 m-m.v.. Dat is dus tot bijna 1.00 m beneden het polderpeil.

Wat betreft een wegzijging naar de droogmakerij is er slechts sprake van een lichte helling van het grondwaterniveau. Het duidelijkste voorbeeld vormt perceel 9. Hier zakt het grondwaterniveau over een afstand van circa 200 m 0.20 m. Over dezelfde afstand vertoont het maaiveld een zakking in de orde van 0.10 m.

Bij perceel 15 wordt echter geen verschil geconstateerd, noch in maaiveldhoogte noch in de hoogte van het phreatisch vlak.
Verder blijkt dat de zomergrondwaterstand algemeen zakt tot circa 0.70 m-m.v. ongeacht de absolute hoogteligging van het maaiveld. Het effect van infiltratie vanuit de brede watering op de grens van de polder en droogmakerij, dus van de waterloop langs de Blokweg, is beperkt tot circa 10 m. Hetzelfde geldt voor de hiermee paralel lopende wateringen op 200 en 350 m afstand, aan de achterzijde van de percelen.

Uit het voorgaande kan men concluderen dat het peilverschil van de droogmakerij en de bovenlandse polder van weinig invloed is op de diepte van het grondwaterniveau en de hoogte van het maaiveld in de bovenlandse polder.

Deze invloed is beperkt tot een extra zakking van het maaiveld van maximaal 0.10 m op circa 50 m afstand van de droogmakerij. De bestaande hoogteverschillen tussen slootwal en maaiveldhoogte binnen de percelen kunnen hier-

mee slechts voor een zeer gering gedeelte worden verklaard. De situatie in de Assendelfter wijkt dus sterk af van die in polder Mastenbroek. Van een sterke wegzijging naar de droogmakerij is geen sprake. Dit wordt hier voorkomen door het slechte doorlatende mosveenpakket in combinatie met de afsluitende blauwe kleilaag onder het veen.

Het bodemonderzoek

De negatieve ligging van het maaiveld t.o.v. het polderpeil is op zichzelf een zeer vreemde situatie. Uitgegaan van de veronderstelling dat het hoogteverschil van slootwal en maaiveld in het perceel toch een gevolg is van zakking werd een analyse toegepast voor de componenten van zakking, op dezelfde wijze als dit voor de polder Mastenbroek is uitgevoerd (SCHOTHORST, 1967).

Hiertoe werden op 4 verschillende percelen in totaal 20 profielen laagsgewijs per 10 cm bemonsterd vanaf maaiveld tot de klei-ondergrond. De maaiveldhoogte werd gewaterpast. De profielplekken werden paarsgewijs gekozen dat wil zeggen steeds een plek op 2 m en één op 12 m afstand van een sloot, zowel bij onderbemalen sloten als bij sloten met polderpeil. De figuren 2 t/m 5 geven een dwarsdoorsnede van de betreffende percelen.

Voor het overige is de methode van onderzoek gelijk aan de toegepaste methode in Mastenbroek.

Het resultaat van de profielbemonsteringen is grafisch weergegeven in de serie figuren 6 t/m 14.

Tabel 1 tenslotte geeft een overzicht van diverse gegevens van de profielen, betreffende maaiveldhoogte, diepte grondwaterniveau, diepte klei--ondergrond, veendikte en het gemiddeld volumegewicht van het veen beneden 2.60 m-N.A.P. (het zomergrondwaterniveau op 12 m afstand van de sloot).

Tabel 1. Overzicht van de bodemprofielen

Nr. Profiel	Hoogte m.v. -N.A.P.	Grondw.niv. -m.v.	-N.A.P.	Veen-dikte	Hoogte blauwe klei -N.A.P.	Vol. gew. veen(gr/cm^3)
2 - 1	1.40	0.50	1.90	2.80	4.20	0.091
2 - 2	1.80	0.80	2.60	2.40	4.20	0.086
5 - 1	1.50	0.40	1.90	2.70	4.20	0.097
5 - 2	2.00	0.60	2.60	2.20	4.20	0.090
5 - 3	2.00	0.60	2.60	2.20	4.20	0.099
5 - 4	2.00	0.60	2.60	2.20	4.20	0.090
5 - 5	1.50	0.60	2.10	2.80	4.30	0.085
5 - 6	1.50	0.80	2.30	2.30	3.80	0.092
9 - 1	1.40	0.50	1.90	2.70	4.10	0.094
9 - 2	1.80	0.80	2.60	2.30	4.10	0.095
9 - 3	1.70	0.70	2.40	2.40	4.10	0.101
9 - 4	1.85	0.75	2.60	2.25	4.10	0.095
15 - 1	1.40	0.40	1.80	2.70	4.10	0.093
15 - 2	1.70	0.80	2.50	2.40	4.10	0.094
15 - 3	1.60	0.60	2.20	2.50	4.10	0.098
15 - 4	1.80	0.70	2.50	2.30	4.10	0.096
15 - 5	1.70	0.50	2.20	2.70	4.40	0.095

De gegevens in tabel 1 zijn wat betreft hoogte en dikte op tientallen van cm's afgerond.

Wat de profielnummering aangaat heeft het eerste cijfer betrekking op het perceel, het tweede op het profiel, waarbij de oneven nummers gelden voor een profiel op 2 m afstand van een sloot en de even nummers voor 12 m afstand.

De profielplekken met de nummers 1 t/m 4 liggen allen in een raai op een afstand van circa 80 m paralel aan de Blokweg. De nummers 5 en 6 liggen op grote afstand namelijk 300 m westelijker in de lengte richting van de percelen.

Methodiek van berekening

De totale zakking van het maaiveld (Z), ofwel juister uitgedrukt, het

gemeten hoogte-verschil tussen hoogte van de slootwal en het maaiveld op 12 m afstand van de sloot wordt gesplitst in de volgende componenten:

$$Z = Z_k + Z_o + Z_i + C \qquad (1)$$

Z_k = zakking door verlaging van de opwaartse druk bij grondwaterstandsdaling.

Z_o = zakking als gevolg van oxydatie van organische stof.

Z_i = zakking als gevolg van krimp door indroging.

C = een correctie voor de dikte van het kleidek, zodanig dat de totale hoeveelheid minerale delen van de te vergelijken profielen gelijk is, waarna de oxydatie van organische stof berekend kan worden.

De componenten van zakking worden in cm's uitgedrukt.

$Z - C = Z'$ = de werkelijke zakking.

De componenten worden berekend met de volgende formules:

$$Z_k = \frac{\Sigma g_2 - \Sigma g_1}{\Sigma g_1} \times H_1 \qquad (2)$$

$$C = \frac{\Sigma m_1 - \Sigma m_2}{\Sigma mk_1} \times Dk_1 \qquad (3)$$

$$Z_o = \Sigma h_1' - \Sigma h_2 \quad \text{(uitgedrukt in gr.)} \qquad (4)$$

Om Z_o van gr. om te zetten in cm's wordt gebruik gemaakt van de klinkdiagrammen (fig. 6 t/m 14).

$$Z_i = Z - Z_k - Z_o - C \qquad (5)$$

$$\Sigma h_1' = \Sigma h_1 - \Sigma hk_1 + \frac{\Sigma hk_1}{\Sigma mk_1} \times \Sigma mk_1' \qquad (6)$$

$$\Sigma hk_1 = \frac{\Sigma hk_1}{\Sigma mk_1} \times \Sigma mk_1' \qquad (7)$$

$$\Sigma mk_1' = \Sigma mk_1 - (\Sigma m_1 - \Sigma m_2) \qquad (8)$$

De betekenis van de gebruikte symbolen is als volgt:

D_k = dikte van kleidek in cm
H_2 = dikte van veenlaag benden het phreatisch niveau van profiel 2 in cm
$\bar{g}_v$ = gemiddeld droog volumegewicht van het veen in laag H_2 in gr./cm^3
Σg = gesommeerd droog volumegewicht in gr./cm^2
Σm_v = gesommeerd gewicht van de minerale delen van de veenlaag in gr./cm^2
Σm_k = gesommeerd gewicht van de minerale delen van het kleidek in gr./cm^2
$\Sigma m = \Sigma m_v + \Sigma m_k$
Σh_v = gesommeerd gewicht van de organische stof van de veenlaag in gr./cm^2
Σh_k = gesommeerd gewicht van de organische stof van het kleidek in g ./cm^2
$\Sigma h = \Sigma h_v + \Sigma h_k$
$\Sigma g = \Sigma h + \Sigma m$
Δp = daling van de grondwaterstand in cm.
H_1 = dikte van veenlaag beneden het phreatisch niveau prof.1 in cm.
$H_1 - \Delta p = H_2$

De diverse waarden zijn voor alle profielen berekend en in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2. Overzicht van de hoeveelheid organische stof en minerale delen in kleidek, veenlaag en het gehele profiel in gr./cm^2

Afstand sloot	2 m	12 m	2 m	12 m	2 m	12 m
Perc.2 profiel	1	2				
D_k	0.30	0.20				
$\bar{g}_v$	0.091	0.086				
Σm_v	2.71	2.07				
Σm_k	10.30	6.48				
Σm	13.01	8.55				
Σh_v	22.95	19.34				
Σh_k	4.87	3.72				
Σh	27.82	23.07				

Perc. 5 profiel	1	2	3	4	5	6
D_k	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20
$\bar{g}_v$	0.097	0.090	0.099	0.090	0.085	0.092
Σm_v	4.75	1.39	2.29	1.41	2.90	1.66
Σm_k	7.28	4.58	7.94	7.56	10.59	7.28
Σm	12.03	5.97	10.23	8.97	13.50	8.94
Σh_v	23.49	18.60	20.31	18.88	22.06	20.59
Σh_k	3.49	3.84	4.31	3.80	3.12	3.57
Σh	26.98	22.44	24.62	22.68	25.18	24.16

Perc. 9 profiel	1	2	3	4
D_k	0.30	0.20	0.20	0.20
$\bar{g}_v$	0.094	0.095	0.101	0.095
Σm_v	3.91	2.87	3.22	1.43
Σm_k	14,54	11,42	12.57	8.55
Σm	18.45	14.29	15.79	9.99
Σh_v	22.69	21.05	22.84	19.38
Σh_k	5.29	3.40	4.48	4.29
Σh	27.98	24.45	27.32	23.68

Perc. 15 profiel	1	2	3	4	5
D_k	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20
$\bar{g}_v$	0.093	0.094	0.098	0.096	0.095
Σm_v	2.64	2.40	1.64	2.86	1.60
Σm_k	16.12	13.39	12.22	8.38	8.48
Σm	18.76	15.79	13.86	11.24	10.10
Σh_v	22.45	21.54	20.82	21.16	21.93
Σh_k	4.69	4.89	6.06	4.29	4.20
Σh	27.14	26.43	26.88	25.45	25.73

De componenten van zakking

Met behulp van de formules en gegevens van voorgaand hoofdstuk kunnen nu de afzonderlijke componenten worden berekend.

De diverse profielen worden steeds vergeleken t.o.v. profiel 1. Dit is

het profiel van de slootwal langs de poldersloot met polderpeil. Dit is in alle gevallen het hoogst gelegen profiel.

De resultaten van de berekeningen worden vermeld in tabel 3. Hierbij ligt zoals reeds vermeld profiel-plek 2 op 12 m afstand van de sloot met polderpeil dat dus op 10 m afstand van profiel 1.

Profiel 3 en 4 hebben betrekking op een onderbemalen sloot aan de andere zijde van het perceel op een afstand van 2 en 12 m.

Tabel 3. De componenten van zakking in cm

Vergelijking	Δp	z	c	Z_k	Z_o	Z_i	Z'	$\bar{g}_v$
2-1/2-2	80	40	13	-16	16	27	43	0.086
5-1/5-2	70	50	17	-17	12	38	50	0.090
Gem.perc.2 en 5	75	45	15	-16	14	32	46	0.088
9-1/9-2	70	40	8	2	16	14	32	0.095
15-1/15-2	70	30	5	5	- 1	21	26	0.094
Gem.perc.9 en 15	70	35	6,5	3,5	7,5	17,5	29	0.095
5-1/5-4	70	50	8	-17	19	40	59	0.090
9-1/9-4	70	45	17	2	6	20	28	0.095
15-1/15-4	70	40	14	7	- 3	22	26	0.096
Gem.perc.9 en 15	70	42,5	15,5	- 4,5	1,5	21	27	0.095
5-1/5-3	70	50	5	3	8	34	45	0.099
9-1/9-3	50	30	6	16	-- 2	9	25	0.101
15-1/15-3	40	20	9	8	- 6	9	17	0.098
Gem.perc.9 en 15	45	25	7,5	12	- 4	9	21	0.099
5-5/5-2	50	50	14	18	4	14	36	0.090
15-5/15-2	30	0	- 7	0	-20	27	27	0.094

Wanneer men nagaat welke componenten de zakking van het maaiveld bepalen blijkt dat er een sterk verschil bestaat tussen de percelen 2 en 5 enerzijds en de percelen 9 en 15 anderzijds.

Algemeen blijkt het kleidek bij profiel 1 dikker te zijn dan bij de profielen 2 en 4. Ook ten opzichte van profiel 3 is het kleidek iets dikker. De c-waarde in tabel 3 komt overeen met het verschil in kleidikte. Dit wijst er op dat er langs de poldersloten een zekere ophoging heeft plaats gevonden. Op de percelen 2 en 5 bedraagt deze ophoging gemiddeld 0.15 m. Het opvallende

is nu dat op deze percelen negatieve waarden voor Z_k worden gevonden. Dat wil zeggen dat de klink(Z_k) van het veen in de ondergrond bij profiel 1 groter is dan van profiel 2. Het omgekeerde zou men verwachten wegens de lagere grondwaterstand en de lagere ligging van het maaiveld.
Het betekent dat door ophoging een zekere zetting in de ondergrond heeft plaats gevonden als gevolg van een grotere bovenbelasting. Hierdoor is het oorspronkelijke maaiveld gezakt. Het effect van de ophoging blijkt echter door zetting en krimp geheel verloren te zijn gegaan.

In een volgend hoofdstuk zal dit facet van zakking nader worden besproken.

Het feit dat de ophoging op perceel 2 en 5 van sterke invloed is op de ondergrond zal samenhangen met de oorspronkelijke dichtheid van het veen in de ondergrond. Het droog volumegewicht van het veen is nergens zo laag als op perceel 2, namelijk 0.086 gr./cm^3. Het gemiddelde van perceel 2 en 5 bedraagt 0.088 gr. tegen 0.095 gr. op de percelen 9 en 15.

In het laatste geval wordt geen invloed meer van een dikker kleidek geconstateerd op de dichtheid van het veen in de ondergrond. Het kleidek is hier bovendien algemeen dikker en minder venig dan op de percelen 2 en 5.

Dit verschil kan ook de verklaring zijn voor een noodzaak van ophoging op de percelen 2 en 5. Als gevolg van het slappere veen en het dunnere en veniger kleidek zal hier zakking in sterkere mate zijn opgetreden. De cijfers voor oxydatie en indroging wijzen ook in deze richting.

Samengevat kan men stellen dat op de percelen 2 en 5 een grondwaterstandsverschil van 0,75 m een zakking tengevolge heeft gehad van 0,46 m waarvan 0,32 m toegeschreven kan worden aan indroging en 0,14 m aan verschil in hoeveelheid organische stof. Voor de percelen 9 en 15 wordt bij een grondwaterstandsverschil van 0,70 m een totale zakking berekend van 0,29 m waarvan 0,08 m oxydatie, 0,18 m indroging en 0,03 m klink.

Bij een ongeveer gelijk verschil in grondwaterniveau wordt in het eerste geval ongeveer 50% meer zakking geconstateerd, uitsluitend als gevolg van extra krimp en oxydatie. Het verschil kan samenhangen met het dunnere en veniger kleidek en de slappere veenondergrond.

Boven beschreven vergelijking heeft betrekking op profiel 2. Dezelfde methode kan toegepast worden ten opzichte van profiel 4 dat aan de andere zijde van het perceel is gelegen op 12 m afstand van de onderbemalen sloot. Men mag aannemen dat de situatie vóór onderbemaling gelijk is geweest, zodat geen of weinig verschil verwacht kan worden tussen profiel 2 en 4.

Bij deze vergelijking moet perceel 2 buiten beschouwing blijven wegens het feit dat perceel 2 aan beide zijden omgeven wordt door poldersloten. Het wordt via een greppel ontwaterd op een onderbemaling aan de achterkant

Wat perceel 5 betreft blijkt achteraf dat de onderbemalen sloot geen oorspronkelijke poldersloot geweest is, maar een later gegraven sloot. Er blijkt hier geen sprake te zijn van een afdamming, zoals op de percelen 9 en 15.

Volgens de gemiddelde waarde van perceel 9 en 15 blijkt een grondwaterstandverschil van 0.70 m een zakking van 0,27 m tengevolge te hebben gehad, waarvan 0,21 m indroging. Dit resultaat wijkt dus weinig af van voorgaande vergelijking. Hetzelfde geldt voor profiel 5-4 in vergelijking met 5-2.

De 3e vergelijking is die van profiel 1 met profiel 3. Het laatste heeft betrekking op de slootkant van de onderbemalen sloot. Hier kan men een andere reactie verwachten in verband met een plotselinge slootpeilverlaging. Het is echter niet bekend in welk jaar deze peilverlagingen plaats vonden. Het blijkt nu dat een grondwaterstandsdaling van 0.45 m een zakking van 0.21 m tot gevolg heeft gehad, waarvan 0.09 m op rekening komt van indroging en 0,12 m van klink. Voor oxydatie wordt een negatieve waarde gevonden. Dat wil zeggen dat de oxydatie in dit geval van weinig of geen betekenis is. Vermoedelijk is er na de peilverlaging vrijkomende slootbagger op de kant verwerkt, waardoor een naar verhouding te veel organische stof wordt gevonden.

De klink bedraagt hier 57% van de totale zakking terwijl het in de andere gevallen gemiddeld slechts 0,04 m bedraagt van in totaal 0.28 m zakking. Dat is dus slechts 14% van de totale zakking.

Voor indroging en oxydatie tesamen geldt dan het omgekeerde.

Er kan dan geconcludeerd worden dat er een verschil bestaat tussen een geleidelijke grondwaterstandsdaling als gevolg van vochtonttrekking door het gewas en een plotselinge grondwaterstandsdaling door verlaging van het slootpeil. Aangezien een duidelijke invloed van het slootpeil slechts tot een smalle zone van circa 5m breedte is beperkt, heeft deze zakking slechts betekenis in die zin dat door slootpeilverlaging de hoge slootwallen zakken en dat de "pannigheid" van de percelen afneemt. Een hoogteverschil van 0,10 à 0.15 m is blijkens de figuren 9 en 15 blijven bestaan. Hiervan kan 0.05 m verklaard worden door verschil in kleidikte en circa 0.10 m door een geringere oxydatie en indroging dan op grotere afstand van de sloot.

De grondwaterstand zakt bij profiel 3 minder diep weg dan verder in het perceel in verband met het feit dat men het droogvallen van de onderbemalen sloten voorkomt door in de zomer toch in enige mate water in te laten.

In tabel 4 wordt tenslotte een samenvattend overzicht gegeven van de zakking.

Tabel 4. Overzicht van componenten van zakking in cm en in percentage van totale zakking (Z').

	Δp	$\bar{g}_v$	Z	C	Z_k		Z_o		Z_i		Z'	$\frac{\Delta p}{Z'}$
	cm	g /cm^3	cm	cm	cm	%	cm	%	cm	%	cm	
Profiel A	75	0.088	47	13	-17	-	16	31	35	69	51	0.68
" B	70	0.095	39	11	4	14	5	18	19	68	28	0.40
" C	45	0.100	25	8	12	57	- 4	-	9	43	21	0.47

In deze tabel zijn de gegevens voor profiel A berekend als de gemiddelde waarde van de vergelijkingen van profiel 2-1/2-2, 5-1/5-2 en 5-1/5-4. Voor profiel B is dit het gemiddelde van 9-1/9-2, 9-1/9-4, 15-1/15-2, 15-1/15-4 en voor profiel C 9-1/9-3 en 15-1/15-3. Profiel C betreft het effect van slootpeil-verlaging. Een peilverlaging van gemiddeld 0.45 m resulteert hier in een zakking van de slootwal van 0.21 m, dat is bijna 50% van de peilverlaging. Voor een grondwaterstandsdaling onafhankelijk van het slootpeil wordt afhankelijk van de dichtheid van het veen een zakking gevonden van 40 tot 68%.

Tenslotte werden ook de componenten van zakking berekend ten opzichte van de profielen op 300 m afstand op perceel 5 en 15. Het resultaat van deze berekeningen is ook in tabel 3 vermeld. De uitkomsten van deze 2 vergelijkingen zijn zeer verschillend. Het is dan ook de vraag hoeveel waarde hieraan toegekend kan worden. Het gaat er hierbij om in hoeverre de vergeleken profielen oorspronkelijk gelijk geweest zijn. Hetzelfde geldt voor de oorspronkelijke hoogteligging. Wat dit laatste betreft werd bij profiel 15-5 in het veld de indruk verkregen dat de bovengrond enigszins was vergraven. Verder is ook de dichtheid van het veen zeer verschillend, zodat ook hier het onderscheid gemaakt moet worden van profiel A en B.

De berekening van klink volgens Terzaghi en Halakorpi-Segeberg

De klink waaronder de zakking van het maaiveld wordt verstaan als gevolg van een grondwaterstandsdaling kan ook berekend worden met behulp van

de formules van Terzaghi en Halakorpi-Segeberg (SCHOTHORST, 1966).

Deze berekeningen werden systematisch uitgevoerd uitgaande van profiel 1.

Het resultaat van deze berekeningen ziet men in tabel 5. Hierbij is Z_{Ter} de klink volgens Terzaghi en Z_{Hal} de klink volgens Halakorpi-Segeberg

Tabel 5. Vergelijking van klink berekend volgens formules en volgens profielonderzoek (Z_k)

Vergelijking	Δp	Z_k	$Z_{Terz.}$	$Z_{Hal.}$
2-1/ 2-2	70	-16	20	23
5-1/ 5-2-4	70	-17	23	19
9-1/ 9-2-4	70	2	18	20
15-1/15-2-3-4	70	6	21	21
9-1/ 9-3	50	16	14	15
15-1/15-3	40	8	14	13
5-5/ 5-2	50	18	13	14
15-5/15-2	30	0	9	7
2-1(ophoging)	20	16	10	7
5-1(")	20	17	11	8

De uitkomsten van de berekeningen volgens Terzaghi resp. Halakorpi-Segeberg ontlopen elkaar zeer weinig. Hierbij is in de formule van Terzaghi voor de constante C steeds een waarde 8 aangehouden, evenals bij het onderzoek in Mastenbroek. De dichtheidsfactor a in de formule Halakorpi-Segeberg werd gekozen afhankelijk van het gemiddelde volumegewicht van het veen volgens een grafische relatie.

Het verschil in dichtheid van het veen dat bij deze profielen varieert van 0.085 tot 0.101 gr/cm^3 blijkt volgens deze berekeningen van zeer weinig invloed te zijn op de klink. De bepalende factor is in hoofdzaak Δp.

Volgens het profielonderzoek werden op de percelen 2 en 5 negatieve waarden en op de percelen 9 en 15 lage positieve waarden gevonden voor Z_k. Volgens de formules zou deze circa 20 cm moeten bedragen. Dit betreft de profielen die gezakt zijn als gevolg van een geleidelijke daling van de grondwaterstand.

In de gevallen dat een slootwal is gezakt na een plotselinge peilverlaging (profiel 9-3 en 15-3) is er een betere overeenstemming.

In een voorgaand hoofdstuk werden de negatieve Z_k-waarden voor profiel 2-1 en 5-1 toegeschreven aan een ophogingseffect. Dit is gebaseerd op het dikkere kleidek dat hier werd gevonden en de daarmee gepaard gaande hoge correctie-waarde. Deze bedraagt gemiddeld voor de 2 genoemde profielen 15 cm. In verzadigde toestand oefent deze laag een druk uit van circa 20 gr/cm^2, en is dus gelijk aan de druk van een waterkolom van 20 cm hoogte.

Als zodanig kan men deze waarde substitueren in de gebruikte formules. De 2 laatste vergelijkingen in tabel 5 geven de uitkomsten van deze berekeningen. Dit levert nog aanzienlijk te lage waarden op voor Z_k.

Men kan echter bedenken dat dezelfde grond oorspronkelijk een groter volume heeft ingenomen, maar dat dit als gevolg van oxydatie en indroging is gekrompen. Hiermee is ook de druk sterk afgenomen. Een voorbeeld zoals in tabel 6 wordt gegeven maakt dit duidelijk.

Tabel 6. De variatie in droog en nat volumegewicht (g_d resp. g_n) van venige klei bij ongeveer hetzelfde organisch stofgehalte (h).

Laag	g_d	h%	V_p %	g_n
0-10	0.54	34	73	1.27
20-30	0.36	34	82	1.18
20-30	0.27	43	86	1.13

De gerijpte klei in het eerste voorbeeld oefent in verzadigde toestand een druk uit van 12,7 gr/cm^2 voor een laagdikte van 10 cm. Dezelfde klei in ongerijpte toestand heeft een tweemaal zo groot volume en oefent dan bij een laagdikte van 20 cm een druk uit van 22,6 gr/cm^2.

Terugkerende naar de laatste berekeningen van tabel 5 kunnen de uitkomsten van de klinkformules toch in overeenstemming gebracht worden met de gevonden Z_k-waarden wanneer men aanneemt dat het oorspronkelijke volume circa 50% groter is geweest. Hierdoor wordt Δp eveneens $\pm$ 50% groter. Zo kan de sterkere verdichting van de veenondergrond geheel door ophoging logisch worden verklaard en berekend.

Samenvatting en conclusies

In de Zuiderpolder van Assendelft ten oosten van de Blokweg die de grens vormt tussen genoemde polder en de drooggemaakte Veenpolder ligt het maaiveld

gemiddeld 0.20 m beneden het polderpeil. Langs de poldersloten ligt een zone van maximaal 5 m breedte die 0.20 m boven het polderpeil is gelegen. Er bestaat dus een gemiddeld hoogteverschil van 0.40 m. Deze situatie maakt een directe afvoer naar de poldersloten onmogelijk zodat algemeen onderbemaling wordt toegepast.

De vraag is wat voor verband bestaat er tussen het onderbemalen en de lage ligging van het maaiveld. Deze situatie hier was aanleiding om een onderzoek in te stellen naar de componenten van zakking analoog aan het onderzoek in de polder Mastenbroek bij Kampen.

Volgens dit onderzoek blijkt maximaal 0.10 m zakking toegeschreven te kunnen worden aan een grondwaterstandsdaling als gevolg van het peilverschil tussen het bovenland en de droogmakerij.

Het overige hoogteverschil van 0.30 m moet gezien worden als een extreme vorm van "pannigheid" zoals dat in de veenweidegebieden veelvuldig voorkomt. Het maaiveld zakt als gevolg van krimp en oxydatie bij indroging van het veen door de vochtonttrekking van het gewas. De infiltratie vanuit de sloot is slechts effectief over een breedte van circa 5 m, zodat in deze zone indroging van het veen wordt verhinderd en daarmee de zakking van het maaiveld. Het hoge polderpeil kan de indroging en zakking op grotere afstand niet voorkomen. Speciaal geldt dit voor mosveengebieden, daar het mosveen in natte toestand zeer slecht doorlatend is.

De zakking als gevolg van de grondwaterstandsdaling en het daardoor bevorderde ontstaan van "pannigheid" maakte onderbemaling noodzakelijk om tenminste oppervlakte-water af te kunnen voeren.

In hoeverre de onderbemalingen aansprakelijk zijn voor een extra zakking is niet duidelijk.

Er wordt echter weinig of geen klink (Z_k) geconstateerd op korte en grotere afstand van de poldersloot als gevolg van verschil in hoogte van grondwaterniveau. Het hoogteverschil in maaiveld, i.c. dus de pannigheid, is voor circa 70% toe te schrijven aan krimp door indroging (Z_i) en voor 25% aan oxydatie (Z_o). In dit geval is sprake van een zeer geleidelijke daling van het zomergrondwaterniveau en een evenredige zakking van het maaiveld. Het is denkbaar dat in deze situatie de bovendruk, dus de belasting op het veen beneden het grondwaterniveau constant is gebleven. Door indroging, krimp en oxydatie neemt de druk af en bij daling van de grondwaterstand neemt deze toe. Zeer waarschijnlijk blijft bij dit proces de bovenbelasting ongeveer gelijk en wordt daardoor geen zetting of klink beneden het grondwaterniveau gevonden.

Geheel anders is de situatie in de effectieve infiltratiezone langs de poldersloot na een plotselinge peilverlaging.

De daarna optredende zakking van de slootwal is voor ruim 50% te verklaren als gevolg van klink door grondwaterstandsdaling en voor de rest als gevolg van indroging.

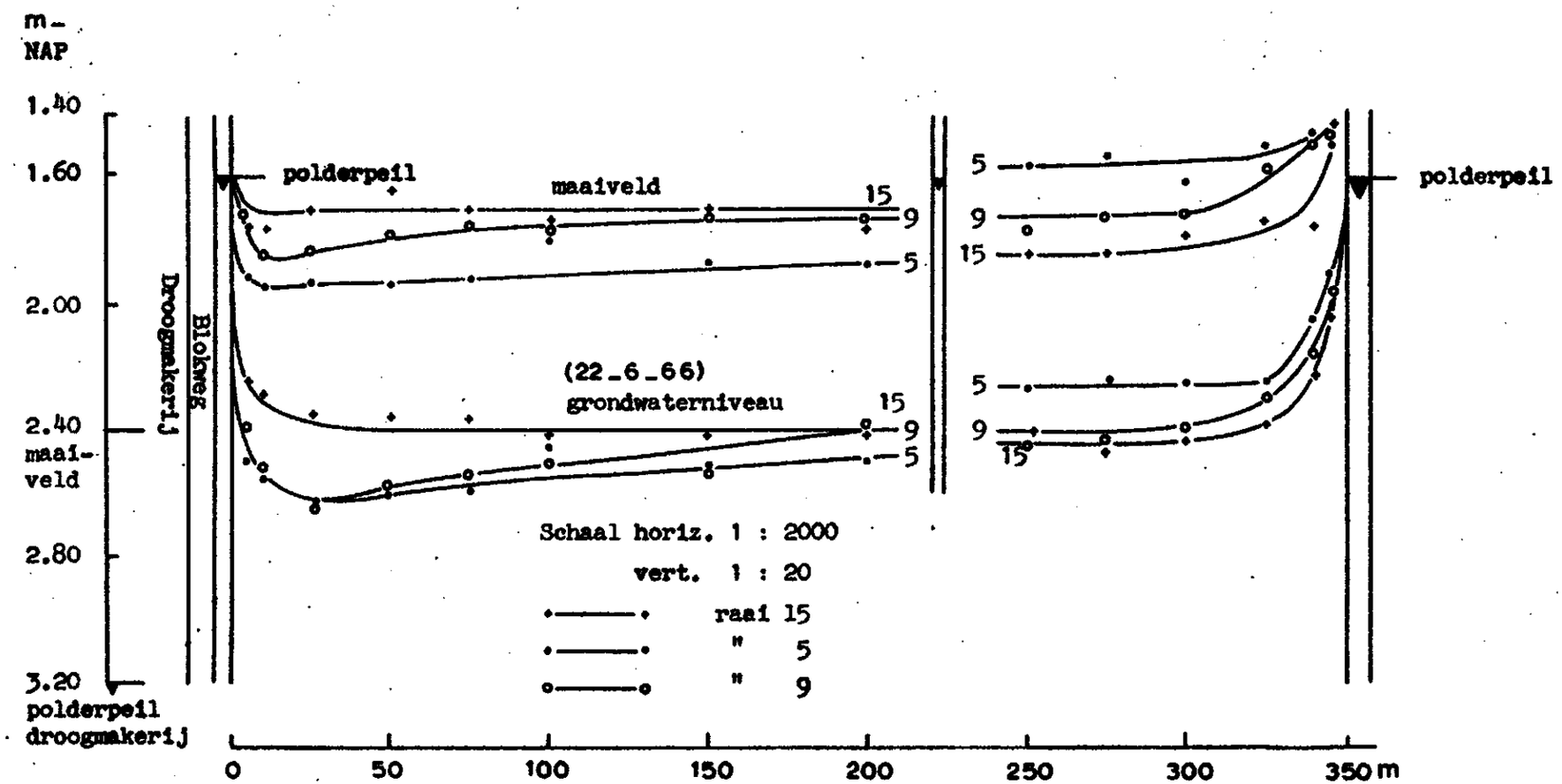
De resultaten van dit onderzoek leiden tot de conclusie dat het handhaven van het polderpeil op 1.60 m-N.A.P. van landbouwkundig standpunt gezien geen zin heeft. Daarentegen zal een algemene verlaging van het polderpeil de honderden individuele onderbemalingen overbodig maken.

Voor het gebied ten westen van de Blokweg zou een peilverlaging van 0.90 m tot 2.50 m-N.A.P. gewenst zijn om een gunstige ontwateringsmogelijkheid te scheppen voor de betreffende veengronden. Het peil ligt dan op circa 0.70 m-m.v. Ernstige nadelen als gevolg van deze rigoreuze peilverlaging in de vorm van een sterke zakking van het maaiveld zijn niet te verwachten daar het zomergrondwaterniveau zich reeds op 2.50 m-N.A.P. bevindt, onafhankelijk van het huidige polderpeil.

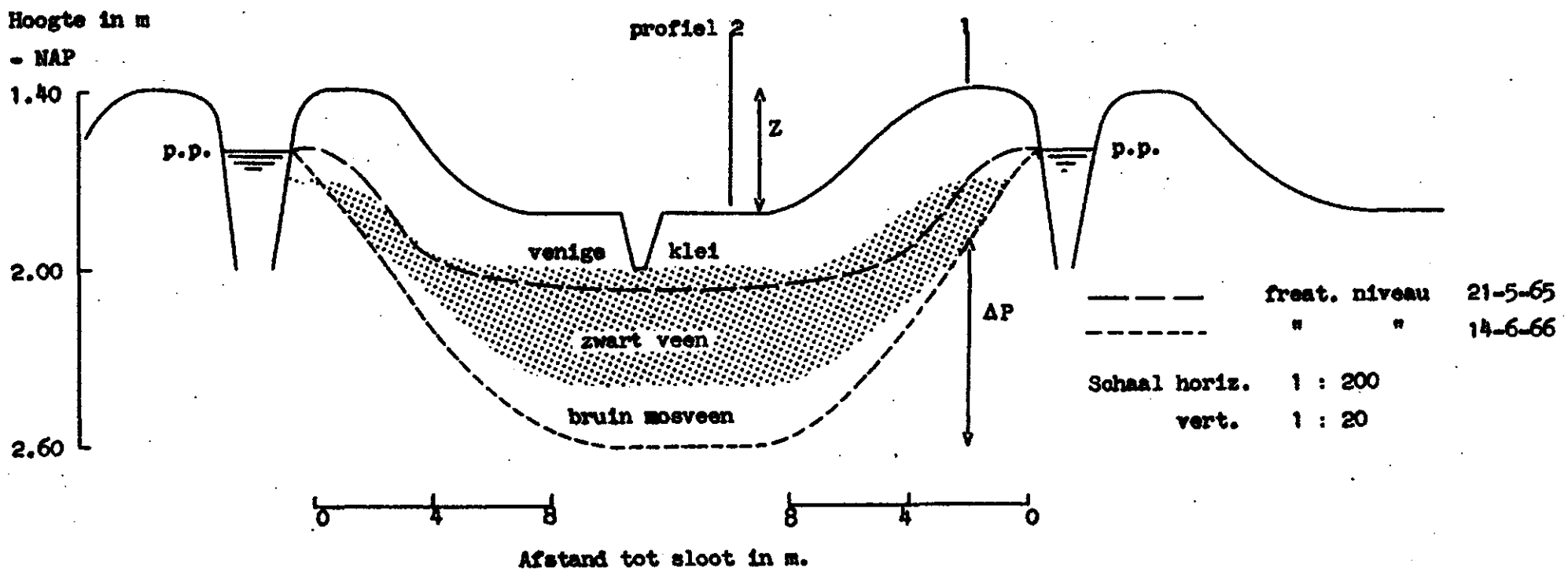
Een bijkomend voordeel is de extra zakking van de huidige slootwallen waardoor de hoogteverschillen met de gemiddelde maaiveldhoogten in de percelen worden genivelleerd. Het is echter niet te verwachten dat zij na verloop van tijd geheel zullen verdwijnen.

In verband met eventuele grondwaterdalingen nabij gebouwen na een polderpeilverlaging is het noodzakelijk deze omsloten te houden met hoogwatersloten en deze af te sluiten van de peilverlaging.

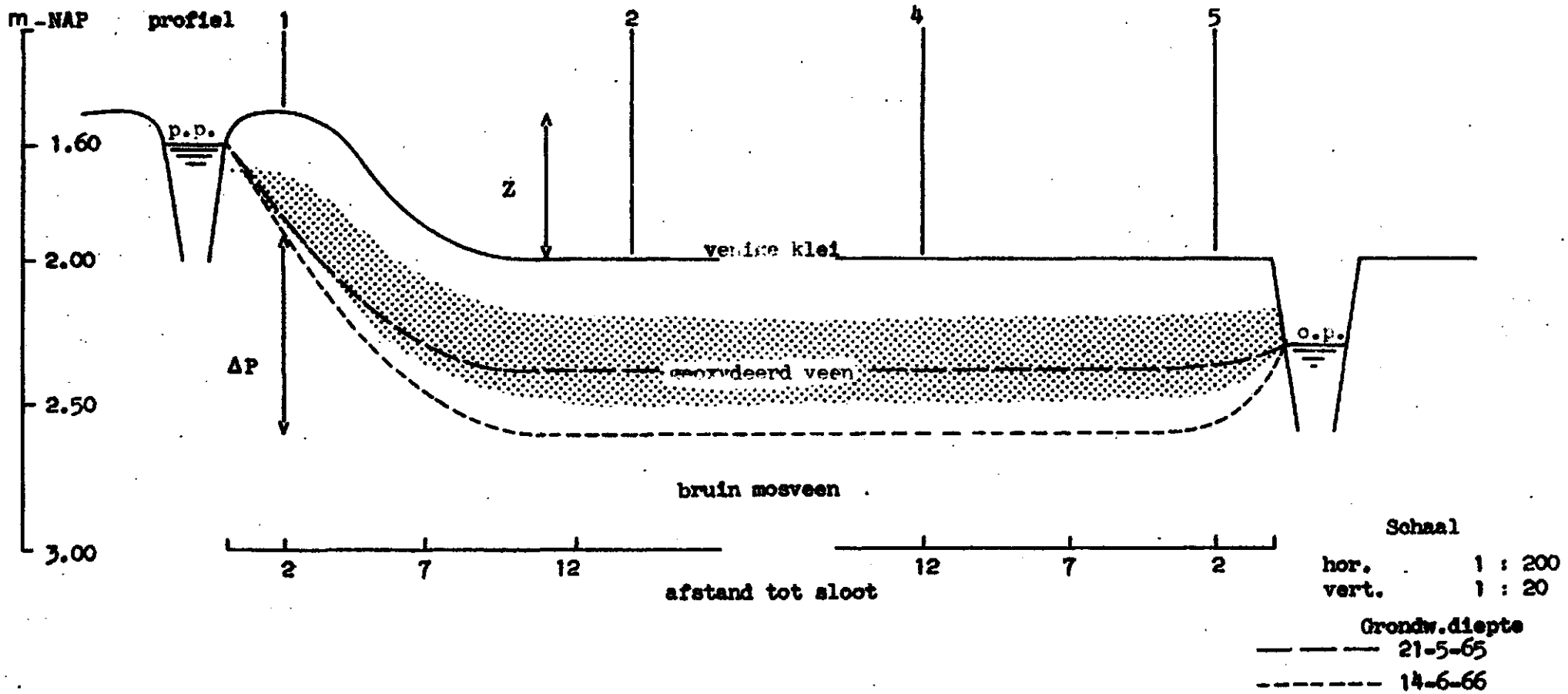
Oostzijde ASSENDELFT Lengte doorsnede oost - west Westzijde fig. 1



ASSENDELFT perceel 2 fig. 2

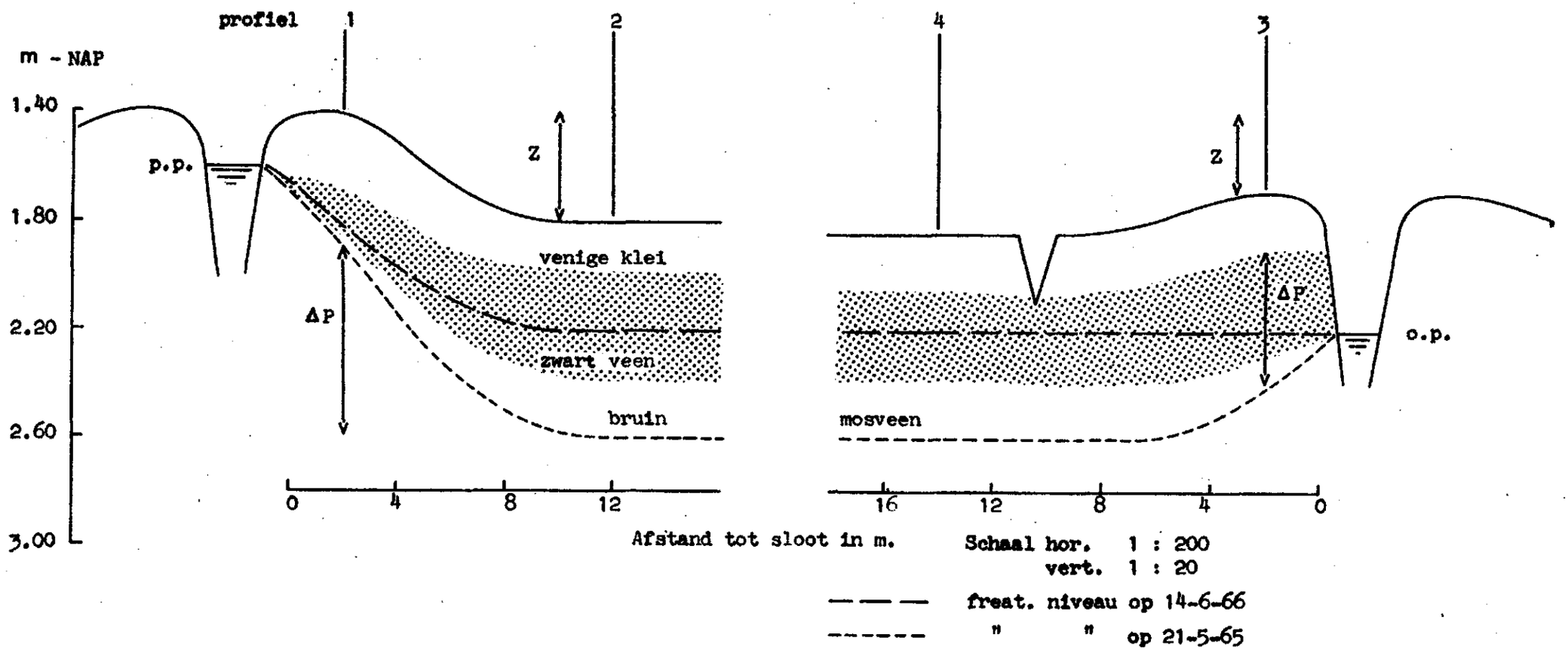


ASSENDELFT perceel 5 fig. 3



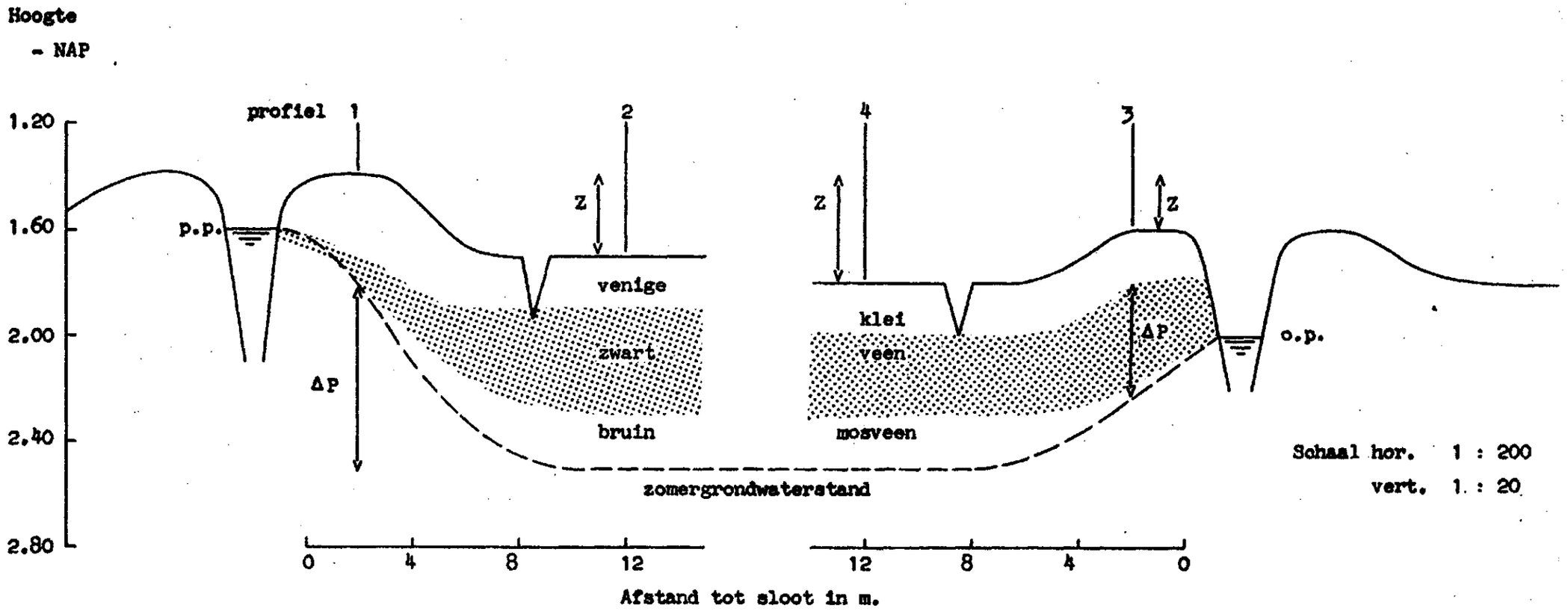
Perceel 9

fig. 4



perceel 15

fig. 5

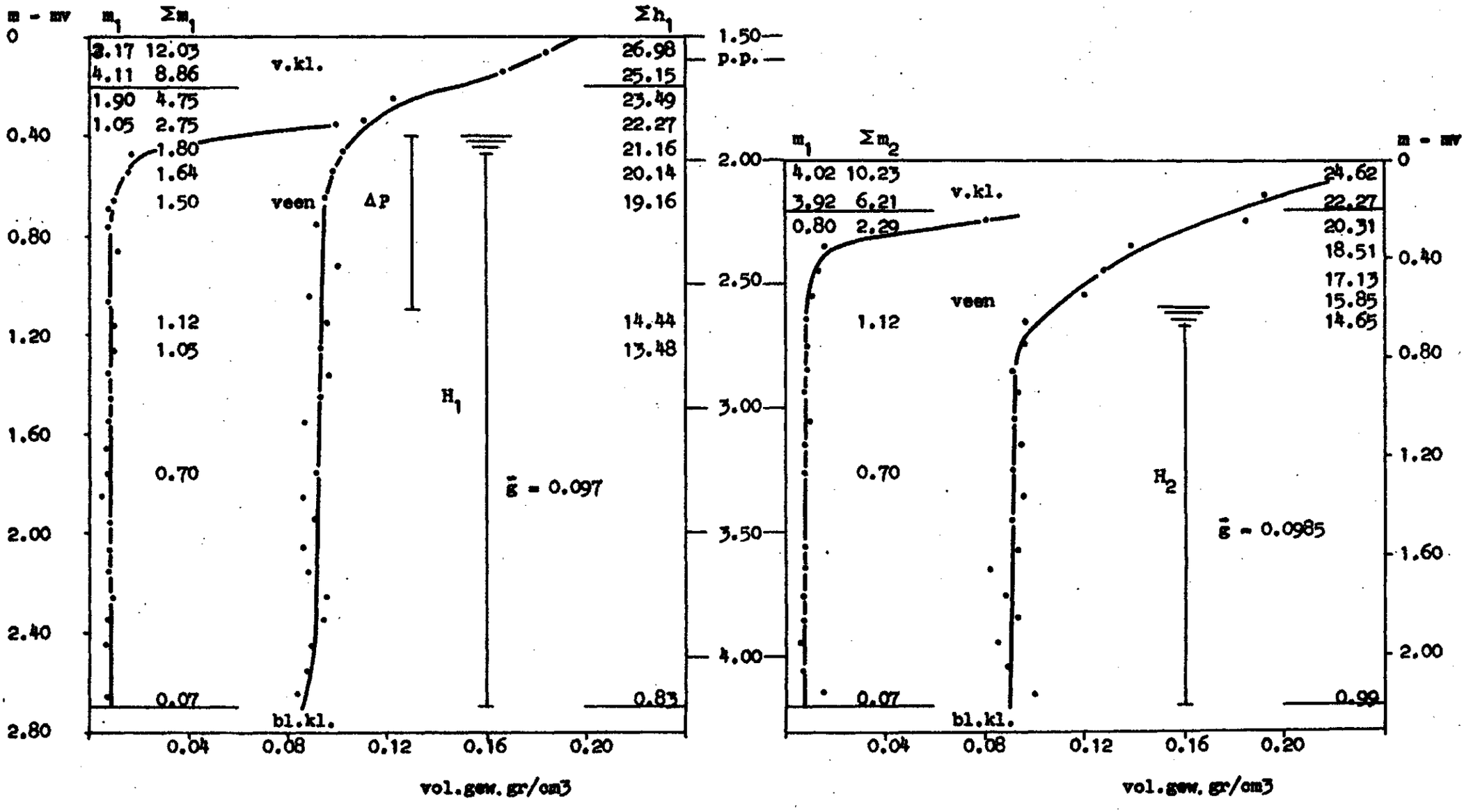


profiel 5 - 1 2 m p.p.

Hoogte
m - NAP

profiel 5 - 3 2 m o.p.

fig. 7



ASSENDELFT

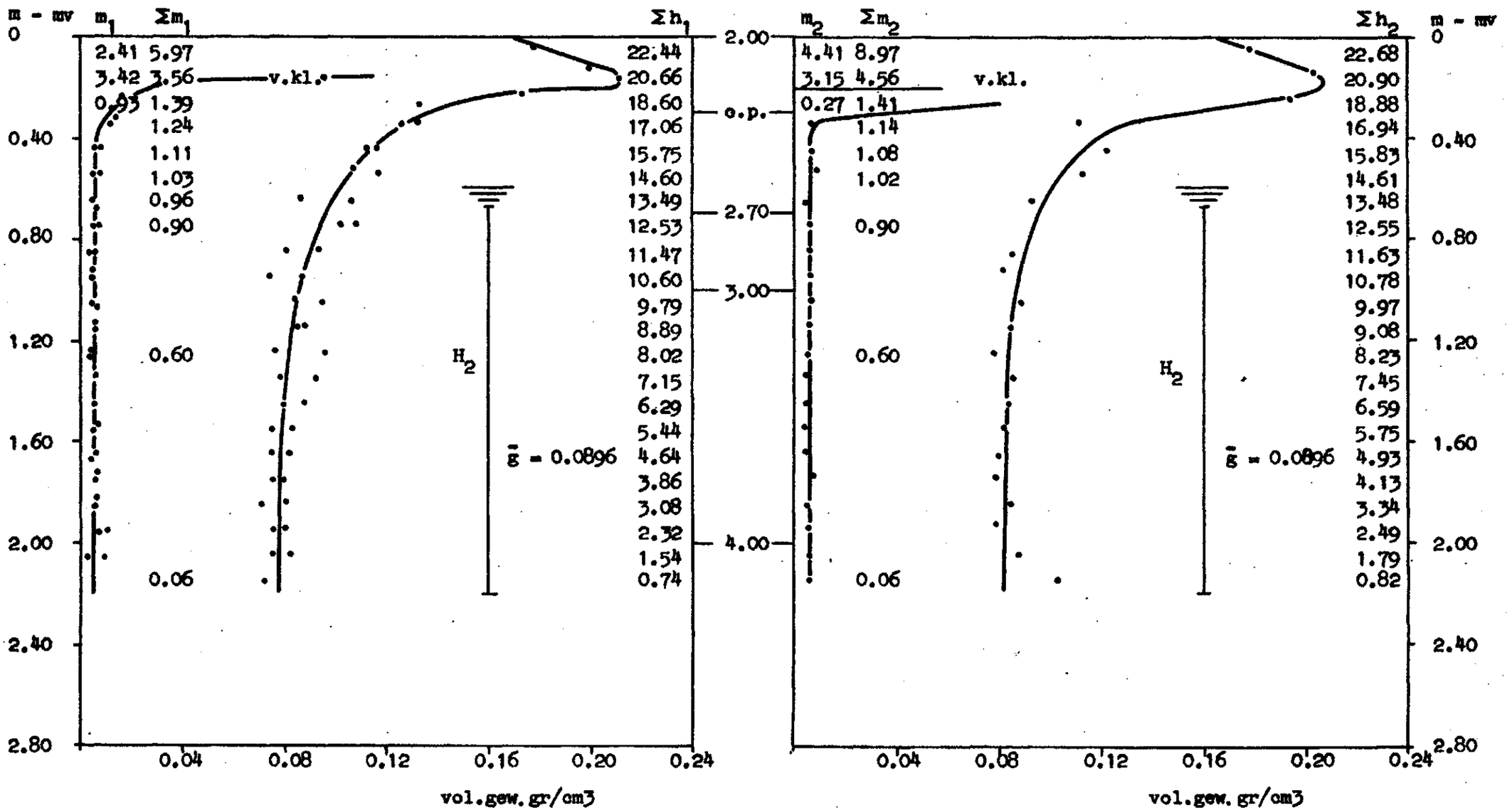
perceel 5 profiel 2 12 m p.p.

m - NAP

— p.p. —

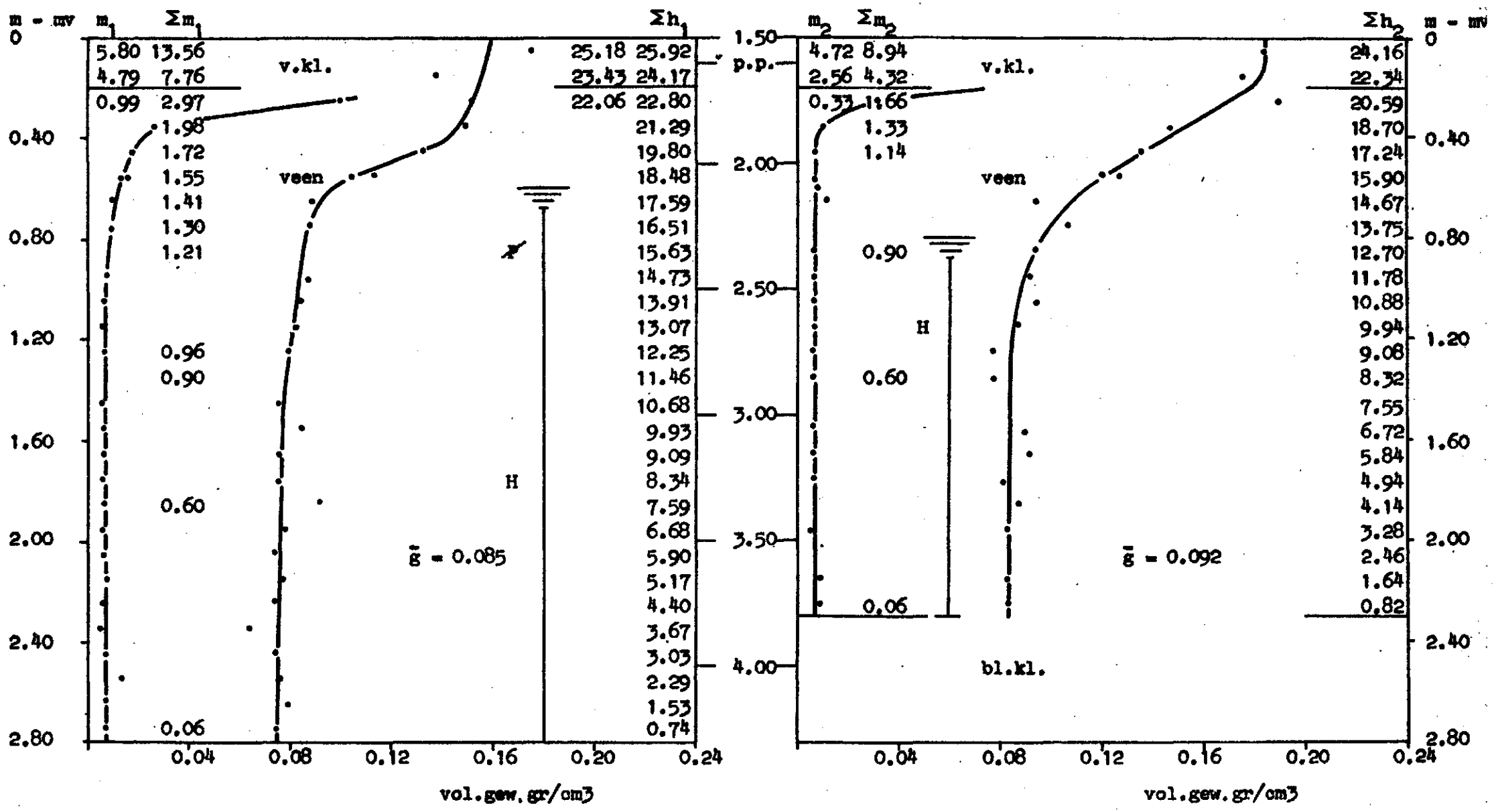
profiel 4 12 m o.p.

fig. 8



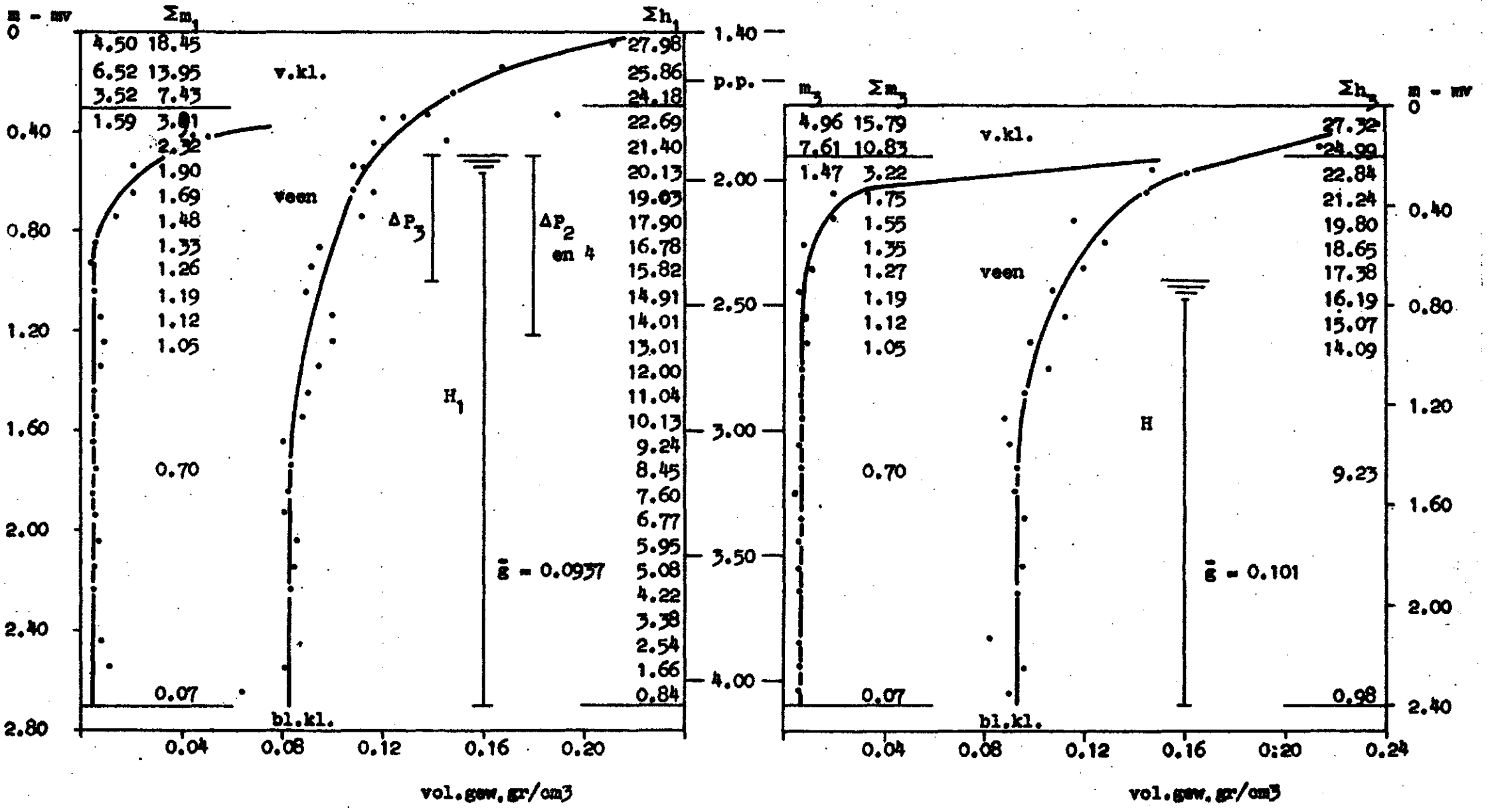
ASSENDELFT

perceel 5 profiel 5 (achter) 10 m p.p. m - NAP profiel 6 (achter) 20 m p.p. fig. 9

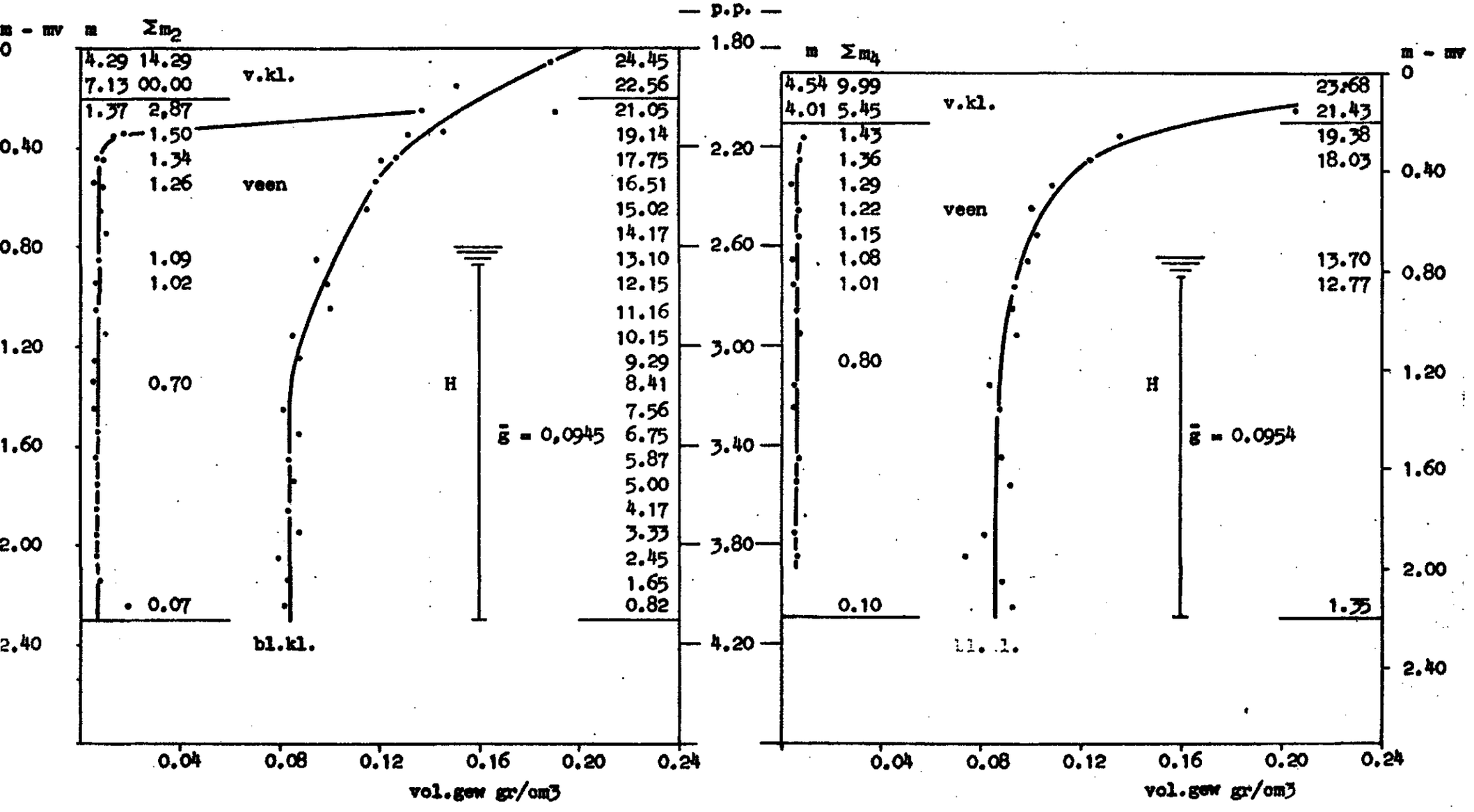


ASSENDELFT

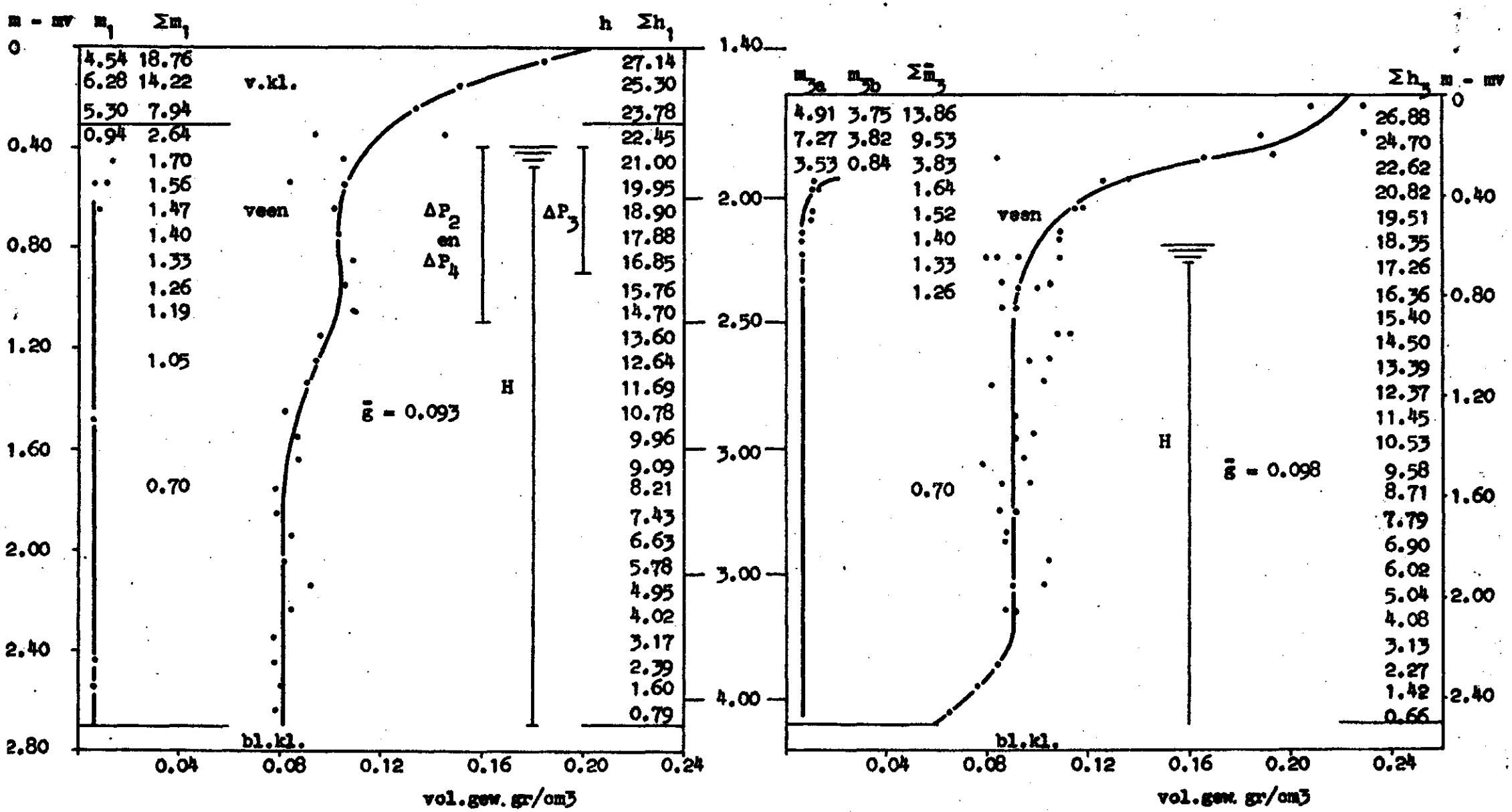
perceel 9 profiel 1 2 m.p.p. m - NAP profiel 3 2 m.o.p. fig. 10



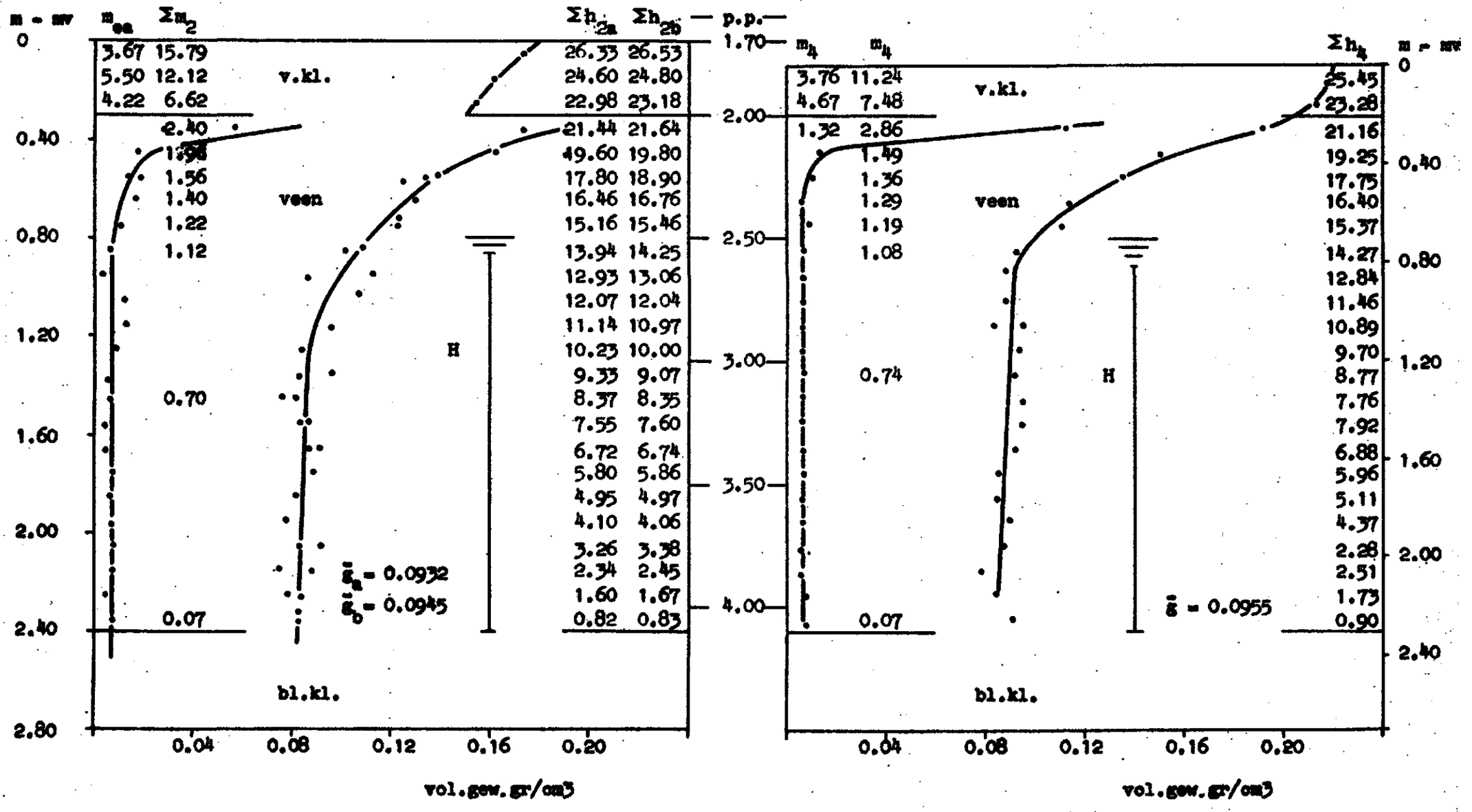
perceel 9 profiel 2 12 m p.p. m - NAP profiel 4 12 m o.p. fig. 11



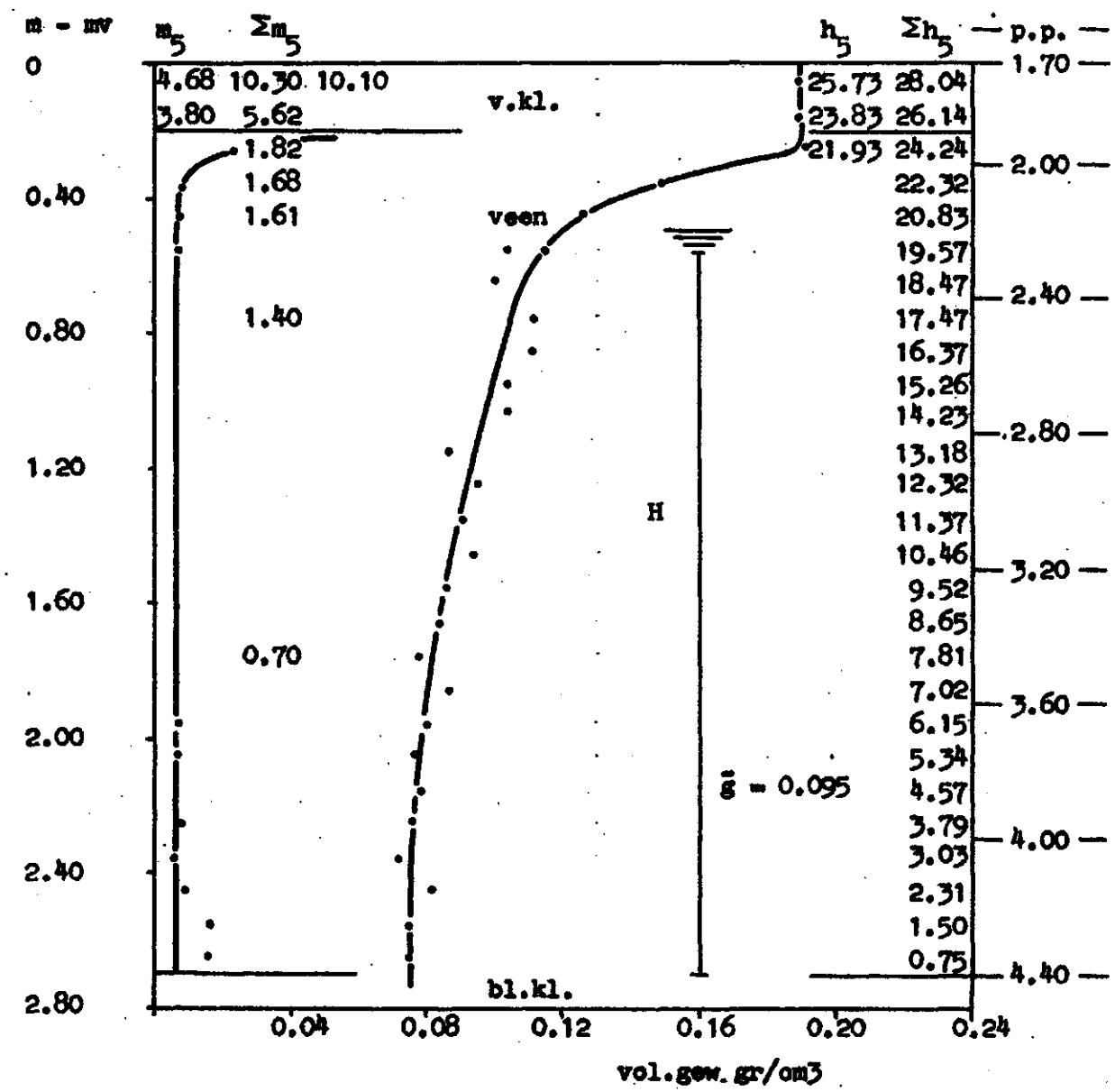
perceel 15 profiel 1, 2 m p.p. m - NAP profiel 3a + b 2 m o.p. fig. 12



perceel 15 profiel 2a en 2b 12 m sloot p.p. m - NAP profiel 4 12 m sloot o.p. fig. 13



perceel 15 profiel 5 (achter) 20 m sloot p.p. m - NAP fig. 14



Figuur 57. Groepsomvang ⟷ 5 antwoorden op de vraag dieper of ondieper water (Hemelrijk, 2 juli 1967)