

NOTA 1430

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

BEREKENING VAN EEN TOENAME VAN DE KWEL IN DE POLDER
DE BAARSDORPERMEER ALS GEVOLG VAN POLDERPEILVERLAGING

ing. K.E. Wit en ing. E. van Rees Vellinga

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, 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

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID	1
3. TOEGEPASTE BEREKENINGSMETHODEN	2
4. WATERBALANSEN	6
5. SAMENVATTING	7
LITERATUUR	7

1. INLEIDING

Op verzoek van de Dijkgraaf en Heemraden van het Waterschap Westfriesland is door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke invloed van een voorgenomen polderpeilverlaging in de polder de Baarsdorpermeer op de kwelintensiteit en de kwaliteit van het polderwater.

De polder de Baarsdorpermeer is een droogmakerij, belastbare oppervlakte 210 ha; oppervlakte waterberging 21 ha. Het huidige zomerpeil is NAP-3,86 m, in de winterperiode kan het peil hooguit met 0,10 m worden verlaagd.

Aangezien de peilverlagingen qua oppervlakte in een fasering zullen worden uitgevoerd en de toekomstige peilen nog niet zijn vastgesteld, zijn de berekeningen uitgevoerd voor een aantal alternatieven. Zo is in eerste instantie een blok van 50 ha beschouwd en vervolgens de totale oppervlakte die voor peilverlaging in aanmerking komt. Als toekomstige peilen zijn hierbij NAP-4,40 en -4,70 aangehouden (fig. 1 en 2).

2. GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Voor een analyse van de grondwaterstroming in een gebied en de invloed van wijziging van één van de factoren die daarop invloed hebben, is een zo uitgebreid mogelijke kennis van de ondergrond en de eigenschappen van de daarin voorkomende lagen, noodzakelijk.

Voor de geohydrologische omstandigheden in de Baarsdorpermeer kan worden uitgegaan van hetgeen hierover wordt vermeld door de WERKGROEP NOORD-HOLLAND (1982). In fig. 3 wordt in een detailprofiel een beeld geschetst, dat aan de hand van de beschikbare gegevens is samengesteld. In grote lijnen bestaat het hydrologisch pakket, dat is dat gedeelte van de

ondergrond dat van belang is voor de grondwaterstroming boven de hydrologische basis, uit 3 watervoerende pakketten, al of niet afgesloten door lagen met een zekere weerstand tegen stroming, en van het aardoppervlak gescheiden door een afdekkend pakket. De hydrologische waarden in het hydrologisch pakket worden gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Geohydrologische grootheden in het hydrologisch pakket

Laag met hydrologische functie	$kD(m^2 \cdot d^{-1})$	$c(d)$
afdekkend pakket (c_0)	-	2500-5000
1e watervoerend pakket (I)	470	-
1e scheidende laag (c_1)	-	0-1000
2e watervoerend pakket (II)	3 400	-
2e scheidende laag (c_2)	-	0-1000
3e watervoerend pakket (III)	11 000	
BASIS		

Voor de c -waarde van het afdekkend pakket is gerekend met een waarde van 3000 dagen. Aangezien de weerstand van de 1e en 2e scheidende laag niet exact bekend is, is in een eerste alternatief $\sum kD$ gesteld op $\approx 15\,000\text{ m}^2/\text{dag}$ ($c_1 \approx 0$; $c_2 \approx 0$) en in een tweede alternatief op $\approx 4000\text{ m}^2/\text{dag}$ ($c_1 \approx 0$; $c_2 \approx 10\,000$).

Verder is ervan uitgegaan dat het uitgraven van de leidingen met 0,90 tot 1,20 m (vanaf maaiveld is er een kleilaag van 7 m) geen invloed op de c_0 -waarde heeft, maar dat hierdoor de drainageweestand zal afnemen.

3. TOEGEPASTE BEREKENINGSMETHODEN

Bij peilverlagingen in kwelgebieden zal de gemiddelde grondwaterstandsdaling kleiner zijn dan de gerealiseerde peilverlagingen. De mate waarin dit zich voordoet hangt samen met de drainageweerstand en de verandering in de kwelintensiteit, die kan worden benaderd met de volgende betrekking:

$$v'_z = \frac{h''_o - h'_o}{c_o} \quad (1)$$

waarin: v'_z = verandering in de intensiteit van de verticale stroming
 (m/dag)

h''_o = verandering in de stijghoogte van het 'diepe' grondwater in m

h'_o = peilverandering in m

c_o = verticale weerstand van het afdekkend pakket in dagen

Voor het berekenen van de veranderingen in stijghoogte van het 'diepe' grondwater is het beschouwde deel van de polder door twee onderling loodrechte stelsels van evenwijdige lijnen in vierkanten verdeeld (fig. 4).

Indien de vierkanten worden vervangen door cirkels met dezelfde oppervlakte en de gemiddelde daling van het 'diepe' grondwater binnen de cirkel wordt gesteld op \bar{h}''_o meter bij een peilverlaging van h'_o meter, dan is de verandering in de intensiteit van de kwel:

$$v'_z = \frac{\bar{h}''_o - h'_o}{c_o} \quad (2)$$

Voor de stroming binnen de cirkel geldt:

$$\frac{v'_z r dr}{2kD} = dh \quad (3)$$

Integreren geeft:

$$\frac{v'_z r^2}{4kD} + C = h(r) \quad (4)$$

De waarde r_m , waarvoor $h(r)$ de gemiddelde waarde \bar{h}''_o heeft, kan worden gevonden uit de betrekking:

$$\int_{r=0}^{r_o} \left(\frac{v'_z r^2}{4kD} + C \right) dr = r_o \left(\frac{v'_z r_m^2}{4kD} + C \right) \quad (5)$$

Voor de potentiaalverlaging op de rand van de cirkel ($r = r_0$) geldt:

$$h(r) = \frac{Q(r_0)}{2\pi kD} \cdot \frac{K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right)}{\left(\frac{r_0}{\lambda}\right) \cdot K_1\left(\frac{r_0}{\lambda}\right)} \quad (6)$$

waarin: $Q(r_0) = \pi r_0^2 v_z'$

$$\lambda = \sqrt{kD \cdot c_0}$$

K_0 en K_1 zijn gemodificeerde Besselfuncties van de orde 0 en 1. De in (6) gesubstitueerde kD - en c -waarden hebben betrekking op het gebied buiten de cirkel, en zijn berekend als gemiddelde van de aangegeven kD - en c -waarden in de aangrenzende vierkanten.

Uit (4) en (6) volgt voor C :

$$C = -\frac{v_z' r_0^2}{4kD} + \frac{Q(r_0)}{2\pi kD} \cdot \frac{K_0\left(\frac{r_0}{\lambda}\right)}{\left(\frac{r_0}{\lambda}\right) \cdot K_1\left(\frac{r_0}{\lambda}\right)} \quad (7)$$

Substitutie van de gevonden waarden voor C , uitgedrukt in \bar{h}_0'' , in (4) geeft voor de bekende waarde voor r_m : \bar{h}_0'' .

Een eerste berekening leverde bij $c = 3000$ dagen, $\sum kD = 15\,000 \text{ m}^2/\text{dag}$ voor één vierkantje een waarde voor \bar{h}_0'' van 0,0005 m, hetgeen zou betekenen dat \bar{h}_0'' is te verwaarlozen. Om hieromtrent meer zekerheid te verkrijgen, zijn de berekeningen eveneens uitgevoerd voor een complex van negen vierkantjes en bij $\sum kD = 4000 \text{ m}^2/\text{dag}$. In tabel 2 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 2. Berekende waarden voor \bar{h}'_o ($h'_o = -0,84$ m)

Aantal vierkantjes	Oppervlak ha	$\int kD$ m ² /dag	c dagen	\bar{h}'_o m
1	4,4	4 000	3000	0,002
1	4,4	15 000	3000	0,0005
9	39,7	4 000	3000	0,01
9	39,7	15 000	3000	0,003

De resultaten in tabel 2 bevestigen het eerder verkregen resultaat dat \bar{h}'_o is te verwaarlozen; (2) kan derhalve worden vereenvoudigd tot:

$$v'_z = \frac{-h'_o}{c_o} \quad (8)$$

Substitutie van -0,54 (toekomstig peil NAP-4,40 m) en -0,84 (toekomstig peil NAP-4,70 m) voor h'_o in (8) geeft voor v'_z respectievelijk: 0,18 en 0,28 mm/dag.

Uit een waterbalansonderzoek (PANKOW, 1980) is voor de drainageweerstand γ een waarde van 425 dagen vastgesteld. Het verschil tussen peilverlaging en gemiddelde grondwaterstands daling kan worden berekend met:

$$h^{*'}_o = \gamma v'_z \quad (9)$$

Substitutie van $\gamma = 425$ en v'_z is 0,18 en 0,28 geeft corresponderende waarden voor $h^{*'}_o$ van 0,08 en 0,12 m. Correctie van h'_o met $h^{*'}_o$ en herhaling van de berekeningen heeft uiteindelijk als resultaat:

- toekomstig peil NAP-4,40 m; v'_z : 0,16 mm/dag; gemiddelde grondwaterstands daling 0,07 m minder dan peilverlaging;
- toekomstig peil NAP-4,70 m; v'_z : 0,25 mm/dag; gemiddelde grondwaterstands daling 0,10 m minder dan peilverlaging.

Aangezien door de uit te voeren werken, ten behoeve van de te realiseren peilverlagingen, wellicht de drainageweerstand zal verminderen is de toename van de kwel gesteld op 0,2 of 0,3 mm/dag, samengaan met een toekomstig peil respectievelijk van NAP-4,40 of -4,70 m.

4. WATERBALANSEN

Uit de Regionale Studie nr 16 van het ICW is de huidige waterbalans samengesteld; afhankelijk van het oppervlak waar peilverlaging wordt toegepast, alsmede het toekomstig peil zijn een aantal alternatieve balansen opgesteld. De balansen gelden voor de gehele polder (210 ha).

Tabel 3. Waterbalansen op jaarbasis zonder en met peilverlaging

	Geen peilver- laging (mm)	Peilverlaging 0,54 m		Peilverlaging 0,84 m	
		50 ha (mm)	150 ha (mm)	50 ha (mm)	150 ha (mm)
<u>Toevoer:</u>					
neerslag	697,0	697,0	697,0	697,0	697,0
huishouding	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
gasbronnen	892,8	892,8	892,8	892,8	892,8
kwel	115,0	132,0	167,0	141,0	193,0
Totaal	1714,0	1731,0	1766,0	1740,0	1792,0
<u>Afvoer:</u>					
verdamping	514,0	514,0	514,0	514,0	514,0
lozing	1200,0	1217,0	1252,0	1226,0	1278,0
Totaal	1714,0	1731,0	1766,0	1740,0	1792,0

Aangezien de stijghoogte van het diepe grondwater praktisch niet wordt beïnvloedt, is de opbrengst van de gasbronnen niet gewijzigd.

Daar in de Baarsdorpermeer sprake is van 'zoete' kwel, mag worden verwacht dat de toename van de kwel, gezien de bijdrage van deze bron aan de Cl-, N- en P-belasting, praktisch geen merkbare verande-

ring in de kwaliteit van het polderwater teweeg zal brengen.

5. SAMENVATTING

In verband met mogelijke peilverlagingen in de polder de Baarsdorpermeer is onderzoek verricht naar een toename van de kwel.

Afhankelijk van een toekomstig zomerpeil van NAP-4,40 m of -4,70 m is hiervoor respectievelijk 0,2 en 0,3 mm/dag berekend. Deze waarden gelden zowel voor een eerste fase (50 ha) als voor het gehele gebied, dat voor peilverlaging in aanmerking komt (150 ha).

Vanwege de geringe toename van het waterbezwaar, maximaal 450 m³/dag en de relatief grote doorlatendheid in de ondergrond wordt de stijghoogte van het 'diepe' grondwater praktisch niet beïnvloed. De opbrengst van de gasbronnen zal dan ook ongewijzigd blijven.

Aangezien de kwel een geringe bijdrage levert aan de kwaliteit van het polderwater mag worden verwacht dat de toename van de kwel nauwelijks merkbaar zal zijn. Het enig aspect dat hierbij genoemd kan worden is dat het leidingsysteem wordt opgesplitst in een gedeelte waarop hoofdzakelijk gasbronnen lozen en een gedeelte, dat een onderdeel is van het waterhuishoudkundig systeem van het landbouwgebied.

LITERATUUR

PANKOW, J., 1980. Waterbalans onderzoek in vier polders in Noord-Holland. Nota ICW 1204.

WERK GROEP NOORD-HOLLAND, 1982. Grond- en oppervlaktewater Noord-Holland benoorden het IJ. Regionale Studies ICW 16.

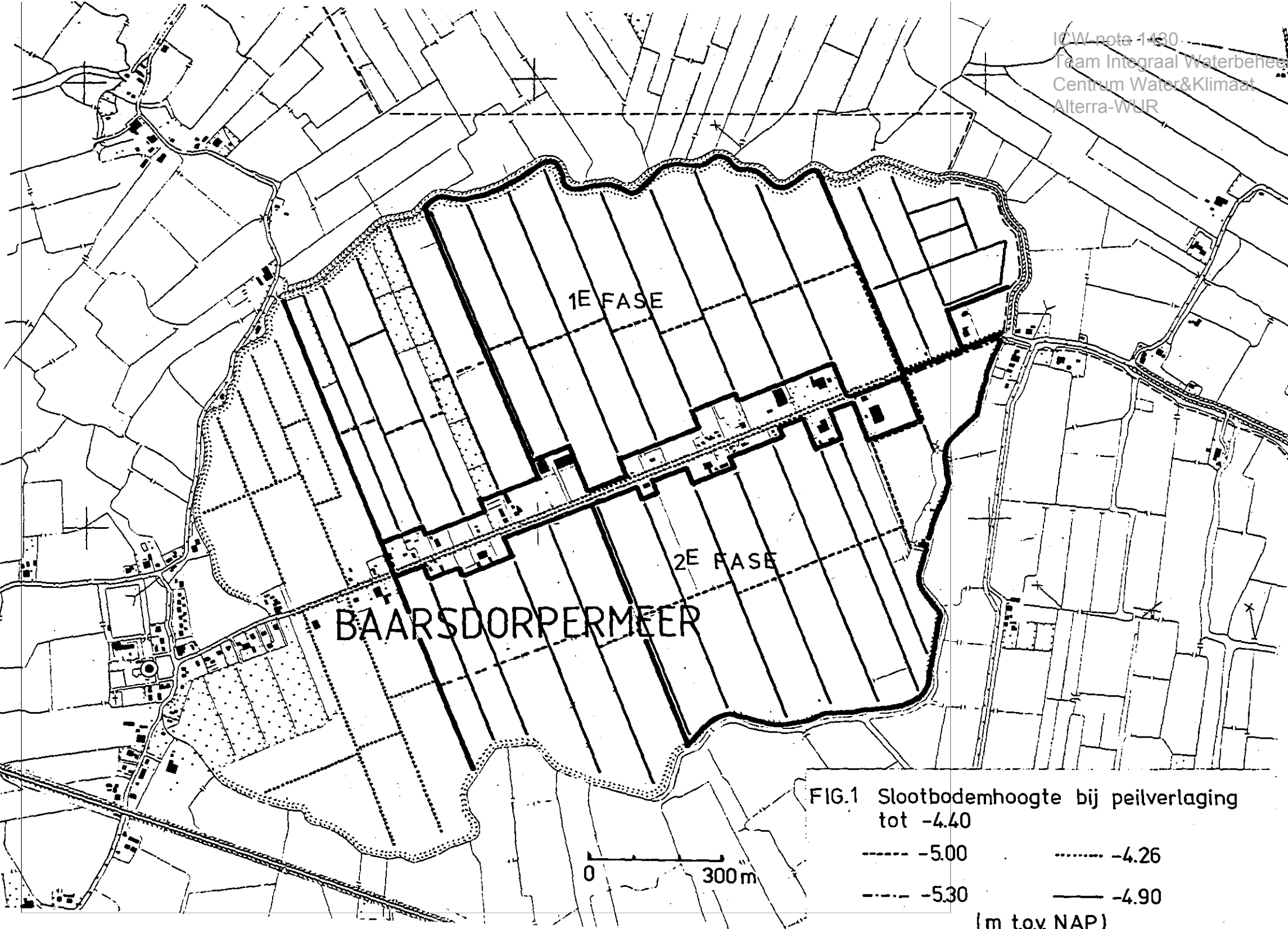


FIG.1 Slotbodemoogte bij peilverlaging tot -4.40

- -5.00
- · - · - -5.30
- -4.26
- -4.90

(m tov NAP)

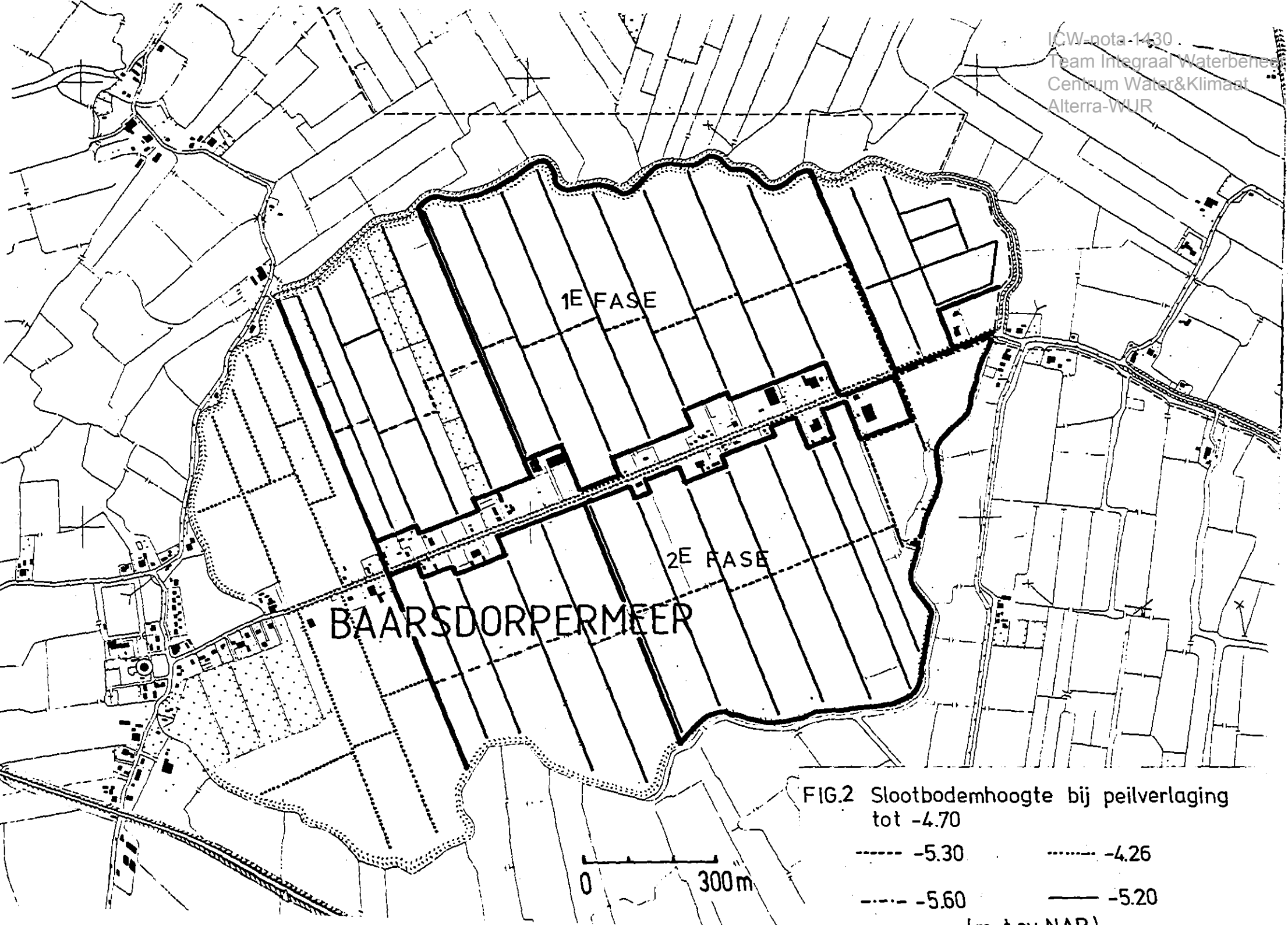
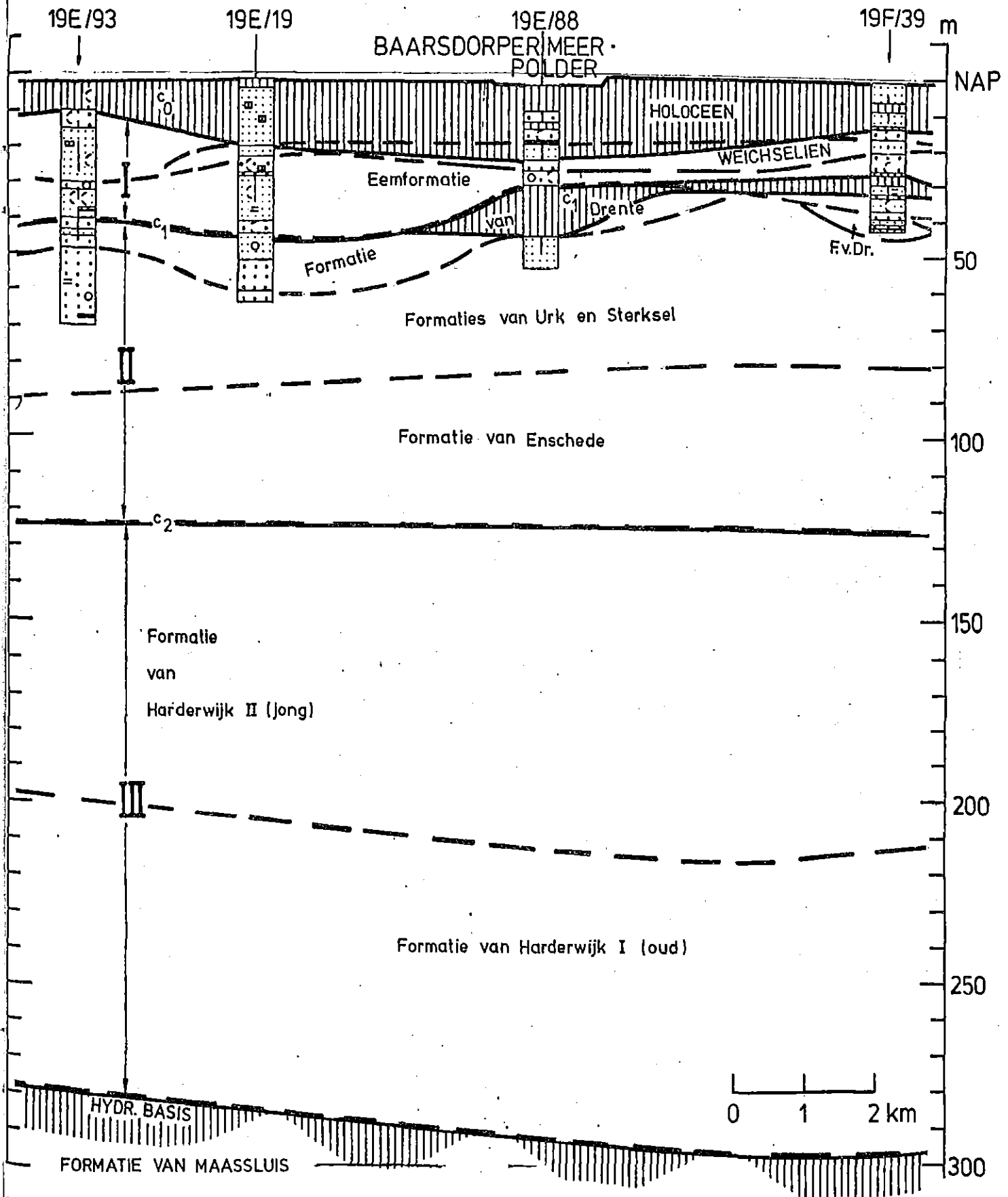
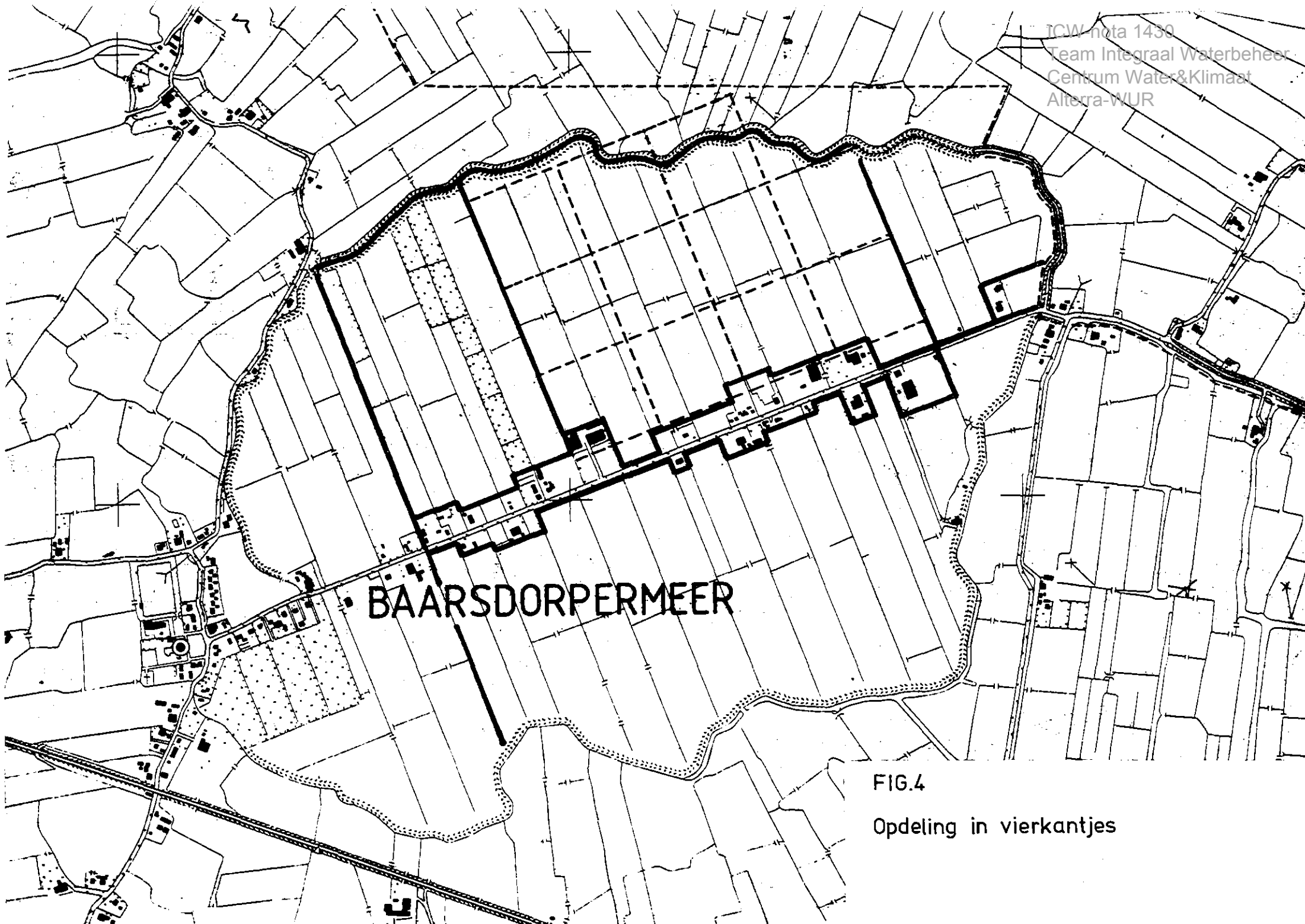


FIG. 3 GEOHYDROLOGISCHE SITUATIE POLDER DE BAARSDORPERMEER



LEGENDA:

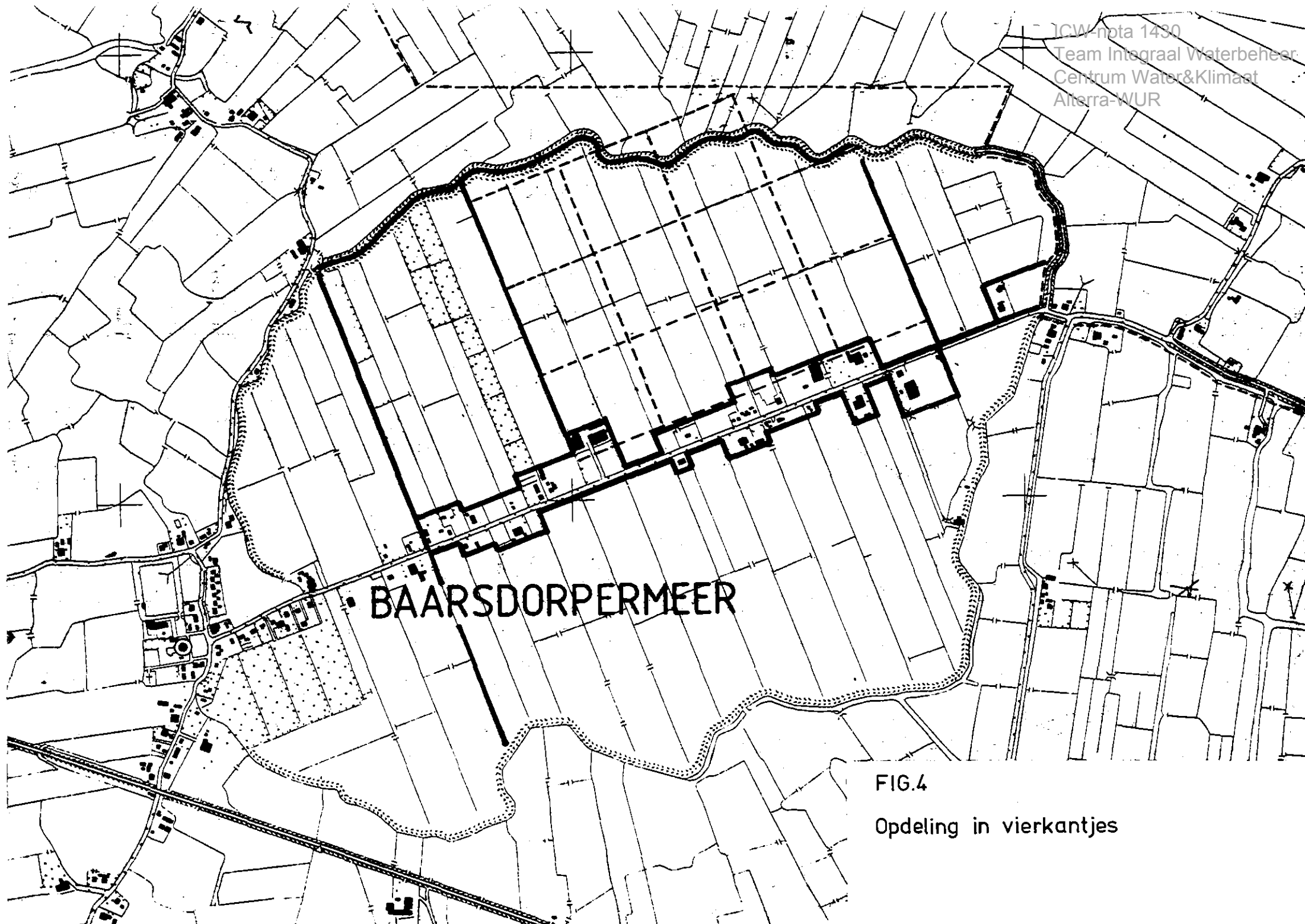
- | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------------------------|---|
| slibhoudend | grof zand (> U50) | stratigr. grens | I 1 ^e watervoerend pakket |
| klei-/leembrokjes | grind | hydrol. " | II 2 ^e " " |
| klei / leem | mariene schelpen | afdekkend pakket, scheidende lagen | III 3 ^e " " |
| fijn zand (< U50) | veel houtresten | | |



BAARSDORPERMEER

FIG.4

Opdeling in vierkantjes



BAARSDORPERMEER

FIG.4

Opdeling in vierkantjes