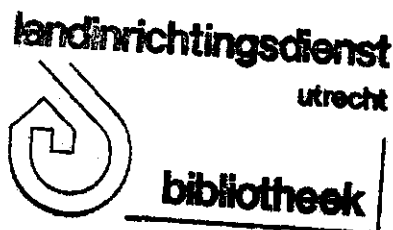


INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 362, d. d. 1 december 1966



Verwachte zettingen tengevolge van grondwaterstandsverlaging
en afgraving ten behoeve van slootdemping in het
ruilverkavelingsgebied "Geestmerambacht"

ir. J. J. Kouwe

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-
delen, 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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in pu-
blikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking.

1979429

1979429

1. Probleemstelling

Het vaargebied van het Geestmerambacht gelegen ten oosten van Broek op Langedijk en St. Pancras bestaat voor ca. 40 à 50% uit water. Wanneer dit gebied in een rijpolder veranderd zal worden dan zal er een forse grondwaterstandsverlaging plaats moeten vinden, gepaard gaande met het dempen van een groot aantal sloten. Hiervoor zal een grote hoeveelheid grond beschikbaar moeten komen, hetgeen hoge kosten met zich zal brengen.

De grondwaterstandsverlaging zal zetting van de grond en dus maaiveld verlaging doen plaatsvinden. Een daaropvolgende afgraving zal echter weer een zekere mate van zwelling van de ongeroerde bodemlagen tot gevolg hebben. Deze is echter veel geringer dan de aanvankelijke zetting, zodat een zettingsaldo zal overblijven.

Gezien het feit, dat veel grond voor het dempen van sloten beschikbaar moet komen zou een aanmerkelijke zetting een besparing op de grondwinningskosten kunnen opleveren. Immers zou een zetting van 10 cm verwacht mogen worden dan zal als gevolg daarvan per ha $0,4 \text{ à } 0,5 \times 0,1 \times 10\,000 = 400 \text{ à } 500 \text{ m}^3$ minder grond nodig zijn.

Doel van dit rapport is omtrent de omvang van deze besparingsmogelijkheid een indruk te geven. Er moet echter op gewezen worden dat de uitkomsten der berekeningen niet berusten op verricht onderzoek, doch enerzijds op ervaringsnormen en anderzijds op een voor dit gebied zeer globale gemiddelde profielbouw, verstrekt door de Afdeling Onderzoek van de Provinciale Directie Noord-Holland van de Cultuurtechnische Dienst.

2. Basisgegevens voor de berekeningen

Voor de uitgevoerde berekeningen werden de volgende basisgegevens aangenomen.

2.1. Het bodemprofiel werd als volgt geschematiseerd

- 0 - 80 cm⁻ opgebaggerde grond met ca. 3% humus en 30 - 50% afslibbare delen
- 80 - 130 cm⁻ veen
- 130 - 180 cm⁻ zavel
- > 180 cm⁻ wadzand of oud strandwal zand

De grondwaterstand tijdens de bestaande toestand 50 cm - maaiveld.

2.2. De zettingsconstante C en het verzadigd volumegewicht g

baggerdek	C = 30 [※]	ϵ_b	= 1,80
veen	C = 8	ϵ_v	= 1,05
zavel	C = 25 [※]	ϵ_{za}	= 1,56
zand	C = 100	ϵ_z	= 2,00

De verhouding zettings-zwellingsconstante $C/A = \frac{1}{3}$.

2.3. Als methoden van uitvoering werden aangenomen:

2.3.1. dichtspunten van de sloten tot 80 cm⁻ met zand uit zuigputten;

2.3.1.1. afschuiven 40 cm bovengrond op de sloten; daarna grondwaterstandsverlaging tot 170 cm⁻ (methode A);

2.3.1.2. verlaging grondwaterstand tot 170 cm⁻ en een half jaar later afschuiven van 40 cm bovengrond op de sloten (methode B);

2.3.2. verlaging grondwaterstand tot 170 cm⁻; dichtspitten van de sloten met ter plaatse gewonnen grond; vervolgens verdere verlaging grondwaterstand tot 215 cm⁻ (methode C). Het bodemprofiel wordt dan:

85 - 125 cm ⁻	teelaarde, bagger
125 - 130 cm ⁻	veen
130 - 180 cm ⁻	zavel
> 180 cm ⁻	zand

De werkwijzen sub 2.3.1.1., 2.3.1.2. en 2.3.2. staan op figuur 1 schematisch weergegeven.

※) In de figuren 41 en 42 (blz. 127 en 130) van zijn proefschrift geeft Ente zettingsberekeningen welke uitgaan van een relatie tussen de diepte in het profiel en het volumegewicht van de lei. Uit deze berekeningen volgen met de formule van Terzaghi zettingsconstanten van 23 en 20 respectievelijk 21 en 25, welke goed overeenkomen met die welke hier worden aangenomen.

3. De optredende korrelspanningen

In figuur 1 werd voor het schematische bodemprofiel sub 2.1. het spanningsverloop met toenemende diepte onder maaiveld weergegeven. Voor de bestaande toestand (a) en na uitvoering van methode A (b) na methode B (c) en na methode C (d).

4. De berekening van de zettingen

Bij de berekening van de te verwachten zettingen werd gebruik gemaakt van de formule van Terzaghi:

$$Z = 2,3 (D/C) \log \frac{p_o + \Delta p}{p_o} \quad (1)$$

en:

$$P_{\text{korrel}} = P_{\text{grond}} - P_{\text{water}}$$

In (1) is: Z = zetting van de grondlaag met dikte D en zettingsconstante C. p_o is de gemiddelde korrelspanning van een onderscheiden grondlaag tijdens de bestaande toestand en Δp de toename welke veroorzaakt wordt door de uitvoering van het werk. Er wordt aangenomen dat de zettingen onmiddellijk tot stand komen zodat een tijdseffect buiten beschouwing wordt gelaten. De berekening wordt steeds laagsgewijs uitgevoerd. Hiertoe worden in de diagrammen van figuur 1 zonodig onderverdelingen aangebracht. Dit is nodig voor die lagen van het profiel die eerst onder, doch later boven het freatischvlak komen te liggen. Dergelijke lagen dienen voorts ook naar grondsoort (c-waarde) gesplitst te worden.

Volgens de beschreven wijze konden voor het geschematiseerde bodemprofiel de volgende zettingen berekend worden (zie fig. 1).

Methode A: (a) → (b) $Z = - 0,3 \text{ cm}$

Methode B: (a) → (c) $Z_1 = 4,0 \text{ cm}$
(c) → (d) $Z_2 = - 1,9 \text{ cm}$

 $Z = 2,1 \text{ cm}$

Methode C: (a) → (c) $Z_1 = 1,7 \text{ cm}$
(c) → (d) $Z_2 = - 0,8 \text{ cm}$

 $Z = 0,9 \text{ cm}$

In deze cijfers zijn niet begrepen de zettingen die ontstaan kunnen door:

het rijden met zware machines en transportmiddelen
aanwezigheid van slappe lagen dieper in het profiel
noch: de uitlevering en klink van verwerkte grond

Op bijlage 1 staan de berekeningen meer gedetailleerd weergegeven.

De invloed van de aangenomen C-waarde is groot, zoals uit de formule van Terzaghi blijkt. Een 25% kleinere waarde geeft een 33% grotere en een 25% groter waarde voor C een 20% kleinere uitkomst van de berekende zettingen.

Een fout in de schatting van de volumegewichten van de grondlagen heeft weinig invloed, daar deze doorwerkt via de logaritmie van de spanningsverhoudingen. Deze laatste zijn bovendien niet aan grote veranderingen onderhevig, daar dezelfde grondlagen veelal zowel de $p_0 + \Delta p$ als de p_0 bepalen. Slechts bij methode C, waarbij de veenlaag praktisch geheel wordt opgeruimd zouden fouten in de volumegewichten tot wijzigingen van enige betekenis in de spanningsverhoudingen aanleiding kunnen geven. Doch deze zouden zich hier dan alleen manifesteren bij de swelling na afgraving.

5. Conclusies

Uit de bovenstaande gegevens volgt, dat in het gebied met een bodenprofiel dat overeenkomt met hetwelk hier werd aangenomen geen grote zettingen te verwachten zijn. Zou men veiligheidshalve de berekende zwellingen tengevolge van belastingsafname door afgraving verwaarlozen, dan valt er in de ongeroerde lagen bij methode A een zetting van 0,5 cm en bij methode C van 1 à 2 cm te verwachten. Bij methode B echter zou deze 4 cm belopen, doch uitvoering volgens B lijkt niet waarschijnlijk gezien de technische moeilijkheden (te natte grond) welke hieraan verbonden zijn.

Een nader onderzoek naar de te verwachten zettingen heeft, gezien het bovenstaande, alleen zin wanneer aanmerkelijk dikkere veenlagen, c.q. wanneer dikkere en slappere kleilagen in het gebied aanwezig zouden zijn.

Geraadpleegde literatuur:

- DU BURCK, P. ir. : De bodemkartering van het Tuinbouwdistrict 'Geestmerambacht' V.L.O. no. 63.3 1957.
- ENTE, P. dr : Een bodemkartering van het Tuinbouw Centrum 'De Streek' V.L.O. 68.16 1963.
- HUIZINGA, K.T. ir: Grondmechanica.

Zettingsberekening Geestmerambacht

1. A: Dichtspuiten sloten tot 80 cm⁻ maaiveld, vervolgens gelijktijdige grondwaterstandsverlaging tot - 170 cm⁻ en afschuiven van 40 cm bovengrond naar de gedempte sloten.

Laag: cm	C	D cm	Gemiddelde korrelspanning ton/m ²		Zetting cm	Opmerkingen
			p _a	p _b		
40 - 50	30	10	0,810	0,090	- 0,2	Zwellingsconstante A=3 x C
50 - 80	30	30	1,020	0,450	- 0,3	
80 - 130	8	50	1,152	0,982	- 0,3	
130 - 170	25	40	1,277	1,557	0,3	
170 - 180	25	10	1,417	1,897	0,1	
180 - 215	100	35	1,620	2,172	0,1	
Totale zetting:					- 0,3	

2. B: Dichtspuiten sloten tot 80 cm⁻ vervolgens grondwaterstandsverlaging en na een half jaar gevolgd door afschuiven 40 cm bovengrond op de sloten.

Laag cm	C	D cm	Gemiddelde korrelspanning ton/m ²			Zettingen cm	
			p _a	p _c	p _b	a → c	c → b
40 - 50	30	10	0,810	0,810	0,090	0	- 0,2
50 - 80	30	30	1,020	1,170	0,450	0,1	- 0,3
80 - 130	8	50	1,152	1,702	0,982	2,5	- 1,2
130 - 170	25	40	1,277	2,277	1,557	0,9	- 0,2
170 - 180	25	10	1,417	2,617	1,897	0,3	- 0,0
180 - 215	100	35	1,620	2,820	2,100	0,2	- 0,0
Totale zetting:						4,0	- 1,9

De uiteindelijke zakking zal dus $4,0 - 1,9 = 2,1$ cm bedragen.

3. C: Verlaging grondwaterstand tot 170 cm⁻; vervolgens na een half jaar op zij zetten en later weer spreiden van 40 cm bovengrond, na ontgraving van de grondlaag 40 - 125 cm⁻ ten behoeve van slootdemping. Aanvankelijke zetting van het maaiveld 4 cm (a → c), doch hiervan in de ongevoerd blijvende lagen 1,7 cm. Vervolgens afgraving (c → d)

Laag cm ⁻	C	D cm	Gemiddelde korrelspanningen ton/m ²			Zettingen cm	
			P _a	P _c	P _d	a → c	c → d
85 - 125	-	-	geroerde bovengrond				
125 - 130	8	5	1,164	1,939	0,746	0,3	- 0,2
130 - 170	25	40	1,277	2,277	1,084	0,9	- 0,4
170 - 180	25	10	1,417	2,617	1,474	0,2	- 0,1
180 - 215	100	35	1,620	2,820	1,902	0,2	- 0,1
Totale zetting						1,7	- 0,8

De zakking zal dus uiteindelijk $1,7 - 0,8 = 0,9$ cm bedragen.

figuur 1.

Zettingsberekening
Geestmerambacht
(Nota T.O.W. no 362)

