Stichting voor Bodemkartering
WAGENINGEN
Directeur Dr.Ir. F.W.G. Pijls

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Basisrapport II.

Rapport no. 450.

DE BODEMGESTELDHEID VAN HET VELUWE - RANDGEBIED

Rapporteurs: Dr.Ir. W.J. van Liere [1])
Ir. G.G.L. Steur [1])

met medewerking van:
Dr. G.C. Maarleveld [1])
Ir. W.H. Sieben [2])
Ir. W.C. Visser [4])
H. de Bakker [1])
G. Bloemen [3])
H. Fonck [3])
A.B. Huis in 't Veld [3])

Wageningen, december 1956.

1) Stichting voor Bodemkartering, Wageningen
2) Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), Zwolle
3) Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, Utrecht
4) Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

I N H O U D

Woord vooraf

I. Inleiding
   1. Doel van het bodemkundig onderzoek
   2. Begrenzing van het gekarteerde gebied
   3. Methode en uitvoering van de kartering
   4. De bodemkaarten

II. De geologische opbouw
   1. Het ontstaan van het glaciale landschap
   2. De Eemafzettingen
   3. Het landschap uit het eerste deel van de Würmtijd
   4. De windafzettingen uit het middelste en laatste deel van de Würmtijd
   5. De grote veengroei
   6. Het ontstaan van de stuifzanden
   7. De afzettingen van de IJssel
   8. Het opdringen van de zee
   9. De Enk en de zandwal

III. De oriënterende bodemkaart, schaal 1 : 50.000 (bijlage 1)
   1. Inleiding
   2. Indeling van de gronden
   3. Beschrijving van de kaart

IV. De bodemkaart (profieltypenkaart) van het noordelijk deel, schaal 1 : 25.000 (bijlage 2)
   1. De zandgronden
   2. De klei - op - veengronden
   3. De overslaggronden
   4. De fijnzandige zavel- en kleigronden
   5. De grofzandige zavel- en kleigronden
   6. De fijnzandige zavel- en kleigronden met grofzandige ondergrond
   7. De zandwalgronden
   8. Bijzondere onderscheidingen

V. De bodemkaart van het zuidelijk deel, schaal 1 : 25.000 (bijlage 3)
   A. De bodemclassificatie
      1. Het dekzandlandschap
      2. Het veenlandschap
      3. Het landschap van de Zuiderzeekustafzettingen
      4. Bijzondere onderscheidingen
   B. De laagdikten bij de onderscheiden bodemtypen
      1. Inleiding
      2. Bespreking van de grafieken
   C. Het verband tussen hoogtetype en grondwaterstand (bijlage 4)

VI. Enkele bijzonderheden bij de bodemkaarten

VII. Overzicht van het bodemgebruik
   1. Het gebied binnen de Gemeente Kampen
   2. De polder Oosterwolde en omgeving
   3. Het gebied ten zuiden van de polder Oosterwolde

Summary

Literatuur

Bijlagen:
1. Oriënterende bodemkaart van het Veluwe-randgebied, schaal 1 : 50.000
2. Bodemkaart (profieltypenkaart) van het noordelijk deel van het Veluwe-randgebied, schaal 1 : 25.000
3. Gedetailleerde bodemkundige overzichtskaart van het zuidelijk deel van het Veluwe-randgebied, schaal 1 : 25.000
4. Het verband tussen hoogtetype en grondwaterstand bij de zandgronden.

WOORD VOORAF

Dit rapport bevat de resultaten van het bodemkundig onderzoek in het Veluwe-randgebied en kwam tot stand door de samenwerking van de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst en de Stichting voor Bodemkartering.

Voor de Stichting voor Bodemkartering werd het veldwerk verricht door de Opzichter 1e kl. H. de Bakker en de landbouwkundig assistent J. Koning van de Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), onder leiding van Dr.W.J.van Liere. De kartering van de Cultuurtechnische Dienst werd uitgevoerd door de Technische Ambtenaren A.B. Huis in 't Veld en H. Fonck onder supervisie van Ir. W.C. Visser. De Technisch Ambtenaar A.B. Huis in 't Veld vervaardigde een concept-rapport. De Technisch Hoofd-Ambtenaar G. Bloemen assisteerde de rapporteur bij de verwerking van de concepten.

Dit basisrapport werd samengesteld uit de conceptrapporten van beide karteringen door Ir. G.G.L. Steur van de Stichting voor Bodemkartering, die na het vertrek van Dr. van Liere werd belast met de afwerking van de kartering.

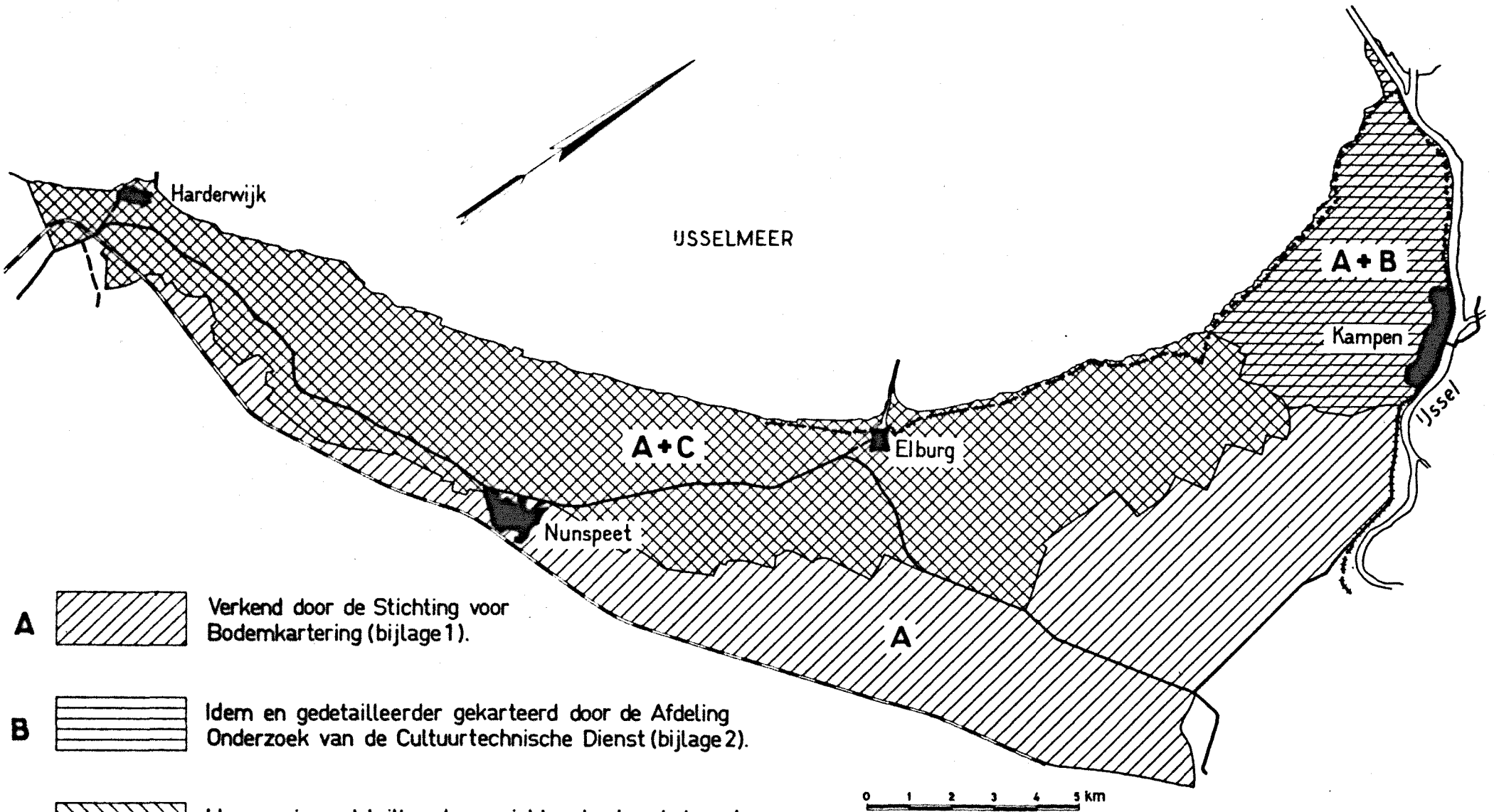
Bij de geologische interpretatie werd veel steun ondervonden van Dr. G.C. Maarleveld, geoloog bij de Stichting voor Bodemkartering, die ook een belangrijk deel van het betrokken hoofdstuk heeft geschreven.

Prof. Dr. Mr. F. Florschütz te Velp verleende zijn zeer gewaardeerde medewerking door een aantal veenmonsters palynologisch te onderzoeken en te interpreteren.

De hydrologische karakteristiek van de verschillende bodemtypen is van de hand van Ir. W.H. Sieben van de Landbouwkundige Afdeling van de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken). Tevens verstrekte hij de gegevens over de waterstanden, welke nodig waren voor de beschouwingen over het verband tussen grondwaterstand en gleydiepte. De frequentie-diagrammen van de laagdikten der verschillende bodemprofielen werden door de Heer de Bakker vervaardigd.

De bases voor de verschillende kaarten werden samengesteld door de Dienst der Zuiderzeewerken. Het teken- en lithografische werk voor de publicatie geschiedde op de tekenkamer van de Stichting voor Bodemkartering, onder leiding van de Heer J.J. Jantzen.

De Heer Directeur van de Topografische Dienst te Delft verleende welwillend toestemming tot publicatie van enkele luchtfoto's.



A — Verkend door de Stichting voor Bodemkartering (bijlage 1).

B — Idem en gedetailleerder gekarteerd door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst (bijlage 2).

C — Idem en in gedetailleerd overzicht gekarteerd door de Stichting voor Bodemkartering (bijlage 3).

Afb. 1. Situatiekaart.

I. INLEIDING

I.1. Doel van het bodemkundig onderzoek

Door het inpolderen van Oostelijk Flevoland zal de hydrologische toestand van het aangrenzende land in zekere mate worden beinvloed. Het geo-hydrologisch onderzoek (zie basisrapport I) verschaft een inzicht in welke mate de grondwaterstand zal dalen, indien men de nieuwe inpoldering op een bepaalde manier uitvoert.

De grootte van de daling wordt bepaald door de wijze waarop het nieuwe land zal aansluiten aan de huidige kust.

Bij een rechtstreekse aansluiting of een smal randmeer zal een min of meer sterke daling van het grondwater in het Veluwe-randgebied optreden. Een breed randmeer zal weinig of geen grondwaterstandsdaling ten gevolge hebben; de in te polderen oppervlakte in Oostelijk Flevoland is dan echter kleiner dan technisch mogelijk is.

Voor het maken van een verantwoorde keuze tussen deze beide uitersten is het o.a. nodig een overzicht te hebben van de schade, die bij de keuze van een bepaalde breedte van het randmeer zal optreden in het Veluwe-randgebied. Om deze schade te kunnen bepalen moet men weten:

a. welke daling van de grondwaterstand zal optreden bij een zekere breedte van het randmeer.
b. welke invloed deze daling van de grondwaterstand zal hebben op het productievermogen van een bepaald bodemtype;
c. hoe groot de verbreiding van dat bodemtype is in het gebied, waar binnen de berekende daling te verwachten valt.

Voor het beantwoorden van de tweede vraag is een inzicht vereist in het verband tussen grondwaterstand en bodemtype enerzijds en de opbrengst van de gewassen anderzijds (zie basisrapport III).

De derde vraag kan slechts beantwoord worden na uitvoering van een bodemkartering, waarbij sterk de nadruk is gelegd op het vochthoudende vermogen van de bodemeenheden en de diepte en de fluctuatie van het grondwater binnen die eenheden. Dit heeft geleid tot een enigszins afwijkende karteringsmethodiek, waarop in I.3a nader wordt ingegaan.

I.2. Begrenzing van het gekarteerde gebied

De begrenzing van de kartering is zodanig gekozen, dat het gebied, waarbinnen een daling van de grondwaterstand zou kunnen voorkomen, geheel is opgenomen. Dit gebied wordt in grote lijnen begrensd door het IJsselmeer, de zuidwestelijke grens van de Gemeente Harderwijk, de spoorlijn Harderwijk-Wezep, de weg Wezep - Kampen en de IJssel (afb. 1). Een strook van ongeveer 3 km breedte langs de kust werd meer in detail opgenomen. Deze kartering werd uitgevoerd door de Stichting voor Bodemkartering met uitzondering van het gebied, gelegen in de provincie Overijssel (binnen de gemeente Kampen), waar gebruik gemaakt kon worden van de gegevens van een kartering door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, uitgevoerd in verband met een op handen zijnde ruilverkaveling in de gemeente Kampen c.a..

De totale oppervlakte van het in gedetailleerd overzicht gekarteerde gebied bedraagt ca. 10200 ha, waarvan gekarteerd door de Stichting voor Bodemkartering (in het vervolg aangeduid als het zuidelijk deel) ca. 7850 ha en door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst (aangeduid als het noordelijk deel) ca. 2350 ha.

I.3. Methode en uitvoering van de kartering

Zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt is de bodemkartering in het Veluwe-randgebied uitgevoerd door twee diensten, t.w. de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst en de Stichting voor Bodemkartering.

De kartering van het noordelijk deel was ter hand genomen met het doel een bodemkundige basis te verschaffen voor de ruilverkaveling Kampereiland. De kartering van het zuidelijk deel was uitsluitend opgezet ter ondersteuning van het hydrologisch en landbouwkundig onderzoek in verband met het vraagstuk van het randmeer. Dit heeft tot gevolg gehad, dat er geen coördinatie van de beide karteringen heeft plaats gevonden en dat de beide kaarten dan ook volgens de bij de betrokken diensten gebruikelijke verschillende methoden tot stand zijn gekomen. Dit heeft geresulteerd in een verschillende legenda voor het noordelijk en het zuidelijk deel van het gebied.

Voor de bepaling van de gebieden, waar een eventuele grondwaterstandsdaling schade of voordeel zou kunnen geven, waren de verschillen tussen beide kaarten van ondergeschikt belang, aangezien de daarvoor benodigde gegevens uit beide kaarten konden worden afgeleid.

Het zou mogelijk geweest zijn de bodemkaarten van beide gebieden samen te voegen tot een kaart met een uniforme legenda. Tengevolge van de verschillen tussen beide kaarten, o.a. van de indeling in zwaarteklassen, zouden verschillende grenzen tussen bodemeenheden ofwel geïnterpoleerd moeten worden wat de nauwkeurigheid zou schaden, ofwel in het veld moeten worden bepaald, wat gezien de doelstelling van deze kaarten niet verantwoord leek. Ook zouden verschillende onderscheidingen, die in het ene gebied wel en in het andere niet zijn opgenomen, komen te vervallen, waardoor het gedetailleerde karakter van beide opnamen zou vervagen.

Deze overwegingen hebben geleid tot het afzonderlijk afdrukken van beide bodemkaarten, waarvan de legenda's zullen worden besproken in de hoofdstukken III, IV en VA van dit basisrapport. De oriënterende bodemkaart (bijlage 1), welke vóór de detailkarteringen is vervaardigd door de Stichting voor Bodemkartering, is in de 3 kilometerstrook aan de hand van beide detailkaarten bijgewerkt.

De methode van opname van elk der beide kaarten wordt in het volgende uiteengezet.

I.3a. Het zuidelijk deel (bijlage 3)

In verband met de bijzondere aard van deze kartering en de noodzakelijke gerichtheid ervan op het aansluitend hydrologisch en landbouwkundig onderzoek, wijkt de indeling van de gronden in de lagere eenheden enigszins af van de bij de Stichting voor Bodemkartering gebruikelijke.

Zoals reeds eerder was aangetoond (o.a. door Pijls, 1948), en ook bij het vooronderzoek in 1948, waar het verband tussen grondwaterstand en opbrengst in dit gebied weer was gebleken (basisrapport III), is o.a. de opbrengst van de gewassen op de zandgronden nauw gecorreleerd met de grondwaterstand en het vochthoudend vermogen van de grond. Deze laatste grootheid wordt in het Veluwe-randgebied in hoofdzaak bepaald door de dikte van de humeuze bovengrond.

De invloed van het grondwater op de productiviteit is des te groter naarmate de dikte van de humeuze laag geringer is.

Bij de normale karteringen van de Stichting voor Bodemkartering wordt als basis van indeling het bodemtype gebruikt. Hierbij worden de in het veld waarneembare, blijvende eigenschappen van de grond (Edelman, 1945), welke resulteren in een bepaalde opbouw van het bodemprofiel met elkaar gecombineerd, waarbij men bij de opstelling van een legenda uitgaat van een correlatie van deze eigenschappen en, zo het geval zich voordoet, van een correlatie met de topografie en de grondwaterstand (relatieve hoogteligging), voor zover men deze verschillende correlaties tijdens het onderzoek heeft kunnen vaststellen.

Bij de kartering waren de grondwaterafzettingen (gley) niet overal even duidelijk waarneembaar. Doordat voornamelijk in de droge herfst- en winterperiode 1948 - 1949 werd gekarteerd, was het mogelijk bij het vaststellen van de relatieve hoogteligging (hoogtetype) van de bodemtypen het phreatisch niveau aan te boren.

In een uitgebreid net van grondwaterstandsbuizen werd verder de grondwaterstand wekelijks gemeten. Het was dus aan de hand van deze metingen mogelijk de grondwaterstanden in de diverse bodemtypen te vervolgen. In VA 1 zijn deze grondwaterstanden opgegeven voor een droge periode in augustus 1953 en voor een natte periode in maart 1954 voor de bodemtypen, waarin een aantal buizen staat.

In VC is nagegaan in hoeverre de waargenomen gleyverschijnselen correleren met de gemeten grondwaterstanden in 1948 en 1949.

De ervaring heeft geleerd dat in het algemeen bij de zandgronden een nauwe correlatie bestaat tussen de relatieve hoogteligging en de opbouw van het bodemprofiel. Bij deze kartering is dit verband (relatieve hoogteligging - dikte van de humeuze laag) niet a priori als vaststaand aangenomen. Dit is o.a. gebeurd, omdat bij het vooronderzoek was gebleken, dat de dikte van de humeuze laag bij eenzelfde grondwaterstand (relatieve hoogteligging) sterk kan verschillen, terwijl anderzijds bleek, dat het correlatieve verband op de ruggen, die in dit gebied voorkomen, verschilt van het verband tussen de dikte van de humeuze laag en de relatieve hoogteligging in de gebieden die een geleidelijke overhang van hoog naar laag te zien geven. Kort samengevat komt het verband bij de regelmatige hellingen hierop neer, dat de gemiddelde dikte van de humeuze laag regelmatig toeneemt bij toenemende relatieve hoogteligging. Op de ruggen is dit verband niet aanwezig. Hier hebben juist de hoogste typen gemiddeld het dunste dek, terwijl de lagere typen een toenemende dikte van de humeuze laag vertonen. In een enkel geval is hier het bodemtype met de gemiddelde hoogteligging voorzien van het dikste dek. Bovendien wisselt de dikte van de humeuze laag sterk op korte afstand. Een en ander wordt uitvoerig besproken in hoofdstuk VB.

Het bodemkundig onderzoek heeft zich dus goed geleend om het bovenvermelde verband aan te tonen. Anderzijds eiste het landbouwkundig onderzoek in het Veluwe-randgebied een zo nauwkeurig mogelijke weergave van de dikte van de humeuze laag, de kleidikte en de veendikte, op elk punt, onafhankelijk

van de relatieve hoogteligging. Het doel van dit onderzoek was nl. het zo nauwkeurig mogelijk berekenen van een mogelijke verandering van het productievermogen van de verschillende gronden bij een eventueel optredende verlaging van de grondwaterstand als gevolg van de wijzigingen in de hydrologische gesteldheid van het gebied door de inpoldering van Oostelijk Flevoland.

Beide factoren tezamen - enerzijds dus de verschillen in correlatie tussen de relatieve hoogteligging en de dikte van de humeuze laag op de ruggen en de hellingen en anderzijds de noodzaak om te beschikken over de gegevens van deze dikte per gebied met een bepaalde grondwaterstand - hebben ertoe geleid de laagdikte op te nemen, onafhankelijk van de relatieve hoogteligging (bij de zandgronden) en onafhankelijk van de zwaarte en de profielopbouw bij de veengronden en de kleigronden. Daardoor is de indeling van de bodemkaart minder morfo-genetisch dan in andere gekarteerde zandgebieden (vgl. o.a. Pijls, 1948; Buringh, 1951; van Diepen, 1954). De indeling van de zandgronden is dus gebaseerd op de relatieve hoogteligging en die van de kleigronden op de zwaarte en het voorkomen van knippige lagen. Bij ieder boorpunt is echter de dikte van de humeuze laag, c.q. van de klei- of veenlaag, genoteerd, omdat deze van belang is voor het waterbergend vermogen van de gronden (zie hoofdstuk VB).

De eenheden, die aldus zijn gevormd, zijn door Zuur (1954) omschreven als oneigenlijke bodemtypen [x]. Kortheidshalve zullen wij in het vervolg van deze publicatie van bodemtypen spreken.

Bij de berekening van de schadekaarten zijn de gegevens van de laagdikten nader verwerkt, door met behulp van dit materiaal en de resultaten van het hydrologisch onderzoek gebieden te omgrenzen met een bepaalde laagdikte en een bepaalde grondwaterstand. Door vervolgens na te gaan in hoeverre deze grondwaterstand door de drooglegging van Oostelijk Flevoland zal veranderen, was het mogelijk de verandering in de productiviteit te berekenen, omdat voor gebieden met eenzelfde dikte van de humeuze laag, maar met een diepere grondwaterstand opbrengstgegevens verzameld waren (zie basisrapport III).

In September 1948 is het onderzoek van de Stichting voor Bodemkartering begonnen met het uitvoeren van een verkenning, die een oriënterende bodemkaart, schaal 1 : 50.000 (bijlage 1) heeft opgeleverd.

Teneinde de legenda te kunnen opbouwen, was het noodzakelijk op de hoogte te geraken van het voorkomen van kleinere bodemverschillen op korte afstand. Hiertoe zijn in het noorden en zuiden van het gebied (respectievelijk Mulligen - Oosterwolde en Waterweg - IJsselmeer) twee stroken van ca. 200 m breedte zeer gedetailleerd gekarteerd. Daarenboven werd een veertigtal profielkuilen gegraven op de meest typische plaatsen, waardoor

[x]) Een verhandeling over de voor- en nadelen, de mogelijkheden en beperkingen van bodemtypekartering en "single value"-kartering vindt de belangstellende lezer in de beschouwingen van Prof. Dr. A.J. Zuur in hoofdstuk IV van "De bodem- en landclassificatie in de Verenigde Staten van Amerika". Studierapport Landbouw, Contactgroep Opvoering Productiviteit. 's Gravenhage, z.j..

een beter inzicht verkregen werd in de profielopbouw van de verschillende bodemtypen.

In dit stadium van het onderzoek was de kennis van het gebied voldoende ontwikkeld om de legenda op te stellen en over te gaan tot een regelmatige opname.

Gemiddeld zijn iets minder dan 2 boringen per ha gedaan tot een diepte van 1.20 m onder maaiveld. Hieruit volgt reeds, dat de bodemkaart geen echte detailkaart genoemd kan worden Voor een overzichtskaart zijn daarentegen teveel onderscheidingen gemaakt, terwijl door het meestal markante relief de grenzen een vrij grote nauwkeurigheid bezitten. De bodemkaart verschaft dus meer gegevens dan een normale overzichtskaart en werd daarom ook gedetailleerde overzichtskaart (bijlage 3) genoemd.

Bij het opnemen van een dergelijke kaart wordt de volgende methode gebruikt: De karteerder boort daar, waar hij vermoedt bodemverschillen te kunnen vaststellen. In een egaal gebied, als b.v. de polder Oosterwolde, waar over grote oppervlakte een dun kleidek van dezelfde opbouw op veen voorkomt, zijn slechts 2 boringen per ha gedaan. Daarentegen is b.v. de grens tussen zand- en veengronden vaak grillig en bovendien moeilijk aan de topografie van het terrein te zien. Een "onegaal" gebied, zonder geprononceerd micro-relief, vraagt dan ook een dichter boringennet en plaatselijk zijn hier meer dan 4 boringen per ha gedaan. Ook in het ruggengebied ten zuiden van Elburg,/moest vaker geboord worden (ruim 2 maal per ha); waar echter de bodemtypen regelmatig de hoogteverschillen volgen, b.v. bij Hulshorst, kon met minder dan 1 waarneming op de ha worden volstaan.

I.3b. Het noordelijk deel

Vrijwel gelijktijdig met de kartering door de Stichting voor Bodemkartering in het zuidelijk deel van het Veluwerandgebied, werd door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst een begin gemaakt met de kartering van het Kampereiland en de polder Dronthen, ten behoeve van de ruilverkaveling Kampereiland c.a..

Deze kartering is uitgevoerd volgens het z.g. single value-principe, waarvoor door Zuur (1954) de term bodemfactoren kartering is ingevoerd. Hierbij zijn boorpuntsgewijze enkele belangrijke kenmerken per 10 cm van het profiel aangegeven (aard van het materiaal, zwaarte, U-cijfer van het zand) en in een code uitgedrukt.

De opname valt in twee gedeelten uiteen: een kartering volgens een vast raaienstelsel in vierkantsverband, gevolgd door een vrije kartering ter nadere vaststelling van de grenzen der verschillende bodemeenheden.

De hoofdboringen hadden een dichtheid van 1 per 2½ ha, zodat ongeveer 900 van deze boringen tot een diepte van 1.20 m in het gebied ten zuiden van de IJssel werden uitgevoerd. Bij deze boringen werd het profiel per 10 cm beschreven. Daarbij werd, behalve de aard en de opeenvolging van de verschillende lagen, een aantal kwantitatieve kenmerken, zoals het percentage[x]) en humus, het U-cijfer van het zand, de mate van oxydatie en reductie aangegeven. Deze kenmerken werden door schatting vastgesteld.

x) slib <16 mu

/waar de bodemgesteldheid op korte afstand sterk kan wisselen,

De leemten, die overgebleven waren bij de kartering volgens een vast raaiensysteem, werden opgevuld door een aanvullende vrije kartering, waarbij slechts de hoofdzaken van de profielbouw werden opgenomen.

I.4. De bodemkaarten

De veldopname van het zuidelijk deel, uitgevoerd door de Stichting voor Bodemkartering is ingetekend op kaarten, schaal 1 : 5000. Deze kaarten zijn overgebracht op een van de kadastrale kaarten afgeleide kaart, schaal 1 : 10.000, welke door de Dienst der Zuiderzeewerken werd samengesteld. De kaart heeft het karakter van een gedetailleerde overzichtskaart.

Uit de gegevens, verzameld tijdens de kartering van de Cultuurtechnische Dienst, zijn de volgende kaarten, schaal 1 : 20.000 samengesteld:

a. Een profieltypenkaart, waarop tevens dikte en gemiddelde zwaarte van de slibhoudende bovengrond is aangegeven, welke als bijlage 2 op schaal 1 : 25.000 in dit rapport is opgenomen;

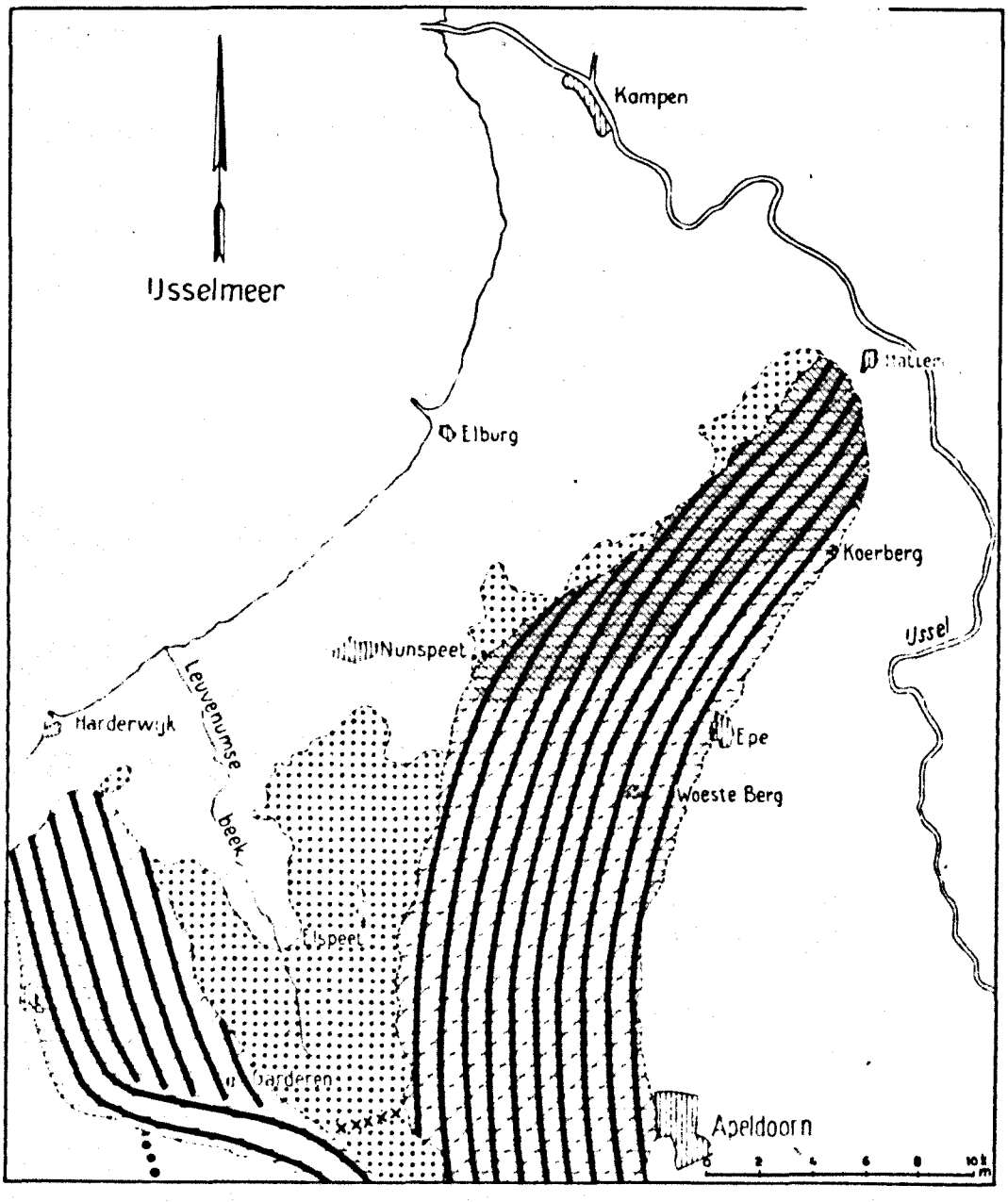
b. Een viertal z.g. lagenkaarten, waarop de zwaarte van de sliblagen, het al of niet voorkomen van veen en de aard van het zand is aangegeven voor de diepte, waarop de betreffende lagenkaart betrekking heeft. Er zijn kaarten gemaakt, waarop deze gegevens voorkomen voor de bouwvoor en voor een diepte van resp. 40, 80 en 120 cm beneden maaiveld. Deze kaarten zijn niet bij dit rapport gevoegd.

Om een beter inzicht te verkrijgen in de aard van de diepere ondergrond werd een raai met boringen tot ca 5 m diepte door het gebied gelegd.

De bodemkaarten van het noordelijk en het zuidelijk deel zijn voor deze publicatie teruggebracht tot een schaal 1 : 25.000, waarbij in verband met de schaal enkele vereenvoudigingen moesten worden aangebracht, Zij zijn als bijlage 2 (noordelijk deel) resp. bijlage 3 (zuidelijk deel) in dit rapport opgenomen.

Ten behoeve van de schadeberekeningen (zie Basisrapport III) zijn de bodemkaarten een weinig vereenvoudigd. Op deze afgeleide kaarten zijn echter de gegevens, die voor de schadeberekening van bijzonder belang waren, afzonderlijk vermeld. Zo zijn binnen alle onderscheiden eenheden aangegeven de dikte van de humeuze laag, c.q. de kleilaag, de dikte van het veen, de diepte van de zandondergrond, enz. Tevens zijn de grondwaterstanden van juli 1948 en januari 1949, zoals deze in grondwaterstandsbuizen waren waargenomen, op de kaart aangetekend.

Daarnaast is de bodemkaart, die door de Stichting voor Bodemkartering bij de verkenning van het gehele gebied is samengesteld, als oriënterende bodemkaart, schaal 1 : 50.000, bij deze publicatie gevoegd (bijlage 1).



Strekking van de stuwwallen

Phase c
Phase b } van de stuwing
Phase a

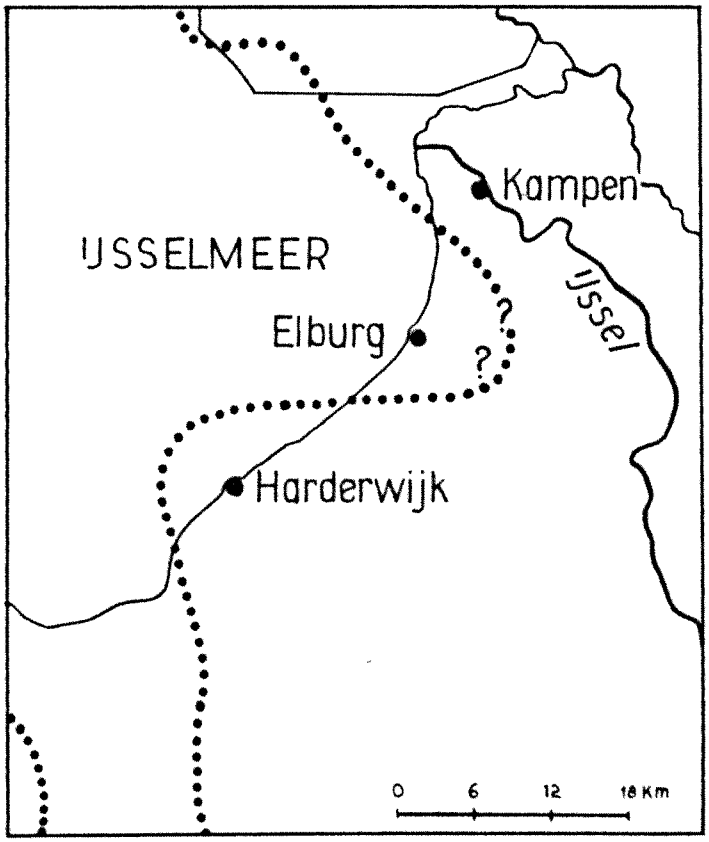
Kame-terrassen en kames aan de oppervlakte

× × × Veronderstelde maximale uitbreiding van het landijs gedurende phase b

• • • Idem, gedurende phase c

Bebouwde kommen

Afb.2. Het voorkomen van stuwwallen en fluvio-glaciale afzettingen op de noordelijke Veluwe



•••••••••• Grens van de Eemzee volgens Burck (1952, 1953)

Afb. 3. De verbreiding van de mariene afzettingen uit de Eemtijd nabij de zuidoostelijke rand van het IJsselmeer.

II. DE GEOLOGISCHE OPBOUW

II.1. Het ontstaan van het glaciale landschap.

Het min of meer vlakke gebied tussen Harderwijk en Kampen wordt in het zuiden begrensd door heuvels, die uit zand en grind bestaan (afb. 2). De op deze kaart als stuwwallen aangegeven gebieden zijn tijdens de 3e ijstijd (Riss-tijd) ontstaan. Dit landschap moet voor de komst van het landijs een vrij vlak gebied geweest zijn, dat ongeveer op de hoogte van de tegenwoordige zeespiegel lag. Het was opgebouwd door de Rijn. Ook rivieren uit Midden-Duitsland, zoals vooral de Elbe, hebben hier hun materiaal naar toe gebracht (Crommelin, 1953). In deze rivierafzettingen waren laagten uitgeschuurd en deze werden door het uit noordelijke richting komende landijs het eerst met ijs opgevuld. De zuidwaarts bewegende ijsmassa's persten hierbij de dalwanden opzij en diepten de aanwezige laagten nog verder uit. Het door deze werking verplaatste materiaal werd als wallen om de ijslobben heen omhoog geperst (de stuwwallen).

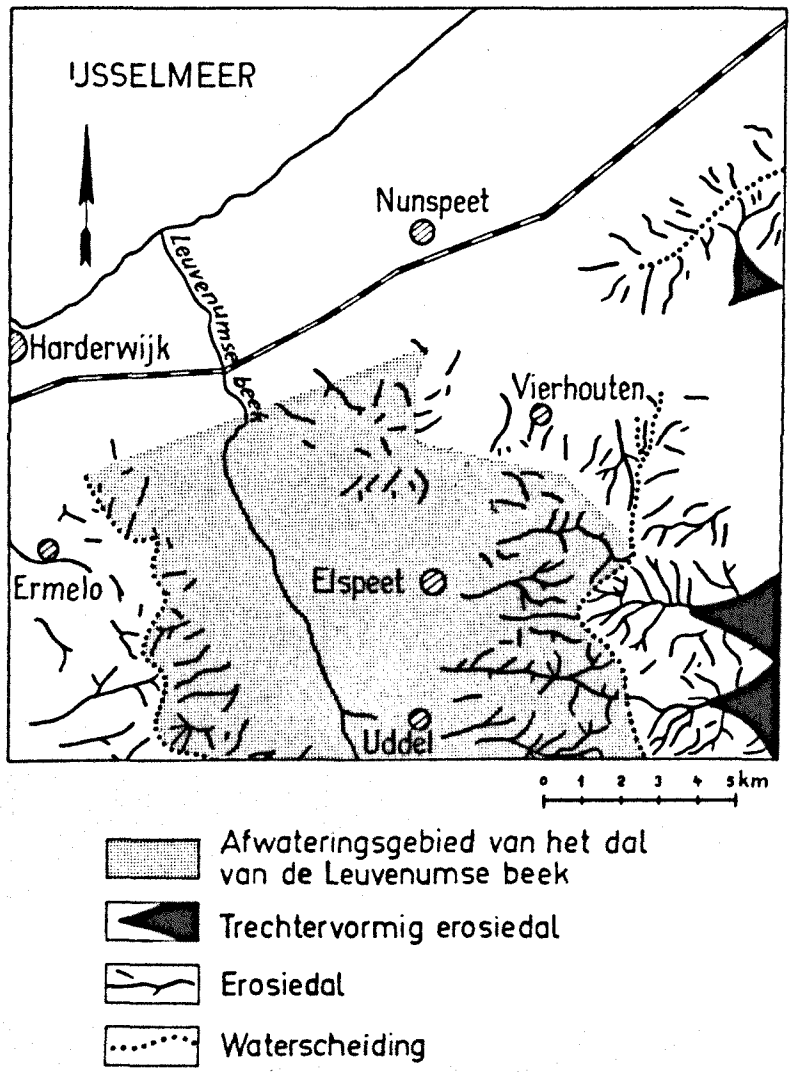
Verrichte veldwaarnemingen hebben duidelijk gemaakt, dat deze stuwwallen niet gelijktijdig zijn gevormd, hoewel aangenomen moet worden, dat ze alle uit één ijstijd stammen. Van de Woldberg (de heuvelrug tussen Hattem en Nunspeet) wordt wel aangenomen dat het de jongste stuwwal is (uit phase c, volgens Maarleveld, 1953). Deze heuvelrug zal hoofdzakelijk door het ijs, dat noordelijk van de rug lag, zijn opgestuwd. In die tijd was het gehele Dal van de Leuvenumse Beek met ijs gevuld. Verder moet aangenomen worden, dat ook in de IJsselvallei en de Gelderse Vallei grote hoeveelheden ijs lagen.

Tijdens het warmer worden van het klimaat kwam veel smeltwater vrij. Dit water vloeide af naar de ijsvrije gebieden. Daar de Noord-Veluwe geheel door ijs omringd was, kon hier het water minder gemakkelijk weg dan op de Zuidelijke Veluwe. Hierdoor ontstond tussen de terugwijkende ijswand en de stuwwal een meer (Maarleveld, 1955). In dit meer bezonken het door het smelten vrij komende zand en andere sedimenten. Een dergelijke afzetting wordt kame-terras genoemd. We vinden deze landschapsvormen langs de noordrand van de Woldberg en in het Dal van de Leuvenumse Beek (zie afb. 2). Hierna is het landijs nogmaals naar voren gedrongen en heeft een deel van het landschap bedekt. We vinden dan ook op de in het stuwmeer gevormde afzettingen (de kame-terrassen) op verschillende plekken keileem.

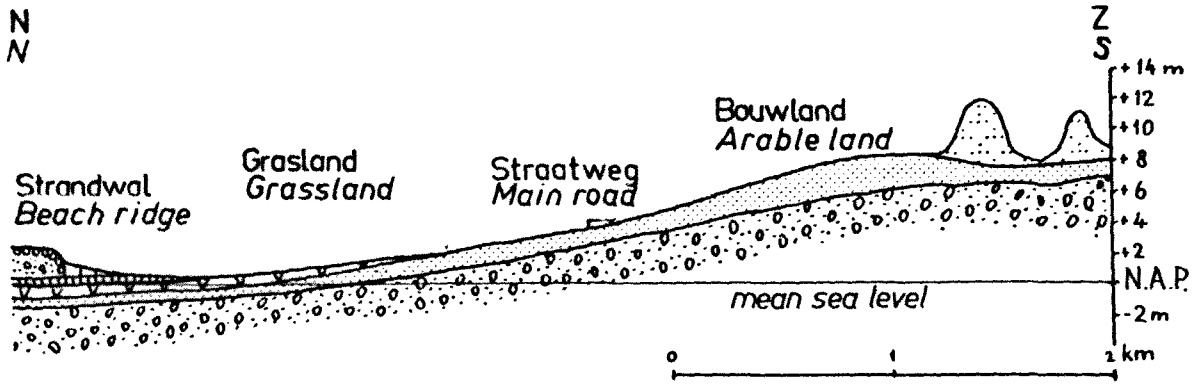
II.2. De Eemafzettingen

Tengevolge van de enorme hoeveelheden water, die in het landijs vastgelegd waren, was de zeestand gedurende de hierboven beschreven ijstijd ca. 100 m lager dan thans. Toen het landijs smolt, steeg de zeespiegel en we vinden afzettingen van de zee in het gebied rondom Elburg (afb. 3). Deze warme interglaciale tijd wordt Eemien genoemd. In een rapport over de stratigrafische gesteldheid van de noord-oostrand van de Veluwe heeft Burck (1953) deze vormingen uitvoerig beschreven en de hieronder vermelde gegevens zijn aan dit rapport ontleend.

De afzettingen van de Eemzee liggen meestal meer dan 10 m beneden N.A.P. en worden dus alleen bij de diepere boringen aangetroffen (zie ook Basisrapport I). Deze laag is echter toch van zeer groot belang, daar ze door de aanwezigheid



Afb. 4. Het afwateringsgebied van het dal van de Leuvenumse beek.



Afb.5. Schematisch profiel van Hulshorst tot Hoophuizen.

van lemig zand als waterkerend niveau dienst doet. Het scheidt dus het water dat onder de Eemlaag aanwezig is van het water dat zich hierboven bevindt. Buiten de afzetting van de Eemzee vindt men op hetzelfde niveau op talrijke plekken fijne kalkhoudende, slibrijke zanden, soms met veen en leem. Burck meent, dat dit een terristrische afzetting uit de hier beschreven tijd is, misschien ten dele een soort duinvorming aan de rand van de Eemzee.

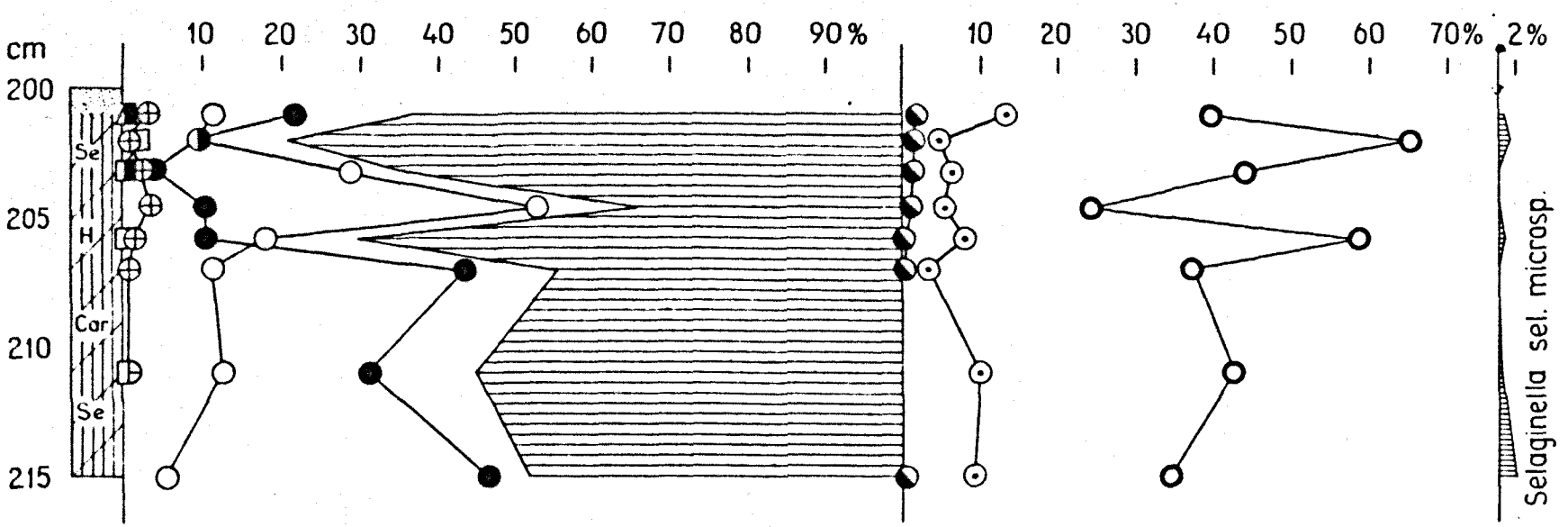
II.3. Het landschap uit het eerste deel van de Würmtijd.

Na de in II.2 beschreven warme tijd werd het klimaat weer kouder. De koude was zo groot, dat ook het landijs zich weer sterk ging uitbreiden. Het landijs kwam echter niet zo ver als in de Risstijd. Het ijs heeft ons land dan ook niet bereikt en kwam niet verder dan ongeveer Hamburg. Het is echter wel zeer koud geweest en de sporen hiervan hebben hun stempel op het landschap gedrukt. Vooral in het begin van deze koude tijd, die Würmtijd wordt genoemd, vond een krachtige aantasting van het landschap plaats en er werden talrijke dalen uitgeschuurd. Deze dalen zijn thans voortdurend droog (afb.4). De erosie ontstond door de belangrijke hoeveelheden sneeuwsmeltwater en de diep bevroren ondergrond gedurende deze tijd. Tengevolge van de zeer diep bevroren ondergrond kon het water van de smeltende sneeuwmassa's slechts langs de oppervlakte afvloeien en mede door de geringe vegetatie, werd het landschap - en in het bijzonder de heuvels - krachtig aangetast. Er vond echter niet alleen uitschuring van dalen plaats. Het door het sneeuwsmeltwater meegevoerde materiaal kwam op de vlakkere delen tot rust en dit is de reden, dat zich vóór het afwateringsgebied van de Leuvenumse Beek een grindrijke afzetting bevindt. Ook Burck (1953) heeft het vermoeden uitgesproken, dat de grindrijke afzetting voor het Dal van de Leuvenumse Beek in deze tijd gevormd is. Op ruim 1 m diepte worden deze grindrijke zanden op talrijke plekken tussen Harderwijk en Nunspeet gevonden (afb. 5). Mogelijk zijn ook de op grotere diepte liggende zanden tussen Elburg en Kampen van dezelfde ouderdom. Burck (1953) neemt echter aan, dat dit zuivere rivierafzettingen zijn en ook de samenstelling van de grinden is volgens hem anders dan die tussen Harderwijk en Nunspeet.

II.4. De windafzettingen uit het middelste en laatste deel van de Würmtijd.

Na het sneeuwrijke begin van de Würmtijd werd het klimaat droger. De toenmalige lage stand van de zeespiegel (ca. 100 m lager dan tegenwoordig) zal hierbij van invloed geweest zijn. In ieder geval overheerste in deze tijd de werking van de wind en hiervan vinden we op talrijke plaatsen de kentekenen. Bekend zijn de z.g. dekzanden. Dit zijn windafzettingen, die als een dek de eronder liggende lagen bekleden. Dit zandpakket heeft in ons land een wisselende dikte. Er zijn gebieden waar het over een oppervlakte van vele vierkante kilometers vrijwel nergens dikker is dan 3 m. Elders, zoals in de Gelderse Vallei, komen echter veel grotere dikten voor.

Het dekzand uit het middelste deel van de Würmtijd, het oude dekzand genaamd, bevat meestal zwak lemige bandjes en is duidelijk horizontaal gelaagd.



Afb.6. Pollendiagram van veenprofiel nabij Harderwijk (legenda zie afb.6A)

Zand

Veen

Hypnaceae

Se Selaginella sel. macrosp

H Hout

Cor Carex

◔ Artimisia

⊙ Gramineae

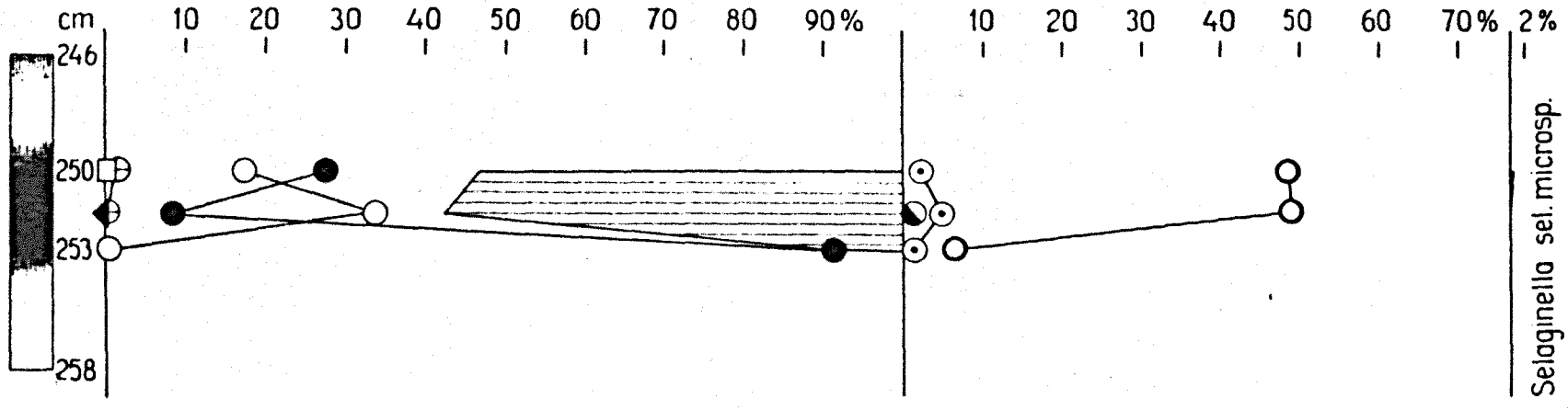
O Cyperaceae

● Pinus △ Picea

○ Betula ■ Quercetum mixtum

⊕ Salix □ Alnus

Afb.6A. Legenda bij afb.6 en 7



Afb.7. Pollendiagram van humeuze leemlaag bij Grevenhof (legenda zie afb.6A)

In het gebied tussen Harderwijk en Nunspeet ontbreekt dit sediment waarschijnlijk/of is slechts plaatselijk zwak ontwikkeld. Dit kan o.a. worden afgeleid uit het feit, dat nabij Harderwijk onder 2 m dekzand een ruim 10 cm dik veenlaagje is aangetroffen, dat rust op het grindrijke zand uit het eerste deel van de Würmtijd. Het veen werd door Prof. Dr. Mr. F. Florschütz palynologisch onderzocht (afb. 6 en 6A).

De verhouding van de percentages boompollen/non-arborealpollen bedraagt in dit "Iversen"-diagram in de onderste 3 spectra van onder naar boven 52 : 48, 45 : 55 en 55 : 45 en in de bovenste 5, ook van onder naar boven, 30 : 70, 66 : 34, 35 : 65, 21 : 79 en 37 : 63. De verhouding wordt dus schoksgewijs ongunstiger voor het boompollen.

Blijkbaar is het onderzochte laagje in het Laatglaciaal gevormd en wel eerst temidden van een parklandschap en later in een tijd, waarin de bomen nog schaarser waren.

De omstandigheid, dat in het veen ook macroscopische overblijfselen van Carex zijn gevonden, noodzaakt tot het rekening houden met de mogelijkheid, dat de plaatselijke productie van non-arboreal pollen de verhouding van de percentages der beide stuifmeelgroepen in het diagram ongunstiger doet voorkomen voor het boompollen, dan in de pollenregen van de omgeving het geval was.

Het veen is rijk aan macro- en microsporen van Selaginella selaginoides.

Het veen is dus afkomstig uit het laatste deel van de Würmtijd (het Laatglaciaal). Hieruit volgt, dat er dus geen windafzetting uit het middelste deel van de Würmtijd voorkomt; het oude dekzand ontbreekt dus. Noordelijk van Nunspeet komt het wel voor, maar het ligt dan meestal onder iets grover zand. Dit zand wordt jong dekzand genoemd. Het zand boven het veenlaagje in het profiel bij Harderwijk behoort hier dus toe.

Tussen het jonge dekzand en het grindrijke zand bevindt zich op verschillende plaatsen een lemig laagje. Dit en een venige afzetting erboven werden eveneens door Prof. Florschütz onderzocht (afb. 7)

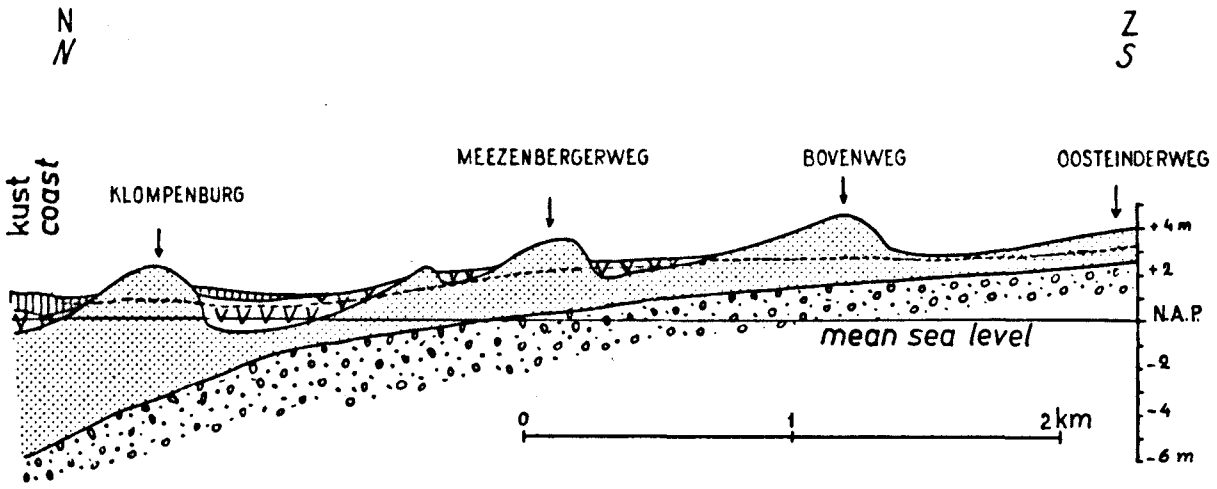
Dit diagram heeft een laatglaciale habitus. In het onderste spectrum is het Pinuspercentage zo hoog, dat het hoogstwaarschijnlijk de vegetatie-samenstelling tijdens een deel van de vierde phase weerspiegelt. Dit zal dan tegen het einde van die phase het geval moeten zijn geweest, want de verhouding boompollen/non-arboreal pollen is in de beide aansluitende spectra veel ongunstiger voor het eerste. Deze spectra kunnen wijzen op de aanwezigheid van een parklandschap, zoals in de vijfde phase zal hebben bestaan.

In het venige laagje zijn geen macroscopische overblijfselen van planten aangetroffen.

De laagjes vertegenwoordigen dus hoogstwaarschijnlijk het allerlaatste deel van het Laatglaciaal (de Alleröd-tijd en een deel van de Jongere Dryastijd).

De jonge dekzanden vallen in het landschap sterk op. Zij komen voornamelijk voor in de vorm van min of meer evenwijdige ruggen (Rutten, 1946). De richting van deze ruggen is ongeveer noordoost-zuidwest.

/ geheel



Dekzand

Grindrijk zand

Zware klei

Veen

Preatisch vlak

Afb. 8. Schematisch profiel bij Nunspeet.

Tussen Harderwijk en Nunspeet ontbreken de ruggen; hier daalt het landschap regelmatig af van hoog (stuifzand) naar laag (de kust) (zie afb. 5). Tussen Nunspeet en Elburg liggen drie, in hoofdzaak zuidwest - noordoost gerichte ruggen, waarvan de noordelijkste door het jonge zeekleidek heensteekt (afb. 8). Verder noordelijk bevindt zich de brede rug van Oosterwolde met dezelfde richting. Al deze ruggen hebben een vrij steile flank aan de zuidoostelijke zijde. Hier komen dus dikwijls droge zandgronden vlak naast veengronden voor. De noordwestelijke helling is veel vlakker. De overgang tussen de verschillende bodemtypen is dan ook veel geleidelijker.

Ook de rij pleistocene opduikingen en gebroken gronden bij Kamper-Nieuwstad vindt zijn oorzaak in een dekzandrug ter plaatse, waarvan de hoogste delen nog juist door het kleidek heensteken. Deze rug zet zich verder voort in het z.g. Binnenland van Kamperveen.

In het zuidelijk deel van de Polder Dronthen ligt eveneens een dekzandrug, die grotendeels met klei is overdekt. In het Bovenbroek komt een reeks pleistocene opduikingen voor, die vermoedelijk hun voortzetting vinden in het zuidelijk deel van de stadsuitbreiding van Kampen. Ook dit is waarschijnlijk een welving in de dekzandondergrond, die de vorm van een rug heeft. Dit is ook het geval met de opduikingen in het Cellenbroedersbroek.

In het voorgaande is er reeds op gewezen, dat onder een rug een veenlaagje uit het laatste deel van de Würmtijd is gevonden. In dezelfde omgeving werd op ongeveer gelijke diepte een venig laagje aangetroffen, waarvan het pollenspectrum nog een deel van de Jongere Dryastijd vertegenwoordigt.

Tussen de ruggen komt ook veen voor en volgens het onderzoek van Prof. Florschütz is de veengroei hier direct na de Würmtijd, gedurende het Prae-boreaal, begonnen. Het is hierdoor aannemelijk, dat de ruggen van dit gebied gedurende of vanaf het laatste deel van de Würmtijd (Jongere Dryastijd) tot mogelijk in het begin van het z.g. Prae-boreaal gevormd zijn. Deze ruggen komen ook op de hoge delen van de Veluwe voor en wel in hoofdzaak op plaatsen waar de invloed van westelijke winden groot was. Wij menen dan ook te maken te hebben met lengteduinen, die in de richting van de toenmaals overheersende windrichting gevormd zijn. De ligging van deze ruggen zou dan wijzen op winden uit zuidwestelijke richting tijdens de periode van ontstaan.

Het dekzand heeft behoudens een gering verschil tussen het oude en jonge dekzand een uniforme korrelgrootte met een uitgesproken top tussen 150 en 210 mu (zie tabel 1). Dit is typisch voor windvormingen.

II.5. De grote veengroei.

Aan de windafzettingen, die hierboven beschreven zijn, kwam door de begroeiing tengevolge van klimaatsverbetering een eind. Het zand werd door de vegetatie vastgelegd en ook werd de snelheid van de wind nabij het aardoppervlak er sterk door verminderd. De vegetatie was het dichtst op de vochtige plekken en ook op de lage delen langs de ruggen was de plantengroei weelderig. De hoogste plekken van de ruggen hebben het langst gestoven en er wordt dan ook op venige

Tabel 1. De korrelgrootteverdeling van een aantal zandmonsters.
De percentages zijn omgerekend op 100% minerale delen.

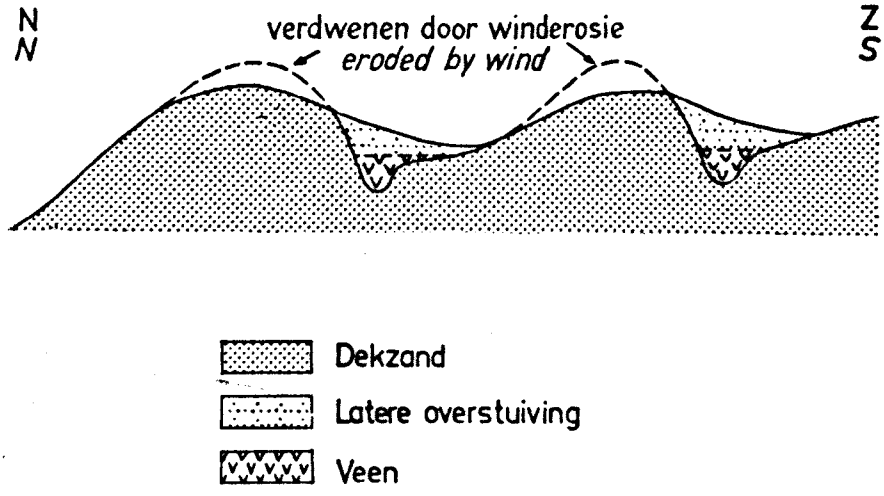
Table 1. Size distribution of some samples of sand soils.
Percentage of mineral parts.

	Monsterno. Number of sample	<2	2-16	16-50	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	300-420	>420 mu	U cijfer/ figure
1.	7906	3.6	2.3	1.4	2.3	8.2	30.1	34.6	14.2	2.4	0.8	75
2.	7910	4.2	2.6	1.1	1.7	5.0	22.9	38.4	19.0	4.4	0.7	68
3.	7914	2.8	2.1	9.1	7.0	7.1	17.8	23.0	14.4	8.4	8.3	84
4.	7920	1.9	2.0	2.6	3.0	8.8	32.5	34.6	10.6	2.3	1.7	80
5.	7922	2.8	2.1	4.6	4.3	7.7	29.4	31.7	13.4	2.4	1.5	87
6.	7926	3.4	2.1	6.0	4.3	5.7	20.1	33.4	15.0	6.6	4.2	85
7.	7932	3.1	2.6	2.7	3.1	5.0	24.2	37.4	17.5	3.9	0.5	74
8.	7934	2.2	1.9	3.3	2.4	4.9	23.5	38.2	17.6	4.4	1.4	74
9.	7938	3.2	1.9	3.9	3.2	5.4	22.0	35.3	17.8	5.4	1.9	75
10.	7942	2.8	2.2	4.9	3.5	5.8	23.2	34.9	14.6	4.7	2.4	81
11.	7944	2.9	1.3	3.6	3.1	5.4	24.2	34.2	20.1	3.9	1.3	76
12.	7946	3.1	1.6	3.4	2.7	5.9	22.8	39.6	15.1	4.5	1.1	75
13.	7948	1.6	1.0	2.1	1.9	4.6	24.7	38.6	21.3	3.4	0.8	69
14.	526	-	-	-	-	0.1	0.6	5.4	22.5	22.0	48.7	25

Het U-cijfer van het dekzand varieert van 68 - 98, gemiddeld 83 (25 monsters).

De nummers 1 t/m 13 zijn dekzanden/cover sands.

Nummer 14 is strandwalzand/sand of the beach ridge.



Afb.9. Veenvorming en verstuiving in het Praeboreaal.

plaatsen onder langs de ruggen soms zand aangetroffen (afb.9). Elders kon echter de groei ongestoord doorgaan, waardoor vrij dikke veenlagen konden ontstaan.

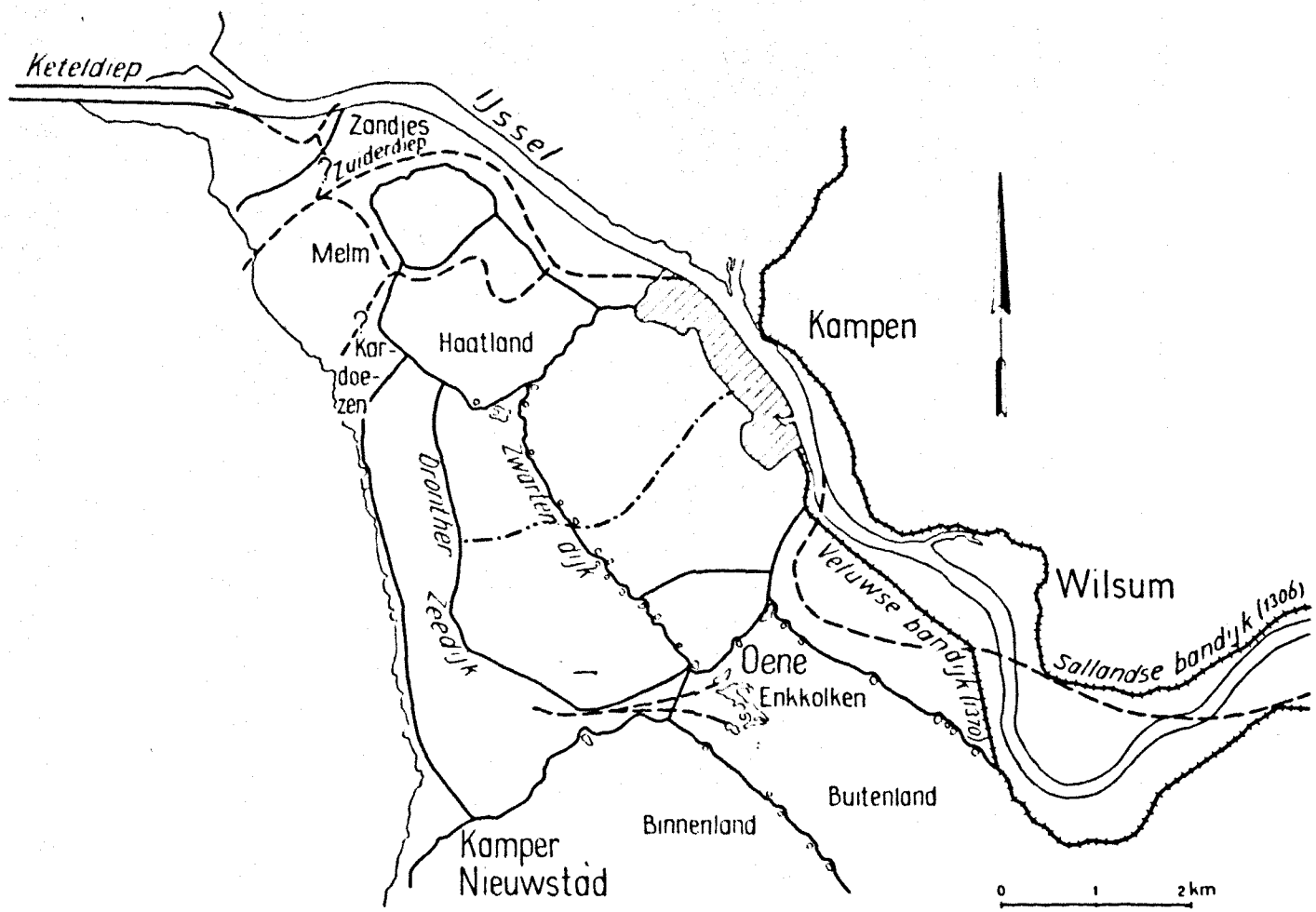
De plantengroei zal plaatselijk ongetwijfeld grote verschillen vertoond hebben. Deze worden in sterke mate door de voedselrijkdom van het water bepaald. Zo ligt het noordoostelijk deel van het gekarteerde gebied nabij de IJssel. Het voedselrijke water van deze rivier zal zeer zeker het vegetatiebeeld bepaald hebben en hiermede is dan ook het voorkomen van broekveen met veel houtresten uit de polder Oosterwolde in overeenstemming. Het wekt verder geen verwondering dat in de meer geïsoleerd liggende laagten een ander veen is gevormd en zo heeft het veen in de komvormige laagten nabij Oldebroek en Nunspeet zegge en riet als voornaamste bestanddelen.

Het belangrijkste deel van het veengebied bevond zich waar nu het IJsselmeer ligt, doch veel ervan werd tijdens stormen weggeslagen. Zo mag aangenomen worden dat van het veengebied ten noorden en ten zuiden van de huidige loop van de IJssel, met uitzondering van het veengebied in de Oostermaat, grote delen zijn verdwenen. Direct om de stad Kampen bleven de huidige Broeken en Maten en een gedeelte van het Haatland behouden. Ook dit overgebleven veengebied werd nog regelmatig door de zee aangetast, zodat het in 1302 noodzakelijk werd dijken om de Broeken en Maten te leggen, n.l. de St. Nicolaas- en de Zwartendijk. Hoewel deze dijken verschillende keren doorgebroken zijn, waarvan de vele kolken getuigen, kwam aan de veenafslag een einde en had zelfs een slibafzetting plaats (zeekleivorming) over het gespaarde veen (zie afb. 18). De afzetting van zeeklei op het veen betekende tevens het einde van de veenvorming.

II.6. Het ontstaan van de stuifzanden

De zuidelijke en zuidoostelijke grens van het gekarteerde gebied wordt gevormd door stuifzand, dat voor een groot deel is vastgelegd (meest met grove den, zowel aanplant als opslag). Dit soort zand ligt in het algemeen als een gordel om de hogere gronden, zoals de stuwwallen en fluvio-glaciale afzettingen. De oude bodemprofielen, die plaatselijk onder de stuifzanden worden gevonden, tonen aan dat het zand niet steeds gestoven heeft. We moeten dan ook aannemen, dat op de plaats - waar thans stuifzand ligt - oorspronkelijk ander grindarm zand aanwezig was. Hiervoor komt alleen het dekzand in aanmerking en het zijn de hoger gelegen dekzanden, die zijn gaan stuiven. Vanaf het stuifzand helt het terrein dan ook geleidelijk in de richting van het IJsselmeer. Bij Harderwijk is deze helling kort (2 - 3 km) en loopt van ca. 5 m + N.A.P. tot 1.50m+ N.A.P. Meer naar het noorden is de helling langer en bedraagt bij Sprong 8 - 9 km, hellend van ca. 6 m + N.A.P. tot ca. N.A.P. Door het stuiven zijn over korte afstand aanzienlijke hoogteverschillen ontstaan, omdat direct naast de hoogten de uitgestoven laagten liggen.

Het tijdstip, waarop het zand is gaan stuiven, is niet nauwkeurig bekend. De zanden kunnen zeker verschillend van ouderdom zijn. De meeste stuifzanden zijn echter zeer jong. Waarschijnlijk heeft de mens aan de vorming schuld en werd de natuurlijke vegetatie verstoord. Het is mogelijk, dat ook verlaten akkers het begin van de verstuiving geweest zijn. Voorts



IJsseldijken

Andere (oude) dijken

Stroomdraad van oude rivierarmen en kreken

Gegraven gracht

Kolken

Afb. 10. Enkele voormalige IJsselbeddingen in het noordelijk deel van het gebied

Foto K.L.M. Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. IJssel. B. Brunnepe. C. Schokbeton N.V. D. Binnen Haatland. E. Haatland. F. Buitendijkse Erven. G. Broeken. H. Maten. I. Voormalige Zuiderdiep. K. Andere oude IJsselloop.

Afb. 11. Sporen van oude IJsseltakken in het gebied ten noorden van Kampen.

zal een deel van de oorzaak gezocht moeten worden in de vernieling van het plantendek door schapen. Hoe dit ook zij, de stuifzanden hebben zich in dit gebied zeer sterk ontwikkeld en ook de hoogte der heuvels is soms ongewoon groot. Dit moet stellig te wijten zijn aan de krachtige westelijke stormen langs de rand van de Zuiderzee. Daarnaast hebben ook de droge oostenwinden in de winter en het vroege voorjaar hun invloed op de vorming en/of de uitbreiding van het stuifzand gehad. Dit wordt o.a. aangetoond door het feit, dat het humusdek van de oude bouwlanden aan de zuidoostelijke zanden langs het stuifzand sterk door verstuiving is beinvloed. Plaatselijk komen in het oude bouwlanddek zuivere stuifzandlagen voor.

II.7. De afzettingen van de IJssel.

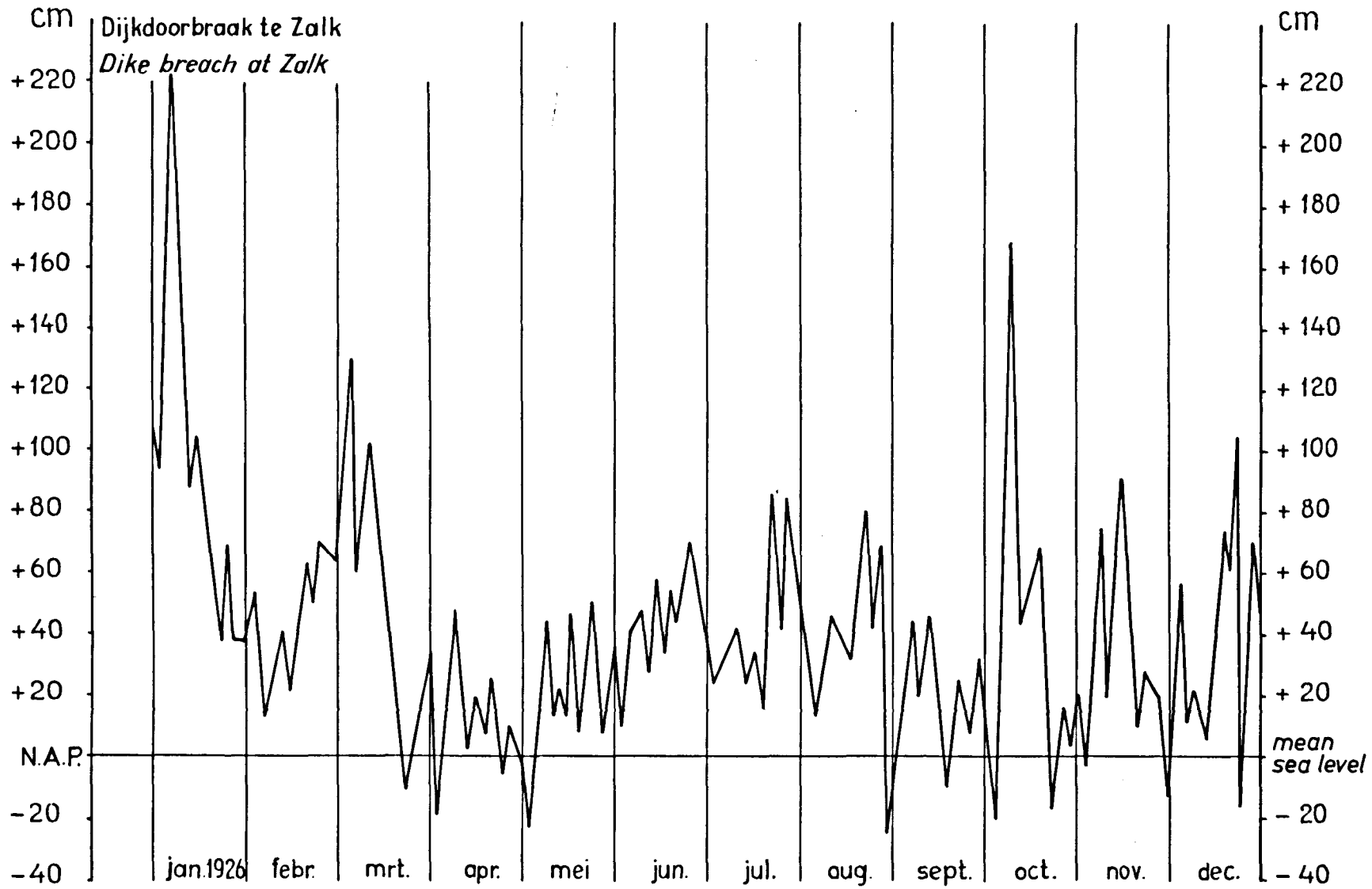
Binnen het gekarteerde gebied worden slechts invloeden van de IJssel aangetroffen in het noordelijk deel. Erg opvallend zijn deze niet, omdat juist hier de invloed van de Zuiderzee sterk overheerst.

Een aantal oude rivierarmen kon met behulp van gegevens uit het gemeentearchief, bodemkaart, percelering, luchtfoto's en veldwaarnemingen worden gereconstrueerd (Moerman, 1918; Fonck, 1950). Zij zijn aangegeven op afb. 10 en 11. Hun hoofdkenmerk is het voorkomen van grof rivierzand in de bedding. De latere volslibbing is in vele gevallen vanuit de Zuiderzee met fijnzandige klei geschied, zodat het typische karakter goeddeels verloren is gegaan.

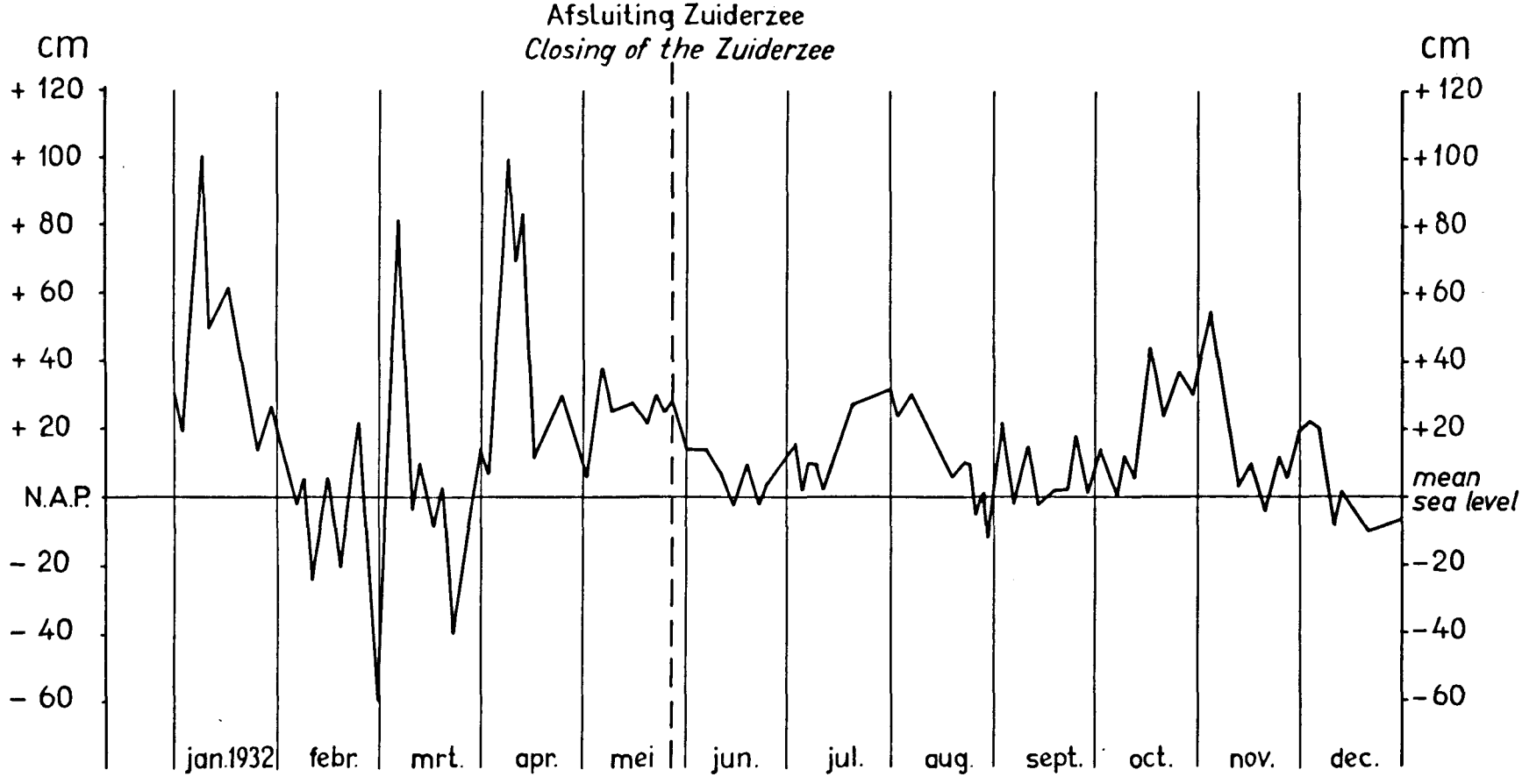
Een aantal van deze oude lopen behoort waarschijnlijk niet tot het IJsselsysteem, maar is van oudere datum. Zij moeten beschouwd worden als afwateringsgeulen in het veengebied, dat hier voor het opdringen van de Zuiderzee aanwezig was. De richting van deze geulen was z.w. - n.o., min of meer evenwijdig dus aan de in het gebied aanwezige dekzandruggen. Sedert de 10de eeuw neemt de IJssel een meer westelijke loop en volgt dan hoogstwaarschijnlijk o.a. het Zuiderdiep. De eigenlijke delta ligt dan meer op het noordelijk deel van het Kampereiland (zie ook Visser, 1951/52)

Er zijn twee armen, waarover in het kort nog enige beschouwingen dienen te worden gegeven, t.w. de Reve en de z.g. Enk. Beide staan op de oudste kaarten nog als half verlande zeeinhammen aangegeven.

De Reve, die ten westen van Kampen heeft gelopen, is plaatselijk nog te zien als een min of meer moerassige strook. Het is de vraag, of dit ooit een rivierarm is geweest. In de bedding wordt n.l. overal een dikke laag veen aangetroffen, die niet afwijkt van het naastliggende veen. Alleen de bovenste laag bestaat uit zeer weinig veraard materiaal, dat mogelijk in de geul is gevormd. Het is niet onmogelijk, dat langs de buitenzijde van de dijk in een afgekleid gedeelte een geul is ontstaan, die zowel vanuit zee als vanuit de rivier herhaaldelijk is volgelopen, uitgeschuurd en later weer opgeslibd. In de 15e eeuw werd het "Suyderdiep toe Bronnepe" gedicht. Het is mogelijk, dat hiermede de besproken loop bedoeld wordt. Aangezien iets verder noordelijk een oude stroomgeul is aangetroffen, die op geen enkele oude kaart staat aangegeven, is de mogelijkheid van verwisseling niet uitgesloten.



Afb.12. IJsselstanden te Kampen gedurende 1926



Afb.13. IJsselstanden te Kampen gedurende 1932

De "Enk" aan de zuidgrens van de gemeente Kampen wordt duidelijk gemarkeerd door een groot aantal kolken en een zandwal. Bij nader onderzoek is echter gebleken, dat wij ook hier waarschijnlijk niet te maken hebben met een oude IJsselarm (zie II.9).

Alle andere armen zijn nog als geulen in het landschap zichtbaar, zoals b.v. het Zuiderdiep, dat lange tijd de hoofdstroom is geweest (afb. 11).

De huidige IJsselloop heeft langs zijn oevers deels een duidelijke oeverwal. Kampen en ook Brunnepe zijn geheel op deze oeverwal gelegen. Alleen in het n.w. is nog een klein deel buiten de stadsuitbreiding gebleven. Ten z.o. van de stad ligt echter komklei tot aan de bandijk.

De overige afzettingen van de IJssel, waaronder een aantal zandplaten in het mondingsgebied, die de kern van de z.g. eilanden als de Melm, het Haatland en de Zandjes vormden, zijn door de Zuiderzee vele malen overstroomd. Daarbij is fijnzandig zeeslib op de oorspronkelijke rivierafzettingen gekomen. In sommige delen heeft daarna de fluviatiele sedimentatie weer de overhand gekregen, waarbij komkleiachtig materiaal is afgezet, vaak weer gevolgd door een hernieuwde afzetting met een meer marien karakter. Een duidelijke scheiding van deze sedimenten bleek niet mogelijk, zodat bij de kartering deze gronden als fijnzandige zeekleiafzettingen zijn gekarteerd. Slechts wanneer de duidelijk grofzandige (rivierzand) ondergrond werd aangeboord, is deze als zodanig aangegeven (zie hoofdstuk IV).

De bedijking van de IJssel is uitgevoerd in de 14e eeuw. De Sallandse bandijk is aangelegd in 1306, maar was aanvankelijk niet gesloten. Achter Wilsum ging deze dijk over in een reeks pleistocene opduikingen, waarop o.a. IJsselmuiden ligt. Na de aanleg van de Veluwse bandijk in 1370 liepen de rivierstanden zo hoog op, dat de Sallandse bedijking in 1390 geheel moest worden gesloten. Door deze bedijkingen in de late middeleeuwen werd de rivier een voortdurend gevaar voor de bewoning, terwijl men nog weinig hinder van de zich uitbreidende Zuiderzee ondervond. Zo moest de stadsgracht van Kampen, die voordien in open verbinding met de IJssel stond, in de 14e eeuw van sluizen worden voorzien. Ook in de veldnamen komt de grote bedreiging van de rivier tot uiting: het oorspronkelijk bedijkte stuk van de polder Kamperveen, dat aan de zeekust lag heet het "Binnenland", terwijl het gebied langs de rivier het "Buitenland" wordt genoemd. Ook bij de toenemende invloed van de Zuiderzee moesten de rivierdijken in het oog worden gehouden, omdat ook de rivierstanden door stuwing in de mond zo hoog opliepen, dat zij een ernstige bedreiging voor het gebied vormden (afb. 12). De doorbraak bij Zalk in 1926 is hiervoor een bewijs. Na de afsluiting van de Zuiderzee in Mei 1952 worden de schommelingen in de IJsselstanden veel geringer, al is het effect van de stuwing in de mond door opwaaiing nog niet geheel verdwenen (afb. 13).

II.8. Het opdringen van de zee.

De geschiedenis van de vorming van de Zuiderzee is zeer gecompliceerd. Het is echter duidelijk, dat de allereerste

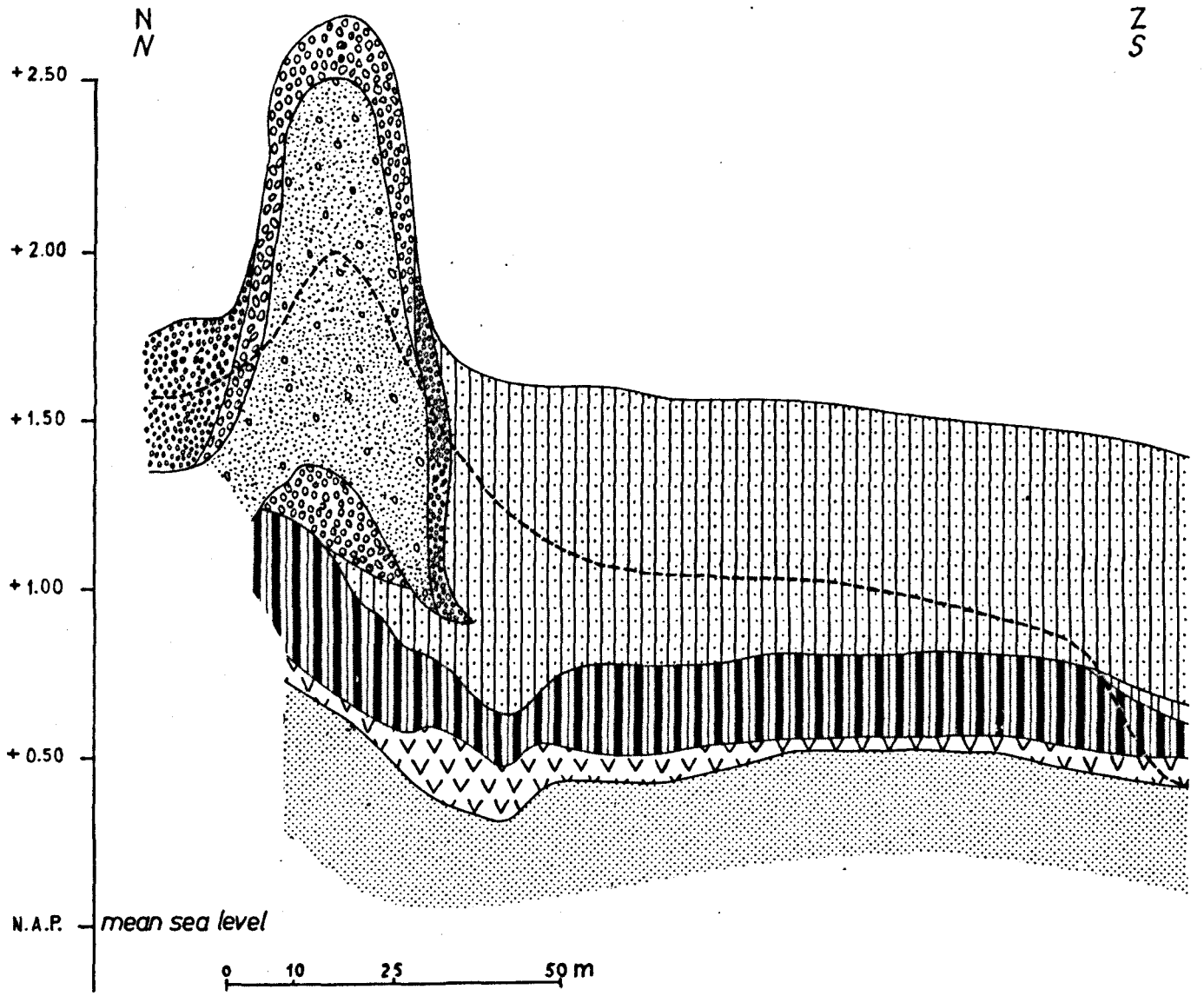
oorzaak van haar ontstaan en uitbreiding gezocht moet worden in de sedert het einde van de laatste ijstijd steeds stijgende zeespiegel en de gelijktijdige daling van het land (zie o.a. Bennema, 1954).

De vorming van de Zuiderzeekustafzettingen is, geologisch gezien, nog zeer jong. Wiggers (1954/55) vermeldt, dat sedert het begin van de 13e eeuw de verbinding van het meer Flevo met de Noordzee in snel tempo ruimer werd. In 1302 werd het noodzakelijk de Broeken en Maten rond de stad Kampen te bedijken met de St. Nicolaasdijk en de Zwartendijk. Het overgebleven veengebied werd gedeeltelijk vrij sterk aangetast en langzamerhand geheel overdekt met zeeslib, dat aanvankelijk nog een sterk brak karakter had, hetgeen wordt aangetoond door het vrij sterk knippige karakter van de afzetting (zie hoofdstuk V A). Ook van der Heide en Wiggers (1954) vonden bewijzen voor een steeds toenemen van het zoutgehalte tot het begin van de 17e eeuw. Dit houdt tevens verband met de sterk verminderde afvoer van de IJssel, welke volgens oude kronieken sinds 1550 - 1600 plaats vond (Middelhoek en Wiggers, 1953).

Was de Zwartendijk de oudste zeedijk, in 1597 werden de nieuwe aanwassen van het Haatland tot de "Enk" omgeven door een zomerkade, die later opgehoogd werd. Om de slibbemesting niet te moeten ontberen werd in deze dijk bij de Reve een planken schot geplaatst, dat 's winters werd weggenomen. De oude Zwartendijk bleef daardoor de voornaamste zeewering, die - getuige de vele wielen en overslagen (afb. 18) - herhaalde malen moet zijn doorgebroken. In 1625 wordt een doorbraak vermeld, waarbij het Cellenbroedersbroek overdekt werd met een dikke laag zand. De gehele 18e eeuw door hebben doorbraken plaats gehad en uit 1802 en 1825 zijn zij thans nog bij overlevering bekend.

Nieuwe aanwassen ontstonden voor de Dronther dijk. Er ontstond daar een hoge wal met een begin van duinvorming, waardoor de afwatering van de binnenwaarts gelegen gronden ernstig werd belemmerd. Men hechtte echter zoveel waarde aan de slibbemesting, dat men geen hoge zeedijk wenste. Wel werden in 1809 de nieuwe aanwassen van de Kardoezen tot de Enk met een zomerkade omgeven. Toen de doorbraken bleven aanhouden begon men met Rijkssubsidie vanuit Elburg een zware zeedijk aan te leggen, welke werd doorgetrokken tot de Ketelmond en vandaar langs de IJssel naar Kampen. In 1876 was de dijk gereed, maar sloeg op 30 januari 1877 bij een stormvloed weer weg tot op de hoogte van de voormalige zomerkade. Daarbij is het gebleven tot in 1932 door de afsluiting van de Zuiderzee een definitief einde kwam aan de voortdurende periodieke overstromingen.

De bedijkingsgeschiedenis kan niet worden afgesloten zonder te wijzen op een merkwaardig gevolg van de inundaties achter zomerkaden. Achter de Dronther Zeedijk, welke in feite dus lange tijd een zomerkade was, en enkele andere lage dijken, ligt een bodemtype, dat op de bodemkaart staat aangegeven als overslibde fijnzandige overslag (zie hoofdstuk IV en V), welke overeenkomt met de door Veenenbos (1950) beschreven zeeoverslaggronden. Meestal doet deze overslag zich voor als een aaneengesloten fijnzandige laag van 50 - 80 cm dikte soms ook als een laag bestaande uit zandlensjes van ten hoogste 3 cm dikte, gescheiden door dunne kleilaagjes. Een mogelijke verklaring kan zijn, dat bij de toenemende frequentie van de stormvloeden achter de dijk een laag zand door dijkoverslag is afgezet, welke later weer bij normale overstromingen via de overlaten is overdekt met een normaal zeekleisediment.



Dekzand
Grofzand met fijn grind
Fijn grind
Grind
Veen
Fijnzandige klei
Rulle klei
Compacte zware klei
Phreatisch vlak

Afb.14. Doorsnede door de strandwal en het erachter gelegen land

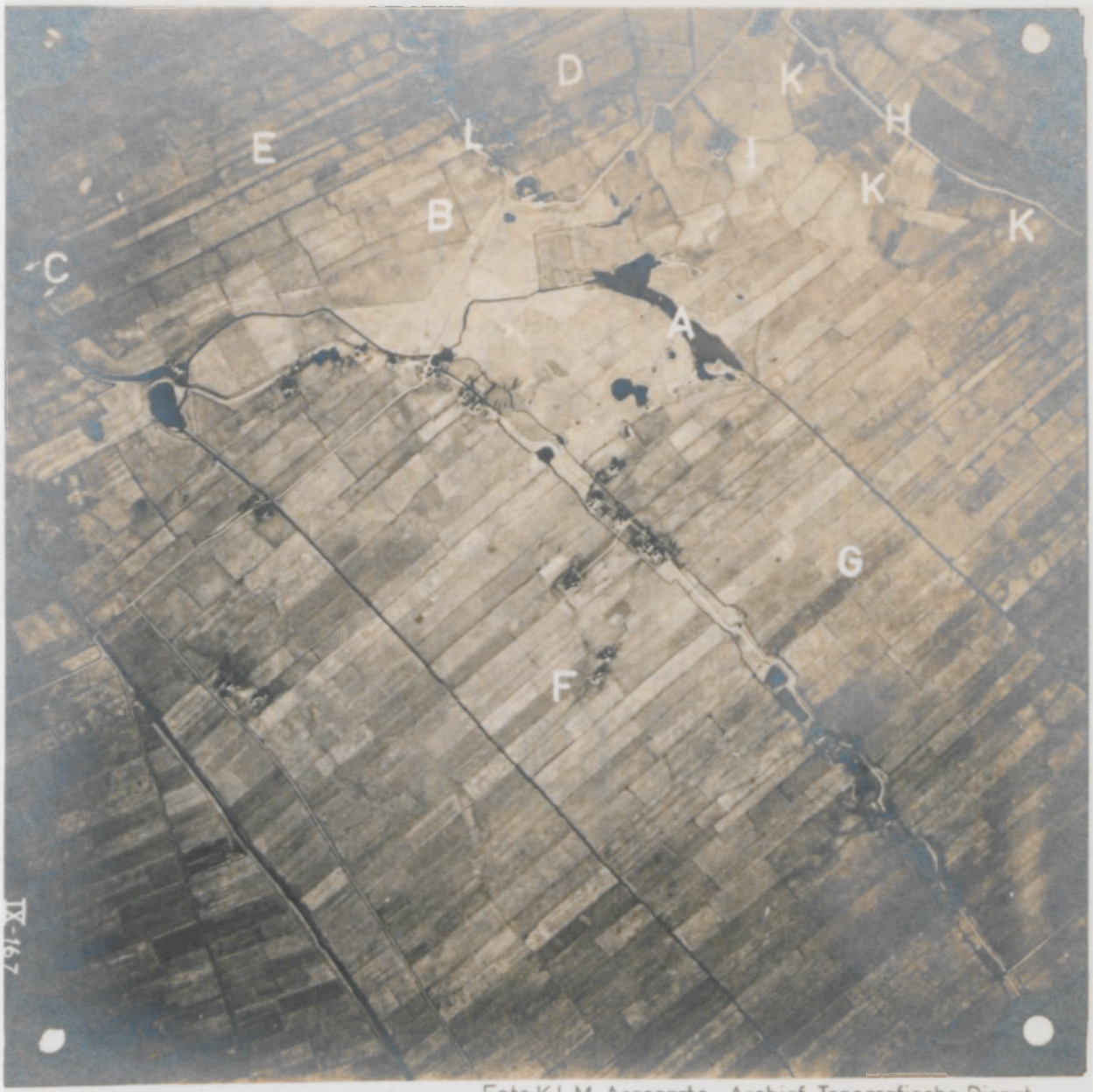


Foto K.L.M. Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. Kolk. De meeste kolken zijn uitgeschuurd in vroegere sloten en in de wetering.
B. Zandwal. C. Sporen van de oude Dronther Zeedijk. D. Kamper bedijking.
E. Polder Dronthen. F. Kamperveense bedijking, Binnenland. G. Idem Buitenland.
H. Veluwse bandijk. I. Oenen. K. Dichtgeslibde IJsselmeander. L. Zwartendijk.

Afb. 15. Luchtfoto van de Enkkolken en de zandwal.

In het zuidelijk deel van het gebied is de ontwikkeling gedeeltelijk een andere. Ook daar wordt door de toenemende invloed van de Zuiderzee over het veen een laag zeeklei afgezet, maar de aanslibbing, die in het noorden sterk door de bekadingen is beinvloed, wordt tussen Harderwijk en Elburg afgesloten door de vorming van een strandwal. Het grindrijke zand, waaruit deze strandwal bestaat, is afkomstig van de afzetting, die voor de brede opening van het dal van de Leuvenumse Beek ligt en daar vooral gedurende het eerste deel van de Würmtijd door sneeuwsmeltwater werd gevormd (zie II.3). Het zeewater heeft deze nabij de oppervlakte liggende grove afzetting sterk omgewerkt en bij noordwesterstormen is het zand als ruggen langs het strand opgeworpen (afb. 14).

II.9. De Enk en de zandwal.

Zoals reeds in II.7 terloops werd medegedeeld, kan niet worden aangenomen, dat de z.g. Enk een oude tak van de IJssel is. Waar men immers de verbinding met de IJssel zou zoeken ligt een belangrijke dekzandrug, welke duidelijke sporen vertoont van oude bewoning en waar wellicht de woonkern van de verdwenen buurschap en waarschijnlijk mark Onden (thans het erf Oene) gezocht moet worden [1] (afb. 1.5).

Uit het feit, dat de bedijkingen van Kampen en Kamperveen van het begin af (13e eeuw) volkomen gescheiden zijn geweest, mag worden afgeleid, dat toen de Enk al als een smalle opening aanwezig was, waardoor bij hoog water zowel van binnen uit (IJssel) als van buiten af (Zuiderzee) het water zich een weg kon zoeken.

Toen de aangrenzende gebieden allengs werden bedijkt, is de stroomsnelheid ongetwijfeld groter geworden en is de inham steeds verder uitgeschuurd, waarbij in de polder Kamperveen grote kolken zijn geslagen. Deze kolken vertonen zeer merkwaardige eigenschappen. In de eerste plaats zijn zij jonger dan de percelering, want deze sluit ter weerszijden van de kolken precies op elkaar aan (afb. 15). Voorts blijken de bestaande sloten en de buiten wetering te hebben gediend als aangrijpingspunten voor de erosie. Opvallend is, dat deze kolken voorkomen in een gebied, waar een pleistocene dekzandrug tot vlak onder de oppervlakte voorkomt. De sloten snijden het dekzand nog aan.

Het zand, dat bij deze erosie werd losgewoeld, werd bij het afstromen van het water naar zee door de nauwe trechter tussen de Kamper- en Kamperveense bedijking mee naar buiten gevoerd. Meer naar zee was dan nog slechts de zuidzijde bedijkt, waardoor de stroomsnelheid sterk afnam en het zand in de vorm van een wal werd gedeponeerd tegen en over een aantal pleistocene opduikingen, die ter plaatse aanwezig waren.

De merkwaardige naam Enk, die op de Veluwe gewoonlijk oud bouwland betekent, kan mogelijk verklaard worden uit een verbastering van (h)ank), een woord, dat in de IJsselstreek voor kolken en buitendijkse geulen wordt gebruikt (Moerman,1954).

[1] Als zodanig wordt het voor het eerst genoemd in 1305. In de loop van de 14e eeuw komt daarnaast de schrijfwijze Oenden in gebruik.

III. DE ORIËNTERENDE BODEMKAART, SCHAAL 1 : 50.000 (bijlage 1)

III. 1. Inleiding

Het bodemkundig onderzoek door de Stichting voor Bodemkartering werd in september 1948 begonnen met een verkenning van het gehele Veluwe-randgebied (ca. 20.000 ha).

Het doel van deze verkenning was:

a. vertrouwd te worden met de algemene opbouw van het gebied;
b. georiënteerd te geraken omtrent de belangrijkste bodemeenheden, hun opbouw en regionale verspreiding en de geologische gesteldheid van de oppervlakte;
c. een inzicht te verkrijgen in de belangrijkste componenten van het landschap, zoals reliëfvormen, bodemgebruik, ontwatering, e.d., een en ander in verband met de bodemgesteldheid;
d. inwerken van enkele, niet op het "oude land" geschoolde krachten.

De resultaten van de verkenning, n.l. de oriënterende bodemkaart met een zeer eenvoudige legenda, zijn vastgelegd op de topografische kaartbladen 1 : 25.000 en later overgebracht op een kaart met schaal 1 : 50.000, welke als bijlage 1 bij dit basisrapport is gevoegd. Binnen de 3 km strook zijn de grenzen van de bodemeenheden gecorrigeerd aan de hand van de gedetailleerde overzichtskaarten.

III.2. Indeling van de gronden.

De gronden, die in het Veluwe-randgebied voorkomen, kunnen naar de aard van het moedermateriaal onderverdeeld worden in zandgronden, veengronden en kleigronden. Zij zijn nader onderverdeeld in bodemgroepen, die elk gronden omvatten, waarvan de hoofdkenmerken van boven- en ondergrond hetzelfde zijn.

Aldus is de navolgende legenda voor de oriënterende bodemkaart (bijlage 1) tot stand gekomen:

Zandgronden
- stuifzandgronden
- stuifzandontginningsgronden
- hoge oude bouwland-dekzandgronden
- middelhoge oude bouwland- en oude grasland-dekzandgronden
- lage oude grasland-dekzandgronden

Veengronden en klei - op - veengronden
- veengronden met dunne zandige of slibhoudende bovengrond
- klei - op - veengronden

Kleigronden
- Zuiderzee- en IJsselkleigronden

Overige gronden
- gebroken gronden
- strandwalgronden
- overslaggronden.

III.2.1. De zandgronden

Deze gronden behoren bodemkundig tot twee verschillende landschappen, t.w.:

1. Het stuifzandlandschap, gekenmerkt door een onregelmatig reliëfs gevormd door uitgestoven laagten en opgestoven hoogten. Tot dit landschap behoren:

a. de stuifzandgronden, bestaande uit levende, woeste stuifgebieden en beboste stuifzanden

b. de stuifzandontginningsgronden: hooggelegen, droge, schrale weinig humeuze jonge ontginningen.

2. Het dekzandlandschap, gekenmerkt door een typisch zwak golvend micro - reliëf met grotere en hogere ruggen en een zeer gelijkmatige korrelgrootte van het zand.

Naar de relatieve hoogteligging, d.w.z. naar de ligging van het maaiveld ten opzichte van het phreatisch vlak, zijn de gronden onderverdeeld in 3 "vochttrappen": hoog, middelhoog en laag. De hoge en een deel van de middelhoge dekzandgronden hebben een dik humeus dek, dat door menselijke beinvloeding is ontstaan. Zij worden tot de oude bouwlandgronden gerekend. De lage en een deel van de middelhoge gronden hebben de minder dikke, maar sterker humeuze bovengrond van oude graslandgronden. De onderverdeling in groepen blijkt goed te passen bij de gevonden gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstanden (tabel 2).

Tabel 2. Grondwaterstanden in de dekzandgronden van het Veluwe-randgebied (naar Sieben, 1949)

Table 2. Groundwaterlevel in the North-Veluwe region (according to Sieben, 1949).

Bodemgroep Soil group	Hoogste grondwaterstand in cm-maaiveld highest groundwaterlevel in cm under the surface	Laagste lowest
Hoge dekzandgronden High lying coversandsoils	ca 100-ca 250	ca 150-ca 300
Middelhoge dekzandgronden Medium high lying coversandsoils	ca 50-ca 100	ca 100-ca 150
Lage dekzandgronden Low lying coversandsoils	0-ca 50	ca 50-ca 100

III.2.2 De veengronden en klei - op - veengronden

Deze gronden worden gekenmerkt door een zuivere veenlaag in het profiel binnen boordiepte (1.20 m). De bovengrond bestaat niet steeds uit zuiver veen. De onderverdeling in de twee bodemgroepen wordt bepaald door de aard van de bovengrond.

De veengronden met dunne zandige of slibhoudende bovengrond, worden gekenmerkt door een ondiep voorkomen van de veenlaag ($\leq$ 30 cm) in het profiel en een bovengrond,die bestaat uit zandig of kleiig veen. De vochtvoorziening en de aard van het grasland worden hier grotendeels beheerst door het veen. Het pleistocene zand wordt op een diepte van 40 - 120 cm beneden maaiveld aangetroffen.

De klei-op-veengronden, hebben een dikkere minerale bovengrond (30-60 cm), hoofdzakelijk afkomstig van overstroming van het veenlandschap door de Zuiderzee. De dikte van de veenlaag neemt naar het noorden zeer sterk toe (tot ca. 6 m).

De aard en de vochtvoorziening van het grasland op deze bodemgroep wordt bepaald door het kleidek. Het zijn overwegend echte "kleigraslanden".

III.2.3. De kleigronden

Deze groep gronden is niet nader onderverdeeld, ofschoon er afzettingen toe behoren, die tot twee verschillende bodemkundige landschappen gerekend moeten worden, n.l. rivierkleigronden, afgezet door de IJssel en sedimenten, afgezet door de Zuiderzee. Aangezien een exacte scheiding tussen beide afzettingen niet mogelijk bleek, wegens het variëren van de invloeden van beide afzettingsmechanismen binnen hetzelfde profiel, werden beide landschappen verenigd (zie II.7.).

Foto: H. de Bakker

Afb. 16. De Nodbeek breekt door de strandwal.
Op de achtergrond de steile grindrijke strandwal;
op de voorgrond, lage vlakke grindhoudende klei[illegible].

III.2.4. De overige gronden

a. De gebroken gronden worden aangetroffen, waar klei over het dekzand uitwigt. De bouwvoor bestaat uit een mengsel van dekzand en (meest zware) klei . Het profiel gaat naar onder over in zuiver zand. De menging is waarschijnlijk deels reeds bij de afzetting tot stand gekomen, deels is zij een gevolg van grondbewerking en homogenisatie (Hoeksema, 1953).

b. De overslaggronden, zijn een gevolg van doorbraken van of overslagen over de dijk. De profielen worden gekenmerkt door het voorkomen van een zandlaag in het profiel, die soms overdekt is door jongere sliblagen.

c. De strandwalgronden behoren tot het Zuiderzeekustlandschap. Zij vormen plaatselijk de kust en bestaan in hoofdzaak uit grof grindrijk zand, dat bij stormvloeden als een wal op de kust is afgezet (afb. 16).

III.3. Beschrijving van de kaart

Op de bodemkaart zijn drie gebieden met een geheel verschillend kaartbeeld te onderscheiden:

1. Tussen Harderwijk en Nunspeet ligt een gebied met een vrij regelmatig kaartbeeld.
2. Een zeer bont gebied ten noorden van Nunspeet, ongeveer tot de lijn Elburg - Wezep.
3. Het gebied ten noorden van de lijn Elburg-Wezep tot de Ketelmond met een zeer gelijkmatig kaartbeeld, behoudens enkele onderbrekingen in de omgeving van Kamper Nieuwstad.

1. Het gebied tussen Harderwijk en Nunspeet

Dit gebied valt nog in twee verschillende delen uiteen. In het gebied ten n.o. van de Hierdense en de Bijsselse beek hellen de gronden vanaf het stuifzand langs de spoorlijn regelmatig af in de richting van de kust. Het beboste stuifzandgebied gaat ongeveer halverwege de spoorlijn en de straatweg over in hoge oude bouwlandgronden. De straatweg vormt ongeveer de grens tussen de hoge en de middelhoge zandgronden. Daarna volgen de lage oude zandgraslandgronden, de laaggelegen veengronden met een veendikte van 40 - 80 cm, de veengronden met een kleidek, waarvan de veendikte in de richting van de kust toeneemt tot maximaal 1.50 m. De rij wordt afgesloten door een smalle grindrijke, grofzandige strandwal, die op een kleiondergrond rust.

De strook cultuurgrond tussen het stuifzand en de strandwal is hier slechts ca. 3.5 km breed.

In het gebied ten westen van de Hierdense beek ondergaat de ligging van de zones der verschillende bodemgroepen enige verandering. In de omgeving van de beek wordt de strook laaggelegen veengronden aanvankelijk breder. De grenslijnen tussen de verschillende zandgroepen buigen iets naar het zuiden af, waardoor het dal van de beek zich aftekent. In de richting van Harderwijk wordt de strook cultuurgronden allengs smaller. Het veen wigt ten westen van de beek spoedig uit en maakt plaats voor gebroken gronden, omdat de kleiafzetting van de Zuiderzee hier op het dekzand heeft plaats gevonden.

Behalve een verschil in de topografie wordt ook de aard van het zand ten westen van de Hierdense beek anders. Het dekzand wordt in de richting Harderwijk grover, terwijl de ondergrond sterk van karakter verandert. Het dekzand rust hier n.l. op het grove grindrijke zand van de puinkegel in de mond van het trechtervormige dal, dat in hoofstuk II.3. beschreven is.

2. Het gebied tussen Nunspeet en Elburg - Wezep.

Hier wordt de geleidelijke overgang van hoog naar laag, zoals die in het vorenstaande gebied voorkomt, onderbroken door twee hogere dekzandruggen.

De zuidelijke rug strekt zich uit vanaf de hoge gronden bij Wezep naar het noordwesten en zet zich voort in de strook gebroken gronden langs de kust ten westen van de Bijsselse beek.

De noordelijke rug ligt ten zuiden van Elburg. Hierop is een aantal dorpen tot ontwikkeling gekomen: Doornspijk, Oostendorp en Oosterwolde. Ten westen van Elburg zet de rug zich voort in een strook gebroken gronden langs de kust en een tak in zuidwestelijke richting, die ongeveer evenwijdig aan de zuidelijke rug loopt. In oostelijke richting verdwijnt de rug geleidelijk in een gebied van veengronden met kleidek ten noordwesten van Wezep.

De ruggen hebben aan de noordwestelijke zijde een geleidelijke helling; aan de zuidoostelijke zijde hellen ze steil af, waarbij op zeer korte afstand dikwijls hoogteverschillen van ca. 2 m voorkomen.

In de laagste gedeelten tussen de ruggen onderling en tussen de ruggen en de hogere gronden heeft zich veen gevormd, dat in dikte varieert van 40 cm tot 1.20 m.

Tussen de rug ten oosten van Elburg en de straatweg ligt een veenkom. Het veen bestaat uit zeggeveen met veel houtresten. In oostelijke richting is dit veen overdekt met een kleilaag. De dikte van de veenlaag varieert hier van ca. 40 cm tot ongeveer 1 m. In de richting van de straatweg wigt het kleidek uit over dekzand, zodat hier weer een strook gebroken gronden is ontstaan.

3. Het gebied ten noorden van de rug bij Elburg

Tussen deze rug en de gebroken gronden (dekzandopduikingen) bij Kamper Nieuwstad ligt een grote vlakte met veengronden overdekt met een kleilaag. In het zuiden is deze kleilaag ca. 10 cm dik en sterk humeus. Ook in het midden is de laag niet dikker dan 20 à 30 cm. In de richting van de kust wordt het kleidek geleidelijk dikker, grijzer van kleur en minder humeus. Waar het dek dikker wordt dan ca. 60 cm is de grens met de kleigronden gelegd.

Direct ten noorden van Elburg is de klei erg slap, in noordelijke richting wordt de structuur geleidelijk meer normaal. Ten zuiden van Kamper Nieuwstad is de klei sterk fijnzandig gelaagd.

Het veen onder het kleidek bestaat grotendeels uit rietzeggeveen; ten zuiden van Kamper Nieuwstad wordt de bovenlaag van het veen door veenmosveen gevormd. De veendikte varieert in het zuiden van 60 tot 120 cm. Ten noorden van Kamper Nieuwstad neemt de dikte toe tot 4 à 6 meter in de omgeving van Kampen.

Door de sedimentatie van de IJssel neemt het kleidek ook in de richting van de rivier in dikte toe. Langs de IJssel ligt een duidelijke oeverwal (Edelman, c.s. 1950).

Langs de oude dijken treft men een groot aantal "wielen" aan, overblijfsels van vroegere dijkdoorbraken. De zandige overslaggronden liggen steeds aan de zuidwest-zijde. Hieruit

zou men geneigd zijn te concluderen, dat deze doorbraken veroorzaakt zijn door de IJssel. Dit is echter waarschijnlijk niet het geval. Bij zware storm drong n.l. Zuiderzeewater via de Dronthense Overlaat in de Zuiderzeedijk ten westen van Kampen het gebied binnen en bedreigde zo de dijken "van binnen uit".

IV. DE BODEMKAART (profieltypenkaart) VAN HET NOORDELIJK DEEL SCHAAL 1 : 25.000 (bijlage 2)

Aan de hand van de bij de kartering verkregen gegevens is van het door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst gekarteerde gebied naast de z.g. lagenkaarten, aangevende het slibgehalte van de bodem op verschillende diepten, een profieltypenkaart vervaardigd, welke na verkleining tot schaal 1 : 25.000 aan dit rapport als bijlage 2 is toegevoegd.

De z.g. profieltypen vormen de hoofdindeling van de bodemkaart en zijn grotendeels vergelijkbaar met de bodemkundige landschappen, die door de Stichting voor Bodemkartering zijn onderscheiden (zie V.A.1).

In het noordelijk deel werden de volgende profieltypen aangetroffen, welke met Romeinse cijfers op de bodemkaart zijn aangegeven:

I Zandgronden
II Klei-op-veengronden
III Overslaggronden
V Fijnzandige zeekleigronden
VI Grofzandige rivierkleigronden
V/VI Fijnzandige zeekleigronden op grofzandige ondergrond
VII Zandwalgronden.

IV.1. De zandgronden (1)[x)]

Dit profieltype komt in het noordelijk gebied slechts verspreid en over een kleine oppervlakte voor. Het is beperkt tot de "opduikingen" van het Pleistoceen. Het zijn de hoogste punten van enkele, in hoofdzaak z.w. - n.o. gerichte ruggen (zie hoofdstuk II), welke niet door jongere afzettingen zijn overdekt. Het gebied, waarbinnen het pleistocene zand nog binnen 120 cm onder maaiveld wordt aangetroffen, is op de kaart met een afzonderlijke signatuur aangegeven.

Het profiel is eenvoudig van opbouw. Het bestaat uit een humusarme en slibloze tot slibhoudende bovengrond, die op een diepte van 40 tot 70 cm overgaat in geel tot grijs zand. Het humusgehalte van de bovengrond bedraagt 4 à 10% en het slibgehalte is lager dan 15%, Het U-cijfer van het zand bedraagt ongeveer 100.

De randen van de opduikingen worden gevormd door z.g. gebroken gronden (zie onder V.A.)., waarin het humus- en slibgehalte toeneemt. Deze zône komt echter in verband met de schaal niet op de kaart tot uiting.

Het profieltype is niet nader onderverdeeld.

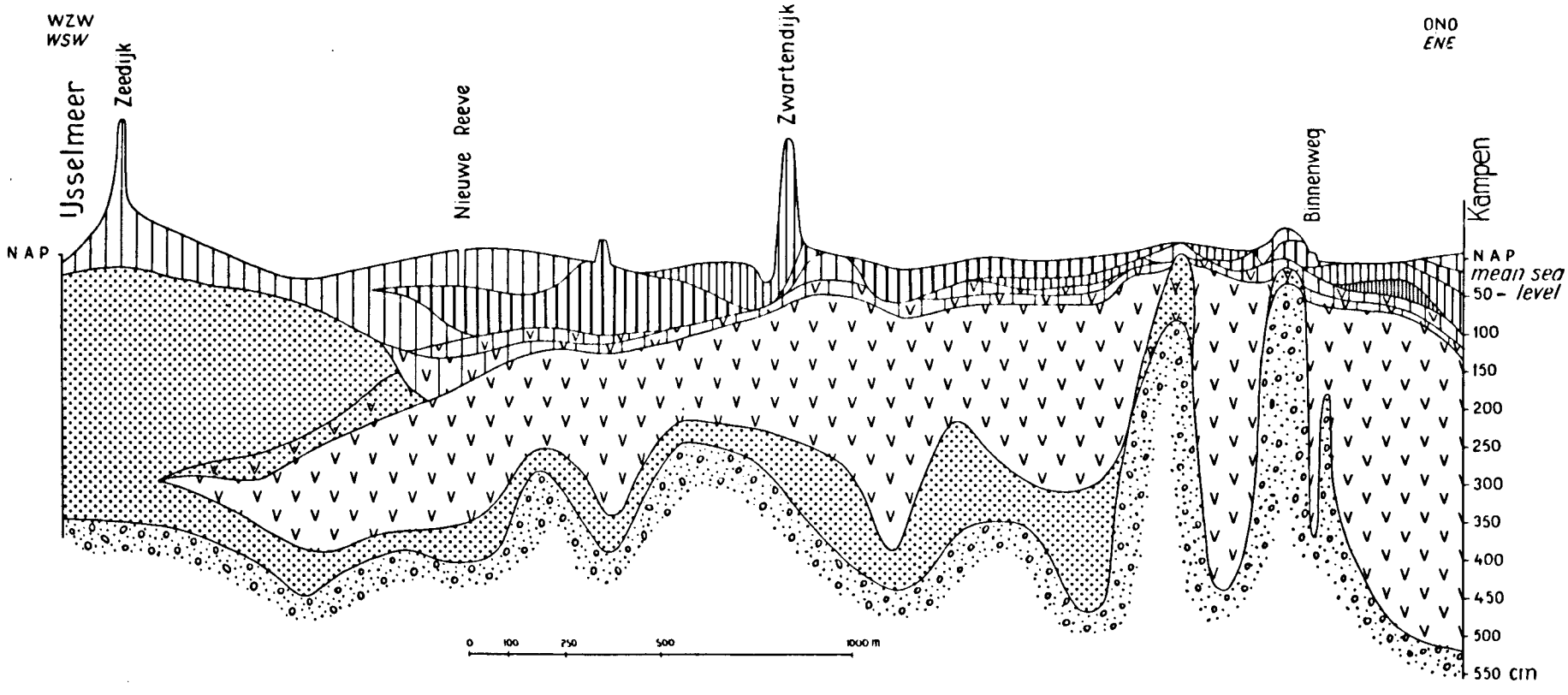
IV.2. De klei-op-veengronden (II).

Deze gronden beslaan het grootste deel van het gekarteerde gebied.

Zoals de naam aangeeft bestaat dit profieltype uit een kleilaag, die op veen rust. De diepere ondergrond (4-6 m onder maaiveld) bestaat uit zand, dat hetzelfde karakter heeft als het zand van profieltype I, met een U-cijfer van ongeveer 100.

Het veen is weinig vergaan en grof van "structuur". Het is rietzeggeveen met veel houtresten (elzen en berken).

x) symbool op de bodemkaart



Afb. 17. Schematische doorsnede door het noordelijk deel van het gebied.

Hoe dichter bij de stad Kampen, hoe houtrijker het veen wordt. In de Broeken en Maten ziet men plaatselijk kienhout in de sloten omhoog steken. De veendikte bedraagt aan de stadszijde omstreeks 5½ meter. Naar zee toe wordt de veenlaag steeds dunner en komt dieper in het profiel te liggen. Dit blijkt duidelijk uit afb. 17.

De dikte van de kleilaag varieert van 10 tot 120 cm en de zwaarte van ongeveer 35 - 60%. In de Broeken en Maten is de kleilaag van ongeveer gelijke dikte, n.l. 35 - 45 cm; in het Haatland is de dikte iets groter (40 à 60 cm), behalve aan de z.w.-zijde, waar een strook tegen de St. Nicolaasdijk afgekleid is en slechts een kleidek van omstreeks 30 cm heeft. Vlak buiten de Zwartendijk is de laag ongeveer 50 cm dik en neemt dan in de richting van de zee snel/toe en in zwaarte af (ca. 35% afslibbaar). Het kleidek in de Broeken en Maten en in het Haatland is zwaar: 40 - 60% afslibbaar en plaatselijk nog wel zwaarder.

In het algemeen is de kleilaag in de bouwvoor zeer humeus; het humusgehalte ligt tussen 15 en 30%. Ook de overgang van de klei naar het veen verloopt via humeuze klei en kleiïg veen. Tussen de humeuze bovengrond en de overgang naar het veen is meestal een humusarme kleilaag aanwezig, die een stug karakter heeft en in natte toestand zeer compact is. In vele gevallen ligt deze laag het gehele jaar in het grondwater. Bij indroging vertoont de laag een zeer ongunstige, knippige structuur (zie V.A.3.).

Naar de dikte en de zwaarte van de kleilaag wordt het profieltype II in een aantal eenheden onderverdeeld. De dikte van de kleilaag wordt aangegeven door een letter achter het symbool en de zwaarte van de bovengrond door een cijfer daarachter; een en ander volgens het onderstaande schema:

dikte van de sliblaag		zwaarte van de sliblaag	
a =	0 - 20 cm	2 =	15 - 30% afslibbaar
b =	20 - 40 cm	3 =	30 - 45% "
c =	40 - 60 cm	4a =	45 - 50% "
d =	60 - 80 cm	4b =	50 - 60% "
f =	80 -100 cm		
g =	> 100 cm		

b.v. IId3: klei-op-veengrond met een kleidek van 60 à 80 cm dikte en een slibgehalte van 30 à 45%.

De zwaarteklassen 3 en 4a overlappen elkaar 5%. Dit is gedaan uit practische overwegingen. Speciaal in type II, doch ook in de typen V, VI en VII komen veel profielen voor met een gehalte aan afslibbare delen tussen 40 en 45%. Een deel van deze profielen heeft een zodanige habitus, dat plaatsing in de klasse 3 een te lichte indruk van het type zou geven. Door de overlap, waardoor classificatie in 4a mogelijk werd, is een indeling verkregen, die beter is aangepast bij de bodem- en landbouwkundige kwaliteiten en mogelijkheden.

IV.3. De overslaggronden (III).

Onder dit profieltype zijn alle gronden samengevat, waarin over het klei-op-veenprofiel een zandlaag is afgezet, welke al of niet overdekt kan zijn door andere sedimenten.

in dikte

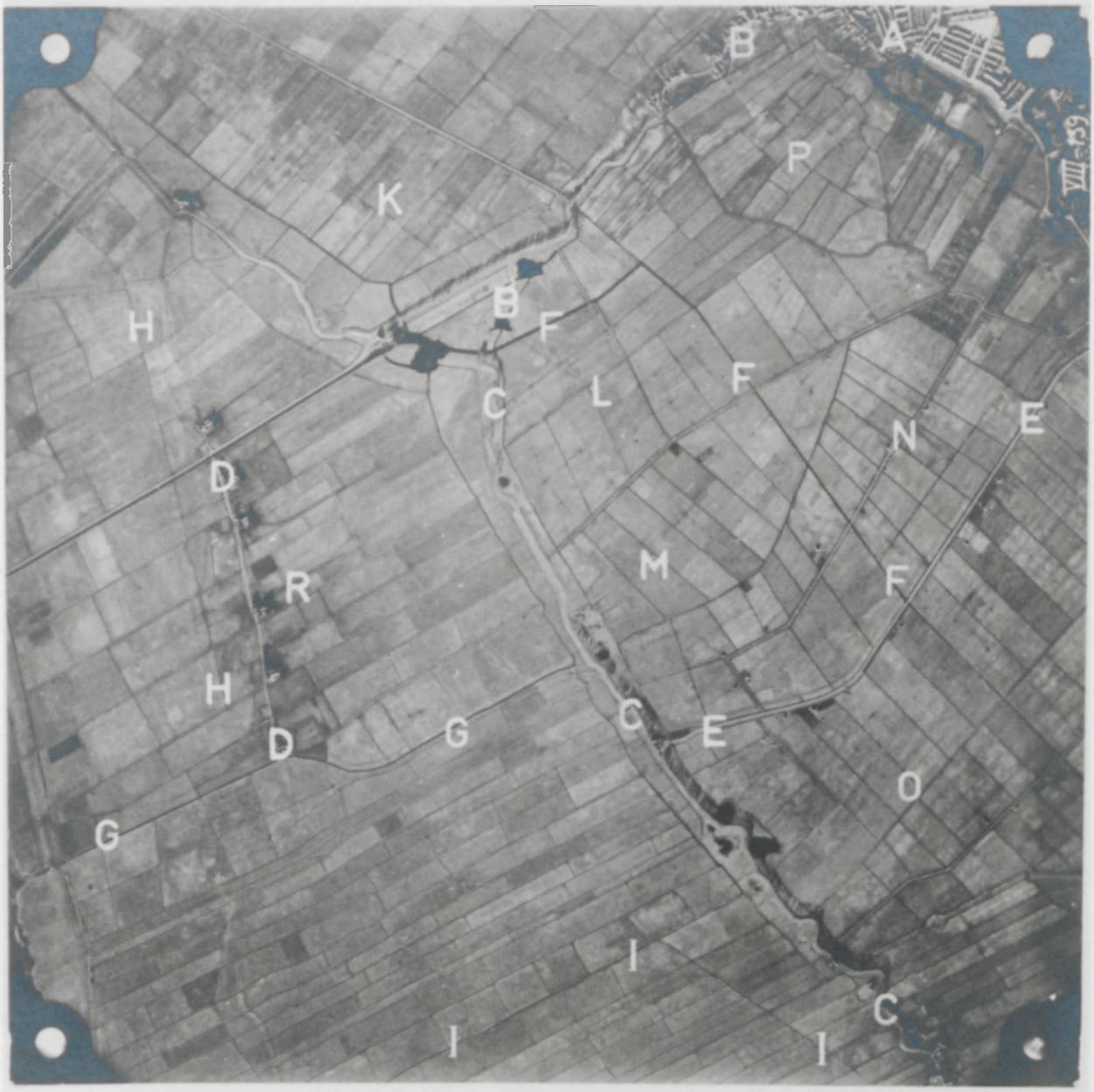


Foto K.L.M. Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. Kampen. B. St. Nicolaasdijk. C. Zwartendijk. D. Buitendijk. E. Cellenbroedersweg.
F. Middelwetering. G. Nieuwe Reeve. H. Buitenwetering. I. Buiten Reeve. K. Haatland.
L. Hoogen Broek. M. Buiten Broek. N. Cellenbroedersbroek. O. Boven Broek.
P. Maten. R. Buitendijkse Erven.

Afb. 18. Luchtfoto van een gedeelte van de Kamper Broeken en de polder Dronthen. De vele kolken langs de Zwartendijk en St. Nicolaasdijk getuigen van veelvuldige doorbraken.

Er zijn tot dit profieltype twee essentieel verschillende afzettingen gerekend, t.w.:
1. de grofzandige overslaggronden
2. de fijzandige overslaggronden.

IV.3.1. De grofzandige overslaggronden (III).

Deze gronden kunnen tot de echte overslaggronden gerekend worden; dat wil zeggen, dat zij zijn ontstaan als gevolg van dijkdoorbraken. Zij liggen aan de binnenzijde van de Zwartendijk, waaiervormig op enige afstand van de kolken en als ruggen rondom deze heen (afb. 18). Hier is de overslag het lichtst en het dikst en rust vrijwel overal direct op het veen. Deze ruggen liggen meestal hoger dan de omgeving en zijn in het voorjaar vroeger. In de zomer hebben zij neiging tot verdroging.

Buiten de ruggen neemt de dikte van de overslag af en raakt deze tegelijkertijd overslibd met zwaarder materiaal. De dikte van de overslibbing neemt echter minder snel toe, dan de dikte van het overslagzand afneemt. Aan de grens van de overslag ligt het zand dan ook nog vrij ondiep in het profiel, n.l. op 30 à 40 cm. Het al of niet overslibd zijn van de grove zandlaag is aanleiding geweest tot het onderverdelen van de grofzandige overslaggronden in niet overslibde (IIIA) en overslibde (IIIB) overslaggronden.

Het zand van de grofzandige overslagen bestaat uit gelijkmatig grijsgeel zand, dat een grote gelijkenis vertoont met het zand van de pleistocene opduikingen. Het gemiddelde U-cijfer van het overslagzand ligt echter lager, n.l. 70 - 80, hetgeen waarschijnlijk zijn oorzaak vindt in een hernieuwde sortering door het stromende water. De overslibbing van de grofzandige laag heeft een dikte van maximaal ca. 40 cm en een slibgehalte tussen 15 en 35%. Deze laag is meestal gemengd met grof zand van de overslag. De zandfractie heeft dan ook een U-cijfer van 70 à 80. Onder de zandlaag, tenminste buiten de kern van de overslag, wordt het normale klei-op-veentype aangetroffen. In de kern rust het zand meestal direct op veen.

Wat de tijd van ontstaan betreft is met zekerheid een doorbraak bekend uit 1625, vele uit de 18e eeuw tot in 1802. Vóór de 15e eeuw zullen waarschijnlijk geen doorbraken hebben plaatsgevonden, omdat de stormvloeden in de Zuiderzee toen nog niet hoog genoeg opliepen.

De indeling van de grofzandige overslaggronden berust in de eerste plaats op het al dan niet aanwezig zijn van een overdekkende sliblaag, voorts op de dikte van de zandlaag en de zwaarte van het slibhoudende profieldeel. Hiervoor is genomen het gemiddelde van de zwaarte van de sliblaag boven en onder de overslag.

IIIA niet overslibde grofzandige overslaggronden
IIIB overslibde grofzandige overslaggronden.

dikte van de zandlaag	zwaarte van de sliblaag
a = 0 - 20 cm	(bij type IIIA zwaarte van de ondergrond
b = 20 - 40 cm	bij type IIIB het gemiddelde van
c = 40 - 60 cm	de sliblagen onder en boven de
d = 60 - 80 cm	zandlaag)
	3 = 30 - 45% afslibbaar.

b.v. IIIAd3: niet overslibde grofzandige overslaggrond met een zandlaag van 60 - 80 cm dik en een ondergrond van 30 - 45% afslibbaar.
IIIBc3 : overslibde grofzandige overslaggrond met een zandlaag van 40 - 60 cm dik en een boven- en ondergrond met een percentage afslibbaar gemiddeld van 30 - 45%.

IV.3.2. De fijnzandige overslaggronden (IIIs)

De fijnzandige overslaggronden zijn geen echte overslagen in de onder IV.3.1. omschreven betekenis. Zij zijn niet ontstaan als gevolg van dijkdoorbraken.

In het gebied komen twee complexen van dit profieltype voor: een in de Buitendijkse Erven ten oosten van de "Buitendijk" en een tweede in het uiterste zuiden van het gekarteerde gebied in "Buiten aan Zee" ten zuidwesten van de Buiten Reve.

In sommige gedeelten komt het fijne zand, dat altijd overslibd is (dus tot de groep IIIsB behoort), als een ononderbroken laag van 50 - 80 cm dikte voor, elders zijn het fijne zandlaagjes van ten hoogste 3 cm dikte, afgewisseld door sliblaagjes van gelijke dikte. De totale dikte van de laag, evenals de diepte, waarop zij voorkomt, blijft echter ongeveer gelijk.

Het ontstaan van deze fijnzandige overslag is duister. Een mogelijke verklaring is het ontstaan als "dijkoverslag" in een laag bedijkt stadium. Het is bekend, dat de Buitendijk in 1597 is aangelegd als lage kade, welke eerst later werd opgehoogd. Deze verklaring geldt echter niet voor het complex in "Buiten aan Zee", dat niet direct achter een lage dijk is gelegen.

De dikte van het witte, fijnzandige overslagmateriaal bedraagt in de kern 50 à 80 cm en kan langs de randen afnemen tot ongeveer 20 cm. Het materiaal heeft een U-cijfer van ± 300 en doet sterk denken aan het uit de Noordoostpolder bekende Blokzijlzand, waarmede het ook in eigenschappen overeenkomt. Door de sterk fijnzandigheid van een belangrijk deel van het profiel zijn deze gronden niet zeer vatbaar voor verdroging. Een nadeel is echter de slechte doorlatendheid. Het slibgehalte van de bovengrond ligt tussen 15 en 40%, grotendeels tussen 20 en 30% en de dikte ervan bedraagt 35 à 60 cm. Onder de fijnzandige laag ligt weer klei-op-veen, dat echter in het profiel op groter diepte wordt aangetroffen dan bij de grofzandige overslagen.

Omdat de dikte van het fijne overslagzand in hoge mate bepalend is voor de landbouwkundige waarde van deze gronden, is de dikte van deze laag naast de gemiddelde zwaarte van overslibbing en ondergrond als criterium voor de verdere onderverdeling gebruikt.

dikte van de zandlaag		gemiddelde zwaarte van boven- en ondergrond	
a	= < 20 cm	2	= 15 - 30% afslibbaar
b	= 20 - 40 cm	3	= 30 - 45% "
c	= 40 - 60 cm		
d	= 60 - 80 cm		
f	= 80 -100 cm		
g	= > 100 cm		

b.v. IIIsBc3: overslibde fijnzandige overslaggrond met een fijnzandige laag van 40 à 60 cm dikte en een gemiddeld percentage afslibbaar van boven- en ondergrond van 30 à 45%.

IV.4. De fijnzandige zavel- en kleigronden (V).

De fijnzandige zavel- en kleigronden worden aangetroffen in een ongeveer 600 m brede strook langs de IJsselmeerkust ten zuiden van het uitwateringskanaal.

Het zijn de jongste gronden uit het gebied. De oude Dronther Zeedijk deed in 1550 nog als zodanig dienst. Sedertdien zijn deze gronden aangeslibd.

Deze gronden zijn gekenmerkt door een geheel fijnzandig profiel, dat in de bouwvoor een gehalte afslibbare delen heeft, uiteenlopend van 10 tot 55%, met een humusgehalte van 5 tot 18%. Het profiel wordt naar onder toe geleidelijk lichter. De dikte van het slibhoudend dek varieert van 20 tot meer dan 120 cm.

Plaatselijk, vooral in het noorden van het gebied, zijn de afzettingen sterk gelaagd. Dit is door een bijzondere onderscheiding op de bodemkaart aangegeven.

De zandfractie van de boven- en ondergrond is zeer fijn en heeft een U-cijfer van 200 à 300.

De onderverdeling van dit profieltype is gemaakt naar de dikte en zwaarte van het slibhoudende deel van het profiel, op dezelfde wijze als die van type II.

dikte van de sliblaag			zwaarte van de sliblaag		
b	=	20 - 40 cm	1	=	10 - 15% afslibbaar
c	=	40 - 60 cm	2	=	15 - 30% "
d	=	60 - 80 cm	3	=	30 - 45% "
f	=	80 -100 cm	4a	=	45 - 50% "
g	=	> 100 cm			

b.v. Vd3: fijnzandige kleigrond met een kleidek van 60 - 80 cm en een slibgehalte tussen 30 en 45%.

IV.5. De grofzandige zavel- en kleigronden (VI).

Langs de IJssel ligt een strook van wisselende breedte, die bestaat uit een min of meer grofzandige klei- of zavelafzetting met een grofzandige ondergrond. Deze afzetting vormt in hoofdzaak de oeverwal van de IJssel.

Evenals bij profieltype V treffen we bij deze gronden een slibhoudende laag aan, maar nu op grofzandige ondergrond. De dikte van deze laag loopt uiteen van 20 tot 120 cm, het slibgehalte varieert van 10 tot 60%.

Zowel de zandfractie van de slibhoudende laag als die van de ondergrond hebben een U-cijfer tussen 24 en 80. Met het toenemen van de diepte wordt het zand geleidelijk grover.

De opbouw van deze gronden is in het algemeen minder regelmatig dan die van type V. Plaatselijk wordt op de overgang van de slibhoudende bovengrond naar de zandondergrond een zware, kalkarme laag aangetroffen (komklei).

De onderverdeling van dit profieltype is gemaakt naar de dikte en de zwaarte van het slibhoudende deel van het profiel, op dezelfde wijze als die van type II en V.

dikte van de sliblaag		zwaarte van de sliblaag	
b =	20 - 40 cm	1 =	10 - 15% afslibbaar
c =	40 - 60 cm	2 =	15 - 30% "
d =	60 - 80 cm	3 =	30 - 45% "
f =	80 -100 cm	4a =	45 - 50% "
g =	> 100 cm	4b =	50 - 60% "

b.v. VIf3: grofzandige zavelgrond met een slibdek van 80 à 100 cm dikte en een slibgehalte tussen 30 en 45%.

IV.6. De fijnzandige zavel- en kleigronden met grofzandige ondergrond (V/VI).

Na hetgeen in hoofdstuk II.7. over dit profieltype gezegd is, kan hier volstaan worden met de opmerking, dat dit type dus bestaat uit fijnzandige zeekleigronden met een ondergrond van rivierzand. Het type is in hoofdzaak beperkt tot de oude armen van de IJssel, welke later van zee uit opgeslibd zijn.

Ook de z.g. oude eilanden, t.w. het Binnen Haatland, de Melm, de Zuiderwaard en de Vossewaard zijn oorspronkelijk ontstaan als zandplaten in de IJsselmond. Zij zijn echter na hun omkading zo hoog met zeeslib opgeslibd, dat herhaaldelijk binnen 1.20 m het grove rivierzand niet meer wordt aangeboord, zodat een deel van de gronden op deze eilanden tot type V behoort. Waar binnen boordiepte het grove rivierzand werd aangetroffen, zijn de gronden tot het type V/VI gerekend.

De dikte van het kleidek op de oude eilanden varieert van 55 - 110 cm, de zwaarte van 40 - 65%. De wat jongere eilanden, Vossewaard en Zuiderwaard, hebben een wat dunner en lichter kleidek. De dikte ligt tussen 30 en 90 cm, de zwaarte tussen 30 en 50%. In de oude armen is de kleilaag altijd zwaar (meer dan 50%) en dik (meer dan 70 cm).

Het U-cijfer van de zandlaag is ongeveer gelijk aan dat van type VI, n.l. 25 - 80, doch ligt meestal tussen 65 en 80.

De onderverdeling van dit profieltype is gemaakt naar de dikte en de zwaarte van het fijnzandige, slibhoudende deel van het profiel, op dezelfde wijze als bij type II, V en VI.

dikte van de sliblaag		zwaarte van de sliblaag	
b =	20 - 40 cm	2 =	15 - 30% afslibbaar
c =	40 - 60 cm	3 =	30 - 45% "
d =	60 - 80 cm	4a =	45 - 50% "
f =	80 -100 cm	4b =	50 - 60% "
g =	> 100 cm		

b.v. V/VId4b: fijnzandige kleigrond met grofzandige ondergrond, dikte van de sliblaag 60 à 80 cm met een slibgehalte tussen 50 en 60%.

IV.7. De zandwalgronden (VII).

Dit profieltype komt slechts op één plaats in het gekarteerde gebied voor en wel in het zuiden van de polder Dronthen.

Over de mogelijke ontstaanswijze is reeds het een en ander medegedeeld in hoofdstuk II.9., zodat hier volstaan wordt met de indeling en de profielbouw van dit type aan te geven.

De zandwalgronden zijn sterk verwant aan de grofzandige overslaggronden (zie IV.3.1.). Het verschil bestaat

hierin, dat het zand wat fijner is, dan dat van de grofzandige overslaggronden. Het U-cijfer van deze gronden bedraagt rond 120.

Evenals dit bij de grofzandige overslaggronden het geval is, zijn slechts de hoogste delen van de zandwal niet meer bij latere inundaties overdekt met slib. Het onderscheid is evenwel, dat deze overslibbing een fijnzandig karakter heeft (U-cijfer van de zandfractie 200 à 300).

De indeling berust in de eerste plaats op het al of niet overslibd zijn, voorts op de dikte van de zandlaag en de zwaarte van het slibhoudende profieldeel. Evenals bij het profieltype IIIB (zie IV.3.1.) is hiervoor genomen het gemiddelde van de zwaarte van de sliblaag boven en onder de zandlaag.

VIIA niet overslibde zandwalgronden
VIIB overslibde zandwalgronden

dikte van de zandlaag	zwaarte van de sliblaag (bij type VIIA zwaarte van de ondergrond; bij type VIIB het gemiddelde van de sliblagen boven en onder de zandlaag)
a = 0 - 20 cm	2 = 15 - 30% afslibbaar
b = 20 - 40 cm	3 = 30 - 45% "
c = 40 - 60 cm	4a= 45 - 50% "
d = 60 - 80 cm	4b= 50 - 60% "
g = > 100 cm	

b.v. VIIAg3: niet overslibde zandwalgrond ter dikte van meer dan 100cm met een ondergrond van zavel (30 à 45% afslibbaar).

VIIBc4a: overslibde zandwalgrond met een zandlaag van 40 tot 60 cm dikte en een boven- en ondergrond met een gemiddeld percentage afslibbaar tussen 40 en 50%.

IV.8. Bijzondere onderscheidingen.

Het gebied, waarin pleistoceen zand binnen 1.20 m onder maaiveld wordt aangetroffen, is op de kaart met een bijzondere signatuur aangegeven.

Plaatselijk zijn de afzettingen van de profieltypen II, V, V/VI en VI sterk gelaagd. Dit is op de kaart met een bijzondere signatuur aangegeven.

Open water, in de vorm van wielen bij voormalige dijkdoorbraken, is met w aangegeven.

V. DE BODEMKAART VAN HET ZUIDELIJK DEEL, SCHAAL 1 : 25.000 (Bijlage 3)

V.A. De bodemclassificatie

Zoals reeds bij de bespreking van de geologische opbouw (hoofdstuk II) is gebleken, kan in het gekarteerde gebied een drietal bodemkundige landschappen (Buringh, 1951) worden onderscheiden, t.w.:

1. Het dekzandlandschap (Z),
2. Het veenlandschap (V),
3. Het landschap van de Zuiderzeekustafzettingen (F).

In het gekarteerde gebied is gedurende een reeks van jaren op vele plaatsen met behulp van buizen de grondwaterstand regelmatig opgenomen (zie basisrapport III). Bij de voornaamste bodemtypen, die in de volgende paragrafen worden besproken, is een voor dat bodemtype karakteristieke grondwaterstand aangegeven. Hiervoor is gekozen de zomergrondwaterstand van augustus 1953 en de wintergrondwaterstand van begin maart 1954. Het aantal buizen waaruit deze gemiddelde grondwaterstanden zijn berekend, is telkens tussen haakjes achter de grondwaterstanden aangegeven.

VA.1. Het dekzandlandschap (Z)

Het dekzandlandschap wordt gekenmerkt door:

a. een typisch relief: zwak golvend met hoogteverschillen op korte afstand van 50 cm tot 1.50 m
b. een zeer gelijkmatige korrelgrootte met een uitgesproken top in de korrelgrootteverdeling tussen 150 en 210 mu (zie tabel 1, blz.12).

Het zeer uniforme dekzand gaat op wisselende diepte, doch meestal tussen 1.50 m en 2 m abrupt over in matig grof, grindhoudend zand, soms via een dunne leemlaag. Het grove grindhoudende zand komt overeen met het door van Liere (1955) beschreven Epe-zand en Epe-grinddek.

In het gebied rondom Harderwijk en dat tussen Harderwijk en de Hierdense beek, is het dekzand grover van samenstelling en ook de aard van de ondergrond wijkt hier af; deze wordt hier gevormd door de puinkegel in het glaciale dal van de Leuvenumse beek (zie hoofdstuk II.4.).

Deze afwijkingen in de opbouw van de ondergrond hebben niet geleid tot een andere indeling van deze gronden, aangezien de grote verschillen eerst op grotere diepte dan 1.20 m optreden. De invloed van deze grofzandige ondergrond op de waterbeweging is echter zeer belangrijk. (zie basisrapport I en IV).

Naar de aard van de bovengrond en de wijze van ontginningen zijn binnen het landschap 4 bodemreeksen onderscheiden:

Zp Oude zandbouwland- en graslandgronden
Zo Ontginningszandgronden
Zv Venige zandgronden
gZ Gebroken zandgronden.

Binnen de genoemde reeksen is een aantal bodemtypen onderscheiden naar de diepte, waarop grondwaterafzettingen voorkomen.

Zp Oude zandbouwland- en graslandgronden

Deze bodemreeks neemt verreweg de grootste oppervlakte

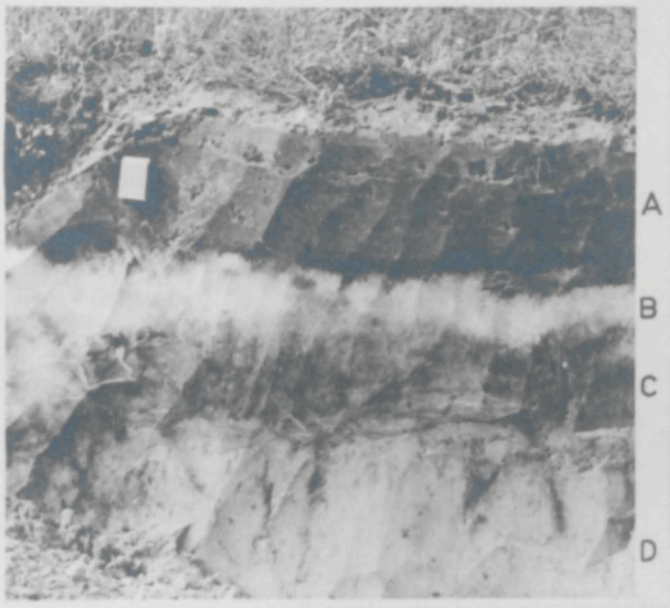


Foto: H. de Bakker

A. Opgebrachte humeuze bovengrond met aan de onderzijde de oorspronkelijke bovengrond van de rug.
B. Uitgeloogde A2 na het oorspronkelijke rugprofiel.
C. Iets vastere, bruingekleurde B2h van het oorspronkelijke profiel.
D. Geel zand, C-horizont, met kleine ronde roestvlekjes.

Afb. 19. Profiel van een middelhoge enkgrond (Zp4) op de rug langs de Meezenbergerweg. De humeuze bovengrond is zeer dun voor het type.

van de gekarteerde zandgronden in. Er worden gronden mee aangeduid, die "normaal" humeus zijn; niet opvallend schraal en niet sterk humeus.

Al deze gronden zijn in meerdere of mindere mate door de mens beinvloed. De profielen hebben een dikkere humeuze bovengrond dan normaal is voor het natuurlijke profiel. Er heeft een ophoging van de bouwvoor plaats gehad en/of een geleidelijke vermenging van de bouwvoor met de ondergrond (afb.19). Deze gronden behoren tot de oudere cultuurgronden, die in tegenstelling tot de hierna te bespreken ontginningsgronden de tijd van de plaggenbemesting nog hebben medegemaakt (zie o.a. Edelman, 1950 en 1952; Domhof, 1953).

De kleur van de bovengrond varieert van zwartgrijs via bruinzwart tot bruingrijs en het humusgehalte ligt tussen 3 en 7% (zie tabel 3) met een gemiddelde van 4.7% (143 monsters). Het slibgehalte van de bouwvoor (< 16 mu) varieert tussen 2,2% en 6,9%, gemiddeld 4,2% (58 monsters). De pH van de drie droogste typen (zandbouwlandproefvelden) schommelt tussen 6,8 en 4,2, gemiddeld 5,3 (144 monsters), en van de twee laagste typen (zandgraslandproefvelden) tussen 6,7 en 5,5, gemiddeld 6 (36 monsters).

Tabel 3. Humusgehalte van enkele proefvelden
Table 3. Humuscontent of some trial fields

Plaats Location	Humusgehalte Humuscontent	Gemiddeld Mean	Aantal monsters Number of samples
Hulshorst	4,5-7,5%	5,2%	46
Hierden	3,0-4,8%	4,0%	53
Oosteinde	3,2-4,8%	3,7%	7
Bovenweg	4,1-7,0%	5.2	27
Oostendorp	3,1-7,7%	5,9%	10

De indeling van de reeks in bodemtypen berust op de diepte waarop de gleyverschijnselen in het profiel optreden. Binnen de reeks zijn 5 typen onderscheiden, welke naar de bodemgebruiksgeschiedenis zijn te splitsen in twee subreeksen, t.w.: de 3 hoogste typen als oud bouwland (enkgronden) en de 2 laagste overwegend als oud grasland (lage humeuze zandgronden).

De dikte van de humeuze laag is dus niet als indelingscriterium gebruikt. Verschillende omstandigheden hebben tot deze werkwijze geleid. Tijdens de voorbereiding van de opname was reeds gebleken, dat de spreiding in dikte van de humeuze bovengrond op de ruggen veel grilliger was dan op de overige hoge zandgronden. Oorspronkelijk lag het dan ook in de bedoeling 2 afzonderlijke subreeksen in te voeren: de hellinggronden met een regelmatig verloop van de dikte van de bovengrond met de hoogteligging en de ruggronden met een onregelmatig verloop. Het bleek echter, dat de dikte van de humeuze bovengrond op de ruggen zo sterk wisselde, dat alleen bij een zeer dicht waarnemingsnet een omgrenzing van de verschillende in te voeren dikteklassen mogelijk zou zijn. In praktijk zou dus moeten worden volstaan met een algemene indruk van de dikte van de humeuze laag. Mede omdat voor de schadeberekeningen een nauwkeuriger overzicht van de variatie in de laagdikte noodzakelijk was, is er van afgezien de subreeksen hellinggrond en ruggrond in te voeren. De dikte van de humeuze bovenlaag is per boorpunt opgenomen en gebiedsgewijze grafisch naar spreiding verwerkt. Hierop wordt in VB uitvoerig ingegaan.

De ondergrond bestaat bij deze bodemreeks uit een grote verscheidenheid van profielen, waarvan de bovenste horizonten als regel vermengd zijn met het mestdek. Deze profielen doorlopen het gehele gamma van hoog naar laag en omvatten de Amerikaanse hoofdbodemgroepen (Thorp and Smith, 1949) van podzol, via brown podzolic en ground-water podzol tot humic gley (zie ook Bennema, Schelling en Veenenbos, 1953).

Omdat gekarteerd is op oneigenlijke bodemtypen komt het onderscheid tussen de verschillende profielen evenmin in de indeling tot uiting.

Lage, humeuze zandgronden

Deze subreeks omvat de oude zandgraslandgronden in het gekarteerde gebied.

Zpl Lage, humeuze zandgrond met gley in de zode

Dit bodemtype wordt gekenmerkt door een humeuze bovengrond ter dikte van gemiddeld 40 cm [1]) en gleyverschijnselen, die reeds in de bovengrond beginnen. De wintergrondwaterstand in maart 1954 was gemiddeld 56 cm onder maaiveld (7 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 75 cm - m.v. (7 waarnemingspunten).

Een gemiddeld profiel[2]) is ongeveer als volgt opgebouwd:

0 - 5 cm	zode: zwartgrijs, humeus zand met roodbruine roestvlekjes; sterk doorworteld
5 -40 cm	bruinzwart, humeus (6-8%) zand met veel roodbruine roestvlekken en roestpijpjes om afgestorven wortels; sterk doorworteld
40 -55 cm	humusarm, blond zand met nog enige roest rond afgestorven wortels; nog enigszins doorworteld
> 55 cm	grauwgrijs, gereduceerd zand.

Het type wordt gekenmerkt door een humeuze bovengrond ter dikte van gemiddeld 45 cm en gleyverschijnselen, die beginnen tussen 10 en 50 cm beneden maaiveld.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 66 cm - m.v. (46 waarnemingspunten), de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 93 cm - m.v. (47 waarnemingspunten).

Een gemiddeld profiel is als volgt opgebouwd:

0 - 10 cm	zode; bruingrijs, humeus zand, vrij los, sterk doorworteld
10 - 45 cm	grijsbruin, humeus (5-7%) zand, naar onder lichter en minder humeus wordend, met veel roodbruine roestvlekken vanaf 10 à 20 cm; vrij sterk doorworteld
45 - 75 cm	humusarm, blond zand met oranje roestvlekken en -aders; nog enigszins doorworteld
> 75 cm	grauwgrijs, gereduceerd zand.

[1]) Op de variatie in de dikte van de humeuze laag wordt uitvoerig ingegaan in hoofdstuk VB

[2]) In verband met de grote verschillen in de opbouw van het profiel onder het mestdek, is de profielbeschrijving zeer beknopt; er is afgezien van een indeling in horizonten volgens de internationale nomenclatuur (Soil Survey Staff,1952).

Enkgronden

Tot deze subreeks behoren de drie hoogste typen, die het oude bouwland van het gekarteerde gebied vormen. Soms treft men op type Zp3 wel weiland aan, maar in die gevallen is de invloed van het oorspronkelijke bodemgebruik (bouwland) toch zo duidelijk in het profiel merkbaar, dat geen aanleiding is gevonden deze gronden in een afzonderlijk type onder te brengen.

Zp3 Lage enkgrond met gley beginnend tussen 50 en 80 cm

De humeuze bovengrond van dit bodemtype is gemiddeld 55 cm dik. De bovenkant van de gleyverschijnselen wordt in het profiel aangetroffen tussen 50 en 80 cm diepte. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 78 cm - m.v. (22 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 120 cm - m.v. (23 waarnemingspunten).

Een voorbeeld van een normale profielopbouw is het volgende:

0 - 20 cm bouwvoor; donker grijszwart, humeus (5%) zand; rul
20 - 35 cm grijsbruin, humeus zand; iets vaster
35 - 55 cm bruinzwart, humeus zand; vrij vast, geleidelijk overgaand in
55 - 95 cm grijsblond zand met grote oranje roestvlekken en -aders
> 95 cm grauwgrijs, gereduceerd zand.

Zp4 Middelhoge enkgrond met gley beginnend tussen 80 en 120 cm.

Dit bodemtype heeft als voornaamste kenmerken een humusdek van gemiddeld ca. 60 cm dikte en gleyverschijnselen, die beginnen op te treden tussen 80 en 120 cm. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 136 cm - m.v. (18 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 168 cm - m.v. (18 waarnemingspunten).

De profielopbouw is gemiddeld ongeveer als volgt:

0 - 20 cm bouwvoor; donkergrijszwart, humeus (5%) zand; rul
20 - 60 cm grijszwart, humeus zand; vrij vast, naar onder geleidelijk lichter en minder humeus wordend
60 - 85 cm blond zand; bovenaan nog iets humeus, okerkleurig
85 -100 cm grijsblond zand met oranje roestvlekken en -aders
100 -135 cm idem, doch minder roest
> 135 cm grauwgrijs, gereduceerd zand.

Zp5 Hoge enkgrond, geen gley binnen 120 cm.

Dit bodemtype heeft het dikste humeuze dek van de gehele reeks, gemiddeld 65 cm. Binnen boordiepte worden geen gleyverschijnselen aangetroffen. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 225 cm - m.v. (8 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 236 cm - m.v. (8 waarnemingspunten). Het type komt in hoofdzaak voor op de hoogste delen van de dekzandruggen en op de grens van het stuifzandlandschap.

Een gemiddeld profiel van dit type is als volgt opgebouwd:

0 - 20 cm bouwvoor; zwart humeus (4½%) zand, rul
20 - 40 cm grijszwart, humeus zand, vaak iets loodzandachtig; vaster
40 - 65 cm zeer geleidelijke overgang van de grijsbruine kleur van de onderzijde van het mestdek naar het okerkleurige profiel

65 ->150cm grijsblond, meest fijn gelaagd zand met bovenin nog okerkleurige plekken (wortelsporen).

Zo Ontginningszandgronden

De gronden van deze bodemreeks zijn niet door menselijke activiteit opgehoogd, wel echter in sterke mate antropogeen beinvloed. De diepe grondbewerking, die grotendeels nog met de stoomploeg is uitgevoerd, heeft de oorspronkelijke opbouw van het bodemprofiel zowel in horizontale als verticale richting sterk verstoord. Wanneer een perceel ontginningszandgrond geploegd is, valt deze verscheidenheid sterk op ("lappendeken"); echter ook bij grasland verraadt een betere plek in het grasbestaan een dikker of sterker humushoudend profiel, waardoor ook het grasland op de ontginningszandgronden er bont uitziet.

De diepe grondbewerking heeft over het algemeen wel tot gevolg gehad, dat de profielen tot vrij grote diepte humushoudend zijn. Het humusgehalte ligt echter lager en de humus heeft een schraler karakter dan die van de oude bouwland- en graslandgronden (Zp). Het gehalte varieert van 2,5 tot 4%, gemiddeld 3,2% (13 monsters).

De totale oppervlakte van de ontginningszandgronden is slechts gering. De reeks is beperkt tot een aantal verspreide percelen op de lagere gronden vrijwel steeds ontgonnen uit elzenbroek, waarvan eertijds in de omgeving van de Essenburg een vrij belangrijke oppervlakte voorkwam. De hogere typen (Zo3, 4 en 5)zijn bosontginningen uit eikenhakhout, hoofdzakelijk gelegen op de grens van het stuifzandgebied.

Enkele ontgonnen, eertijds beboste stuifzandgronden, zijn eveneens tot deze bodemreeks gerekend, teneinde het kaartbeeld niet onnodig gecompliceerd te maken.

De indeling in bodemtypen berust, evenals bij de vorige reeks, op de diepte waarop de gleyverschijnselen in het profiel voorkomen. Wegens de grote variatie in de opbouw van het bodemprofiel is afgezien van het geven van een gemiddelde profielbeschrijving.

De navolgende 5 bodemtypen zijn onderscheiden, waarvan slechts de eerste twee over enigszins belangrijke oppervlakten voorkomen:

Zo1 Lage ontginningszandgrond met gley in de zode
Zo2 Lage ontginningszandgrond met gley, beginnend tussen 10 en 50 cm
Zo3 Middelhoge ontginningszandgrond met gley, beginnend tussen 50 en 80 cm
Zo4 Middelhoge ontginningszandgrond met gley, beginnend tussen 80 en 120 cm
Zo5 Hoge ontginningszandgrond, geen gley binnen 120 cm.

Zv Venige zandgronden

Deze bodemreeks vormt de overgang van de lage oude humeuze zandgronden (c.q. lage ontginningszandgronden) naar de veengronden.

De bovengrond bestaat uit rul, sponzig, sterk humeus zand, dat vooral op de overgang naar het veen het karakter krijgt van veraard, zandig veen. Op de grens van de lage humeuze zandgronden bestaat de bovengrond uit zwart, sterk humeus zand. Het humusgehalte ligt in het algemeen boven 10%.

Binnen de reeks zijn naar de diepte van de gley twee bodemtypen onderscheiden:

Zv1 Venige_zandgrond_met_gley_in_de_zode

De sterk humeuze tot venige bovengrond van dit type heeft een gemiddelde dikte van ca. 35 cm. Gleyverschijnselen worden reeds in de zode aangetroffen. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 45 cm - m.v. (15 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 62 cm - m.v. (15 waarnemingspunten).

Een gemiddeld profiel is ongeveer als volgt opgebouwd:

0 - 35 cm	zwart, venig zand met roestvlekken
35 - 40 cm	donkerbruin, sterk humeus zand; overgang naar
> 40 cm	lichtbruingrijs zand zonder roest.

Zv2 Venige_zandgrond_met_gley,_beginnend_tussen_10_en_50_cm

De dikte van de sterk humeuze tot venige bovengrond is gemiddeld groter dan die van het vorige type, n.l. ca. 40 cm. De zode bevat hier geen roest, deze begint eerst tussen 10 en 50 cm onder het maaiveld.

Een voorbeeld van gemiddelde profielopbouw is het volgende:

0 - 10 cm	donkergrijs, sterk humeus zand
10 - 40 cm	idem, doch met roestvlekken en -concreties
40 - 60 cm	lichtgeelbruin zand met roestvlekken
> 60 cm	vaalgrijs zand.

gZ Gebroken zandgronden

De gebroken zandgronden, plaatselijk mangel- of mengelgronden genaamd, bestaan in de bovengrond uit een mengsel van kalkloze zware klei en dekzand, rustend op dekzand.

Binnen de reeks zijn op de gebruikelijke wijze naar de diepte, waarop gleyverschijnselen voorkomen, 2 bodemtypen onderscheiden.

gZ1 Gebroken_zandgrond_met_gley_in_de_zode.

Dit type heeft een slibhoudende bovengrond van gemiddeld ca. 45 cm dikte. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 52 cm - m.v. (13 waarnemingen); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 88 cm - m.v. (13 waarnemingen).

Een normaal profiel is ongeveer als volgt opgebouwd:

0 - 25 cm	sterk humeus, kleiïg zand met roestconcreties en -vlekken
25 - 40 cm	humeus, slibhoudend, zand met loodzand
40 - 45 cm	humeuze vettige klei
45 - 70 cm	vaal lichtbruin zand met roestaders en -vlekken
> 70 cm	lichtbruin zand

gZ2 Gebroken_zandgrond_met_gley,_beginnend_tussen_10_en_50_cm

De slibhoudende bovengrond is gemiddeld wat dikker dan bij het voorgaande type, n.l. ca. 50 cm.

Een gemiddeld profiel heeft ongeveer de volgende opbouw:

0 - 25 cm	humeus, slibhoudend zand
25 - 50 cm	iets humeus, slibhoudend zand met roestaders en -vlammen
> 50 cm	lichtbruin zand

Behalve het verschil in hoogteligging ten opzichte van het grondwater, is er tussen beide typen ook een verschil in samenstelling van de bovengrond. Het type gZ1 is sterker humeus en zwaarder dan gZ2, terwijl bij het eerstgenoemde type vaak op de overgang naar het zand een wat zwaardere laag voorkomt, in extreme gevallen zelfs zware klei.

De verklaring voor dit verschil moet waarschijnlijk gezocht worden in de wijze van ontstaan. Het type gZ1 is oorspronkelijk waarschijnlijk een dunne kleilaag op zand geweest, waaruit door grondbewerking, bemesting, vermenging met zand uit de sloten en overstuiving de gebroken grond is ontstaan. Het type gZ2 ligt meestal op kleine kopjes en lage ruggetjes, waarop tijdens de afzetting van de klei het opgewoelde zand direct met de klei is vermengd. Ook neerwaartse verplaatsing van kleideeltjes is niet uitgesloten. Door de grotere biologische activiteit als gevolg van de iets hogere ligging zal de natuurlijke homogenisatie (Hoeksema, 1953) op dit bodemtype bovendien grotere omvang hebben aangenomen, dan op type gZ1.

V.A.2. Het veenlandschap (V).

Hoewel in het gekarteerde gebied geen zuivere veengronden voorkomen, hebben verschillende bodemtypen een zodanig karakter, dat hierbij de eigenschappen van het veen overheersen. Deze bodemtypen zijn dan ook verenigd tot het bodemkundige veenlandschap.

Het veen in dit gebied heeft overwegend een eutroof tot mesotroof karakter. Het bestaat grotendeels uit zeggeveen met plaatselijk wat riet. Slechts in de polder Oosterwolde is het veen in hoofdzaak oligotroof veenmosveen.

Er zijn 2 typen onderscheiden, beide met gley tot in de zode.

zV1 Zeggeveengrond met zandige bovengrond en gley in de zode.

Dit bodemtype heeft een bovengrond van veraard zandig veen, welke gelijk is aan die van de aangrenzende venige zandgronden (vZ). Het onderscheid met deze reeks is echter, dat tussen de bovengrond en de gereduceerde zandondergrond nog een laag zeggeveen aanwezig is met een gemiddelde dikte tussen 50 en 70 cm. Bij dit bodemtype wordt gley tot in de zode aangetroffen.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 30 cm - m.v. (23 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 47 cm - m.v. (23 waarnemingspunten).

Een gemiddeld profiel vertoont de volgende opbouw:

0 - 25 cm	zwart, venig zand met roestvlekken
25 - 35 cm	veraard veen met enige loodzandkorrels
35 - 80 cm	zeggebroekveen
> 80 cm	bruin zand

kV1 Zeggeveengrond met slibhoudende bovengrond en gley in de zode.

Dit bodemtype heeft een bovengrond van zwart smerend veen, die ongeveer evenveel lutum [x]) als organische stof bevat (tabel 4).

[x]) < 2 mu

De ondergrond bestaat, evenals bij het voorgaande type uit bruin gekleurd zeggeveen, rustend op gereduceerd zand. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 26 cm - m.v. (14 waarnemingen); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 42 cm - m.v. (14 waarnemingen).

Tabel 4. Humus- en lutumgehalte bij het type kV1
Table 4. Humus- and claycontent of the soiltype kV1

Monster Sample	Diepte in cm Depth	Humusgehalte Humuscontent %	Lutumgehalte % < 2 mu
1	5 - 20	22	20
2	5 - 20	15	14

Een gemiddeld profiel heeft de volgende opbouw:
0 - 20 cm kleiig veen met veel roestconcreties
20 - 35 cm slibhoudend, veraard veen
35 - 75 cm zeggebroekveen
> 75 cm bruin zand

V.A.3. Het landschap van de Zuiderzeekustafzettingen (F)

De afzettingen van de Zuiderzee vormen een zeer bont geheel. Een belangrijk deel ervan wordt gevormd door de zeer vlak gelegen fijnzandige zeekleigronden van verschillende zwaarte, met op grotere of geringere diepte veen, dat echter in een strook langs de kust grotendeels ontbreekt.

De dikte van de fijnzandige sliblaag varieert zo sterk, dat deze niet in de typeindeling is ondergebracht, maar als een afzonderlijke onderscheiding, door de typen en reeksen heen op de kaart is aangegeven. De drie onderscheidingen in dikte van de sliblaag, t.w. minder dan 40 cm, tussen 40 en 60 cm en meer dan 60 cm zijn door een diktelijn aangeduid.

Het onder de sliblaag aanwezige veen bestaat in het zuiden in hoofdzaak uit zeggebroekveen. Ongeveer in het midden van de polder Oosterwolde wordt de bovenkant van het veen meer oligotroof. De scheidingslijn tussen beide veensoorten is globaal op de bodemkaart aangegeven.

Ook de veendikte wisselt nogal sterk. Aangezien het veen voor een belangrijk deel niet binnen boordiepte (1.20 m) voorkomt, is de dikte ervan niet gebruikt als indelingscriterium. Doordat de diepte van de zandondergrond in drie trappen (t.w. ondieper dan 1 m, tussen 1 en 2 m en dieper dan 2 m) op de kaart is getekend, kan men door de kleidikte af te trekken van de zanddiepte een globaal inzicht krijgen in de veendikte van de verschillende profielen.

De reeksen in dit vlakke deel van het Zuiderzeekustlandschap zijn onderscheiden naar de zwaarte en de fijnzandigheid van de bovengrond. De indeling in bodemtypen berust op het al of niet voorkomen van een compacte, min of meer knippige laag (zie tabel 5).

Tabel 5. Ca-, Mg- en Na-gehalten in het adsorptiecomplex van enkele knipkleimonsters.
Table 5. Ca-, Mg- and Na-ratio's in the exchange complex of some "Knip" clay samples.

Monster no. Number of sample	m.e./100 gr. stoofdroge grond m.e./100 gr. ovendry soil			% van de kationenwaarde % of the kation-value		
	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
NRV3	27.73	10.31	2.63	67.2	24.8	6.3
NRV4	14.98	7.12	3.03	57.6	28.1	12.0
E1 ')	12.2	8.4	2.4	52.0	35.5	10.3
A3 ')	18.7	7.8	2.5	64.5	26.9	8.5
A1 ')	25.5	3.3	1.9	83.1	10.2	6.1

') Naar / According to Veenenbos en van Schuylenborgh, 1951.

Uit deze tabel blijkt, dat de compacte laag inderdaad een knippig karakter heeft. Het Na-gehalte van NRV4 is zelfs hoger dan dat van de Friese knipkleien (E1 wordt door Veenenbos als sterk knippig beschreven. De monsters hebben bovendien een hoog Mg"-gehalte. Hoewel over de invloed van het Mg-ion op de structuur in de literatuur geen eenstemmigheid heerst, wijzen deze cijfers en de tendentie die de Roo (1953) in Kennemerland meende te constateren, in de richting van een ongunstige invloed bij concentraties als hier voorkomend.

De klei-op-veengronden, die een naar de kust toenemend zeekleikarakter hebben, zijn in hun geheel tot de Zuiderzeekustafzettingen gerekend. Het fijnzandige karakter overheerst zodanig, dat deze classificatie verantwoord leek.

De grofzandige gronden van de strandwal en de overgangen daarvan vormen een afzonderlijke reeks in dit landschap, evenals de onrijpe, grotendeels eveneens grofzandige gronden aan de zeezijde ervan. Deze laatste zijn jonge gronden genoemd.

De echte overslaggronden, ontstaan ten gevolge van een dijkdoorbraak, zijn ook tot de Zuiderzeekustafzettingen gerekend, omdat zij landschappelijk hiertoe behoren. Het grove zand, waaruit de profielen grotendeels bestaan, is echter meestal opgewoeld uit de pleistocene ondergrond, waarin de kolk is geslagen.

Behalve de reeks "echte", grofzandige overslaggronden komen ook gronden voor met een fijnzandige laag in het profiel.

Over de ontstaanswijze van deze gronden is in hoofdstuk II.8 een en ander medegedeeld, zodat hier volstaan wordt met de opsomming van de voorkomende typen binnen deze reeks.

Resumerend zijn dan de volgende reeksen binnen het landschap van de Zuiderzeekustafzettingen onderscheiden:

Fk	Zware Zuiderzeekustkleigronden op veen
Ff	Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgronden (op veen)
Fs	Strandwalgronden
Fj	Onrijpe gronden
Fo	Overslaggronden

Fk Zware Zuiderzeekustkleigronden op veen.

De bovengrond van deze reeks bestaat uit zware klei (40-› 60% afslibbaar). Naar de aanwezigheid en de diepte waarop de knippige, compacte laag in het profiel voorkomt, zijn 3 typen onderscheiden. Een voorbeeld van een normaal profiel wordt van ieder type gegeven, waarbij de aandacht wordt gevestigd op het feit, dat kleidikte, veendikte en zanddiepte binnen ruime grenzen variëren.

De grenzen zijn echter, zoals in het voorgaande reeds werd medegedeeld, elk nog in een drietal trappen onderverdeeld (zie onder VA.4).

FkO Venige zware Zuiderzeekustkleigrond op veen zonder compacte laag.

Dit type vormt de overgang van kV naar Fk1. De compacte laag ontbreekt en de zware klei gaat direct over in zeggeveen.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 26 cm - m.v. (12 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 46 cm - m.v. (12 waarnemingspunten).

Een voorbeeld van de profielopbouw is het volgende:

0-15	cm	viltige zode; zwarte, venige kalkloze'), zware klei met roestvlekken,
15-40	cm	donkergrijze, sterk humeuze, kalkloze zware klei met roestvlekken,
40-60	cm	grijze, venige klei,
60-80	cm	zeggeveen,
› 80	cm	bruin, matig grof zand.

') Wanneer in de profielbeschrijvingen gesproken wordt van kalkloos, kalkarm, kalkrijk wordt steeds bedoeld de als z.g. vrije koolzure kalk aanwezige Ca, in het veld bepaald door overgieten met ongeveer 16% zoutzuur.

Fk1 Zware Zuiderzeekustkleigrond op veen met compacte laag beginnend boven 20 cm.

Op minder dan 20 cm diepte wordt in deze zware kleigrond een zeer compacte laag aangetroffen nog zwaarder dan de bovengrond. De structuur van deze laag is buitengewoon ongunstig: in natte toestand is de laag zeer vet en smerend, stopverfachtig; in droge toestand ontstaan blokstructuren en het begin van een samengestelde kolomstructuur. Het type ligt laag en roest wordt reeds in de zode aangetroffen.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 22 cm - m.v. (70 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 52 cm - m.v. (70 waarnemingspunten).

Het type beslaat verreweg de grootste oppervlakte van alle gronden uit het kustgebied.

De volgende beschrijving geeft de samenstelling van een gemiddeld profiel:

0-15	cm	viltige zode; humeuze, kalkloze zware klei,
15-40	cm	grijze, roestige, stugge, kalkloze zeer zware klei,
40-60	cm	grijsblauwe, slappe, kalkarme zware klei,
60-70	cm	kleiig veen,
70-120	cm	zeggeveen,
> 120	cm	bruin, iets humeus zand.

Fk2 Zware Zuiderzeekustkleigrond op veen met compacte laag, beginnend tussen 20 en 40 cm.

Dit type heeft de compacte laag wat dieper in het profiel dan type Fk1. Het ligt wat hoger uit het grondwater en wordt op de overgang naar de zavelgronden (Ff) aangetroffen.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 22 cm - m.v. (17 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 83 cm - m.v. (17 waarnemingspunten).

Een voorbeeld van de profielopbouw is het volgende:

0-15	cm	viltige zode; humeuze, kalkloze zware klei,
15-30	cm	donkergrijze, bruine, iets humeuze, kalkarme zware klei,
30-50	cm	grijze, roestige, stugge, kalkloze zeer zware klei,
50-70	cm	grijsblauwe, slappe, kalkarme zware klei,
70-90	cm	kleiig veen,
90-110	cm	zeggeveen,
> 120	cm	bruin, iets humeus zand.

Ff Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgronden (op veen).

De bovengrond van deze reeks is aanzienlijk lichter dan die van de vorige. Het slibgehalte ligt tussen 25 en 45%, zodat de naam zavelgronden niet geheel juist is en bovendien enige overlapping met de vorige reeks optreedt. Het onderscheid ligt echter meer besloten in het fijnzandige karakter van de grond, dat in deze profielen veel opvallender is, dan bij de zware kleigronden. Uit het karakter van de afzetting volgt, dat de profielen naar beneden duidelijk en meestal beduidend zwaarder worden. De compacte laag in deze reeks heeft echter een minder uitgesproken karakter dan die van de zware kleigronden, terwijl ook de structuur van de bovenliggende lagen beter is.

Wat kleidikte, veendikte en zanddiepte van deze reeks betreft, moge verwezen worden naar hetgeen hierover in de aanvang van deze paragraaf werd opgemerkt.

Naar de diepte, waarop de compacte laag begint, zijn 4 bodemtypen onderscheiden.

Ff1 Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgrond met compacte laag beginnend boven 20 cm.

Dit type, waarvan slechts een kleine oppervlakte voorkomt, vormt de overgang van het type Fk1 naar de zavelgronden.

Als voorbeeld van de profielopbouw kan de volgende beschrijving gelden:

0-15	cm	zode, iets viltig; humeuze, kalkarme, fijnzandige zware zavel,
15-45	cm	grijze, roestige, stugge, kalkloze klei,
45-75	cm	grijsblauwe, slappe, kalkarme klei,
75-80	cm	kleiig veen,
80-110	cm	zeggeveen,
> 110	cm	bruin, iets humeus zand.

Ff2 Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgrond met compacte laag, beginnend tussen 20 en 40 cm.

Dit type ligt hoger in het landschap dan het vorige, is meestal wat hoger en lichter opgeslibd en heeft de compacte laag dus dieper in het profiel. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 28 cm - m.v. (6 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 74 cm - m.v. (6 waarnemingspunten).

Op enkele plaatsen, o.a. ter hoogte van de Essenburg, ligt dit type als een rug in het landschap en vormt daar als het ware de voortzetting van de strandwal.

Een voorbeeld van de profielopbouw is het volgende:

0-30	cm	bruingrijze, roestige, iets kalkhoudende zware zavel,
30-50	cm	grijze, roestige, "vette" kalkarme klei,
50-70	cm	grijze, roestige, "vettige" kalkarme zware klei,
70-100	cm	zwartgrijze, venige zware klei,
100-110	cm	zwart, amorf veen,
> 110	cm	bruin, humeus zand.

Ff3 Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgrond met compacte laag, beginnend tussen 40 en 60 cm.

Dit type is nog hoger opgeslibd dan het voorgaande. De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 62 cm - m.v. (6 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 112 cm - m.v. (6 waarnemingspunten). De veenlaag is zeer zwak ontwikkeld of ontbreekt geheel.

Een voorbeeld van de profielopbouw is het volgende:

0-45	cm	grijsbruine, rulle, kalkrijke zavel,
45-60	cm	bruingrijze, iets vettige, iets kalkhoudende, zware zavel,
60-105	cm	grijze, vette, roestige, kalkarme zware zavel,
105-110	cm	zwart, amorf, zandig veen,
> 110	cm	bruin humeus zand.

Ff4 Fijnzandige Zuiderzeekustzavelgrond met compacte laag, beginnend tussen 60 en 80 cm.

De compacte laag is bij dit type nog maar zwak ontwikkeld en onderscheidt zich in hoofdzaak door het lage gehalte aan koolzure kalk. Een veenlaag ontbreekt gewoonlijk geheel.

De volgende profielopbouw kan als gemiddelde gelden:

0-75	cm	grijsbruine, rulle, kalkrijke zavel,
75-95	cm	grijze, roestige, kalkarme, iets zwaardere zavel,
> 95	cm	grijs gereduceerd zand.

Fs Strandwalgronden.

Deze gronden komen alleen voor in het onbedijkte kustgedeelte tussen Elburg en Harderwijk. Zij liggen op en/of zijn gemengd met de bestaande zeekleigronden.

Er zijn drie typen onderscheiden:

Fss Grofzandige, grindrijke strandwalgrond.

De tot dit type behorende gronden liggen als een echte, vrij hoge strandwal plaatselijk langs de kust.

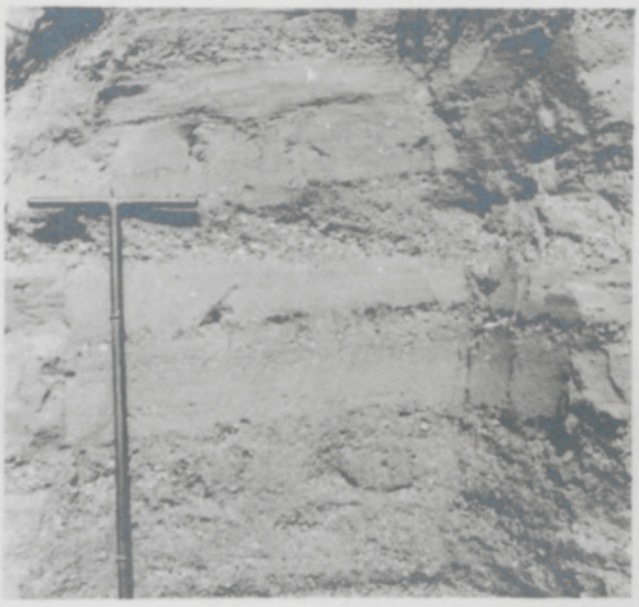


Foto: H. de Bakker

Afb. 20. Profiel in de strandwal. Zuivere zandlagen wisselen af met zeer grindrijke lagen.

Deze wal is bij stormvloeden op het bestaande landschap opgeworpen. De hoogte bedraagt hier en daar 3,5 m + N.A.P.

Het zijn zeer grove, vrijwel slibloze gronden, die plaatselijk zoveel grind bevatten, dat hier grindgroeven aangetroffen worden (afb. 20).

Fsg Grofzandige, slibhoudende strandwalgrond.

Dit type ligt eveneens als een rug langs de kust, maar deze is minder hoog en bevat weinig grind; het zand is minder grof en slibhoudend. De bovengrond kan grofzandige zavel genoemd worden.

Fsk Grindhoudende zavel- en kleigrond.

Dit type wordt gevonden, waar de lage zeekleigronden tot aan de kust reiken en vermengd zijn met materiaal van de strandwal. Het is dus eigenlijk een gebroken zeekleigrond.

Het bodemtype bestaat uit zavel- of kleigrond (uit de reeks Fk of Ff), waarvan de bovengrond vermengd is met grof zand en meestal enig grind.

Fj Onrijpe gronden.

Dit zijn gronden, die buiten de dijk en de strandwal zijn gelegen en (nog) niet bedijkt zijn. Het zijn niet gerijpte, sterk gelaagde gronden. De profielbouw is sterk gevarieerd: zowel grof- als fijn zand, verspoeld veen en slibbandjes komen in het profiel voor. Meestal zijn zij nog niet afgerijpt en vertonen dicht onder de oppervlakte een blauwzwarte kleur.

Wegens de geringe oppervlakte en de op korte afstand sterk wisselende opbouw is deze reeks niet verder in typen onderverdeeld.

Fo Overslaggronden.

Het belangrijkste kenmerk van deze reeks wordt gevormd door het voorkomen van een zandlaag in het profiel.

Binnen deze reeks worden twee essentieel verschillende subreeksen onderscheiden:

Foa grofzandige overslaggronden,
Fof fijnzandige overslaggronden.

De subreeks Foa vormt de eigenlijke overslaggronden, gelegen rond een duidelijk aanwijsbare kolk en dus ontstaan als gevolg van een dijkdoorbraak. Het zand is grof en opgewoeld uit de pleistocene ondergrond.

De subreeks Fof wordt wel gekenmerkt door een zandlaag in het profiel, maar deze is fijnzandig en bovendien ontbreekt overal een kolk.

Mogelijk kunnen deze overslagen worden beschouwd als "dijkoverslag", veroorzaakt door een overstroming in een laagbedijkt stadium.

Foa Dunne grofzandige overslaggronden.

Deze subreeks is wegens de geringe oppervlakte van de echte overslaggronden niet nader in typen onderverdeeld.

De kernen van de ruggen, die meest in een halve cirkel rond de kolk gelegen zijn, bestaan meestal uit een slibarm, grof zand pakket met een U-cijfer tussen 50 en 80 ter dikte van minstens 60 cm tot meer dan 120 cm, vaak direct op veen. Langs de flanken zijn de overslagen als gevolg van de veelvuldige overstromingen, veelal overslibd met klei, die door de biologische homogenisatie (Hoeksema, 1953) met overslagzand is vermengd. Naar de randen toe neemt dit deel in dikte toe, terwijl de overslag langzaam uitwigt.

De wintergrondwaterstand was in maart 1954 gemiddeld 19 cm - m.v. (9 waarnemingspunten); de zomergrondwaterstand (augustus 1953) was gemiddeld 72 cm - m.v. (9 waarnemingspunten).

Een voorbeeld van een overslibd profiel is het volgende:

0 - 30 cm	grofzandige, kalkhoudende lichte klei
30 - 90 cm	grof zand
90 -100 cm	humeuze, kalkarme zware klei
> 100 cm	zeggebroekveen

Fof Fijnzandige overslaggronden

De zandlaag in deze subreeks is zeer fijn (U = 200 à 300) en bestaat ofwel uit een aaneengesloten laag, ofwel uit dunne (2 à 5 cm dikke) fijne zandlaagjes, afgewisseld met meest iets dunnere, fijnzandige sliblaagjes. De overslibbing is eveneens fijnzandig en meestal zwaar. De ondergrond bestaat gewoonlijk uit klei op veen.

Naar de diepte, waarop in het bovenste deel van het profiel een compacte laag aanwezig is, worden 2 bodemtypen onderscheiden:

Fof1 Overslibde fijnzandige overslaggrond met compacte laag, beginnend boven 20 cm

Een voorbeeld van de profielopbouw van dit bodemtype is het volgende:

0 - 10 cm	donkergrijze, humeuze, kalkhoudende fijnzandige klei
10 - 30 cm	stugge grijze, kalkarme, fijnzandige klei
30 - 70 cm	lichtgrijs- slibhoudend, kalkrijk fijnzand, sterk roestig
70 - 90 cm	blauwgrijze, kalkloze, zware klei met vele roest-concreties
90 -100 cm	grijsblauwe, kalkloze, sterk humeuze, slappe klei
> 100 cm	mosveen

Fof2 Overslibde fijnzandige overslaggrond met compacte laag, beginnend tussen 20 en 40 cm.

Een voorbeeld van de profielopbouw is het volgende:

0 - 25 cm	donkergrijze, humeuze, kalkhoudende, fijnzandige, zware zavel
25 - 40 cm	stugge, grijze, kalkarme, fijnzandige klei
40 - 75 cm	lichtgrijze, kalkrijke zeer lichte zavel, naar onder geleidelijk lichter en gelaagd wordend.
75 -100 cm	blauwgrijze, kalkloze zware klei
100 -115 cm	sterk humeuze, slappe klei
> 115 cm	mosveen met veel wollegras.

V.A.4. Bijzondere onderscheidingen

Binnen de reeks Fk is de dikte van het kleidek in 3 trappen aangegeven, t.w. ≤ 40 cm, 40 - 60 cm en > 60 cm.

Evenzo is de diepte van de pleistocene zandondergrond in cm onder maaiveld in 3 trappen aangegeven t.w. <100, 100 - 200 en > 200 cm.

In de polder Oosterwolde is bij benadering de grens aangegeven tussen het gebied met zuiver zeggeveen (Z) in de ondergrond en het gebied, waar het bovenste deel (ca. 1 m) van het veen uit veenmosveen bestaat (M/Z).

Uitgeveende percelen zijn aangegeven met u.

Open water, in hoofdzaak in de wielen van oude dijkdoorbraken, is aangeduid met w.

V.B. De laagdikten bij de onderscheiden bodemtypen

V.B.1. Inleiding

Zoals in het voorgaande is uiteengezet, zijn de op de gedetailleerde overzichtskaart onderscheiden bodemtypen te beschouwen als oneigenlijke bodemtypen in de zin van Zuur (1954).

Hoewel de gegevens over de verschillende laagdikten dus niet in de type-indeling tot uitdrukking komen, zijn deze gegevens voor ieder boorpunt wel op de veldkaarten opgenomen. Naast de aard van de bovengrond en de diepte van de gleyverschijnselen zijn daarop de dikte van de verschillende lagen, afgerond op 5 cm, tot een diepte van 1.20 m aangetekend. Bij de zand- en veengronden is dit één getal, aangevende de dikte van de humeuze laag, c.q. de veendikte. Bij de kleigronden zijn het twee getallen, resp. aangevende de dikte van de kleilaag en de diepte van het dekzand (indien boven 1.20 m voorkomend). Bij de overslaggronden zijn drie cijfers genoteerd, n.l. de dikte van de zandoverslag, de dikte van de kleilaag en de diepte, waarop het dekzand voorkomt, een en ander slechts voor zover het boven 1.20 m onder maaiveld aanwezig is.

Voor het berekenen van de wijziging in de relatieve productiewaarde voor de verschillende mogelijkheden van aansluiting van Oostelijk Flevoland aan het oude land (zie basisrapport III) was een nadere verwerking van de gegevens over de laagdikte noodzakelijk.

Hiervoor zijn binnen een gebied met een bepaalde waterstand de laagdikten gemiddeld. Door uit te gaan van de te verwachten daling van de grondwaterstand, die op grond van het hydrologisch onderzoek is berekend (basisrapport I), kon de verandering in het productievermogen van het beschouwde gebied worden vastgesteld. Hiertoe werden de opbrengstgegevens van het betrokken gebied vergeleken met de opbrengsten van een gebied met dezelfde gemiddelde laagdikte, doch met een zoveel lagere grondwaterstand als overeenkomt met de te verwachten daling van het phreatisch vlak ter plaatse. Na omrekening resulteerde dit in een stijging, resp. daling van de relatieve productiviteit ten opzichte van een standaardgrond. Deze wijzigingen zijn op een z.g. schadekaart voor de verschillende oplossingen van aansluiting van de nieuwe polder aan het oude land aangegeven (basisrapport III).

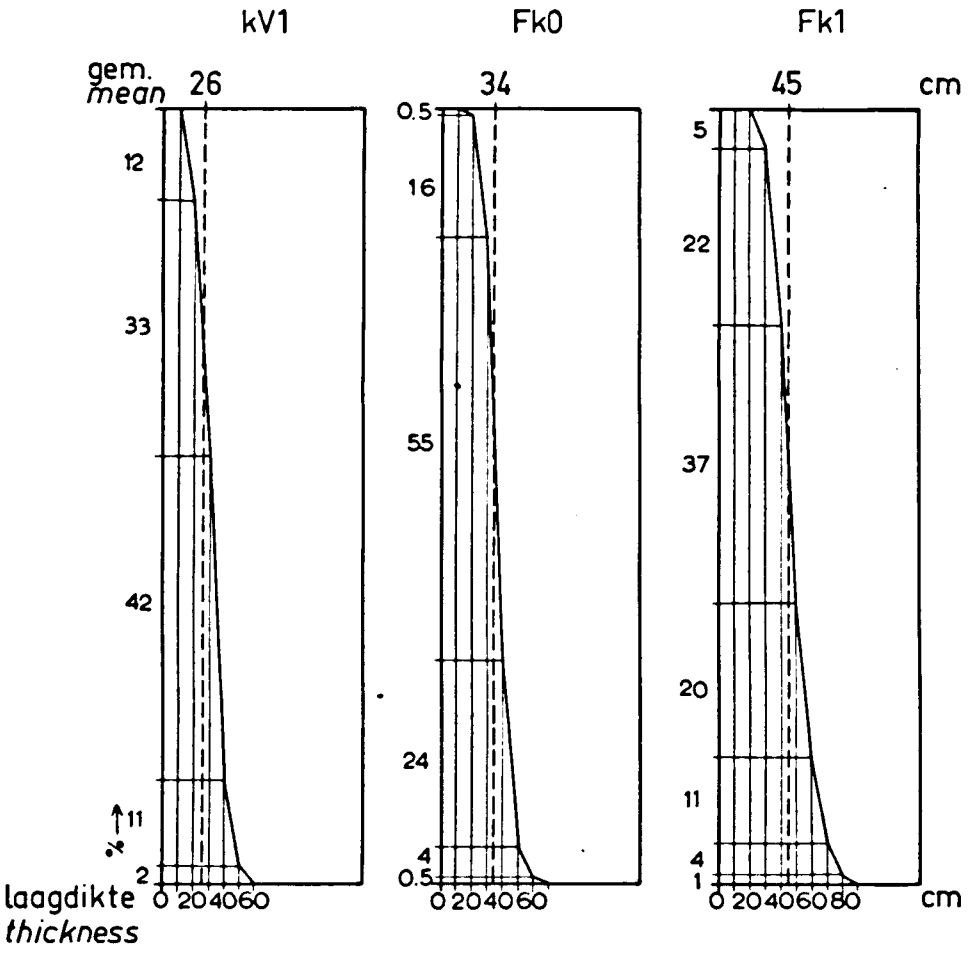
Tabel 6 Voorbeeld van de tabellarische verwerking van de laagdikten
Table 6 Example of the tabular computation of the thickness of layers
Dikte van de humeuze laag bij enkele zandgronden
Thickness of the humic-layer of some sand-soils
(Samenvatting gehele gebied)
(Summary of the whole area).

Bodemtype —— Soil type	Zp5			Zp4			Zp3			Zp2			Zp1			Zo1		
Laagdikte in cm Thickness of layer in cm	1 x)	2 x)	3 x)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
10 en < 15										2	2					9 3	12	18
20 25	3	3	2	1 3	4	1	2 9	11	1	14 39	53	3	4 13	17	11	2 6	8	12
30 35	3 2	5	3	17 20	37	6	22 36	58	6	114 130	244	14	24 34	58	36	20 9	29	43
40 45	11 12	23	14	42 48	90	15	111 93	204	21	432 312	744	44	48 11	59	36	9 5	14	21
50 55	19 11	30	18	87 52	139	23	252 89	341	34	367 78	445	26	22 3	25	14	4	4	6
60 65	32 8	40	24	115 40	155	26	167 57	224	23	139 21	160	9	3	3	2			
70 75	22 3	25	15	70 17	87	14	61 17	78	8	25 6	31	2	1	1	1			
80 85	11 3	14	8	35 6	41	7	20 8	28	3	14 6	20	1						
90 95	6 8	14	8	26	26	4	19 5	24	2	7 2	9	1						
100 105 en >	10 3	13	8	14 9	23	4	14 8	22	2	6	6	-						
Totaal Total	167	167	100%	602	602	100%	990	990	100%	1714	1714	100%	163	163	100%	67	67	100%
Gem. dikte humeuze laag in cm Mean thickness of the humic layer in cm	64,3			59,8			54,9			45,6			38,3			30,2		

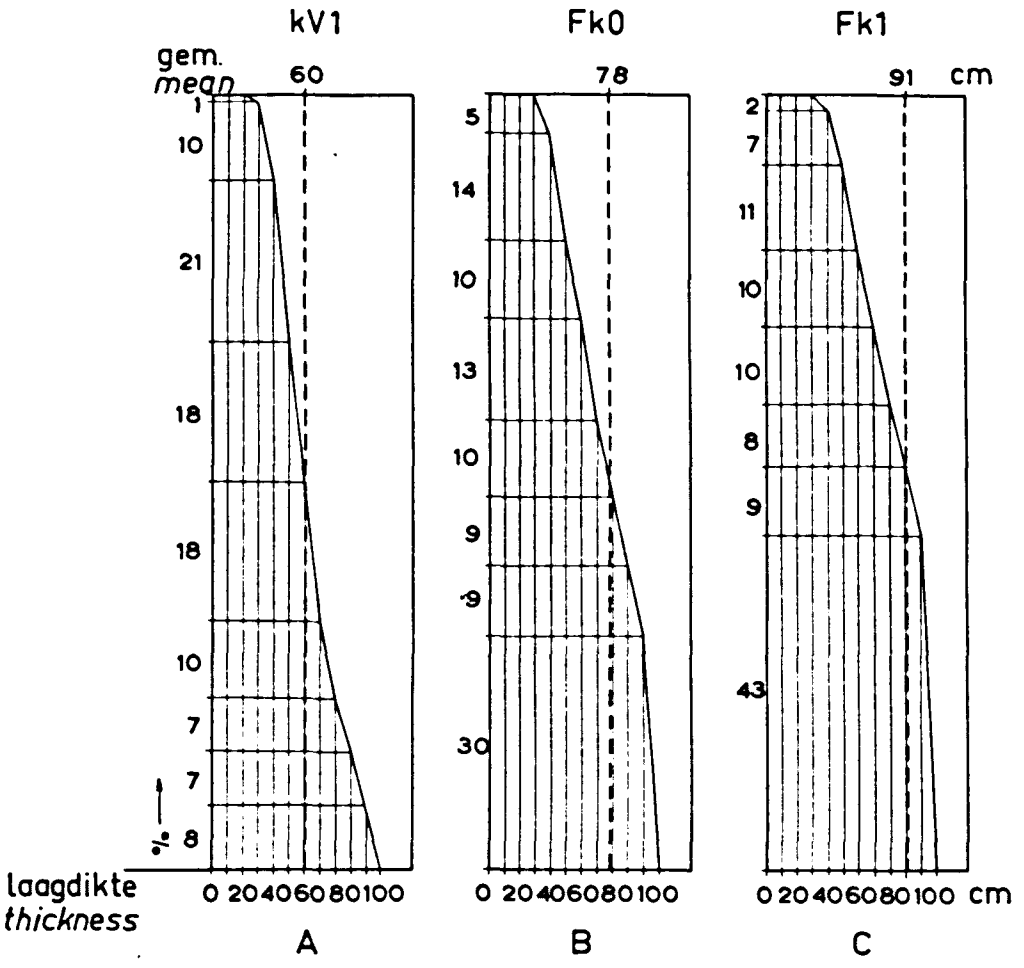
x)1=aantal waarnemingen met bepaalde dikte van de humeuze laag (afgerond op 5 cm)
x)1=number of observations of a certain thickness of the humic layer, rounded off on 5 cm

x)2=intervallen paarsgewijze samengevoegd
x)2=two successive thickness classes grouped together

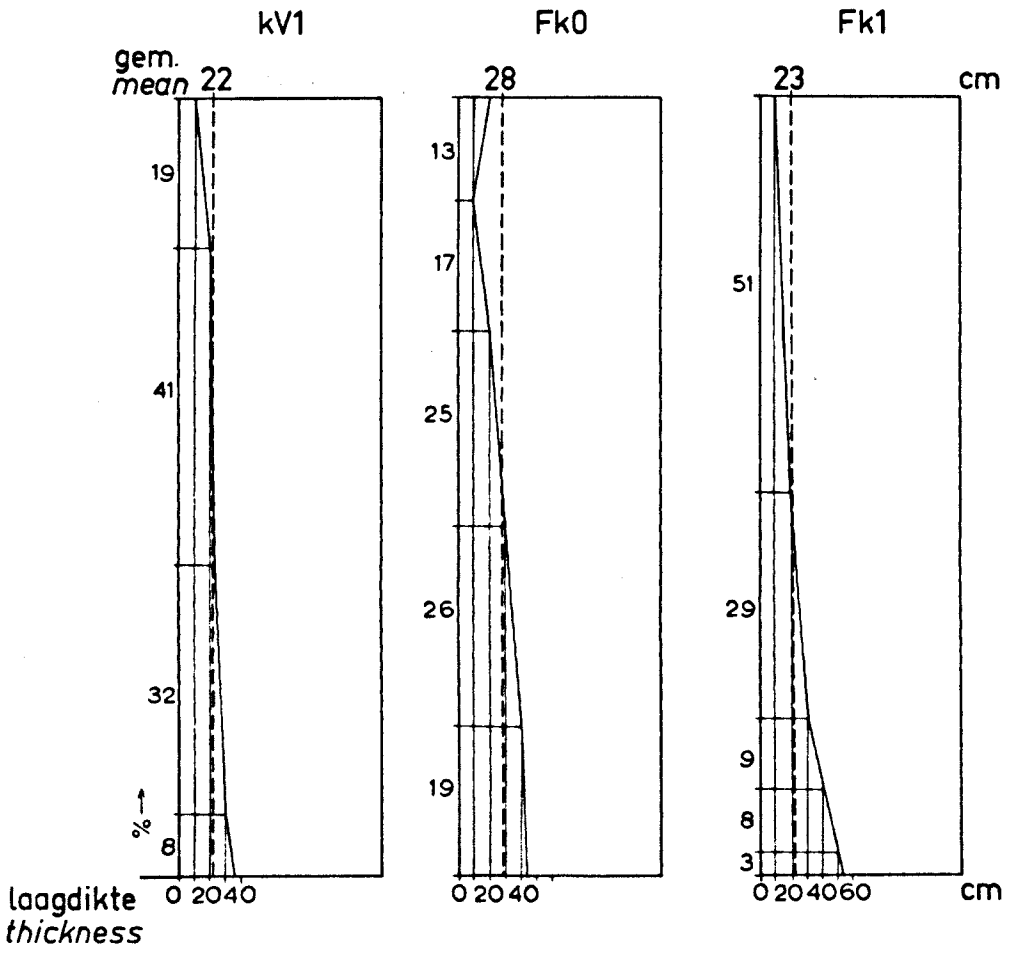
x)3=aantal van kolom 2 uitgedrukt in een percentage van het aantal waarnemingen
x)3=number of row 2 expressed as a percentage of the total number of observations.



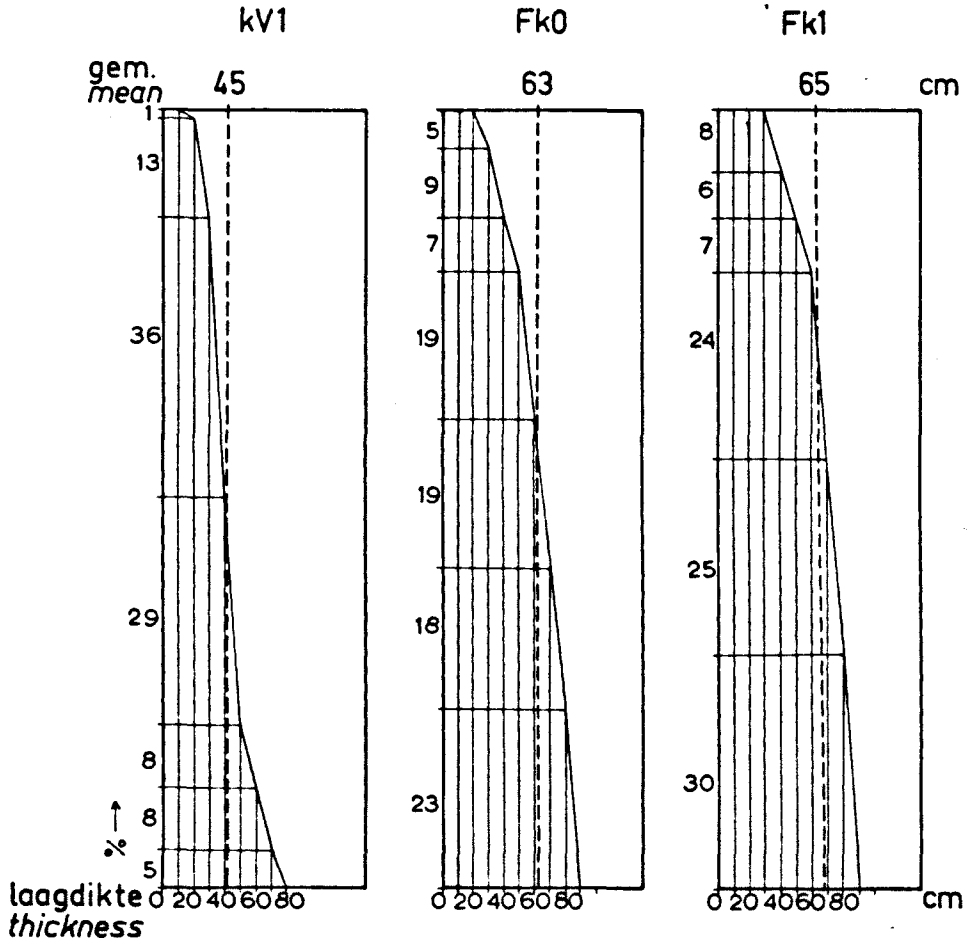
Afb. 21. Frequentie-verdeling van de dikte van de kleilaag; gemiddelden van het gehele zuidelijke gebied.



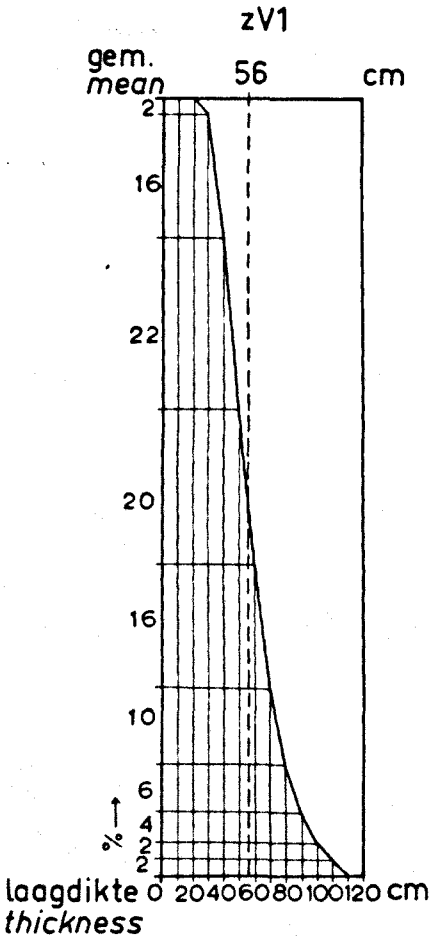
Afb. 22. Frequentie-verdeling van de diepte van de zandondergrond bij kleigronden. De dikte van de tussenliggende veenlaag is gelijk aan het verschil tussen de cijfers van deze figuur en die van afb. 20



Afb. 23. Frequentie-verdeling van de veendikte onder de kleilaag in de omgeving van Harderwijk. Geringe spreiding.



Afb. 24. Frequentie-verdeling van de veendikte onder de kleilaag in de omgeving van Hulshorst. Grote spreiding.



Afb. 25. Frequentie-verdeling van de dikte van de veenlaag bij veengronden.

Hiertoe is het gebied in een aantal blokken verdeeld en in elk van deze blokken is van ieder type de frequentie van de verschillende dikten bepaald door telling op de veldkaarten. De verschillende laagdikten, afgerond op 5 cm, zijn daarna paarsgewijze samengevoegd tot een reeks met intervallen van 10 cm, zodanig, dat elk vijftal bij het vorige tiental is genomen. Een laagdikte tussen 10 en 20 cm betekent dus: de som van alle lagen met een afgeronde dikte van 10 en 15 cm. Deze gegevens zijn vervolgens per blok en nog eens voor het gehele gebied tabellarisch samengevat (tabel 6 geeft hiervan een voorbeeld). De op deze wijze verkregen frequentiecijfers zijn omgerekend in percentages van het totaal en op grafieken uitgezet. Uit deze grafieken kan dus de frequentie van de verschillende laagdikten per type voor de diverse blokken en voor het gehele gebied worden afgelezen. Tevens is in deze grafieken de gemiddelde laagdikte aangegeven, welke bij de beschrijving van de typen is opgegeven.

V.B.2. Bespreking van de grafieken

1. Kleigronden

Gehele gebied

Bij de kleigronden is de frequentieberekening beperkt gebleven tot de typen kV1, FkO en Fk1 (kV1 is dus hierbij de kleigronden gerekend). Om twee redenen zijn de overige kleigronden hierin niet betrokken:

a. de oppervlakte is zeer gering
b. de dikte van de kleilaag is veelal meer dan 1.20 m.

Van type kV1 via FkO naar Fk1 loopt de gemiddelde kleidikte op van 26 tot 45 cm (afb. 21, A, B en C). De bijbehorende drie grafieken (afb. 22 A, B, en C) die de diepte van het dekzand bij elk type aangeven, demonstreren een toename van de dikte van de veenlaag in de richting van de zee (34 cm bij type kV1, 46 cm bij type Fk1).

De afzonderlijk berekende blokken

Deze verschillen niet van het gemiddelde en onderling nauwelijks. Het blijkt, dat de gemiddelde veendikte groter wordt, naarmate de strook klei-op-veen breder en daarmede de helling langer wordt. Dit is ook de verklaring, waarom in de omgeving van Harderwijk (afb. 23), waar de kleistrook smal is, de gemiddelde veendikte en daardoor ook de spreiding in de veendikten - gering is, terwijl bij Hulshorst (afb. 24) door de bredere kleistrook het tegengestelde het geval is.

2. Veengronden (zV)

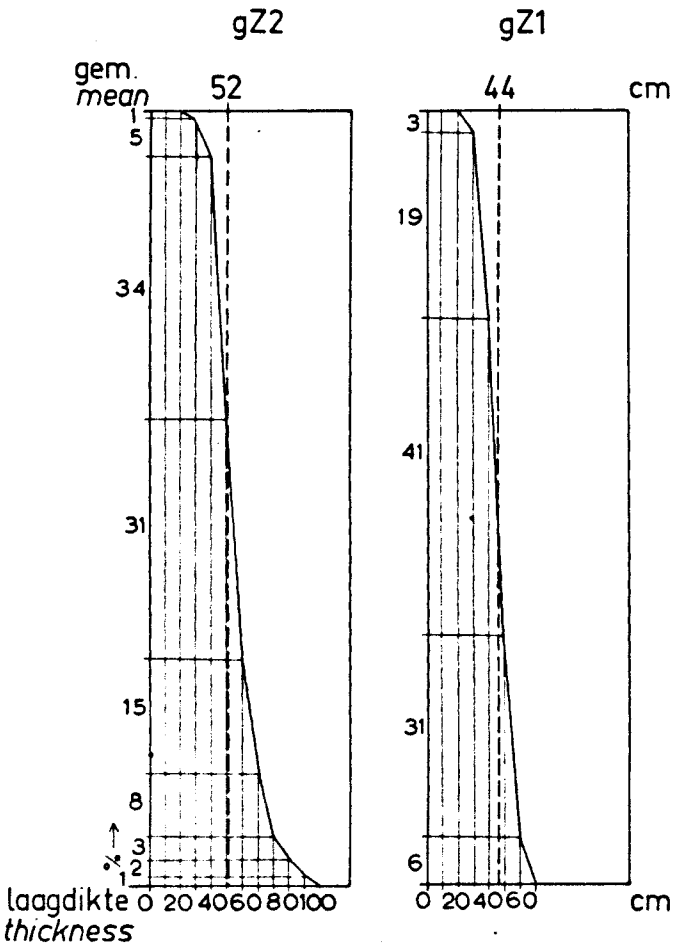
Gehele gebied

Uit afb. 25, die de frequentie voor het gehele gebied aangeeft, blijkt dat de veendikten variëren tussen 20 en 120 cm en het gemiddelde 60 cm nog niet haalt. De veengronden, die niet door een kleilaag zijn overdekt, hebben dus slechts een geringe dikte.

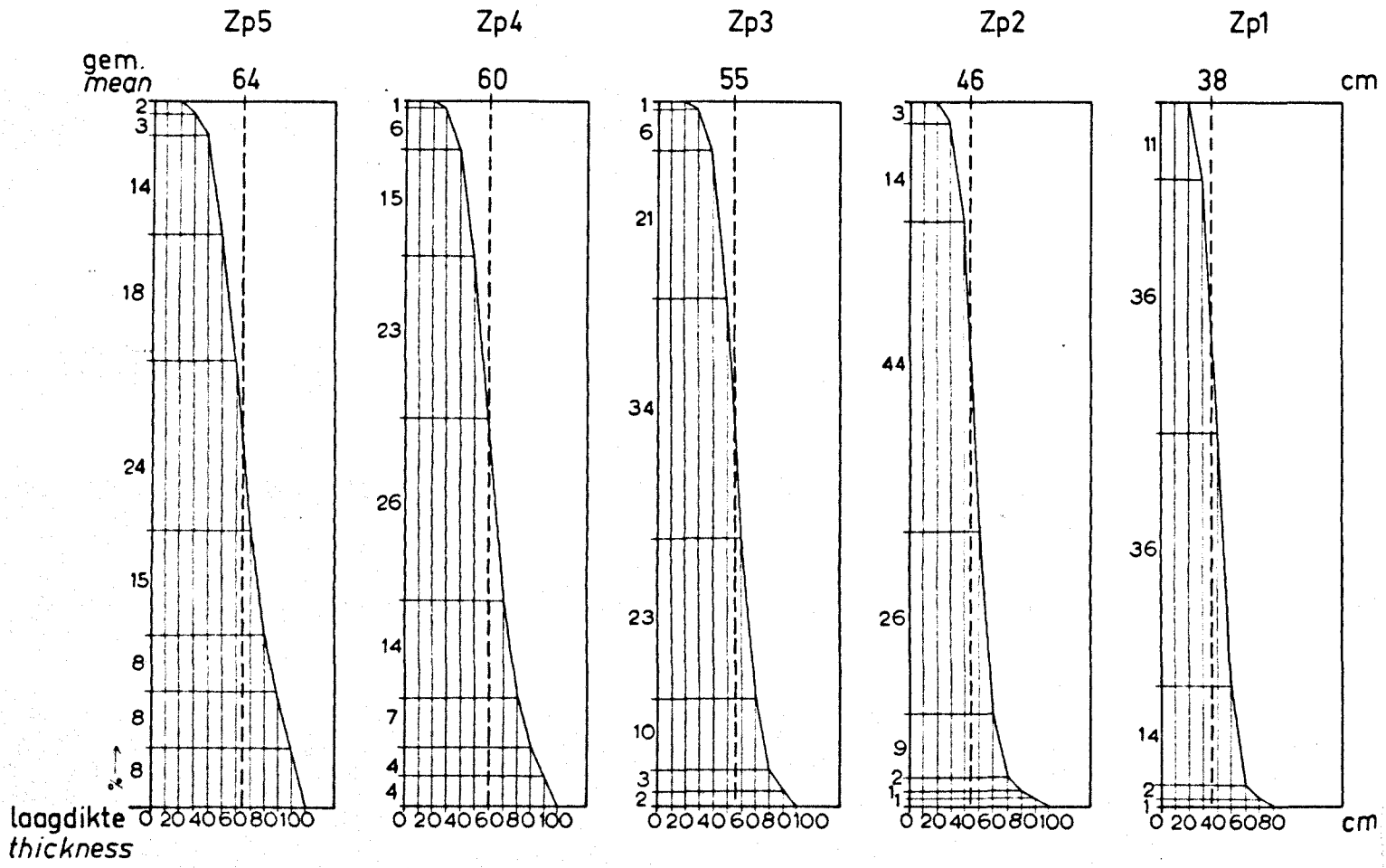
3. Zandgronden

a. Gebroken gronden (gZ)

Gehele gebied



Afb. 26. Frequentie-verdeling van de dikte van slibhoudende laag bij gebroken gronden.



Afb.27. Frequentie-verdeling van de dikte van de humeuze laag bij humeuze zandgronden; gemiddelden van het gehele zuidelijke gebied.

Uit afb. 26 blijkt, dat het hoogste type (gZ2) een dikkere slibhoudende laag heeft dan het laagste type (gZ1) (resp. 52 en 26).

De voornaamste oorzaak hiervan zal gezocht moeten worden in het feit, dat het type gZ2 voorkomt op dekzandopduikingen, die temidden van kleigronden dicht bij de kust gelegen zijn, waardoor diepere omwerking van het dekzand door het zeewater heeft plaats gehad dan bij de meer landinwaarts en aan de rand van de kleiafzettingen gelegen type gZ1. Daarnaast heeft mogelijk ook de grotere homogenisatie een rol gespeeld (zie blz. 36).

De afzonderlijk berekende blokken

Ook in de afzonderlijke blokken heeft het hoogste type steeds de dikste slibhoudende laag.

b. Humeuze zandgronden (Zp)

Gehele gebied

Opvallend duidelijk is in deze bodemreeks van 5 typen het afnemen van de gemiddelde dikte van de humeuze laag in de richting van de lagere gronden (tabel 6 en afb. 27). Met 4 - 9 cm verschil tussen elk volgend type zakt dit af van 64 cm bij type Zp5 tot 38 cm bij type Zp1.

Te opvallender is dit verschijnsel, wanneer wij bedenken dat deze 5 grafieken ontstaan zijn uit gegevens van het gehele gebied, dus met de sterk in dikte van humeuze bovengrond variërende ruggen en de vergravingen, die zowel in bouwland als grasland (het "zakken"), in een aantal gevallen een rol spelen.

Dat dit afnemen van de gemiddelde dikte naar de lage gronden een volkomen regelmatig karakter draagt, wordt niet alleen uit het afnemen der gemiddelden gedemonstreerd, maar ook in de verdeling der laagdikten over de typen.

Bij de kleigronden is een verklaring mogelijk, die verband houdt met de wijze van afzetting. Deze kan hier echter geen rol spelen. Omdat de spreiding der dikten vrijwel even regelmatig is als bij de verschillende kleitypen, zou men eveneens aan natuurlijke oorzaken gaan denken. Het is immers bekend, dat op de lage gronden "dunnere" profielen ontstaan door de natuurlijke begroeiing, dan op de hoge gronden. Dit zou wel mogelijk zijn, maar onder Nederlandse klimaatsomstandigheden ontstaan dergelijke diepzwarte gronden niet onder natuurlijke omstandigheden.

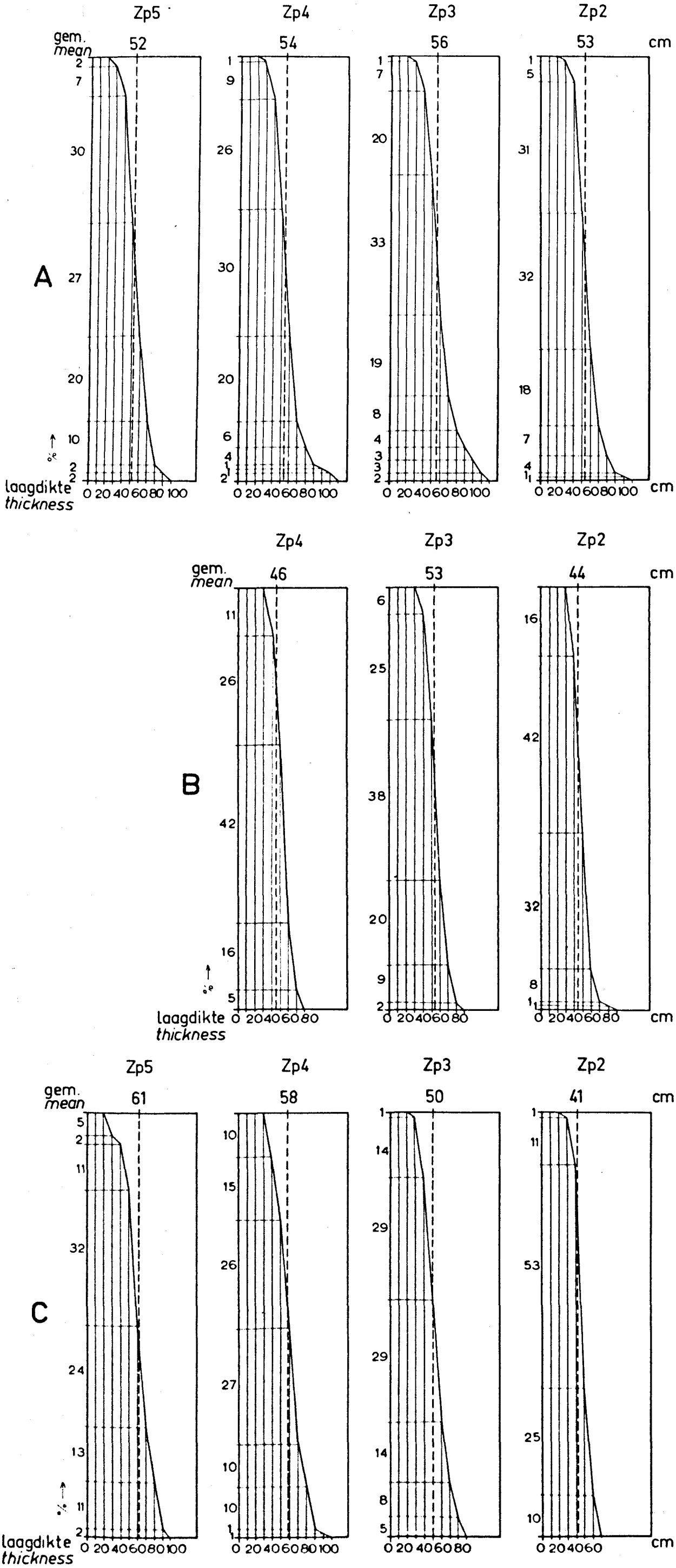
De dikke zwarte grond moet ontstaan zijn door ophoging en/of vermenging van de bouwvoor met de ondergrond. Hiervoor is een toevoer van organische stof noodzakelijk.

Men heeft bij de beïnvloeding van de natuurlijke profielen rekening moeten houden met het grondwater en heeft dus op de hoge gronden de bodem dieper kunnen beïnvloeden dan op de lage. Bovendien zal de neiging bestaan hebben om de meest droogtegevoelige gronden extra te bemesten.

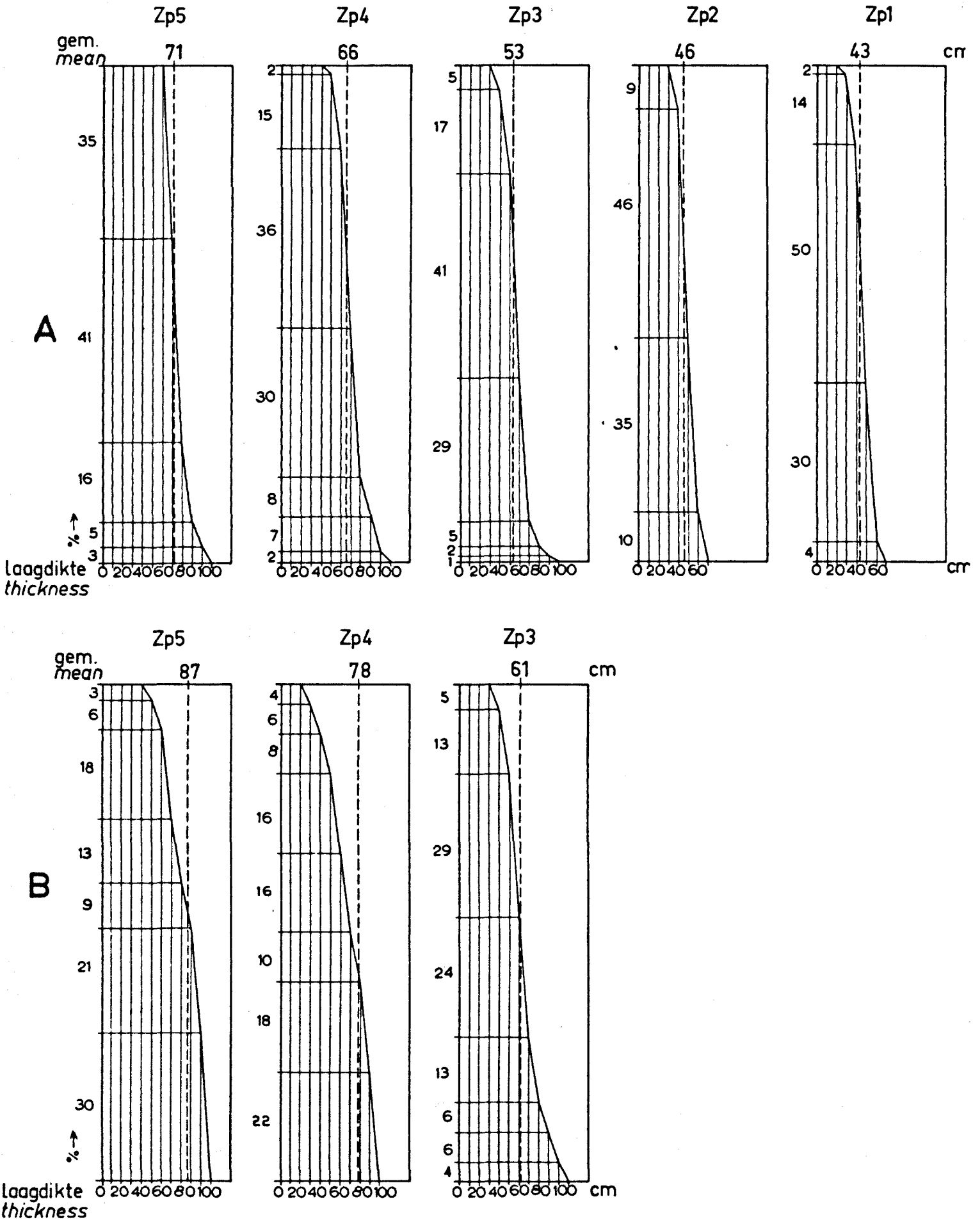
De afzonderlijk berekende blokken

Wanneer men de kolommen van de bodemreeks Zp in de verschillende blokken bekijken, dan is duidelijk, dat inderdaad het verschil bestaat tussen de (niet op de kaart aangegeven) bodemgroepen: "hellinggrond" en "ruggrond" (zie blz. 31).

De beide ruggen, die in het gekarteerde gebied te onderscheiden zijn (de rug langs de Bovenweg bij Nunspeet en die langs de Meezenbergerweg - Doornspijk - Oostendorp - Oosterwolde - Wittenstein), hebben een totaal andere verdeling van de



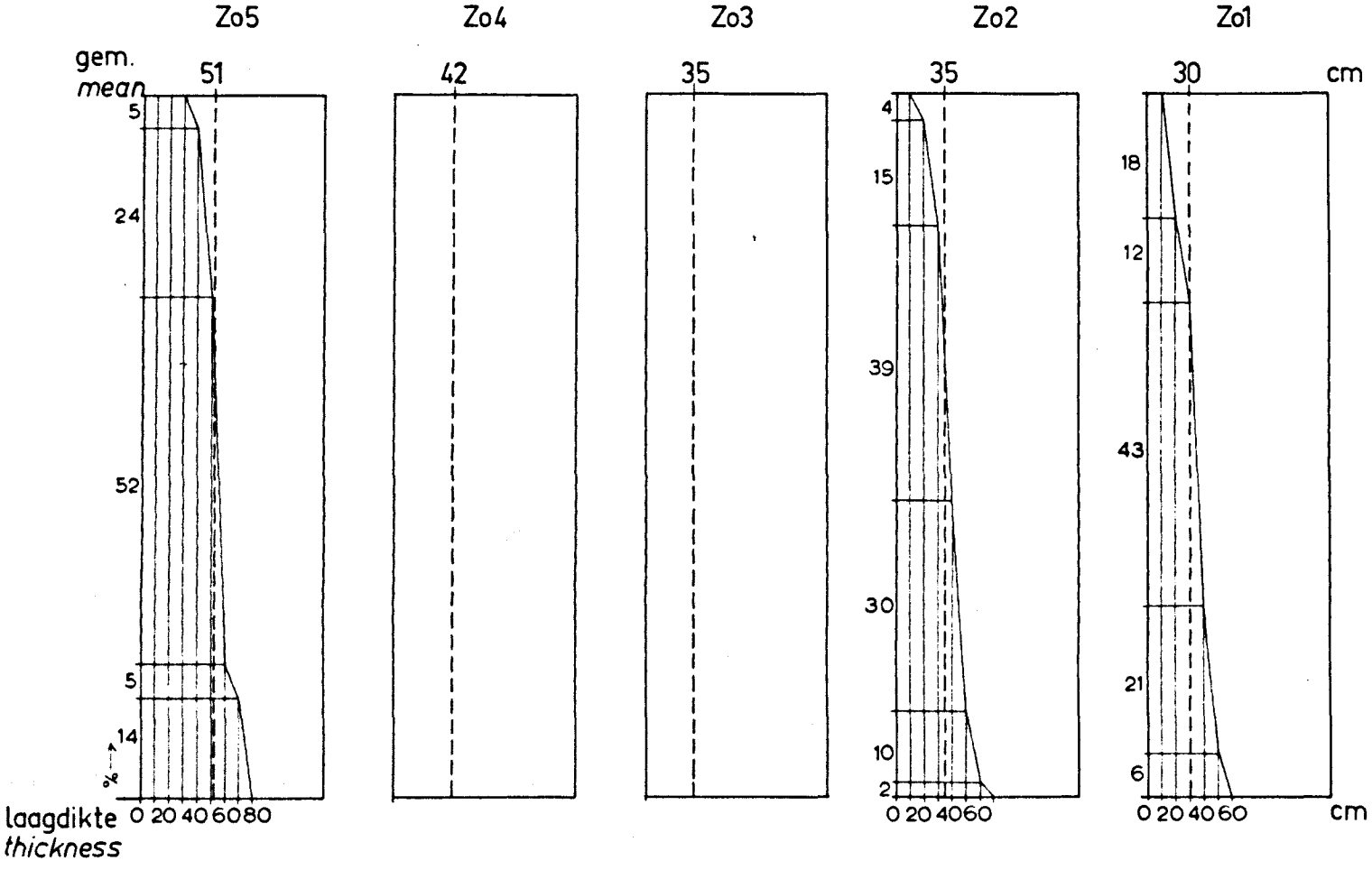
Afb. 28. Frequentie-verdeling van de dikte van de humeuze laag bij humeuze zandgronden op ruggen. A. Rug langs de Meezenbergerweg ten noorden van Doornspijk-Oosterwolde. B. Idem ten noorden van de weg. C. Rug ten noorden van de Bovenweg.



Afb. 29. Frequentie-verdeling van de dikte van de humeuze laag bij humeuze zandgronden op hellingen.

A. Helling bij Hulshorst.

B. Idem bij Wessingen.



Afb.30. Frequentie-verdeling van de dikte van de humeuze laag van de ontginningsgronden; gemiddelde van het gehele zuidelijke gebied.

laagdikten over de typen (afb. 28) dan de hellingen (afb. 29) (Hulshorst - IJsselmeer, de helling bij Wessingen). Vooral in de 3 hoogste typen komt dit tot uiting.

De grootste rug (Meezenbergerweg - Wittenstein) is in tweeën berekend (ten noorden Doornspijk - Oosterwolde (afb. 28A) en ten noorden Meezenbergerweg (afb. 28B)), de andere (n Bovenweg, afb. 28 C) in éénmaal. Er zijn dus 3 vergelijkbare series grafieken (afb. 28 A, B, en C).

Het type Zp3 is in alle series vrijwel eender. Slechts in het gedeelte Doornspijk - Oosterwolde (afb. 28A) wijkt het enigszins af door het voorkomen van een vrij hoog percentage zeer diep humeuze profielen. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat in de omgeving van Elburg juist op dit bodemtype vrij veel tuingrond wordt aangetroffen, die langdurig en zwaar met stalmest bemest is, waardoor de profielen tot grote diepte zwart zijn geworden. Op de hogere en lagere typen speelt de tuinbouw geen rol.

Het overige deel van de rug Doornspijk - Oosterwolde heeft bij beide berekende gedeelten eerder neiging om bij lager worden een dikkere humeuze laag te hebben dan andersom.

De rug aan de Bovenweg (afb. 28 C) vertoont wel een naar de lage gronden afdalend gemiddelde, maar dat ook hier afwijkingen optreden blijkt wel uit het feit, dat juist op type Zp5 de dunste lagen worden gevonden. Dit verschijnsel kan mogelijk door afspoeling of afploegen verklaard worden, Ook is het niet onmogelijk, dat de hoogste bouwlanden hier het jongst zijn.

Het beeld van de grafieken van de hellingen is geheel anders (afb. 29 A en B).

Zij tonen veel duidelijker dan de grafieken voor het gehele gebied (afb. 27), waarin ook de ruggen zijn opgenomen, het verminderen van de gemiddelde dikte van de humeuze laag in de richting van de lagere gronden. Het verschil tussen de gemiddelden van de typen is ook groter. Duidelijker is dit te zien in de serie grafieken van het gebied Hulshorst (afb. 29A). Bij type Zp5 is in geen enkele boring (0%) de humeuze laag dunner dan 60 cm, terwijl bij type Zp1 slechts 4% van de boringen een humeuze laag tezien gaf tussen 55 en 60 cm.

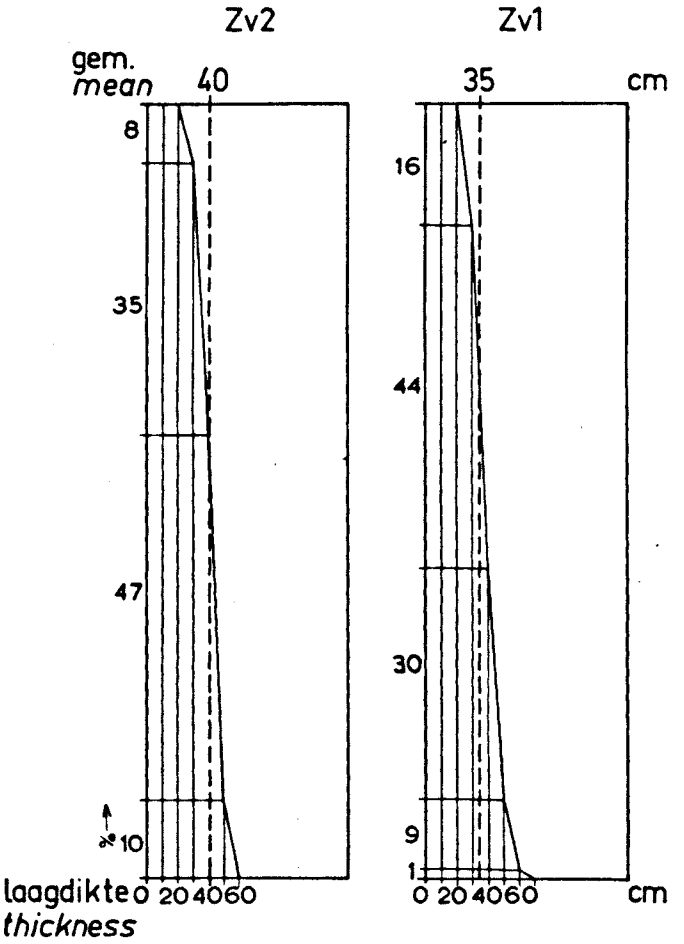
Bij onderlinge vergelijking van de verschillende hellingen bestaat er nog wel verschil, doch slechts in het niveau van het gemiddelde, niet in de genoemde regelmaat. De grafieken, die op de omgeving van Wessingen betrekking hebben (afb. 29 B) vertonen een grotere spreiding van het gemiddelde dan de hierboven besproken grafieken van het blok Hulshorst, en ook zijn de humeuze lagen gemiddeld dikker.

Op grond van dit laatste feit en de enigszins andere percelering kan verondersteld worden, dat dit gebied het langst in cultuur zijnde gedeelte van deze streek is.

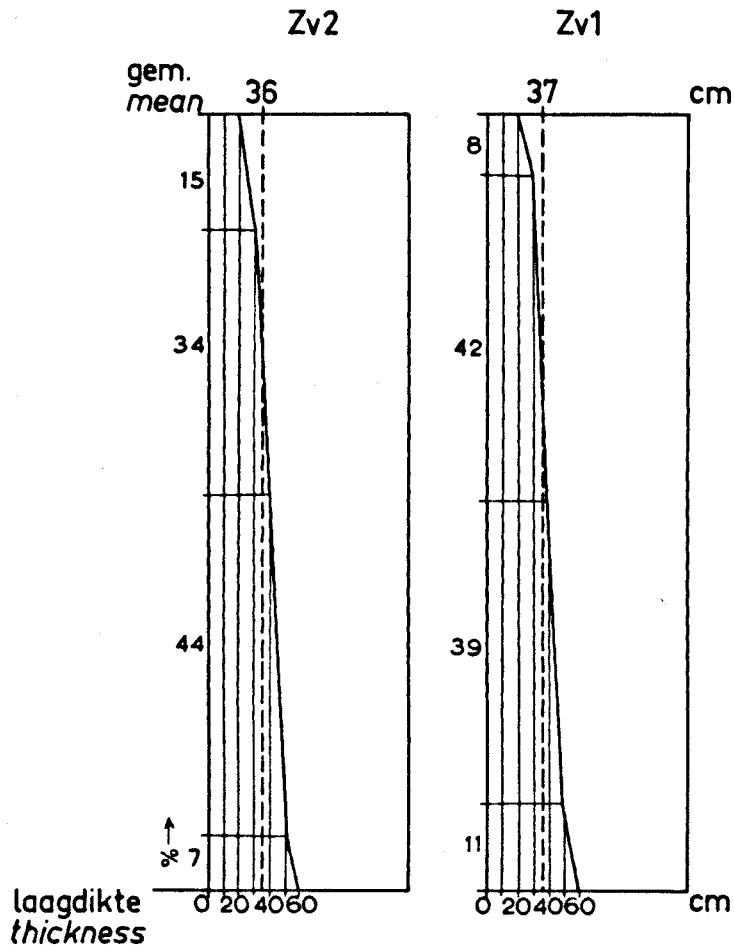
c. De ontginningsgronden (Zo).

Gehele gebied

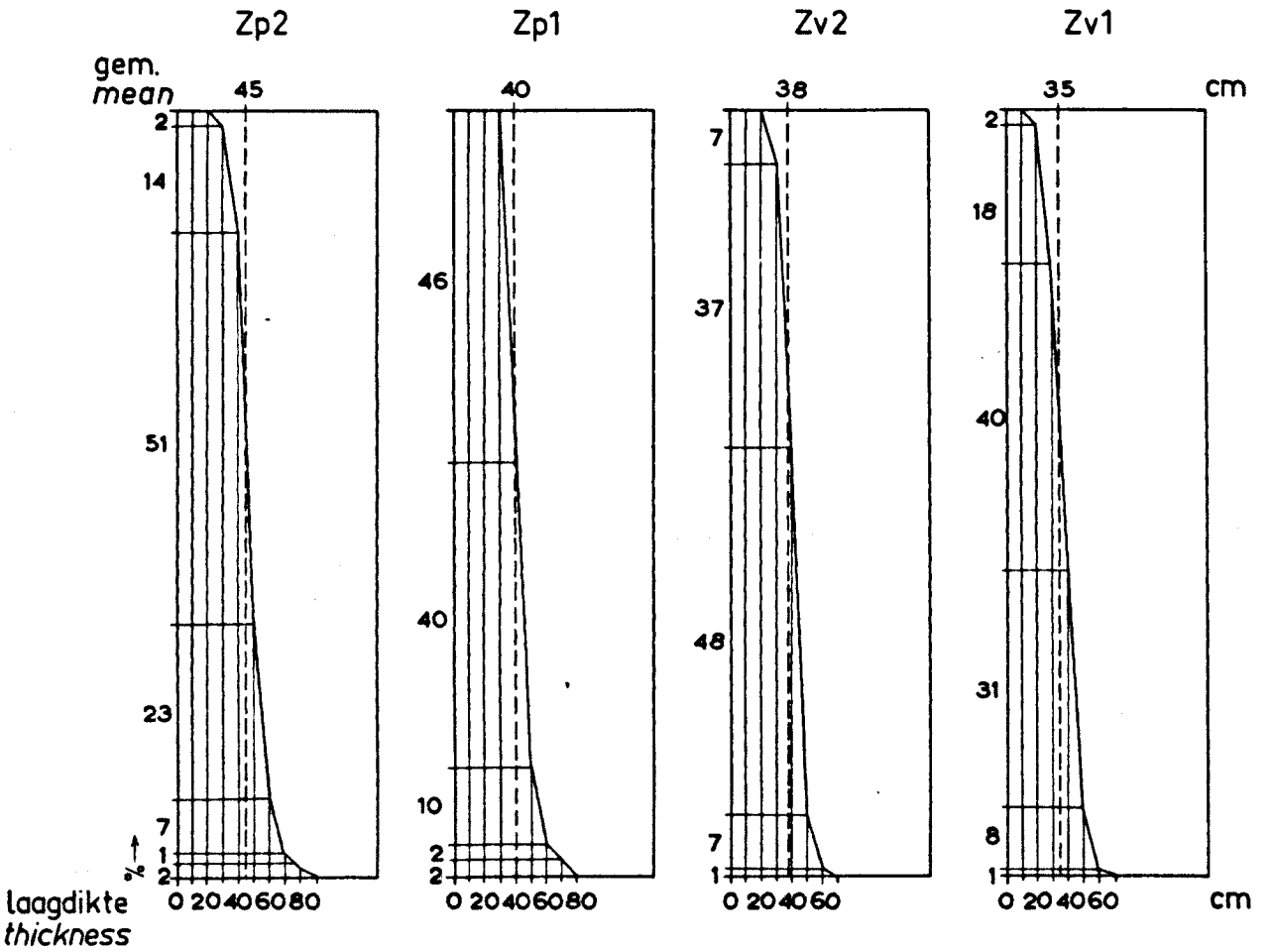
Hiervan zijn alleen de grafieken gemaakt, die betrekking hebben op het gehele gebied (afb. 30). Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat alleen bij de Essenburg een oppervlakte van betekenis voorkomt. De geringe oppervlakten, die bij Nunspeet ("Grote Bunte") en ten zuiden van Elburg (Vaarbekerweg) liggen, zijn hierbij getrokken. Verder was het niet mogelijk om van de ontginningsgronden een complete serie van 5 grafieken te formeren, omdat van de typen Zo3 en Zo4 slechts enkele boorpunten aanwezig waren. De ontginningen komen n.l.



Afb.31. Frequentie-verdeling van dikte van de sterk humeuze tot venige bovengrond bij venige zandgronden; gemiddelde van het gehele zuidelijke gebied.



Afb.32. Frequentie-verdeling van de dikte van de sterk humeuze bovengrond in het blok Hulshorst. Zv1 heeft een hoger gemiddelde dan Zv2.



Afb.33. De gemiddelde laagdikte van de typen Zv2 en Zv1 sluiten aan bij de Zp-reeks.

alleen voor tegen het stuifzand (type Zo5) en in de lagere gronden (typen Zo1 en Zo2).

Toch is in deze incomplete serie duidelijk dezelfde tendentie aanwezig als bij de bodemreeks Zp. De verklaring van het afdalend gemiddelde bij de ontginningsgronden lijkt ons hier zeer zeker gezocht te moeten worden in de stand van het grondwater. Hierdoor worden de typen 1 en 2 voor grasland en het type 5 voor bouwland gebruikt, hetgeen tot gevolg heeft dat er op de hogere gronden een grotere kans is, dat door bewerking de humeuze laag dikker zal worden dan op de lagere typen.

d. De venige zandgronden (Zv).

Gehele gebied

In de beide grafieken (afb. 31), die op het gehele gebied slaan, komt duidelijk uit, dat ook hier op het hoogste type (Zv2) de dikste humeuze lagen worden gevonden. Dit spreekt zowel uit de gemiddelden, als uit de verdeling van de dikten over de beide typen.

Afzonderlijk berekende blokken.

Bij de afzonderlijk berekende blokken is dit zelfde verschijnsel waar te nemen, al is er een blok waarvan het gemiddelde van type Zv1 (afb. 32) 1 cm hoger ligt dan dat van type Zv2 en twee blokken, waar het verschil slechts 2 resp. 3 cm ten gunste van het type Zv2 bedraagt. Bij de overige blokken is het verschil duidelijker. Hoewel in de eerstgenoemde blokken de verschillen minder sprekend zijn, blijkt toch uit de verdeling der laagdikten over de beide typen duidelijk, dat de dunste humeuze lagen op het laagste type gevonden worden.

Opmerkelijk is, dat in sommige gevallen de beide grafieken van de reeks Zv achter type 1 van de reeks Zp aansluiten (afb. 33). Dat wil zeggen, dat Zv2 gemiddeld een dunnere zwarte grond heeft dan Zp1.

Uit bovenstaande beschouwingen blijkt dus, dat de in V.B.1. genoemde correlaties in dit gebied wel degelijk aanwezig zijn. Er zou dus inderdaad een bodemtypen-kartering kunnen zijn uitgevoerd. Er blijkt echter tevens, dat de afwijkingen in detail te groot zijn, om hiermede te volstaan voor het speciale doel, dat aan deze kartering werd gesteld, n.l. het verschaffen van basisgegevens voor de vaststelling van de schadekaarten (zie Basisrapport III).

V.C. Het verband tussen hoogtetype en grondwaterstand (bijlage 4)

Het grootste deel van het gebied ligt op de helling van de Veluwe naar het IJsselmeer. Ook de grondwaterspiegel vertoont deze helling, doch flauwer. In het algemeen worden dus de gronden met de diepste grondwaterstanden op het hoge deel van de helling aangetroffen, en de gronden met de hoge grondwaterstand op het lage deel van de helling. Het microrelief op de helling veroorzaakt echter een sterkere variatie in ligging ten opzichte van het grondwater, dan dit algemeen geschetste beeld.

Hoewel dit beeld in grote trekken wel juist is, komen op het lage en op het hoge deel van de helling, zowel natte als droge gronden voor (gronden, resp. met een ondiepe en een diepe grondwaterstand). Ook een gedetailleerde hoogtekaart verschaft dus niet voldoende gegevens over de verbreiding van de natte en de droge gronden.

Daarvoor is het noodzakelijk naast de absolute hoogteligging (ten opzichte van N.A.P.) ook de hoogte ten opzichte van het hellende grondwatervlak, de relatieve hoogteligging, te kennen. Omdat dit vlak niet steeds op hetzelfde niveau ligt, is het niet mogelijk om de grondwaterstand zelf te gebruiken als karakteristiek voor de hoogteligging. Het fluctuerende grondwater veroorzaakt echter in de grond waarneembare verschijnselen, die de bodemkundige kenmerken opleveren, waarmee het gehele jaar door gewerkt kan worden; de z.g. gley-verschijnselen. De aard van deze gley-verschijnselen is van velerlei factoren afhankelijk, zoals grofheid en lemigheid van het zand, diepte waarop het grondwater fluctueert, grootte van deze schommeling, aard van het profiel, dikte van de humeuze bovengrond, bodemgebruik, e.a..

Zeer algemeen kan gesteld worden, dat in dit geval gewerkt is met één facet van de gley-verschijnselen, n.l. de roest. De indeling in de vijf hoogteklassen (hoogtetypen of vochttypen) is gebaseerd op de diepte van de bovenkant van de roest.

Het hoogtetype moet dus opgevat worden als een karakterisering van de grond naar zijn relatieve hoogteligging en deze gedachtengang over de grond kan als volgt gedefinieerd worden: Gronden, die bij een toegelaten spreiding een - meestal aan de bovenkant van de roest gemeten - zelfde grondwaterinvloed hebben, vallen onder één hoogtetype.

Bij de zandgronden in het Veluwe-randgebied komen schijngrondwaterspiegels, reductiezônes als gevolg van ondoorlatende lagen en dergelijke verschijnselen niet voor, omdat de bovenste meters van de profielen uit goed doorlatend zand bestaan. Er mag dus worden verwacht, dat de diepte van de gley-verschijnselen (bovenkant van de roestvlekken) - voor zover waarneembaar - goed zullen correleren met de grondwaterstand.

Om het verband tussen bodemtype en grondwaterstand na te gaan, konden de metingen in een uitgebreid net van grondwaterstandsbuizen worden gebruikt. Hiervan zijn die van de winter 1948 - 1949 en van de zomer 1949 gebruikt.

De frequentie van elke waterstand in een bodemtype werd bepaald. De waterstanden die in cm nauwkeurig waren opgenomen, zijn in trajecten van 10 cm telkens bij elkaar genomen en van elk dezer groepen is het percentage van het totale aantal waarnemingen per bodemtype berekend. In bijlage 4 zijn deze percentages in vijf kolommen voor de vijf hoogtetypen der zandgronden weergegeven. Op de verticale as is de grondwaterstand in cm beneden maaiveld uitgezet (schaal 1 : 10). In het bijbehorende horizontale traject is het percentage van de bovengenoemde groepen waterstanden van 10 cm uitgezet, en wel zo, dat 1 mm 1% van het aantal gevallen weergeeft. In deze grafiek zijn ook de "gley-trajecten" van elk bodemtype" weergegeven.

Bij het beschouwen van bijlage 4 moet men met verschillende feiten rekening houden. De bovenkant van de roest houdt verband met de hoogste waterstand. Hierdoor wordt het duidelijk dat de winterwaterstanden in de grafiek minder uiteenlopen, dan die van de zomer.

Verder lagen de waterstanden tijdens de opname op een abnormaal laag niveau (tijdens het graven van profielkuilen in december 1948 bleek, dat de waterstand tussen 60 en 85 cm onder de bovenkant van de roest lag).

Wanneer men een dergelijke grafiek zou vervaardigen aan de hand van winterwaterstanden, die op een hoog niveau zijn gelegen, zou het traject korter en de "overlap" kleiner zijn.

Ook het volgende is voor een goed begrip van de grafiek van belang. Bij elk hoogtetype zijn twee situaties ten opzichte van andere hoogtetypen mogelijk. Type 4 kan tussen 5 en 3 inliggen, maar ook als hoogte temidden van type 3, ligging dus op een helling of op een kop. Van beide situaties zijn waterstanden voor het maken van de grafiek gebruikt.

Verder wordt deze grafiek beinvloed door fouten in de opname van de hoogtetypen door de verschillen in fluctuatie van het grondwater in verschillende delen van het gebied en dergelijke.

De grafiek geeft het verband aan tussen het gekarteerde hoogtetype en de grondwaterstand voor het gehele gebied. Het bepalen van de frequentie der waterstanden is echter gebeurd voor afzonderlijke vlakken van hetzelfde hoogtetype, en deze gegevens zijn gebruikt om de grafiek samen te stellen.

Voor de grotere vlakken met hetzelfde hoogtetype zijn de bijbehorende gemiddelde zomer- en winterwaterstanden berekend/ over het gehele gebied verspreid liggen, de verschillen in de gemiddelden zeer klein zijn.

De conclusie hieruit en uit de grafiek is, dat met de invoering van het begrip "hoogtetype" een redelijke karakterisering van de ontwateringstoestand van de grond gegeven is.

/Uit deze gegevens is gebleken, dat voor deze vlakken, die

Foto KLM Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. IJsselmeer. B. Strandwal. C. Hierderbeek. D. Straatweg Harderwijk - Elburg. E. Hierden. F. Frankrijk.

Afb. 34. Het gebied ten Oosten van Harderwijk. De foto demonstreert de langzame afhelling van het landschap van zuid naar noord zonder onderbreking. De bodemtypen op de helling zijn met hun symbool op de foto aangegeven. Let op het verschil in verkaveling tussen het zand en de klei.

VI. ENKELE BIJZONDERHEDEN BIJ DE BODEMKAARTEN

Ten gevolge van de geleidelijke helling van de Veluwe vormen de bodemreeksen ter hoogte van Hulshorst evenwijdige, oost-west gerichte stroken (afb. 34). De middelste strook, de overgang van lage humeuze zandgrond naar veen is grillig van vorm, in het bijzonder de grens tussen venige zandgrond en zandige veengrond. Dit wordt veroorzaakt door zeer geringe verschillen in de topografie van de dekzandondergrond.

Gewezen moet nog worden op de uitstulping van de veenvlakte in de richting van de Essenburg, die tenslotte doodloopt in een smalle kreekvormige figuur. In deze uitstulping, waar de gemiddelde veendikte veel groter is dan normaal, komen enkele zandopduikingen voor, waarvan er wegens de schaal slechts 1 op de kaart kon worden aangegeven. In de "kreek" komt plaatselijk naast het normale zeggeveen een vaal-okergele amorfe massa voor, die bij oxydatie snel verkleurt tot grijs. Deze afzetting is als modderklei te beschouwen (gyttja).

Ontginningsgronden vindt men op enkele perceeltjes aan de grens van dekzand en stuifzand. Een vrij belangrijke oppervlakte ligt in de omgeving van de Essenburg, en bij het Zwarte Goor. Deze is uit laag hakhout en bos ontgonnen, waarvan nog enkele percelenaanwezig zijn.

In de omgeving van Nunspeet komen slechts weinig jonge ontginningen voor. Enkele percelen bij de Grote Bunte zijn uit eiken- en berkenhakhout ontgonnen.

Ook hier komt een "veenkreek" voor, die echter veel groter is dan bij de Essenburg. Deze "kreek" loopt langs de rug aan de Bovenweg en mondt tenslotte ten westen van de Waterweg in het grote veengebied uit, waar hij over korte afstand nog in de zandondergrond te vervolgen is. De breedte varieert van 10 - 20 m. De "kreek" heeft een kronkelend verloop en is geheel opgevuld met zeggeveen, dat houtrijker is dan in het overige veengebied. Het lijkt erop alsof de "kreek" ontstaan is door verlanding van een oude beekbedding. De plaats waar hij ligt, doet dit eveneens vermoeden; de normale zuid-noord afwatering van de helling is hier niet mogelijk door de aanwezigheid van bovengenoemde rug. Deze afwatering wordt afgebogen in westelijke richting, dezelfde richting als die van de "veenkreek".

De bovengrond in de laagte bij Batavia is vrij schraal en dun, er liggen enkele jonge ontginningen in (bij Oenenburg). Bij Doornspijk valt langs de Vaarbeek het grillige gebied met gebroken gronden op. In deze omgeving liggen verhogingen in het terrein, die wij "kwelbulten" genoemd hebben. Het zijn hoogten, die ca. 50 cm boven de omgeving uitsteken en die een afwijkende bovengrond bezitten. De grondwaterstand in de bulten is hoger dan in het vlakke deel van het perceel. De verklaring van dit verschijnsel moet waarschijnlijk gezocht worden in sterke kwel (sloten met ijzerhoudend water, die in de winter niet dichtvriezen), waardoor ofwel de veengroei langer is doorgegaan of de inklinking geringer is geweest. Het veen wijkt in samenstelling echter niet van de omgeving af.

De eigenaardige figuratie aan de Spijkerweg kan verklaard worden door het voorkomen van overblijfselen van een met grachten omgeven burcht.

Foto K.L.M. Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. IJsselmeer. B. Strandwal. C. Nodbeek. D. Bijsselse beek. E. Dekzandrug, die de regelmatige helling onderbreekt. F. In zee gereden perceel, grindhoudende kleigrond (Fsk). G. Grindhoudende kleigrond (Fsk), vlak deel van de strandwal. H. Klei op veengronden (Fk en Ff). I. Veengronden (zV1).
K. Loge humeuze zandgronden aan de voet van de helling (Zp2 en 1).
L. Kom van Nunspeet.

Afb. 35. De helling van het zandgebied ten noorden van Nunspeet naar het IJsselmeer.

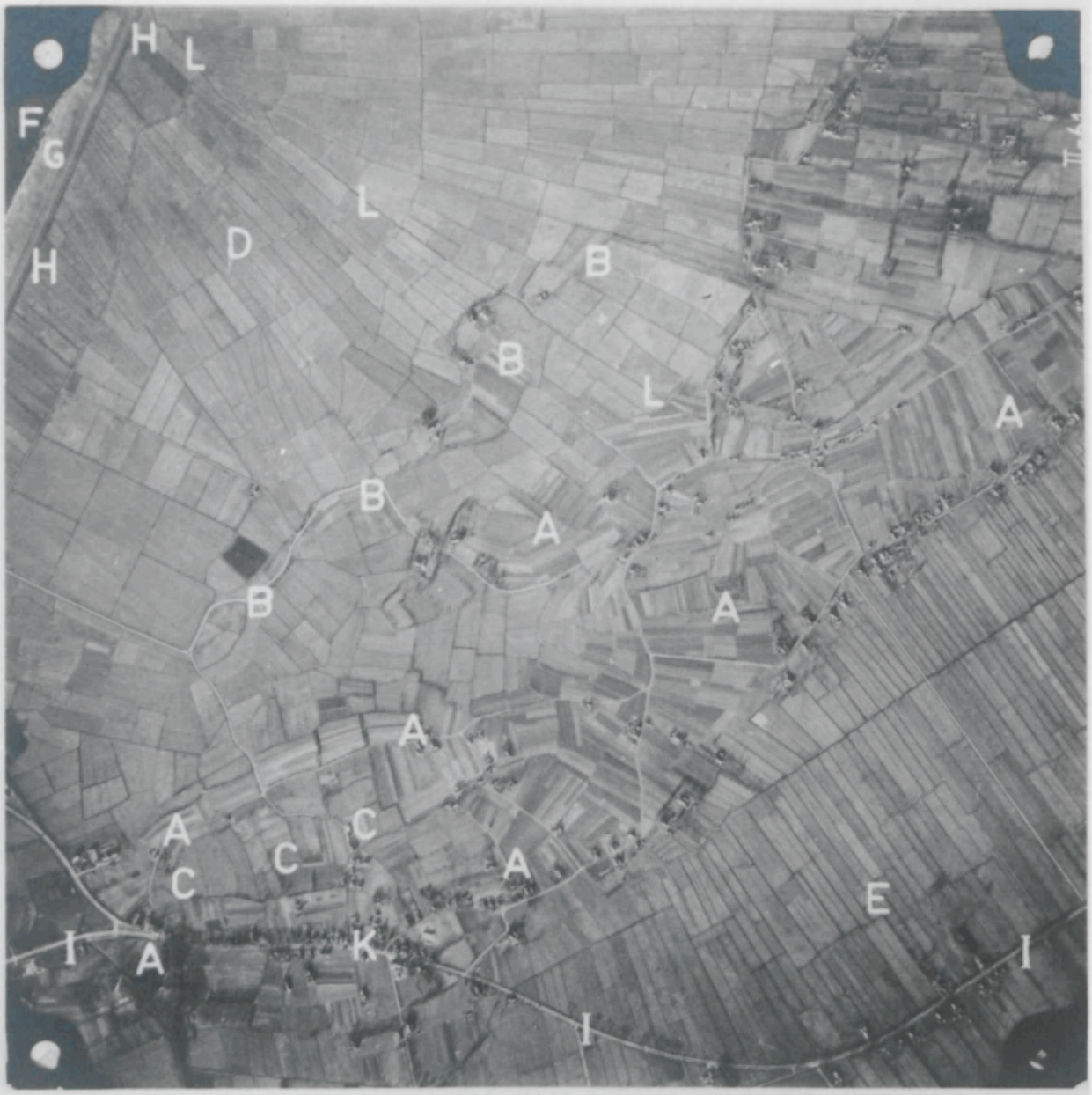


Foto KLM Aerocarto - Archief Topografische Dienst

A. De eigenlijke rug, bestaande uit humeuze zandgronden (Zp).
B. Een aftakking met lagere humeuze zandgronden (Zp2).
C. Een tussen twee takken van de rug ingesloten laagte (gZ1).
D. Klei - op - veengronden (Fk1). E. Veengronden ten zuiden van de rug (zV1).
F. IJsselmeer. G. Buitenwaarden. H. Kampener dijk. I. Zwolse weg.
K. Oosterwolde. L. Wijkwetering.

Afb. 36. Luchtfoto van de rug bij Oostendorp en omgeving.

Het perceel, dat bij Polsmaten in zee vooruitsteekt, is ontstaan door het "in zee rijden" van de aldaar zeer hoge strandwal, waardoor het perceel thans even laag ligt als de omringende kleigronden (afb. 35). Het is aangegeven als grindhoudende kleigrond (Fsk).

De bodemgesteldheid in de omgeving van Elburg is gecompliceerd. Dit is een gevolg van het grillige reliëf, veroorzaakt door een stelsel van ruggen. Ook in de lagere gronden zijn veel kleine hoogteverschillen waar te nemen. Ten zuiden van het landgoed Putten komen aan het Puttener Beekje enige inzinkingen in het terrein voor, die zo laag zijn gelegen, dat hierin enige kleiafzetting mogelijk was. Deze kleiige gronden staan echter niet in verbinding met de overige kleigronden, maar zijn ervan gescheiden door de rug, waarop het Oostendorp ligt (afb. 36). Men kan zich voorstellen dat zij afgezet zijn vanuit het Puttener Beekje (hoewel deze beek niet natuurlijk is). Een andere mogelijkheid is, dat bij hoge waterstanden het water wel eens over de rug heeft gestroomd. Dit is echter niet waarschijnlijk, omdat op de rug geen sporen van overspoeling in de bovengrond zijn aangetroffen.

In de omgeving van Elburg komen veel gebroken gronden voor, vooral langs de randen van de vele kleinere opduikingen. In dit gebied zijn de kleigronden, grenzende aan de zandruggen, soms over een afstand van honderd meter wat zandig in de bovengrond. Men zou dit profiel kunnen omschrijven als een dunne laag gebroken grond op klei. Het is niet afzonderlijk onderscheiden.

In het Goor ligt een kleine overslag compleet met wiel en bocht in de dijk. Volgens sommigen zou dit ontstaan zijn in 1894 door hoog zeewater tegen de kerkdijk. Volgens andere zegslieden zou er in 1825 een doorbraak hebben plaatsgevonden bij het Goorsluisje en zou "het Goor met een dorre zandlaag bedekt" zijn geweest. Dit zand zou weer in het wiel gebracht en de dijk er dwars overheen gelegd zijn. Ondanks de detailkartering is hiervan echter niets gebleken.

Tussen de weg Elburg - 't Harde en de Vaarbekerweg komt een oppervlakte jonge ontginning voor, terwijl het aansluitende gebied als een wat oudere ontginning beschouwd dient te worden.

De laagte ten zuiden van Doornspijk heeft een veel dunnere laag zwart, geaereerd zandig veen als bovengrond, dan de overige veengronden van het gebied. In de Waterlandspolder komen enkele "kwelbulten" voor.

Bij Oosterwolde komen zandgronden voor, die een voortzetting zijn van de rug, waarop Doornspijk en Oostendorp liggen. Geleidelijk helt deze rug af naar het klei-op-veen gebied. Deze helling zet zich onder het veen voort, zodat tenslotte aan de kust het dekzand zich ca $2\frac{1}{2}$ m onder het maaiveld bevindt.

Het veen in de ondergrond is overwegend eutroof, maar ten noorden van het kerkdorp, het groepje boerderijen halverwege de Grote Woldweg, verandert dit zegge-broekveen in oligotroof mosveen, waarvan de dikte meestal niet meer dan 1 m bedraagt; wanneer de pleistocene ondergrond dan nog niet bereikt is, bestaat de rest van het veenprofiel als regel weer uit zeggeveen.

Luchtfoto-archief van de Stichting voor Bodemkartering, Wageningen
Opname: Geallieerde Luchtmacht, 15-3-'45.

A. De laaggelegen klei-op-veengronden van de polder Oosterwolde zijn geinundeerd (Fk1).
B. De dekzandrug met gebroken gronden (type gZ2) steekt nog boven water uit.
C. Het zogenaamde Binnenland van de polder Kamperveen. D. Kamper-Nieuwstad.
E. Uitgeveende percelen, nog zichtbaar onder water. F. De Leidijk. G. De Gelderse Grocht.
H. De grote Woldweg. I. De Mheene. K. Fokheuvels: pleistocene opduiking, type gZ2.

Afb. 37. Luchtfoto van een deel van de polder Oosterwolde, nabij Kamper Nieuwstad.

In de polder Oosterwolde komen zeven overslagen voor. Die van de Winterdijk ligt direct op veen en is evenals alle overige, aan de randen bedekt met zware klei. Dit zou op grote ouderdom kunnen wijzen. De overslag is naar zee gekeerd, maar het is niet waarschijnlijk, dat hij door rivierwater veroorzaakt is. Mogelijk is de overslag ontstaan door een overstroming met zeewater, dat over de Dronther overlaat binnenkwam en dat de polder van de landzijde uit inundeerde. Een merkwaardige (kleine) overslag ligt vlak bij het kerkdorp midden in de polder. De dichtgeslibde en dichtgegroeide kolk hiervan ligt ter weerszijden van een sloot. Dat het een kolk geweest is, blijkt duidelijk uit de lage ligging en de modderachtige opvulling. Bovendien bevindt zich de laagterrasondergrond, die in de omgeving op 1.20 m aanwezig is, dieper dan 3 m beneden maaiveld. Bij de drie overslagen aan de buitendijk, ontbreken de kolken; zeer waarschijnlijk zijn zij tengevolge van latere overstromingen dichtgeslibd. Van één is op dezelfde wijze als bij het kleine overslagje midden in de polder, n.l. door uitsonderen van de dekzandondergrond, de plaats van de kolk bepaald. Deze drie overslagen zijn ook meer met zware klei afgedekt dan de overige, die van de Wakolk uitgezonderd. De overslag bij Kamper-Nieuwstad lijkt uit 2 delen te bestaan, waarvan dan de kolk, die het dichtst bij de kust is gelegen, dichtgeslibd moet zijn.

Fijnzandige overslag met zware bovengrond moet niet als uitloper van de grofzandige overslag worden beschouwd. Dit is in het veld duidelijk gebleken, omdat het volgende profiel herhaaldelijk aan de randen van de grofzandige overslagen is gevonden:

0 - 15 cm zware klei (jongere opslibbing)
15 - 20 cm grofzandige overslag (uitloper van het overslaggebied)
20 - 30 cm zware klei
30 - 40 cm zeer fijn zand, waaronder nog een dunne laag zware klei en dieper veen volgt.

Mogelijk is de fijnzandige overslag op te vatten als een soort overslag in een laagbedijkt stadium ("dijkoverslag").

Het gebied bij Kamper-Nieuwstad wordt verder gekenmerkt door een groot aantal opduikingen van het dekzand (afb.37). Hier is het reliëf van de dekzanden geconserveerd onder veen. Onder een meestal dunne laag slibhoudend dekzand, wordt hier vrijwel overal een tamelijk harde, iets verkitte B-horizon aangetroffen.

Het overslaggebied, dat hier ligt is een aaneensluitend geheel, echter afkomstig uit verschillende grote en kleine kolken. Dicht bij de kolken kan de dikte van het overslagzand meer dan 1 m bedragen.

De Broeken en Maten in de Gemeente Kampen vormen een groot gebied van klei op veen, dat in de richting van de Zwartedijk geleidelijk wat lichter wordt. De Maten hebben het dikste kleidek (40 - 80 cm); in de rest van het gebied is het kleidek dunner, 25 - 40 cm. Het onderliggende veen is zeer grof, houtrijk zeggeveen met veel rietresten. In de sloten steekt vaak kienhout (elzen, wilgen en berken) omhoog.

Langs de Zwartendijk en de St. Nicolaasdijk getuigt een brede strook overslaggronden van talrijke dijkdoorbraken. In de meeste gevallen zijn de bijbehorende wielen binnengedijkt. Op enige afstand in de kolk ligt een meest waaiervormige rug van grof zand (U-cijfer 70-80), meestal direct op het veen. Naar buiten neemt de dikte en de grofheid van het overslagzand af en zijn de profielen weer overslibd.

Afb. 38. Stadsboerderij te Kampen
foto Particam Pictures (maria Austria)

VII. OVERZICHT VAN HET BODEMGEBRUIK

VII.I. Het gebied binnen de gemeente Kampen

Landschappelijk bezien is dit een typisch weidestreek, evenals de omringende gebieden in dit deel van Overijssel. Bouwland wordt slechts sporadisch aangetroffen.

Ongeveer 85% van de oppervlakte is eigendom van de gemeente Kampen. De rest is in het bezit van stichtingen, instellingen of uitwonende eigenaren. De grond is dus voor het grootste deel in gebruik bij pachters. Deze pachters kunnen in twee groepen worden ingedeeld, voor zover ze land in de gemeente Kampen in gebruik hebben. Men onderscheidt namelijk de z.g. eilanderboeren en de z.g. stads- of koeboeren.

De eilanderboeren zijn de pachters van de gemeentelijke boerderijen, welke over het gebied verspreid staan. Zij hebben een grootte van gemiddeld 30 ha. De stads- of koeboeren [x]) zijn de gebruikers van het resterende gemeentebezit, dat de vorm heeft van z.g. stads- of burgerweiden. Bovendien pachten zij land uit particulier bezit, waardoor de gemiddelde koeboer over ongeveer 10 ha land kan beschikken (Fonck, 1950).

De stads- of koeboeren zijn de houders van de in Kampem nog steeds bestaande burgerrechten, waarvan zij alleen gebruik kunnen maken, indien de bedrijfsgebouwen binnen de oude stadsbegrenzing (afb. 38) staan. Oorspronkelijk bestonden deze burgerrechten uit het recht een bepaald aantal stuks vee op de stadsweide te laten grazen, waarvoor - behalve verplichting tot mestlevering en een kleine vergoeding - geen pacht verschuldigd was (Rijpma, 1924). Sinds 1936 zijn de stadsweiden, die oorspronkelijk een oppervlakte hadden van ca. 40 ha elk, verdeeld in kavels van ongeveer 5 ha. Iedere stadsboer kreeg een of meer van die kavels in pacht, waarvoor hem - indien hij burgerrecht bezat - een reductie van 33% op de pachtsom werd verleend. Deze reductie is de oorzaak, dat de stadsboeren in de stad zijn blijven wonen, ondanks de grote bezwaren, als moeilijke bedrijfsvoering en bekrompen behuizing.

Wat de bedrijfsvoering betreft moet onderscheid gemaakt worden tussen de pachters van de stadserven en de koeboeren. De gronden van een erf liggen over het algemeen aan een blok rond de opstallen. De versnippering van de bedrijven van de koeboeren is zeer groot. De Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting te Kampen verstrekte daarover de volgende gegevens:

	Erven	Koeboeren
aaneengesloten	98%	30%
spreiding 2 - 4 km	1%	43%
spreiding > 4 km	1%	27%

De verkaveling is op de oude eilanden (Melm, Zuiderwaard en in mindere mate op het Haatland) onregelmatig (Blokflur-verkaveling), omdat de vorm van de percelen oorspronkelijk bepaald is door de talrijke kreken en oude IJsselarmen, welke dit gebied doorsneden. In de polder Dronthen treft men een strokenverkaveling aan met en zonder bewoning op de kavels (Hofstee en Vlam, 1952). Deze polder is ontstaan ten westen van de Zwartendijk, waarlangs de erven lagen, die in de 15e eeuw deel uitmaakten van de buurschap Dronthen.

[x]) In het kader van de ruilverkaveling heeft een aantal koeboeren inmiddels ca. 20 ha grond op het eiland verkregen.

De strokenverkaveling, die wijst op een middeleeuwse moerasontginning, vindt waarschijnlijk haar oorsprong in het recht van aanwas (afb. 18) van de bewoners van de erven langs de Zwartendijk.

De perceelsvorm van de Broeken en Maten dateert uit 1936 en is regelmatig. De oorspronkelijke verkaveling van de Maten was een strokenverkaveling, deels ongeveer loodrecht op de oeverwal van de IJssel staande, deels loodrecht op de dijk (in het zuiden). De Broeken, vier in getal, vormden de gemeenschappelijke stadsweiden, voor iedere wijk of espel één (Moerman, 1954).

Langs de Zwartendijk woont een vijftiental veehouders, wier landerijen in de polder Dronthen en in de Maten gelegen zijn. Het zijn deels eigengoederfde boeren, deels pachters.

Tot aan de afsluiting van de Zuiderzee (1932) overstroomde deze het gebied met uitzondering van de Broeken en Maten regelmatig, hetgeen de reden is, waarom hier vrijwel uitsluitend grasland wordt aangetroffen. De Broeken en Maten liggen ook in gras. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat hier de stadsweiden zijn gelegen, terwijl ook wegens de bodemgesteldheid (klei-op-veen) grasland de meest aangewezen gebruikswijze is. In vroeger eeuwen kwam wel bouwland voor, hetgeen blijkt uit een rekening van 1626, waarin een opbrengst van 8550 mud tarwe wordt vermeld.

De regelmatige overstromingen hadden tot gevolg, dat aan de bemesting weinig aandacht behoefde te worden besteed. De stalmest werd voor het grootste deel verkocht, hetgeen ook nu nog door de stadsboeren wordt gedaan, In de jaren 1920 tot 1925 werd gemiddeld 50.000 kg stalmest per jaar per erf verkocht, wat de opbrengst is van ca. 10 ha. Ook de veebezetting was gering, zodat de hooiwinning en -verkoop omvangrijk waren. Thans is de verkoop van stalmest en hooi van de erven verboden, terwijl tevens een minimale veebezetting voor ieder erf is vastgesteld. De gemiddelde veebezetting in 1949 van de erven was 1.216 stuks grootvee per ha, die van de koeboeren 1.525 stuks grootvee per ha, d.w.z. op elke 3 ha één koe meer.

Hoewel na tweede wereldoorlog het gebruik van kunstmest sterk is toegenomen, is bij het landbouwkundig onderzoek voor de ruilverkaveling gebleken, dat in 1949 vooral de fosfaattoestand en in mindere mate ook de kalitoestand ongunstig was.

De volgende cijfers illustreren dit duidelijk:

P.citr.cijfer	%	Kali °/oo	%
10 - 20	14	0,15 - 0,25	11
20 - 30	29	0,25 - 0,35	20
30 - 40	16	0,35 - 0,45	23
40 - 50	22	0,45 - 0,55	17
50 - 70	7	0,55 - 0,75	20
70 -100	8	0,75 - 1	5
>100	4	> 1	4

In ruim 40% van de gevallen was de fosfaattoestand slecht (P.citr. < 30), terwijl bijna 60% onvoldoende (P.citr. <40) was. De kalitoestand was in het algemeen beter, hetgeen in een gebied, waar zeeklei het overheersende sediment in de bovengrond is, niet te verwonderen valt. Toch was nog 11% slecht en 20% onvoldoende.

Foto: H. de Bakker

Afb. 39. Landschapsbeeld in de omgeving van de Nodbeek.
Het klei-op-veengebied (typen Fk0 en Fk1) is geheel boomloos. Op de achtergrond heggen in het veengebied (type kV1). De boom rechts op de voorgrond staat juist op de grens van het zandlandschap (type Zv1).
De bomengroep op de achtergrond staat op type kV1, waaronder reeds op 65 cm de pleistocene ondergrond wordt aangetroffen.

Uit de analysegegevens blijkt verder, dat zowel de pH als het percentage koolzure kalk in de bouwvoor ruim voldoende is slechts in het klei-op-veengebied van de polder Dronthen kwamen enkele lage pH-cijfers voor, zodat daar een kalkbemesting op zijn plaats is.

VII.2. De polder Oosterwolde en omgeving

Dit gebied sluit, wat bodemgebruik betreft, geheel aan bij het voorgaande. De dunne zeer zware kleigronden op veen zijn alleen maar voor grasland geschikt en als zodanig in gebruik. Er komen echter geen boerenbedrijven voor, omdat het van oudsher het hooiland voor de gehele streek is. Behalve uit het gunstig gelegen Hulshorst hebben boeren uit vrijwel het gehele zuidelijk gelegen gebied hier wel enkele percelen in gebruik.

VII.3. Het gebied ten zuiden van de polder Oosterwolde

In deze streek met zeer droge en zeer natte gronden met zandgronden en zeer zware klei op veen, is de bodemgesteldheid in sterke mate bepalend voor het grondgebruik. Zo zijn de klei-op-veenpolders grasland, terwijl men in het golvende dekzandlandschap gemengde bedrijven aantreft.

De verhouding grasland-bouwland bedraagt in dit gebied ongeveer 2 : 1. In verreweg het grootste deel bestaat echter behoefte aan uitbreiding van het grasland. Zou men in grote trekken de gronden naar hun geschiktheid in 3 klassen indelen n.l. uitsluitend geschikt voor grasland, geschikt voor bouw- en grasland en alleen geschikt voor bouwland, dan zijn de gronden van de tweede categorie overwegend als grasland in gebruik.

De practijk geeft de voorkeur aan de toestand, waarbij het grasland verdeeld ligt over te droge, goede en te natte graslandgronden. Men beschouwt dit als ideaal, omdat hierbij niet het risico gelopen wordt, dat in critieke maanden (juli en augustus) geen gras voor het vee beschikbaar is, terwijl daarnaast reeds vroeg in het voorjaar op de droge gronden het gras begint te groeien.

Het gebied is, wat de verhouding tussen de oppervlakte hoge en lage gronden en hun ligging ten opzichte van de bewoningskernen aangaat, in drieën te verdelen:

a. In het zuidwesten een afhellend gebied tussen Harderwijk en Nunspeet, met de bewoning op de grens tussen hoog en laag (3m lijn).
b. In het midden het ruggen- en laagtengebied tussen Nunspeet en Elburg met de bewoning hoofdzakelijk verspreid op de verschillende ruggen.
c. In het noord-oosten de helling vanaf het stuifzand via de Broeklanden van Oldebroek, met de rug van Oosterwolde.

Bewoning in 3 zônes: op deze rug, langs de straatweg en op de overgang laag-hoog (3m lijn).

a. Het zuidwesten.

In dit gebied is de bewoning geconcenteerd langs de straatweg, die ongeveer de grens vormt tussen vochtige (Zp3) en natte zandgronden (Zp1 en 2).

Op de hogere gronden aan de kust staan slechts weinig boerderijen, zodat vrijwel de gehele oppervlakte lage gronden ten noordwesten van de straatweg als grasland beschikbaar is voor de bedrijven aan de weg (afb. 39). De meeste boeren hebben hun bouwland ten zuiden van de weg op drogere zandgronden.

Afwijkingen zijn in dit gebied slechts uitzonderingen. Er is hier dus een juist bodemgebruik en bovendien een gunstige ligging van de bedrijfsgebouwen ten opzichte van grasland en bouwland.

b. Het midden.

In dit ruggengebied is de verdeling tussen bouw- en grasland niet zo regelmatig. Er zijn hier minder lage gronden en de bewoning is meer verspreid op de grens van hoog naar laag en bovendien op de ruggen en op de hogere gronden langs de kust. Al deze verspreid wonende boeren hebben ook hun aandeel in de lage gronden.

De ruggen zijn vrijwel uitsluitend in gebruik als bouwland. De boeren, die hun bedrijf overwegend op de hogere gronden uitoefenen, hebben vrij veel hoge grond in gras liggen. Sommige boeren, die op de ruggen wonen, hebben naar verhouding veel laag land en daardoor meer vochtig bouwland, dan eerstgenoemde grondgebruikers.

Ook de helling, waarop de gronden voorkomen, speelt in dit gebied een rol. Zo komt de lage zandgrond bij Wessingen en Aperlo op een helling 1 : 500 voor, terwijl de helling tussen de ruggen bij Nunspeet slechts 1 : 700 is. Beide gronden hebben dezelfde relatieve hoogteligging ten opzichte van het grondwater maar de eerstgenoemde hebben in tijden van veel neerslag minder waterbezwaar dan de tweede en zijn daarom beter voor bouwland geschikt. Dit is dan ook goed te zien, wanneer wij de chromo topografische kaart van dit gebied met de bodemkaart vergelijken Bij Aperlo en Wessingen ligt het bouw- en grasland grillig verspreid en hier hangt het bodemgebruik dan ook voornamelijk af van de plaats van de boerderij en de verspreiding van het grondbezit. Boeren, die aan de Bovenweg wonen en daar op de hoge grond land hebben, zullen dit land als bouwland gebruiken,/hiervan een gedeelte als bouwland gebruiken.

c. Het noordoosten

Dit gebied is op te vatten als een grote laagte, liggend tussen de hoge bouwlanden langs het stuifzand bij Mullegen en Sprong en de rug van Oosterwolde. Het loopt van het stuifzand langzaam af (een helling van 1 : 1200) naar de lage zandgronden aan de straatweg bij Oldebroek en gaat daar over in veen, dat aan de noordzijde begrensd wordt door de steile rug van Oosterwolde. De helling is wat flauwer dan die van Hulshorst, doch even regelmatig. Was in dit eerste gebied slechts één bewoningsstrook aanwezig (n.l. langs de straatweg) hier zijn er drie. De eerste op de grens tussen hoog en laag bij de Bovenweg, de tweede op de grens tussen veen en zand aan de straatweg (Oldebroek) en de derde geconcentreerd op de rug (Oosterwolde).

Het gevolg hiervan is, dat de beschikbare grond over deze bewoningsstroken verdeeld is. De Oldebroeker boeren hebben geen hoog land en daardoor veel vochtig en zelfs nat bouwland; hun grasland hebben zij op het veen in de Broeklanden. De Oosterwolder boeren hebben niet genoeg aan het resterende deel van de Broeklanden en hebben daardoor ook grasland op de helling van de rug naar de kleigronden. Op deze helling die wat onregelmatig is, worden natuurlijk de laagste delen hiervoor gebruikt. De boeren van het hoge bouwland langs het stuifzand hebben het overige deel van de helling: het hoogste deel. Ook hebben zij nog wat grasland in de kleine (ontgonnen) laagte achter Mullegen die ten opzichte van de zeer hoge bouwlandgronden wel laag is, maar toch nog drogere zandgronden omvat. Hierdoor hebben deze boeren nog al veel droogtegevoelig grasland.

/ terwijl anderen die hoofdzakelijk lage zandgronden hebben,

LITERATUUR

V.L.O. = Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen

Bennema, J., J. Schelling en J.S. Veenenbos 1953 "Great Soil Groups" in Nederland. Boor en Spade VI, 41-51.

Burck, H.D.M. 1951 Het continentale Riss-Würm interglaciaal. Geol. en Mijnbouw, 13, 290 - 293.

---------- 1953 Rapport omtrent de stratigrafische gesteldheid van de Veluwekuststrook. Rapport uitgebracht aan de Dienst van de Zuiderzeewerken te Den Haag

Buringh, P. 1951 Over de bodemgesteldheid rondom Wageningen. Diss.Wageningen. V.L.O. 57.4. Serie: De bodemkartering van Nederland IX, 's Gravenhage.

Contactgroep Opvoering Productiviteit z.j. De bodem- en landclassificatie in de Ver.Staten van Amerika. Studierapport Landbouw, 's Gravenhage.

Crommelin, R.D. 1953 Over de stratigrafie en herkomst van de praeglaciale afzettingen in Midden-Nederland. Geol. en Mijnbouw, 15, 305-321.

Diepen, D. van 1954 De bodemgesteldheid van de Maaskant. Diss.Wageningen V.L.O. 58.9. (1952). Serie: De bodemkartering van Nederland XIII. 's Gravenhage.

Domhof, J. 1953 Strooiselwinning voor potstallen in verband met de profielbouw van heide- en oude bouwlandgronden. Boor en Spade VI. 192 - 203.

Edelman, C.H. 1945 De bodemkartering in Nederland, Cultivator. Herdrukt in Boor en Spade I, 1948, 78-113.

Edelman, C.H. 1950 Some unusual aspects of soil science Trans. IVth Int.Congr. Soil Sci.IV, 17-25.

Edelman, C.H. 1952 Enige ongewone aspecten van de bodemkunde, Boor en Spade V, 184 - 193.

Edelman, C.H.,c.s. 1950 Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk.V.L.O. 56.18. Serie: De bodemkartering van Nederland VII. 's Gravenhage.

Fonck, H. 1950 Een en ander over het ruilverkavelingsgebied Kampen. Gestencilde tekst van een voordracht. Afd. Onderzoek Cultuurtechnische Dienst.

Heide, G.D. van der en A.J. Wiggers	1954	Enkele resultaten van het geologisch en archaeologisch onderzoek betreffende het eiland Schokland en zijn naaste omgeving. Langs gewonnen velden. (Facetten van Smeding's werk). Wageningen.
Hoeksema, K.J.	1953	De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor en Spade VI, 24-30.
Hofstee, E.W. en A.W.Vlam	1952	Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. Boor en Spade V, 194-235.
Liere, W.J. van	1948	De bodemgesteldheid van de gemeente Harderwijk. Intern rapport 181, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
Liere, W.J. van en G.G.L. Steur	1955	Een bodemkartering van de gemeente Epe en een bodemkundige verkenning van een deel van de gemeente Heerde. V.L.O. 61.13. Serie: De bodemkartering van Nederland, XVI, 's Gravenhage.
Maarleveld, G.C.	1953	Standen van het landijs in Nederland.Boor en Spade VI, 95-105.
----------	1954	Fluvio-glaciale afzettingen in Midden-Nederland.T.Kon.Ned.Aardrijksk. Gen. 63, 49-55.
Middelhoek, A. en A.J. Wiggers	1953	A research into the microflora and microfauna of the holocene sediments in the North-eastern polder. Biol.Jaarb. Bodonaea, 20,235-291.
Moerman, H.J.	1918	De IJsselmonden. T.Kon.Ned.Aardrijksk.Gen. 35, 311-342.
----------	1954	Plaatsnamen rondom Kampen. Nomina Geographica Neerlandica XIV, 26-58.
Pijls, F.W.G.	1948	Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didam. Diss.Wageningen. V.L.O. 54.1. Serie: De bodemkartering van Nederland I, 's Gravenhage.
Rijpma, E.	1924	De ontwikkelingsgang van Kampen tot plm. 1600. Diss. Groningen.
Soil Survey Staff	1951	Soil Survey Manual. U.S. Dept. Agriculture Handbook, 18.
Thorp, James and Guy D. Smith	1949	Higher categories of soil classification: Orders, Suborders and Great Soil Groups. Soil Sci,67,2. 116-126.

Veenenbos, J.S.	1950	De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. Diss. Wageningen. V.L.O. 55.12. Serie: De bodemkartering van Nederland V. 's Gravenhage.
Veenenbos, J.S. en J. van Schuylenborgh	1951	Het knip- of knikverschijnsel van kleigronden. Boor en Spade IV. 24 - 39.
Visser, W.C.	1951/52	De oude geschiedenis van Kampen en zijn rivier. Kamper Almanak, 189 - 206.
Wiggers, A.J.	1954/55	Enkele resultaten van de bodemkartering van Oostelijk Flevoland. Kamper Almanak.
Zuur, A.J.	1954	Enkele beschouwingen over de grondslag van de kartering in de Noordoostpolder. Gestencilde tekst van een lezing.

-.-.-.-.-.-.-.-.-.-

SUMMARY

SOIL CONDITIONS IN THE BORDER AREA OF THE VELUWE

by G.G.L. Steur

1. Introductory

The impoldering of Eastern Flevoland, a new polder in the former Zuider Zee, will have an effect on the hydrological conditions in the old land adjoining i.e. there will be a fall in the groundwater level. The extent of the fall is determined by the manner in which the new land is joined to the present-day coast. A direct junction will cause a fairly considerable drop in the groundwater level. A wide marginal lake between the old land and the new polder will almost entirely prevent the groundwater level from falling, but will have the effect of reducing the area to be impoldered.

In order to make a justifiable choice between these two extremes it is necessary to have a survey of the damage that would be done to the border area of the Veluwe by the choice of a certain width of the marginal lake. For this purpose it is necessary to know:

a. the fall in the groundwater level for a given width of the marginal lake,
b. the effect of this fall on the productivity of the various soil types,
c. the distribution of the soil types in the area where a certain fall may be anticipated.

In order to answer queries b and c it is necessary to have a soil map.

The survey was carried out by two bodies. The northern part (Appendix 2) was surveyed by the Government Service for Drainage, Land Improvement and Reallocation in connection with a proposed reallocation of land in this area. The soil map of the southern part (Appendix 3) was specially surveyed by the Soil Survey Institute in connection with the problems arising out of the impoldering of Eastern Flevoland. The two maps were differently surveyed and have different legends (see pars. 4 and 5). This was unimportant as regards the assessment of the effect of the change in groundwater-level as the data required could be derived from both maps. To work out a single map having a uniform legend for each part would have meant combining mapping units, and the detailed character of the two maps would then have been lost.

The generalized soil map (Appendix 1), which has been made independently of the two detailed maps, gives a conspectus of the whole area.

2. Geological structure

The more or less level border area of the Veluwe is bounded in the south by hills which during the 3rd glaciation (Riss) arose in various phases in the form of ice-pushed ridges (Fig. 2).

After the melting of the land-ice there was a rise in the sea-level during the so-called Eemian. The deposits form this sea are encountered in this area at about 10 metres below mean sea level (Fig. 3). They are important in that they act as an impermeable layer and consequently separate deep groundwater from shallow.

During the 4th glaciation (Würm) the land-ice no longer extended as far as the Netherlands. But a cold climate prevailed in the Netherlands during this period, together with a permafrost or "tjäle". The melting snow caused a heavy erosion of the landscape, and this resulted in the formation of numerous "dry valleys" (Fig. 4). The material displaced by the melting snow was deposited in front of these valleys in the form of an alluvial fan. This gravelly sand is regularly encountered in the south-west of the area at a depth of about 1 metre (Fig. 5).

During the middle and end of the 4th glaciation the climate was drier. From the era dates a series of eolian sediments known as cover sands. These sands are characterized by a marked top in the grain-size distribution (Table 17). The youngest cover sand formations consist of longitudinal ridges running approximately north-east to south-west. They are particularly prominent in the central part of the area (Appendix 1 and Fig. 8). In the north (Appendix 2) these ridges are covered by younger deposits, but locally they project through the clay sheet (pleistocene outcrops).

After the 4th glaciation had ended conditions in this area favoured peat formation (Figs. 9 and 18). But owing to extension of the sea at a later stage a large part of the peat area was partly cleared and partly covered by marine sediments (Fig. 18).

The southern and south-eastern boundary of the area mapped is formed by inland dunes which enclose like a belt the high lands further to the south. These are young formations created by the activity of man, e.g. by destruction of the vegetation.

From the inland dunes the area slopes downward in the direction of the former Zuider Zee (now the IJsselmeer). Near Harderwijk in the south the slope is short (2-3 kms.) and runs from about 5 metres to about 1.50 metres above mean sea level; more to the north the slope is long (8-9 kms.), running from about 6 metres above mean sea level to about sea level.

The influence of the River IJssel in this area is confined to the northern part (Appendix 2). It was possible to reconstruct a number of old river courses

(Figs. 10 and 11). They are chiefly characterized by the occurrence of (coarse) fluviatile sand in the bed. The later silting-up usually occurred from the direction of the Zuider Zee. The present course of the IJssel has a distinct natural levee on which lies the town of Kampen.

The influence of the Zuider Zee has been considerable, particularly in the northern part of the area (Appendices 1 and 2). Since the beginning of the 13th century the connection of the inland sea with the North Sea has been rapidly increasing in size. As early as 1302 it became necessary to build dykes around Kampen (St. Nicolaasdijk and Zwartendijk). Despite numerous breaches in the dykes (Fig. 18) this area managed to save itself from destruction. The remaining peat area was partly cleared and in course of time entirely covered over by sea mud which was originally of a very brackish nature. This caused, for example, a considerable sticky consistence of the sediment.

The new accretions built up against the Zwartendijk were enclosed by an embankment, but in such a way that regular "manuring" with sea mud still remained possible. Further accretions were formed in front of this dyke, and these were surrounded by an embankment in 1809. In 1876 the whole was encircled by a high sea-dyke, but this was swept away in 1877 and has not been repaired since. The periodic inundations were only finally stopped after the closure of the Zuider Zee (1932).

3. The generalized soil map (1:50.000), Appendix 1

The sand soils shown on the map belong to two different soil landscapes.

The inland dune landscape is characterized by an irregular relief with blown out depressions and heaped up tops. The inland dune soils are mostly wooded. The reclaimed inland dune soils are late reclamations. They are high, dry, and only slightly humic. The cover sand landscape is characterized by a slightly undulating relief with a number of higher ridges. They are divided into 3 stages, i.e. high, medium-high and low soils, according to the situation of the surface with reference to the groundwater table (Table 2). The high, and a part of the medium-high soils have a thick humic topsoil formed by human agency (old arable land). The low, and a part of the medium-high soils have less thick, but more highly humic topsoils (old grassland).

The peat soils are characterized by a layer of pure peat in the profile within 1.20 metres (depth of augering). The subdivision depends on the nature of the topsoil.

The clay soils contain both marine and fluviatile sediments. It is hardly possible to distinguish between the two as both sediments often alternate within the profile.

The sandy soils containing clay are composed in the topsoil of a mixture of cover sand and clay. The subsoil consists of cover sand.

The beach ridge soils form locally the coast. They mainly consist of coarse, gravelly sand which during storm tides is deposited on the coast in the form of a ridge. (Fig. 16).

The spill soils were formed by breaches in or overflowing of dykes. They are characterized by the occurrence of a sandy layer in the profile which is occasionally covered by younger silt layers.

4. The soil map of the northern part (1:25.000), Appendix 2

The main classification is constituted by the units which for the most part are comparable to the soil landscapes discussed in pars. 3 and 5 and appendices 1 and 3. The subdivision is based on the thickness of the silt layers (shown by letters) and their heaviness (shown by arabic numerals).

I. ') Sand soils. These consist of pleistocene outcrops which have not been silted over. They are the summits of the cover sand ridges which are otherwise covered by clay. The profile consists of a siltless to silty topsoil poor in humus which passes over into yellow sand at between 40 and 70 cms.

II. ') Clay soils overlying peat. These consist of a clay layer (30 to 120 cms. thick) lying on reedsedge peat (Fig. 17). The heaviness of the clay layer varies from 35 to 60% <16 mu. The topsoil has a humus content of 15-30%. The clay layer poor in humus between the topsoil and the transition to the peat is very compact and of a sticky consistency as it dries.

III. ') Spill soils. On the clay-on-peat profile these soils have a sand layer which may or may not be overlain by younger sediments.

The coarse sandy types were deposited as a consequence of breaches in the dykes. They surround the pools in the form of ridges, and here they lie almost directly on peat (IIIA). Outside the ridges they are usually covered by heavier sediments (IIIB).

The fine sandy types (IIIs) possibly arose through silty water overflowing low dykes. They consist of profiles in which there occurs a fine sandy layer occasionally broken by thin layers of silt. The thickness of the fine sandy layer serves as a criterion for the further classification. The topsoil has a percentage <16 mu of 15-40% and is 35-60 cms. thick.

V. ') Fine sandy silt and clay soils. These are calcareous, fine sandy soils of which the topsoil has a heaviness of between 15 and 55% <16 mu and a humus content of between 5 and 18%. The thickness of the silt layer varies from 20 to >120 cms.

') Symbol employed on the soil map.

V/VI. ') Fine sandy silt and clay soils overlying coarse sand. This unit consists of the topsoil of V resting on coarse sand (subsoil of VI). The coarse sand is encountered at a depth of 55 to 110 cms.

VI. ') Coarse sandy silt and clay soils. The coarse sandy, silt-containing, calcareous layer has a thickness of 20 to <120 cms. The percentage <16 mu varies from 15 to 60. The subsoil consists of coarse sand derived from the River IJssel.

VII. ') Soils of the sand ridges. These soils have a close affinity to the coarse sandy spill soils, although the sand is rather finer. They occur both not silted over (VIIA) and silted over (VIIB). The subdivision is based on the thickness of the sand layer and the heaviness of the subsoil.

5. The soil map of the southern part (1:25.000, Appendix 3).

The cover sand landscape (see par. 3) is subdivided into:

Zp Old arable land and old grassland sand soils
Zo Recently reclaimed sand soils
Zv Peaty sand soils
gZ Sandy soils containing clay.

The old arable land and old grassland sand soils (Zp) have been affected by man to a greater or lesser extent. The humic topsoil is thicker than usual for a natural soil profile. This layer has been deepened by centuries of turf dressing (see Edelman, 1950). The humus contents of the topsoil lie between 3 and 7%, the average being 4.7%. The subdivision into soil types is based on the depth of the gley horizon.
The recently reclaimed sand soils (Zo) have been deeply worked, so that the profile structure has been greatly disturbed in both the vertical and horizontal direction. The humus content is lower than that of the Zp series and averages 3.2%. The division into types is based on the depth of the gley horizon.

The peaty sand soils (Zv) from the transition from the lowest Zp types to the peat soils. The topsoil consists of very humic (>10%) sand to desintegrated sandy peat. The division into soil types is based on the depth of the gley horizon.

The sandy soils containing clay (gZ) consist in the topsoil of a mixture of non-calcareous heavy clay and cover sand, resting on cover sand, subdivided according to the depth of the gley horizon.

The peat landscape (V) has no pure peat soils. The topsoil consists either of sandy peat (zV1) or clayey peat (kV1). Pure peat (mainly Carex peat) is encountered below this layer (averaging 20 cms. in thickness).

') Symbol employed on the soil map.

The following series are distinguished in the landscape of the Zuider Zee coast sediments (F):

Fk Clay soils overlying peat
Ff Loam soils (overlying peat)
Fs Beach ridge soils
Fj Immature soils
Fo Spill soils.

The clay soils (overlying peat) (Fk) consist of a topsoil of non-calcareous heavy clay liable to change into a compact, sticky clay layer at varying depths. This layer has a high percentage of Mg and Na in the adsorption complex (Table 5), which may possibly explain its unfavourable properties. The depth at which this layer occurs determines the division into types. At varying depths the clay changes into peat.

The loam soils (overlying peat) (Ff) have a lighter slightly calcareous topsoil which at varying depths changes into a non-calcareous, compact clay layer. The depth of this layer determines the division into soil types.

The beach ridge soils (Fs) occur in the undyked section of the coast. They lie on or are mixed with marine clay or both. The Fss type forms the highest parts of the beach ridge and consists of coarse, very gravelly sands. The Fsg type forms the lowest parts of the beach ridge. The gravelly, coarse sand is here mixed with silt. The Fsk type lies on the transition point to the normal Zuider Zee coast soils. The effect of the beach ridge only consists in the topsoil being mixed with coarse sand and gravel.

The immature soils (Fj) lie outside the dykes and the beach ridge. They are very much stratified and vary greatly as to composition. Very near the surface they are of a bluish-black colour.

The spill soils (Fo) are characterized by the occurrence of a sand layer in the profile. The coarse sandy spill soils were formed as a result of breaches in the dykes. They correspond to the unit IIIA described in par. 4. The fine sandy spill soils correspond to the IIIs unit.

6. The thickness of the layers of the various soil types

The thickness of the various layers is not used in the survey of the southern part as a criterion of the division into soil types. They were, however, surveyed and further utilized in calculating changes in productivity as the groundwater level falls. For this purpose the area is divided into a number of square, and in each square the frequency of the different layer thicknesses (to the nearest 5 cms.) is determined in the case of each type. This information is summarized per square and for the whole area (an example is given in Table 6). The frequency figures obtained are converted into the percentage of the total and plotted on graphs (Figs. 21-33).

In the case of the clay soils it is found that the clay increases in thickness from the kV1 type to Fk1 (Fig. 21). The peat increases in thickness in the direction of the sea (Fig. 22).

In the case of the sand soils, the lower the soils the thinner is the humic topsoil (Fig. 27).

7. The relationship between gley depth and groundwater level (Appendix 4).

The area surveyed lies on the slope of the Veluwe towards the IJsselmeer. The groundwater level reproduces this slope in a reduced measure, so that deep groundwater levels are usually met with on the summit of the slope and shallow levels at the foot But the microrelief causes a great variation. In sand soils the gley phenomena were utilized in order to determine the height with reference to the groundwater. The depth of the gley phenomena which is referred to in the legends relates to the top of the rust.

Since no impermeable layers or the like are found in the sand soils we may expect there to be a good correlation between gley phenomena and the groundwater level. In order to examine the relationship between soil type and groundwater level, the measured groundwater levels of the winter 1948-49 and of the summer 1949 were compared with the soil types.

The frequency of each water level is determined per soil type and grouped in 10 cm.lines. Of each of these groups the percentage is calculated of the total number of observations per soil type. Appendix 4 shows these percentages for the 5 types of sand soils in old arable land, together with the gley lines. It should be noted that the winter water levels of 1948-49 were low. Moreover, for a proper understanding it is important to note that each type may occur in 2 different situations. Type 4, for example, may lie between 5 and 3, and also as a top in the middle of type 3, and this gives rise to a different hydrologic cycle. But both situations are used for the purpose of compiling a graph. The data for the whole area are also combined, despite a number of differences in the fluctuations of the groundwater level in different parts. It can, however, be concluded that it is possible to draw a reasonably accurate picture of the height with reference to the groundwater of a sand soil type by making use of the gley phenomena.

8. The land use.

The land use in the north (municipality of Kampen) is almost entirely grassland. The municipality of Kampen owns a large part of the land. A number of land users live in the town itself and have their premises there (Fig. 38). The fields are very highly dispersed. Another group of users live in the polder and their land is, in one piece surrounding the premises.

South of the Oosterwolde polder soil conditions are very variegated. The clay soils overlying peat are entirely used as grassland. Mixed farms with much grassland are met with on the cover sand. In the north-east of this area settlement is concentrated on the cover sand ridge (village of Oosterwolde), along the main road (boundary between peat and sand) and on the transition point from low to high (about 3 metres above mean sea level).

In the central part (between Nunspeet and Elburg) settlement is mainly concentrated on the ridges, which are used almost exclusively as arable land. The low soils are chiefly under grass. In the south-west settlement occurs on the boundary between high and low. The low soils north of the main road are used as pasture. The arable land is situated on the higher soils north of the main road.

- - -