

Stichting voor Bodemkartering  
Wageningen

STICHTING VOOR  
BODEMKARTERING  
BENNEKOM  
BIBLIOTHEEK

Directeur: Dr.Ir. F.W.G. Pijls

Rapport nr. 641

GLOBAAL BODEMKUNDIG ONDERZOEK  
TEN BEHOEVE VAN HET STRUCTUURPLAN WINSUM

door:  
L.E.M. Klaar van de  
Grontmij N.V. en  
B.J. Bles van de  
Stichting voor Bodemkartering

Bennekom, 13 maart 1964

N.B. Niets uit dit rapport mag zonder toestemming van de Stichting voor Bodemkartering vermenigvuldigd of in andere publikaties overgenomen worden.

## I N H O U D

	Blz.
Voorwoord	3
Verklaring van een aantal in de tekst gebruikte termen	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. De geologische opbouw	7
3. Waterhuishoudkundige toestand	8
4. Schematische doorsneden	9
4.1 Inleiding	9
4.2 Legenda	9
4.3 Raai A en B	9
4.4 Raai C en D	10
5. Grondmechanische en cultuurtechnische aspecten	11
5.1 Resultaten van sonderingen en diepere boringen	11
5.2 Aanleg van sportterreinen en recreatie-projecten	12
5.3 Overige factoren	13
5.4 Zout	13

VOORWOORD

In opdracht van de stedenbouwkundigen Ir. Oom en Kuipers en Ir. Hajema werd een globaal bodemkundig onderzoek ingesteld ten westen en ten oosten van de bebouwingskern van de gemeente Winsum (Gr.). Op verzoek van de opdrachtgevers werd het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met Grontmij N.V., waarbij de volgende werkverdeling plaatsvond. De Stichting voor Bodemkartering onderzoekt de oppervlakkige lagen en voerde de handsonderingen uit, Grontmij N.V. verrichtte de pulsboringen en de middelzware sonderingen.

De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in dit rapport en de bijbehorende bijlagen.

DE ADJUNCT-DIRECTEUR,



(Ir. R.P.H.P. v.d. Schans).

VERKLARING VAN EEN AANTAL IN DE TEKST GEBRUIKTE TERMEN

<u>Humusklassen</u>	<u>Benaming</u>	<u>Gemiddelde org.-stofgehalte bij een lutumgehalte van 25%</u>
	humeus	6%
	venige klei	25%

<u>Kalkklassen</u>	<u>Benaming</u>	<u>Koolzure-kalkgehalte</u>
	kalkarm	minder dan 0,5%
	kalkhoudend	0,5-1%
	kalkrijk	meer dan 1%

Lutum Minerale delen kleiner dan 2  $\mu$ , na verwijdering van koolzure kalk ( $\mu$  = micron = 1/1000 millimeter)

<u>Zwaarteklassen</u>	<u>Benaming</u>	<u>Lutumgehalte</u>
	matig lichte zavel	12 - 17½%
	zware zavel	17½-25 %
	lichte klei	25- 35 %
	matig zware klei	35- 50 %
	zware klei	> 50 %

## SAMENVATTING

Het onderzoek beoogde gegevens te verkrijgen over de gesteldheid van de bodem ten aanzien van de geschiktheid voor uitbreiding van de bebouwde kom.

Uit het onderzoek is gebleken dat de profielbouw voornamelijk bestaat uit klei, zavel en zandige lagen. De bovengrond bestaat uit humeuze, kalkarme zware zavel en lichte klei, waaronder een laag matig zware tot zware klei. De ondergrond beneden circa 1 m diepte bestaat uit kalkrijk gelaagd materiaal. Daaronder bevindt zich (pleistoceen) zand. Deze zandondergrond varieert in diepte van NAP - 3,50 tot NAP - 10,50 m. In het oostelijke gedeelte zijn de verschillen op korte afstand minder groot dan in het westelijke gedeelte.

De vaste ondergrond t.a.v. paalfunderingen ligt in het gebied ten westen van Winsum gemiddeld 3 tot 5 m dieper dan in het gebied ten oosten van de stad. Hierdoor zullen paalfunderingen, die vrijwel overal nodig zijn, in het westen gemiddeld duurder zijn dan in het oosten.

Ten aanzien van de aanleg van riolering bestaan in het oosten en westen geen principiële verschillen in funderingswijze.

Voor de aanleg van sportvelden zijn de voorwaarden in oost en west vrijwel gelijk. In het westelijke gebied is de situering van de velden maatgevend voor de te verwachten kwaliteit in verloop van jaren.

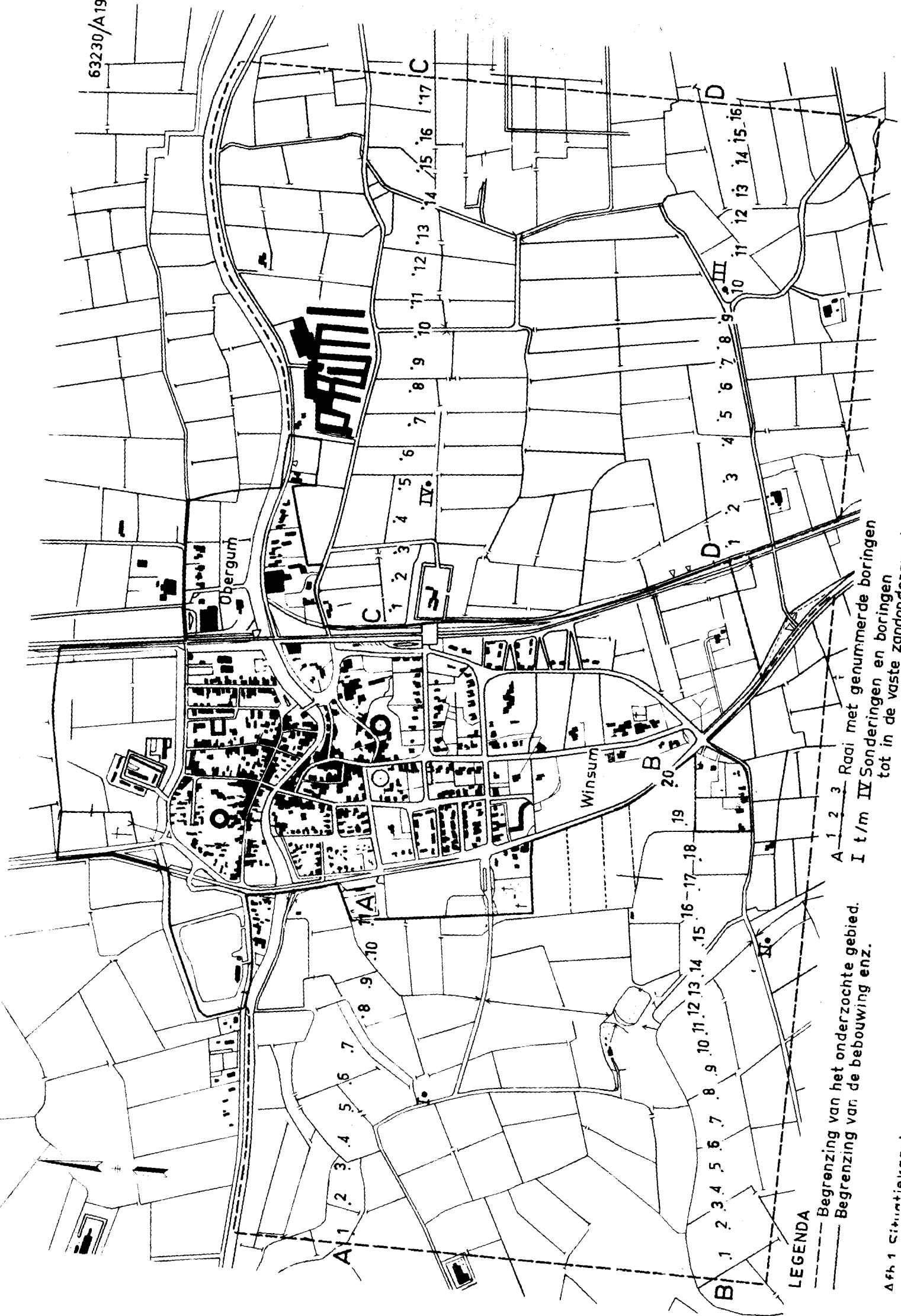
Voor de aanleg van recreatie-projecten biedt het westen meer natuurlijke mogelijkheden mits er voldoende ruimte beschikbaar is om van bestaande morfologie van het landschap gebruik te maken.

De sterke hoogtevariëaties in het westelijke gebied zullen bepaalde problemen stellen voor het maken van een stratenplan. Voor de aanleg daarvan zal belangrijk méér grondverzet moeten plaatshebben dan in het oosten.

Ook ten aanzien van de rioleringen zullen uit de hoogteverschillen bepaalde consequenties voortvloeien. De gemiddelde diepte van de riolen zal in het westen daardoor waarschijnlijk groter zijn dan in het oosten, waardoor ook de aanlegkosten hoger zullen zijn.

De aangeboorde lagen geven een gering zoutgehalte, dat naar beneden toeneemt. Het is niet uitgesloten, dat het grondwater op grotere diepte meer zout bevat. Indien er voor bepaalde onderdelen van het uitbreidingsplan aanleiding toe is, is het gewenst een onderzoek hiernaar te doen.

Het onderzoek berust op een gering aantal boringen en dient derhalve als oriënterend te worden beschouwd.



**LEGENDA**

- Begrenzing van het onderzochte gebied.
- Begrenzing van de bebouwing enz.

- A 1 2 3 Raai met genummerde boringen
- I t/m IV Sonderingen en boringen tot in de vaste zandondergrond

## 1. INLEIDING

Het onderzoek, waarvan hier verslag wordt uitgebracht, had tot doel vergelijkende gegevens te verkrijgen over de gesteldheid van de bodem in het westen en oosten van de bebouwingskern van Winsum (afb. 1) i.v.m. de voorwaarden voor stadsuitbreiding, met name met het oog op de benodigde funderingen en de aanleg van sportparken of andere recreatieprojecten.

Het onderzoek droeg een oriënterend karakter. In het gebied zijn boringen verricht tot 2 meter beneden maaiveld. Bij elke boring is door middel van een sondeerstang de diepte van de zandondergrond bepaald. De profielopbouw is visueel beoordeeld tot 2 meter beneden maaiveld en op een boorstaat beschreven.

De boringen zijn zoveel mogelijk in rechte lijnen op willekeurige afstanden geplaatst in zgn. raaien. In het gebied zijn vier raaien gelegd, waarvan de profielopbouw ongeveer representatief is voor de omgeving. Deze raaien, waarvan profieldoorsneden zijn gemaakt (bijlage 1), geven globaal de opbouw van het onderzochte gebied aan.

Door Grontmij N.V. zijn vier boringen verricht tot 7 à 12 m en op vier plaatsen zijn door middel van middelzware sonderingen de conusweerstand gemeten tot op dezelfde diepte als de boringen zijn verricht. Daarnaast zijn uit deze boringen een aantal monsters genomen voor het bepalen van enkele belangrijke gegevens ten dienste van een globale beoordeling van de grondmechanische kwaliteiten van de aangetroffen lagen.

## 2. DE GEOLOGISCHE OPBOUW

De mariene sedimenten, die in dit gebied binnen 2 meter beneden maaiveld voorkomen, zijn alle in het Holoceen afgezet. Naar ouderdom en ligging worden onderscheiden: oude kwelderklei, knikklei en laat-Middeleeuwse klei.

De afzettingen verschillen onderling in zwaarte, koolzure kalkgehalte, structuur, enz.. In het profiel worden ze vaak gescheiden door roestige horizonten, die plaatselijk humeus of venig en donkerder van kleur zijn.

De afzetting van de oude kwelderklei is voor het gebied belangrijk geweest. Kenmerkend voor de kwaliteit is de gelaagdheid van het sediment, die in verband staat met de wijze van afzetting. Het kwelderlandschap bestaat in het algemeen uit brede, hoge wallen, met lichte zavelprofielen, met landinwaarts de lager gelegen kwelderbekkens, met zwaardere profielen. Na de vorming van het kwelderlandschap kon door openingen in de kwelderwallen sterk slibhoudend water ver landinwaarts binnendringen. Het slib bezonk dus achter de kwelderwallen. De omstandigheden, waaronder deze klei tot afzetting kwam, waren van dien aard dat knikklei is ontstaan die zwaar en kalkarm is en een ongunstige structuur heeft. Over het algemeen is deze knikklei bedekt met laat-Middeleeuwse klei, welke laatste waarschijnlijk door de zee verplaatst kwelder materiaal is. De laat-Middeleeuwse afzetting is kalkarm, minder zwaar dan de knikklei en heeft niet de uitgesproken kenmerken van een knikstructuur. Het pakket van kleiige en zandige afzettingen, dat een wisselende dikte heeft, rust op pleistoceen zand, in dit rapport aangeduid met zandondergrond.

Het westelijke gedeelte, dat hoofdzakelijk bestaat uit kwelderruggen, is doorsneden door het Oude Reitdiep, een diepe, vrij brede geul. De Lauwerszee drong o.a. via het Reitdiep ver het land binnen. Daarbij werd slibrijk materiaal aangevoerd en werden aan weerszijden van het Reitdiep, dus op de kwelderruggen, vrij hoge oeverwallen opgeworpen, waarna het Oude Reitdiep door opslibbing langzaam is verland.



### 3. WATERHUISHOUDKUNDIGE TOESTAND

Het gebied bestaat hoofdzakelijk uit zwaardere gronden (kwelderbeken gronden). Deze zijn in de bovengrond kalkarm en in de ondergrond (op soms sterk variërende diepte) kalkhoudend tot kalkrijk. De ondergrond is doorgaans gelaagd en bestaat uit laagjes van afwisselend licht en zwaarder materiaal (gelaagd complex). Op de overgang van de bovengrond naar het gelaagde complex komt bij deze gronden veelal een compacte roestige horizont voor, bestaande uit kalkarme, zware klei, die sterk humeus tot venig kan zijn (raai C).

De natuurlijke ontwatering van de kwelderbekkens is, vanwege hun ligging tussen de kwelderruggen, matig, in bepaalde gevallen zelfs slecht. De compacte roestige horizonten in het profiel en de sterke gelaagdheid van de ondergrond oefenen bovendien een nadelige invloed uit op de verticale waterbeweging.

Bepaalde gedragingen van het grondwater kunnen veelal aan zgn. gleyverschijnselen in het bodemprofiel worden afgelezen. Deze verschijnselen zijn een gevolg van oxydatie- en reductieprocessen samen. Bij oxydatie, waarbij luchttoetreding mogelijk moet zijn, ontstaat veelal roest (onoplosbare ijzeroxyden), die in het profiel te herkennen zijn als bruine vlekken. Het omgekeerde proces, nl. reductie, heeft plaats wanneer geen zuurstof kan toetreden. Dit is het geval beneden de grondwaterspiegel, waar de grond verzadigd is met water. Bij dit reductieproces ontstaan grijze tot blauwgrijze vlekken in het profiel. Het gedeelte van het profiel, dat permanent in het grondwater is gelegen, nl. de diepere ondergrond, heeft meestal een intense blauwgrijze tot blauwe kleur en is over het algemeen vrij slap. Deze roest- en reductievlekken staan bekend als gleyverschijnselen. Uit de diepte beneden maaiveld waar ze gaan optreden, uit de intensiteit van de verschijnselen enz., zijn gevolgtrekkingen omtrent de waterhuishouding van de grond te maken.

De kwelderbekkens hebben meestal reeds gleyverschijnselen binnen 50 cm beneden maaiveld en de ondergrond is op een diepte van  $\pm$  150 vrij slap. De gronden, die afgeticheld zijn (in het noordoosten) en de geulen (bijv. die van het Oude Reitdiep in het westen) zijn nog natter. Bij deze gronden komt het grondwater tot aan het maaiveld, terwijl ze in ongunstige perioden zelfs onder water komen. Deze gronden zijn binnen 100 cm al vrij slap.

#### 4. SCHEMATISCHE DOORSNEDEN (bijlage 1)

##### 4.1 Inleiding

Van de boringen, die zoveel mogelijk in rechte lijnen zijn geprojecteerd, is een viertal schematische doorsneden getekend (bijlage 1). De boringen, die om praktische redenen niet in een rechte lijn konden worden gelegd, zijn in de doorsneden toch in een rechtlijn getekend (zie bijlage 1 en afb. 1).

In de schematische doorsneden zijn de plaatsen en de nummers van de boringen aangegeven. De onderlinge afstanden tussen de boorpunten zijn op schaal getekend en komen overeen met die op de situatiekaart (afb. 1).

De diepten van de boringen zijn in de dwarsdoorsneden af te lezen. Met behulp van een sondeerstang is bij iedere boring de bovenzijde van de zandondergrond bepaald en in de schematische doorsneden weergegeven.

Met behulp van bestaande hoogtecijfers is het maaiveld getekend t.o.v. NAP. Dit betekent dat alle diepten van de lagen zijn gegeven t.o.v. NAP.

De begrenzingen op de schematische doorsneden tussen de verschillende zwaarteklassen suggereren een scherpe overgang van de ene klasse naar de andere. In werkelijkheid zal daarentegen in het algemeen een meer geleidelijke overgang van de ene zwaarteklasse in de andere optreden.

##### 4.2 Legenda

De grond is in de legenda onderverdeeld in de volgende zwaarteklassen:

matig lichte zavel (S)	12 -17½% lutum
zware zavel (M)	17½-25 % lutum
lichte klei (L)	25 -35 % lutum
matig zware klei (W)	35 -50 % lutum
zware klei (K)	>50 % lutum
venige klei (vk).	

Globaal is in de doorsneden tevens de grens aangegeven tussen kalkrijke en kalkarme lagen.

##### 4.3 Raai A en B

De boringen zijn gelegen ten westen van Winsum. Het maaiveld is zeer ongelijk doordat het gebied is doorsneden door een diepe en vrij brede geul, het Oude Reitdiep, waarnaast oeverwallen.

In het westen zijn de profielen zwaarder dan in het oosten. De profielen zijn aflopend, dat wil zeggen ze worden naar beneden toe lichter. In het oosten is de ondergrond sterk gelaagd, afwisselend laagjes van zandig en zavelig materiaal. In het zuidoosten (raai 8, boring 15 t/m 20) bestaat de bovengrond uit wat lichter materiaal (zware zavel), er wordt hier dan ook wel wat bouwland aangetroffen; verder ligt het gehele gebied in grasland.

De diepte van de zandondergrond wisselt nogal sterk en varieert van NAP - 3,50 m tot NAP - 10,50 m. Hierbij wordt erop gewezen dat de diepte van de zandondergrond met een sondeerstang is bepaald, waarbij aard en samenstelling van de laag tussen 2 m beneden maaiveld en de zandondergrond niet zijn beoordeeld. De aard van de zandondergrond is alleen bepaald in de boringen uitgevoerd door Grontmij N.V. (zie par. 5 en afb. 2).

#### 4.4 Raai C en D

Deze boringen zijn gelegen ten oosten van de bebouwingskern van Winsum.

Het maaiveld ligt vrij gelijk. In het noordoosten (raai C, boring 13 t/m 17) is een gedeelte (tot 50 à 70 cm) afgegraven voor een kleiverwerkende industrie.

De opbouw van de profielen is over het algemeen zeer homogeen. Op een diepte van ca. 40-80 cm komt een zware kleilaag voor, die plaatselijk knikkig is.

Dikwijls komen in het profiel humeuze of venige laagjes voor, die een begroeiingshorizont voorstellen. Onder deze begroeiingshorizont zijn de profielen over het algemeen gelaagd en worden naar beneden toe geleidelijk lichter. De diepte van de vaste ondergrond wisselt in deze raaien van ongeveer NAP - 4,00 m tot - 9,25 m. De zandondergrond wordt hier gevormd door een zeer stevige laag.

## 5. DE GRONDMECHANISCHE EN CULTUURTECHNISCHE ASPECTEN VAN DE BODEM

### 5.1 Resultaten van sonderingen en diepere boringen

Bij de ondiepe boringen in de raaien is tegelijkertijd een sondering gedaan door middel van het met de hand in de grond drukken van een sondeerstaaf met een kegelvormige knop. Metingen van conusweerstand zijn hierbij niet gedaan. Er is eenvoudig gedrukt, tot de conusweerstand plus de kleef op de stang te groot werd om met handkracht te kunnen worden overwonnen. Dit is een door ons gebruikelijke methode voor een snelle verkenning van de ondergrond. Men moet hierbij niet uit het oog verliezen, dat de maximaal uit te oefenen druk ongeveer overeenkomt met een conusweerstand van 10 à 20 kg/cm<sup>2</sup>.

De lijn, die in bijlage 1 is aangegeven als de diepte van de handsonderingen, is dus min of meer te beschouwen als de lijn, waar een conusweerstand van 10 à 20 kg/cm<sup>2</sup> wordt ondervonden.

In grote trekken geeft deze lijn enige indicatie omtrent de te verwachten diepte van de vaste ondergrond. De toename van de conusweerstand neemt beneden deze lijn doorgaans snel toe. Wanneer men de morfologie van het landschap kent, is in globale zin te voorspellen, waar hierop uitzonderingen zullen voorkomen. In het algemeen is dit het geval, waar in het jong Pleistoceen of in het Holoceen omwerkingen van het vastgepakte pleistocene zand hebben plaatsgehad of nieuwe zandpakketten gesedimenteerd zijn. De pakking van deze jongere formaties is vrijwel altijd minder vast.

Nu kan men de meeste nieuwe zandafzettingen om en nabij de tegenwoordige of voormalige loop van het Reitdiep verwachten, waar dit Diep zich heeft ingesneden in het oude pleistocene oppervlak en zandige oeverwallen naast de stroomdraad heeft gedeponneerd.

Een dergelijk beeld geven speciaal de raaien ten westen van Winsum, terwijl het beeld ten oosten van Winsum in het algemeen rustiger is.

Ter verificatie van deze veronderstellingen zijn op vier punten middelzware sonderingen gecombineerd met boringen tot in het vaste zand uitgevoerd.

Uit deze sonderingen en boringen mag de voorlopige conclusie worden getrokken, dat de vaste ondergrond in het westen inderdaad verder afwijkt van de lijn van de handsonderingen dan in het oosten.

Als belangrijkste uitkomst mag echter worden beschouwd, dat de vaste ondergrond in de middelzware sonderingen in het westen op gemiddeld 11 meter beneden NAP en in het oosten op gemiddeld 6 meter beneden NAP werd aangetroffen, een verschil dus van 5 meter, terwijl het maai-veld gemiddeld op een vergelijkbaar niveau ligt.

Nu zijn de gevonden conusweerstand in de bodemlagen boven de vaste ondergrond van zo geringe waarde, dat vrijwel steeds op palen zal moeten worden gefundeerd. Het is te verwachten, dat de gemiddelde paallengte in het westen belangrijk groter zal zijn dan in het oosten.

De verhouding van de aankoopkosten en transport van palen voor het oosten en westen zullen zich ongeveer verhouden als gevonden diepten van de vaste ondergrond, d.w.z. zich baserend op de gegevens van de vier middelzware sonderingen als 6:11 (bijna 1:2) of wel, als men de daling in de lijn van de handsonderingen in acht wil nemen, mogelijk als 8:12 (= 2:3).

Gezien het feit, dat het diepteverschil tussen oost en west bestaat in een slap traject, zal de kostenverhouding bij het heien niet zo ongunstig liggen, maar op zich zelf zal dit werk voor het westelijke deel wel iets duurder zijn.

Er zijn geen belastingsproeven gedaan met kleimonsters uit de ondergrond, maar uit de zeer hoge waterfactoren van de zavel en de klei in de ondergrond is af te leiden, dat bij toenemende belasting van de ondergrond een belangrijke inklinking verwacht kan worden.

Ten gevolge van de hoge watergehalten is ook geen hoge schuifweerstand in de ondergrond te verwachten.

In beide opzichten is er weinig verschil tussen oost en west te constateren.

Het heeft dus ons inziens geen zin hieromtrent een uitvoerige kostenberekening op te zetten voor de aanleg van rioleringen e.d. aangezien de funderingswijze zowel in het gebied ten oosten als ten westen van Winsum in beginsel gelijk zal moeten zijn.

Uit de onderzochte monsters is voor de specifieke lagen in de boringen op de punten I t/m IV een waterfactor geïnterpreteerd. In bijlage 2 is deze gemiddeld aangenomen waterfactor bij de boorprofielen aangegeven.

Deze waterfactor geeft het watergehalte van de grond aan in verhouding tot het kleigehalte en het gehalte aan organische stof, waardoor het absolute watergehalte tot een vergelijkbaar cijfer wordt omgerekend.

De gebruikte formule is:  $\frac{A - 20}{K + 3h}$

Hierin is:

A = het watergehalte in grammen per 100 gram luchtdroge grond

K = het kleigehalte in procenten lutum (kleidelen kleiner dan 2 micron)

h = het organische-stofgehalte in procenten.

Voor K en h is de luchtdroge grond eveneens het op 100% te stellen uitgangsmateriaal.

## 5.2 De aanleg van sportterreinen en recreatie-projecten

Voor de aanleg van sportterreinen e.d. is er weinig verschil in de bodemgesteldheid ten oosten en ten westen van Winsum, wanneer men uitsluitend op het bodemprofiel let. Het enige verschil is dan, dat in het westen iets meer variaties voorkomen dan in het oosten. De hogere kreekruigen in het westen zullen iets gunstiger zijn, maar daar staat tegenover, dat de lage gronden daar weer ongunstiger zijn en dat de variaties in de bodemgesteldheid op korte afstand hinderlijk zijn voor het maken van een gaaf geheel.

Kijkt men ook nog even naar het verschil in hoogteligging van het maaiveld, zoals in het westen op korte afstand van elkaar wordt gevonden en de regelmatigere ligging van het maaiveld in het oosten, dan is er geen bepaalde voorkeur uit te spreken en bestaat de kans, dat de aanleg in het westen duurder zal uitvallen. Dit hangt echter in hoge mate af van de plaats, die voor de sportterreinen wordt gekozen. Voorts hangt de te bereiken kwaliteit van de sportvelden samen met de te kiezen situatie. Het is natuurlijk mogelijk overal sportvelden aan te leggen van goede kwaliteit, maar naarmate er meer voor moet worden gedaan in verband met de ondergrond zal de vlakke ligging, waarmee de velden worden opgeleverd, meer onderhevig zijn aan kansen op ongelijke zettingen.

Voor de aanleg van parken en recreatiegebied lijkt ons het terrein ten westen van Winsum meer natuurlijke mogelijkheden te hebben dan dat ten oosten mits echter een zeer ruim oppervlak daarvoor wordt geprojecteerd en gebruik kan worden gemaakt van de bestaande landschapsvormen. Dit nu lijkt ons bij de ontwikkeling tot stedelijk gebied nauwelijks mogelijk.

### 5.3 Overige factoren

Een van de factoren, die in de opdracht aan ons niet overwogen is, maar die een belangrijke rol kan spelen bij het bestemmen van de grond en het ontwerpen van de stedelijke uitbreiding is ons inziens de hoogteligging van het maaiveld en de variatie daarin.

Enerzijds zal de variatie in hoogteligging in het westen voor de aanleg van het stratenplan bepaalde problemen opwerpen en extra kosten door grondverzet meebrengen.

Anderzijds zullen daar ook voor het projecteren van het rio- lenstelsel bepaalde moeilijkheden rijzen in verband met het kruisen van laagten en het bij elkaar laten aansluiten van hogere en lagere delen. Ook dit kan in het westen mogelijk kostenverhogend werken, mede door de gemiddeld grotere diepten, waarop de riolen door moeten worden gelegd.

### 5.4 Zout

Uit de gevonden zoutgehalten van de monsters blijkt, dat naar onder in het bodemprofiel enige toename van zout plaatsheeft.

Het zoutgehalte van de grond is in het algemeen laag, maar gezien de toename naar beneden is het niet uitgesloten, dat het grondwater naar groter diepte een hoger zoutgehalte zal vertonen. Dit gaat een rol spelen indien de kleilagen over enig oppervlak tot op grote diepte doorbroken worden. Mocht dit in de stadsuitbreiding ergens het geval zijn, dan zal men zeker verstandig doen hier verder onderzoek naar te verrichten en met de uitslag van dat onderzoek rekening te houden.