

Veldwerk in de basisvorming

**Werkopdrachten voor lessen in
aardrijkskunde, natuurkunde,
scheikunde en biologie**



VELDADVISERING
LEERPLANONTWIKKELING

natuurwetenschappen

Het veldwerkteam



Joop Rutgers (aardrijkskunde)
Ronald Udo (scheikunde)
Ineke van Helden (scheikunde/aardrijkskunde)



René van Helden (natuurkunde)



Ton Plug (biologie)

Eindredactie: Ineke van Helden



Veldwerk in de basisvorming

**Werkopdrachten voor lessen in
aardrijkskunde, natuurkunde,
scheikunde en biologie**



Enschede, december 1992

2e druk



VELDADVISERING
LEERPLANONTWIKKELING

natuurwetenschappen

Inhoud.

Voorwoord	3
1. Inleiding.	5
2. Onderzoek naar de effecten van veldwerk.	7
2.1 Wat is veldwerk?	7
2.2 Het cognitieve gebied.	8
2.3 Het affectieve gebied.	10
2.4 Veldwerk, hoe ver en hoe lang?	12
2.6 Veldwerk, waarom eigenlijk niet?	12
3. Het landschap als studie-object	13
3.1 Doelstellingen.	13
3.2 Veldwerk-lokaties.	13
3.3 Vier conferenties.	15
4. Veldwerk in het Gooi	15
4.1 Het veldwerkgebied.	17
4.2 De fysiografie.	17
4.3 De invloed van de mens.	19
4.4 Aardrijkskunde veldwerk op een punt.	20
4.5 Aardrijkskunde veldwerk langs een lijn.	24
4.6 Aardrijkskunde veldwerk in een gebied.	32
4.7 Scheikunde veldwerk op een punt.	47
4.8 Scheikunde veldwerk langs een lijn.	51
4.9 Scheikunde veldwerk in een gebied.	59
4.10 Biologie veldwerk op een punt.	62
4.11 Biologie veldwerk langs een lijn.	63
4.12 Biologie veldwerk in een gebied.	64
4.13 Natuurkunde veldwerk op een punt.	65
4.14 Natuurkunde veldwerk langs een lijn.	71
4.15 Natuurkunde veldwerk in een gebied.	72
5. Veldwerk bij Westerbork	77
5.1 Het veldwerkgebied.	77
5.2 De fysiografie.	77
5.3 De invloed van de mens.	77
5.4 Veldwerk langs een lijn.	78
6. Veldwerk in Zeist	97
6.1 Het veldwerkgebied.	98
6.2 De fysiografie.	99
6.3 De invloed van de mens.	101
6.4 Een schets van het probleem.	102
6.5 Veldwerk langs een lijn.	103
7. Bijlagen	107
8. Literatuur	137
9. Informatie over veldwerk	141

Voorwoord

De VALO-Natuurwetenschappen heeft al bij haar aantreden in 1986 het belang van **veldwerk** binnen de natuurwetenschappelijke vakken in het voortgezet onderwijs benadrukt (werkplan 1986-1989 en activiteitenplan 1987, december 1986):

- veldwerk zal bijdragen aan kennis van en inzicht in verschijnselen in de natuur en de omgeving buiten klaslokaal en school;
- veldwerk kan effectief bijdragen aan het verwerken en leren gebruiken van (abstracte) natuurwetenschappelijke kennis;
- veldwerk kan effectief bijdragen aan de bewustwording van het milieu en de milieu-problematiek bij leraar en leerling.

In 1988 heeft de VALO-Natuurwetenschappen daarom besloten een aantal conferenties te organiseren voor docenten natuurkunde, scheikunde, biologie en aardrijkskunde om te onderzoeken op welke wijze geïntegreerd veldwerk vanuit de natuurwetenschappelijke vakken mogelijk is en welke meerwaarde deze samenwerking zou kunnen opleveren voor het onderwijs in deze vakken en voor de docenten.

Onder leiding van Joop Rutgers, lid van de VALO-Natuurwetenschappen voor natuuronderwijs en fysische geografie, is een veldwerkteam geformeerd bestaande uit Ronald Udo (scheikunde), Ton Plug (biologie), René van Helden (natuurkunde), Ineke van Helden (fysische geografie). Dit team heeft vanaf september 1988 een aantal veldwerkconferenties georganiseerd.

Na vier succesvolle conferenties bleek het mogelijk de onderzoeksvraag te beantwoorden en daarmee ontstond de wens de ervaringen in een eindpublicatie vast te leggen. Het veldwerkteam heeft geprobeerd uit de stilistisch volstrekt verschillende conferentiehandleidingen een leesbaar geheel samen te stellen met eenheid van stijl en layout. Inhoudelijk is aan de bijdragen van de teamleden niets veranderd waardoor de omvang varieert, terwijl hier en daar een herhaling onvermijdelijk was. Al met al is er een boekje ontstaan dat -naast beschouwende delen- een groot aantal opdrachten bevat, die geïntegreerd kunnen worden in de lessen natuurkunde, scheikunde, biologie en aardrijkskunde.

De VALO-Natuurwetenschappen is de leden van het veldwerkteam veel dank verschuldigd voor het enthousiasme waarmee zij zich de afgelopen jaren voor het veldwerk hebben ingezet en voor de tijd die zij gestoken hebben in de voorbereiding van de veldwerkconferenties en het schrijven van deze eindpublicatie.

Enschede, november 1991

In december 1992 is de 2e druk verschenen met een aantal kleine wijzigingen in de bijlagen.

André Agterberg, secretaris VALO-Natuurwetenschappen

1

1. INLEIDING.

Met de klas naar buiten gaan en onderzoek doen heeft nog maar op enkele scholen een vaste plaats in het lesrooster gekregen. En dat is niet verwonderlijk. Het organiseren van een veldwerk en het begeleiden van een groep leerlingen eist nogal wat van de leerkracht. Bovendien is het vaak moeilijk in één lesuur zinvol bezig te zijn. Veldwerk wordt dan ook vooral gedaan tijdens een werkweek of introductiekamp. Wij menen dat tijdens het reguliere onderwijs de mogelijkheden voor veldwerk groter worden wanneer secties gaan samenwerken. Dit geldt voor alle vakken. Vanwege onze eigen deskundigheid beperken we ons tot de vakken fysische aardrijkskunde, biologie, scheikunde en natuurkunde.

De auteurs van dit rapport leiden docenten op bij de Hogeschool Holland in Diemen, de Algemene Hogeschool Amsterdam en de Hogeschool Midden Nederland in Utrecht en hebben kursussen ontwikkeld waarin veldwerk een wezenlijk onderdeel is. Onze ervaringen met veldwerk tijdens ons eigen onderwijs inspireerden ons zozeer dat we op verzoek van de VALO-Natuurwetenschappen besloten tweemaal een studieconferentie te organiseren. Het doel van deze conferenties was zicht te krijgen op de mogelijkheden van veldwerk als een gezamenlijke activiteit van secties. Van dit veldwerk is door de SLO een videoband gemaakt. De reacties van de deelnemers deden ons besluiten bijdragen te leveren aan de NVON conferentie in Westerbork (1990) en aan de NVON/KNAG conferentie 'Aan de slag met NME' in Woudschoten (1990). In totaal hebben 140 docenten aan onze veldwerkconferenties meegedaan.

De lezer waarvoor wij schrijven is docent(e) in een natuurwetenschappelijk vak, waaronder wij ook verstaan de docent(e) aardrijkskunde die fysische geografie geeft, en zij of hij wil met de leerlingen in het veld aan de slag.

In hoofdstuk 2 doen we verslag van een literatuurstudie naar de effecten van veldwerk op het leren van kinderen, zowel op het cognitieve als het affectieve gebied. Wanneer secties samen veldwerk gaan doen, is een bindend element noodzakelijk. Wij pleiten ervoor dat het landschap de rode draad wordt voor het veldwerk, want wij hebben geconstateerd dat docenten van de vier vakken, letterlijk en figuurlijk, goed uit de voeten kunnen in het landschap. In hoofdstuk 3 vatten we de ervaringen samen die we opdeden tijdens onze veldwerken, waarin het landschap het studie-object was. Wij hopen dat docenten en leerplanontwikkelaars na lezen van deze hoofdstukken gemotiveerd zijn geworden voor het opnemen van veldwerk in het curriculum.

De hoofdstukken 4, 5 en 6 hebben een iets andere opzet. Hierin worden de opdrachten nader uitgewerkt. We hebben geprobeerd praktisch te zijn. De opdrachten zijn zo gestructureerd dat ze met weinig of geen veranderingen op school kunnen worden gebruikt. Sommige opdrachten zijn specifiek voor ons veldwerkgebied. Ze hebben een voorbeeldkarakter en moeten aan de lokatie worden aangepast. Bij elke opdracht geven we wat achtergrondinformatie zonder dat we de ambitie hadden een leerboek te willen schrijven. Deze achtergrondinformatie is voor docenten geschreven. Tabellen en voorschriften die niet noodzakelijk zijn om de strekking van de hoofdstukken te kunnen volgen, zijn verzameld in hoofdstuk 7.

Het spreekt vanzelf dat we geen auteursrecht claimen. Integendeel, we hopen dat onze lezers de voorschriften kopiëren en ze tijdens een veldwerk gebruiken. Hoofdstuk 8 is een literatuurlijst. In hoofdstuk 9 geven we nog wat informatie voor docenten die een veldwerk willen opzetten.

2. ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN VAN VELDWERK.

Veldwerk is een vorm van leren die onze interesse heeft en die we van wezenlijk belang achten voor het onderwijs dat we geven. We zijn ervan overtuigd dat veldwerk ons onderwijs verrijkt. Deze uitspraak baseren we op ervaringen tijdens onze eigen opleiding, uit de evaluatie van het onderwijs dat we nu zelf geven en uit de resultaten van empirisch onderzoek. Voor we dit laatste toelichten is het noodzakelijk het begrip veldwerk af te bakenen.

2.1 Wat is veldwerk?

Wij verstaan onder veldwerk de verzameling van alle activiteiten buiten het schoolgebouw, die tot doel hebben dat de leerlingen er iets van leren en waarbij de wereld buiten de school het studie-object is.

Vaak is het verhelderend een definitie met een voorbeeld of non-voorbeeld toe te lichten. Op een willekeurige plaats in een sloot een watermonster nemen en daar het fosfaatgehalte van bepalen, vinden wij geen veldwerk. In onze optiek is wel van veldwerk sprake, wanneer op geselecteerde punten watermonsters worden genomen op grond van een vooraf geformuleerde onderzoeksvraag.

Veldwerk is door ons heel ruim gedefinieerd en er zijn meerdere soorten veldwerk mogelijk.

In de Engelstalige literatuur worden soms de termen *fieldteaching*, *fieldwork* en *fieldresearch* gebruikt zonder dat ze eenduidig zijn gedefinieerd. Wij zullen deze termen overnemen en ze gebruiken om drie soorten veldwerk te benoemen. We doen geen poging deze termen te vertalen.

- Bij *fieldteaching* staat de leraar centraal. Hij stuurt het leerproces en gebruikt het veldwerk om hiaten tussen de op school verworven kennis en de praktijk op te vullen. Een voorbeeld is een leraar die langs een drukke verkeersweg met een geluidsniveaumeter de leerlingen laat ervaren hoeveel lawaai 100 dB(A) is.
- *Fieldwork* heeft een meer technisch karakter. Leerlingen maken zich in het veld technieken eigen die ze in de klas niet kunnen leren. Als voorbeeld: enkele leerlingen die zelf het geluidsniveau bij de autoweg bepalen. Ze houden onder meer rekening met de invloed van de wind en met hun afstand tot de weg.
- Tijdens *fieldresearch* staat het onderzoek van de leerlingen centraal. Ze werken vanuit een hypothese en doen onderzoek om die hypothese te toetsen. De leraar is de begeleider die vragen beantwoordt en suggesties doet om problemen op te lossen. Als voorbeeld: leerlingen die in het kader van een geïntegreerd onderzoek naar de leefbaarheid van een woonwijk onderzoeken welke geluidsschermen het meest effectief zijn.

Veldwerk is een onderwijsactiviteit, maar het is geen werkvorm. Onder een werkvorm verstaan we de manier waarop de communicatie tussen de docent(e) en de leerlingen is geregeld (van Dormolen, 1974).

Bij veldwerk zijn talloze werkvormen mogelijk, variërend van groeps- en projectwerk tot een individuele leerlingactiviteit. Vaak zal gedurende een veldwerk de werkvorm variëren. Zelfs na een voorbereiding op school is het zinvol het veldwerk met een korte doceerfase

te beginnen en af te ronden met een klassegesprek. Niet in de klas, maar met de klas in het veld.

In onze omschrijving van veldwerk hebben we geen schoolvakken met name genoemd. Dat is bewust gedaan, want wij vermoeden dat bij alle schoolvakken veldwerk mogelijk is. In dit rapport beperken we ons tot de vakken waarin we een zekere deskundigheid hebben, de vakken waarin we zelf les geven.

2.2 Het cognitieve gebied.

In Nederland is weinig of geen onderzoek gedaan naar het effect van veldwerk op het leren van kinderen. In de Engels-talige landen, waar Science een schoolvak is, is meer onderzoek gedaan. Bij het bestuderen van de literatuur is het goed in gedachten te houden wat we onder leren verstaan en welke veranderingen de onderzoekers probeerden te meten. In deze paragraaf beperken we ons tot de cognitieve leerdoelen.

Mackenzie en White (1982) onderzochten de invloed van een aardrijkskunde veldwerk op de duurzaamheid van de kennis die in een classesituatie was aangeleerd. Van 142 grade 8 en 9 leerlingen van scholen in Melbourne, Australië werden drie groepen gevormd.

Het onderwerp van de les was de kust, inclusief landschapsvormen en flora en dit werd op drie manieren aangeboden. Het basisprogramma bestond uit een klassikale bijeenkomst van twee uur. Hierbij werden dia's vertoond en modellen gebruikt. Alle groepen kregen ditzelfde basisprogramma. Daarnaast waren twee excursies georganiseerd naar het gebied waar de dia's waren gemaakt. Een traditionele excursie waarbij de leerlingen zelf geen onderzoek deden en een veldwerk.

Tijdens de traditionele excursie gebruikten de leerlingen een veldgids van dit gebied. De leraar had een dominerende rol. Hij wees de leerlingen op allerlei verschijnselen die ze met de informatie in hun veldgids vergeleken.

Het veldwerk had een volstrekt andere opzet. De leerlingen ontvingen een landkaart, werkbladen en een getijdetafel. Individueel of in groepjes voerden ze opdrachten uit waarbij de leraar suggesties deed om tot een oplossing te komen. Er werd voor gezorgd dat ze niet alleen hun ogen maar ook andere zintuigen moesten gebruiken. Ze proefden of een bodem zout smaakte, liepen door de modder, klauterden over de kliffen en waadden door de zee. Meteen na afloop maakten de groepen een proefwerk waarbij de excursie- en de veldwerkgroep iets beter scoorden dan de groep die alleen klassikaal onderwijs had gehad. Drie maanden later kregen de leerlingen nogmaals dat proefwerk en toen waren de resultaten geheel anders.

De veldwerkgroep scoorde het beste en de groep die uitsluitend klassikaal onderwijs had gehad scoorde het minste.

De konklusie is dat leerlingen die eigen ervaringen opdoen tijdens een veldwerk, het geleerde veel langer vasthouden. Veldwerk bevordert de duurzaamheid van de verworven kennis.

Howie (1972) zocht naar het effect van veldwerk op de begripsvorming bij Environmental Education. Zijn onderzoeksgroep bestond uit 483 leerlingen die hij in vier subgroepen verdeelde. De eerste groep kreeg alleen les op school en de tweede deed alleen veldwerk. De derde groep leerlingen kreeg een gecombineerd programma aangeboden. Hun veldwerk werd voorafgegaan door een voorbereiding op school. Bij het onderwijs aan de vierde

groep werd geen aandacht besteed aan Environmental Education.

De groepen 1 en 3 kregen tijdens tien korte bijeenkomsten veel feitelijke informatie waarbij ook aandacht werd besteed aan het gebruik van de juiste terminologie. Het veldwerk duurde twee dagen en was zo gestructureerd dat de leerlingen de begrippen die tijdens de voorbereiding op school waren genoemd, nu zelf konden ontdekken. Bij het beantwoorden van vragen die de begripsvorming testten, scoorde groep 3 het beste. Howie konkludeert dan ook dat een veldwerk voorafgegaan dient te worden door een voorbereiding in de klas.

McNamara (1971) heeft onderzocht of het belangrijk is dat de laboratoriumactiviteiten van de leerlingen ook in het veld plaats vinden. Bij het onderzoek deden vijftien grade 8 en 9 klassen mee, met ieder 25 leerlingen. De lessen over Earth Science werden in een periode van tien weken gegeven. Uit dit onderzoek blijkt dat een laboratorium in het veld een gunstige invloed heeft op de begripsvorming en het kritisch denken van de leerlingen.

Het effect van veldwerk bij een cursus Earth Science voor eerste jaars studenten van de Southeast Missouri State University is onderzocht door Kern en Carpenter (1986). Het Earth Science Laboratory is een praktikum dat de studenten naast of kort na een cursus Earth Science doen. Een groep van 39 studenten deed het praktikum op de traditionele manier waarbij alle praktikumopdrachten in het laboratorium werden uitgevoerd. De onderzoeksgroep bestond uit 33 studenten en zij deden de praktikumopdrachten in het veld. De testvragen waren in twee categorieën verdeeld volgens een vereenvoudigde taxonomie van Bloom. Groep 1 bevatte uitsluitend vragen op kennisniveau, terwijl in groep 2 vragen over hogere leerdoelen waren opgenomen.

Op kennisniveau bleek geen enkel verschil tussen de twee groepen studenten aanwezig te zijn. Heel anders waren de resultaten van vragen op het niveau van begrip, toepassing, analyse en synthese. Studenten die veldwerk hadden gedaan scoorden veel beter dan de groep die in het laboratorium was gebleven.

Deze onderzoeken ondersteunen de hypothese dat veldwerk een gunstige invloed heeft op de cognitieve ontwikkeling van de leerlingen. Een overzicht van de verschenen literatuur met kritisch commentaar is gepubliceerd door Backman en Crompton (1984). De auteurs wijzen erop dat de kwaliteit van veel onderzoek twijfelachtig is. Daar komt nog bij dat onderzoekers niet altijd vermelden welke onderwijsdoelstellingen ze probeerden te meten. Toch durven Backman en Crompton op basis van hun literatuurstudie heel voorzichtig de volgende conclusies te formuleren:

- veldwerk is gunstig voor de begripsontwikkeling van leerlingen
- veldwerk stimuleert kritisch denken
- veldwerk stimuleert de vaardigheden om problemen op te lossen
- een gesloten vorm van veldwerk is meer geschikt voor leerlingen die langzaam leren dan een open vorm. Het omgekeerde is waar voor meer academisch ingestelde leerlingen
- veldwerk dient te worden voorafgegaan door een voorbereidende fase in de klas.

2.3 Het affectieve gebied.

Naast cognitieve doelen heeft onderwijs ook affectieve doelen en dat geldt zeker voor veldwerk. De interesse van de leerling, zijn attitude, zijn normen en waarden, maar ook zijn gevoelens en sociale vaardigheden kunnen door het onderwijs worden beïnvloed. Onderzoek naar het effect van veldwerk op gedragsveranderingen bij leerlingen geven zeer diverse resultaten. Kritische literatuurstudies zijn gepubliceerd door Crompton en Sellar (1981) en door Disinger (1985).

Behalve cognitieve doelen hebben Kern en Carpenter (1984) ook affectieve doelen van het Earth Science veldwerk onderzocht. Beide groepen studenten maakten vooraf en na afloop van het practicum of veldwerk een attitudetest. Hierbij werd onderzocht welke waarden aan de vakinhouden werden toegekend, of de studenten dit studieonderdeel plezierig vonden en of ze het interessant vonden. Voor elk van deze drie categorieën waardeerden de studenten 30 uitspraken op een vijfpunts-schaal. Uit dit onderzoek blijkt dat het veldwerk een zeer positieve invloed had op de studenten.

Ook bezoek aan een museum kan veldwerk zijn. Stronck (1983) heeft onderzoek gedaan naar het leren van leerlingen van het basisonderwijs tijdens een bezoek aan de tentoonstelling Living Land - Living Sea in Victoria, Canada. 816 leerlingen van grade 5, 6 en 7 bezochten de tentoonstelling klassikaal. In het museum werd een klas opgesplitst in vier groepjes met ieder maximaal 9 leerlingen. Een deel van de klassen bezocht de tentoonstelling met een gids van het museum die een strak schema aanhield en de docentenhandleiding volgde. Andere klassen werden door hun eigen leerkracht begeleid die de kinderen veel meer vrijheid gaf en vaak ook toestond dat leerlingen delen van de tentoonstelling oversloegen.

Na afloop maakten de leerlingen een multiple-choice toets. Leerlingen die de tentoonstelling onder leiding van de gids hadden bezocht, scoorden op kennisvragen veel beter dan de leerlingen die met hun eigen leerkracht naar de tentoonstelling waren geweest. De resultaten van de attitudetest waren precies het tegenovergestelde. De waardering voor het museum was het grootst bij de leerlingen die met hun eigen leerkracht de tentoonstelling hadden bezocht.

Hieruit kunnen misschien de volgende conclusies worden getrokken:

bij jonge kinderen heeft de leerkracht grote invloed op de attitudevorming en weinig gestructureerd veldwerk resulteert in een grotere waardering. Het is niet duidelijk of we deze resultaten mogen extrapoleren naar het voortgezet onderwijs. Een overzicht van het onderzoek naar de waarde van veldwerk bij leerlingen van het basisonderwijs wordt gegeven door Disinger (1988).

Van groot belang bij dit onderzoek is het soort test dat de onderzoeker gebruikt. Carpenter (1981) heeft een taxonomie ontworpen met vier hiërarchisch geordende categorieën en hij meet vervolgens op welk niveau van de taxonomie de leerling zich bevindt. Hij doet dit aan het begin, maar ook na afloop van een cursus Environmental Earth Science voor College studenten.

De categorieën zijn:

1. er van weten
2. verontrust zijn
3. een standpunt innemen
4. actief reageren

De test bestaat uit 14 uitspraken die de leerling leest. Over elke uitspraak beantwoordt hij vier vragen met ja of met nee. We lichten dit met een voorbeeld toe.

Eén van de uitspraken was: Het is bewezen dat CFK drijfgassen in spuitbussen een sterk afbrekend effect hebben op ozon. Als we deze drijfgassen blijven gebruiken zal uiteindelijk zoveel van de ozonlaag worden vernietigd dat over de hele wereld de gezondheidsproblemen (zoals huidkanker), dramatisch zullen toenemen.

De vier vragen luiden:

1. Voordat je deze uitspraak las, wist je toen dat dit een probleem was?
2. Voordat je deze uitspraak las, was je toen verontrust over dit probleem?
3. Voordat je deze uitspraak las, had je toen een standpunt ingenomen met betrekking tot dit probleem?
4. Voordat je deze uitspraak las, had je toen actief gereageerd met betrekking tot het standpunt dat je had ingenomen?

De taxonomische hiërarchie blijkt uit de samenhang van de vragen. Een leerling die op vraag 2 met ja antwoordt, moet ook op vraag 1 met ja antwoorden, maar kan op vraag 3 met nee antwoorden. Is het antwoord op vraag 2 negatief, dan worden ook de vragen 3 en 4 met nee beantwoord. Om een kwantitatieve verwerkingen mogelijk te maken worden aan de antwoordreeksen getalwaarden toegekend variërend van 0 tot en met 4, volgens onderstaande matrix.

vraag	1	2	3	4	waarde
	n	n	n	n	0
	j	n	n	n	1
	j	j	n	n	2
	j	j	j	n	3
	j	j	j	j	4

Hoewel dit geen veldwerk betreft, lijkt deze taxonomie ons een zeer bruikbaar instrument om ook bij veldwerk attitudeveranderingen op te sporen.

Onderzoek naar de effecten van veldwerk in het affectieve domein zijn gecompliceerd en de resultaten divers. Een veelheid van factoren kan immers aanleiding geven tot gedragsveranderingen. Toch menen we Crompton en Sellar (1981) te kunnen citeren:

"The objective, evaluative research reviewed in this paper is generally supportive of claims that outdoor education experiences facilitate positive affective development".

2.4 Veldwerk, hoe ver en hoe lang?

De keuze van het gebied waar het veldwerk wordt gedaan heeft invloed op het leren. Falk (1983) heeft dit onderzocht bij een groot aantal kinderen in leeftijd variërend van 9 tot 13 jaar. Bij één van zijn onderzoeken werkte hij met 425 leerlingen van drie verschillende soorten scholen. Hij onderscheidde stadsscholen, scholen in een buitenwijk en plattelandsscholen. Het biologieveldwerk werd gedaan op drie verschillende lokaties. In een klein plantsoen langs een drukke weg in een grote stad, in een park in een stille woonwijk en in een bos. Alle leerlingen leerden veel van dit veldwerk, maar er waren duidelijke verschillen. De stadskinderen en de kinderen uit de buitenwijken scoorden het best bij veldwerk in een bos. De plattelandskinderen leerden het meest van het veldwerk in een park in een stille woonwijk. Falk konkludeert hieruit dat de lokatie nieuw moet zijn, maar niet volstrekt nieuw. Tegelijkertijd is waargenomen dat in die situatie het niet-taakgericht verstorend gedrag van de leerlingen minimaal is.

Uit het onderzoek blijkt ook dat de leerlingen vertrouwd moeten raken met de lokatie. Herhaald bezoek aan een veldwerkgebied leidt tot betere leerresultaten. Dit geldt in het bijzonder voor jonge leerlingen, die de omgeving eerst moeten leren kennen.

Dit verklaart wellicht dat incidenteel een veldwerk doen, teleurstellende resultaten kan hebben. Crompton en Sellar (1981) konkluderen dat veldwerk alleen tot gedragsveranderingen leidt indien de geïnvesteerde tijd een drempelwaarde overschrijdt.

2.5 Veldwerk, waarom eigenlijk niet?

De effecten van veldwerk zijn nog weinig onderzocht. Toch menen wij dat de onderzoeksresultaten erop wijzen dat veldwerk nuttig is. Ook veel docenten zijn hiervan overtuigd. Onderzoek in Engeland laat zien dat slechts 11 leraren uit een groep van 478 biologie leraren van mening zijn dat veldwerk geen waardevolle ervaring is voor de leerlingen, Fido and Gayford (1982). Niet gepubliceerd onderzoek in eigen land door één van ons (Ton Plug), toont hetzelfde beeld. Toch hebben slechts weinig leraren aan veldwerk een vaste plaats in hun onderwijs gegeven. Wellicht verandert dit in de toekomst want in de eindtermen van biologie, aardrijkskunde, natuur- en scheikunde wordt aandacht besteed aan veldwerk:

In het C/D-programma biologie wordt tenminste een veldpraktikum verplicht gesteld. Leerlingen moeten organismen die in de directe omgeving voorkomen kunnen ordenen en/of determineren.

Waarnemen en oriënteren in het terrein binnen en buiten de stad valt onder de vakspecifieke vaardigheden van de aardrijkskunde. In het advies over de voorlopige eindtermen basisvorming in het voortgezet onderwijs wordt onder andere gesteld dat leerlingen in het terrein fysische en sociaal geografische metingen verrichten. De metingen moeten vervolgens worden geordend waarna conclusies worden getrokken.

In het advies over de voorlopige eindtermen voor natuur- en scheikunde wordt bij de experimentele vaardigheden, veldwerk als volgt omschreven: Leerlingen kunnen (gerichte) waarnemingen doen aan natuurkundige en scheikundige verschijnselen in de omgeving, zowel binnen als buiten.

Wij pleiten voor veldwerk waarbij secties natuurkunde, biologie, scheikunde en aardrijkskunde samenwerken. Dit betekent niet dat veldwerk doen hetzelfde is als integratie van die vier vakken. Veldwerk binnen een vak is heel goed mogelijk. Maar bij samenwerken met de sectie aardrijkskunde kan het landschap de rode draad voor het veldwerk worden waardoor het veldwerk aan waarde wint. In hoofdstuk 3 werken we dit verder uit.

3. HET LANDSCHAP ALS STUDIE-OBJECT.

Een landschap is een complex systeem dat ontstaat door wisselwerking tussen gesteente, bodem, water, lucht en vegetatie. In Nederland heeft de mens grote invloed op dit proces. Het beeld dat een waarnemer van zijn omgeving krijgt, ervaart hij vaak als karakteristiek. Dit blijkt uit begrippen als het duinlandschap, het landschap van Zuid-Limburg, het rivierenlandschap en het landschap van het Gooi. Door de veelheid van aspecten en hun onderlinge samenhang is het landschap een studie-object bij uitstek.

Binnen de verschillende vakken kan een landschap op de volgende manieren worden benaderd.

- **Een historisch-genetische benadering.**
Hierbij wordt het landschap gezien als het product van een ontwikkeling in de tijd. Vooral de vakken aardrijkskunde en biologie spelen hier op in.
- **Een functionele benadering.**
De huidige processen staan hierbij centraal zodat de actuele landschapsdynamiek kan worden geanalyseerd. De aardrijkskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde hebben hun specifieke inbreng waarbij door samenwerken en uitwisselen van gegevens een grote meerwaarde wordt verkregen.

3.1 Doelstellingen.

In ons onderwijs kan de bestudering van het landschap het motief zijn om algemene- en vakspecifieke onderwijsdoelen en NME-doelen te bereiken.

Ons algemene onderwijsdoel is de leerlingen kennis en vaardigheden bij te brengen waardoor ze inzicht krijgen in hun leefomgeving zodat ze in staat zijn adequaat te handelen. Dit inzicht is steeds gericht op het begrijpen van relaties en samenhangen. Onder adequaat handelen verstaan we normgericht handelen waarbij ecologische normen als uitgangspunt zijn genomen. De vakken aardrijkskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde leiden hieruit eigen vakdoelen af. Ze hebben hun specifieke inbreng met het landschap als rode draad. Veldwerk is daarbij een voor de hand liggende onderwijsactiviteit.

Het is duidelijk dat het landschap studie-object is bij Natuur en Milieu Educatie. Bij NME staat de invloed van de mens op het landschap centraal en dat kan tot de volgende doelen leiden.

- erkennen van de noodzaak van menselijk ingrijpen in de natuur
- de mogelijkheden en onmogelijkheden van dit ingrijpen inzien
- realiseren dat ingrepen onomkeerbaar kunnen zijn
- het gevaar voor calamiteiten erkennen en zoeken naar mogelijkheden om de kans op calamiteiten zo klein mogelijk te maken.

3.2 Veldwerk-lokaties.

Bij veldwerk onderscheiden we drie soorten lokaties die onafhankelijk zijn van het landschap waarin we werken. Deze onderverdeling geeft de dimensie van de lokatie weer en typeert tevens de mate van samenhang tussen de schoolvakken. We kunnen de leerlingen onderzoek laten doen op een vaste plaats, dit noemen we veldwerk op een punt. Bij het veldwerk langs een lijn wordt het onderzoek uitgebreid tot een vaste richting. De derde soort lokatie is het gebied, waarbij het onderzoek in meerdere richtingen plaats vindt.

Veldwerk op een punt.

Alle activiteiten van het veldwerk spelen zich op nagenoeg dezelfde plaats af, waar op het eerste gezicht niets spectaculairs is te zien. Dit kan de directe omgeving van de school zijn. Wanneer de opdrachten zo worden gemaakt dat leerlingen ze binnen een lesuur kunnen uitvoeren, doen zich geen roosterproblemen voor. Zonder volledig te willen zijn onderscheiden we drie werkvormen.

- demonstratie en uitleg van instrumenten en veldwerktechnieken die de leerlingen in een later stadium zelf gaan gebruiken.
- doen van een specifieke meting zoals het bepalen van de geluidssnelheid.
- uitvoeren van opdrachten die passen binnen een thema zoals "uitersten rond de school". Voorbeelden hiervan zijn de verschillen in:

hoog	en	laag
nat	en	droog
warm	en	koud
begroeid	en	onbegroeid
fauna	en	geen fauna
hard	en	zacht
grof	en	fijn
voedselrijk	en	voedselarm

Veel van deze begrippen zijn niet vakgebonden en kunnen een eerste aanzet vormen tot een onderlinge afstemming van opdrachten uit de verschillende vakken. Door de aard van dit veldwerk en het tijdstip waarop het wordt gedaan zullen de deelnemende vakken naast elkaar optreden.

Veldwerk langs een lijn.

Vanuit een punt wordt een min of meer rechtlijnig traject gekozen dat lopend of fietsend wordt afgelegd. De algemene opdracht is, om langs deze lijn begrenzingen en gradiënten vast te stellen. Deze zijn vaak in het landschap zichtbaar, soms ook komen ze uitsluitend in de ondergrond voor. De leerlingen kunnen zoeken naar de overgang tussen:

steil	en	vlak
bos	en	heide
bouwland	en	grasland
grondwater	en	oppervlaktewater
warm	en	koud
vervuild water	en	niet vervuild water
zand	en	klei

Vooraf in de vakken aardrijkskunde en biologie speelt het gradiëntbegrip een rol bij de bestudering van het landschap. De natuurkunde en scheikunde geven in veel gevallen meetresultaten die doorslaggevend zijn bij de interpretatie van de visuele waarnemingen. De grenzen, overgangen en meetresultaten worden op een topografische kaart aangegeven. Dit betekent dat kaartlezen een vanzelfsprekend onderdeel van dit veldwerk is.

Veldwerk in een gebied.

Het doel van dit veldwerk is de ruimtelijke kenmerken van een gebied te onderzoeken. Hoogte, relief, aard van de ondergrond, ontginnings- en bewoningsgeschiedenis, grondgebruik, flora en fauna, waterbeheer, geluid, weer en microklimaat worden bestudeerd. Het is goed mogelijk deze begrippen in een historische context te plaatsen. De begrenzing van het gebied wordt onderzocht waarna de invloed van het ene gebied op het andere aandacht kan krijgen en de betekenis van tussenliggende verbindingzones duidelijk wordt. De aanpak is landschapsecologisch en daardoor gericht op processen en ruimtelijke dynamiek. Van de drie soorten lokaties is deze het sterkst op het landschap gericht waardoor de integratie van de deelnemende vakken maximaal is.

3.3 Vier conferenties.

Ons veldwerk is tijdens vier nationale conferenties uitgevoerd. Tweemaal in het Gooi: de eerste maal voor docenten en opleiders en de tweede keer voor schoolteams. Daarna hebben we het veldwerk in Westerbork en Zeist uitgevoerd. Steeds bestond de doelgroep uit docenten aardrijkskunde, scheikunde, biologie, natuurkunde en kennis der natuur. De verschillen in de programma's geven tot op zekere hoogte de ontwikkeling weer binnen de voorbereidingsgroep.

Veldwerk in het Gooi.

Allereerst wilden we ons bezinnen op de inhoud en uitvoering van veldwerk voor de verschillende vakken. Daarnaast wilden we nagaan welke mogelijkheden veldwerk biedt voor de integratie van de deelnemende vakken. We kozen de drie soorten veldwerklokaties: punt, lijn en gebied. Ook probeerden we de opdrachten rond de centrale, niet vakgebonden begrippen uitersten, gradiënten en begrenzingen te concentreren. Zo ontstonden de combinaties

punt	--	uitersten
lijn	--	gradiënten
gebied	--	begrenzingen

Een voorlopige conclusie is dat veldwerk langs een lijn de volgende interessante kenmerken heeft:

- vakintegratie is zeer goed mogelijk
- vakintegratie levert een duidelijke meerwaarde op
- er wordt een begin gemaakt met een grondige kennis van een gebied
- veldwerk langs een lijn is op veel plaatsen bruikbaar
- veldwerk langs een lijn is veel eenvoudiger op te zetten dan veldwerk in een gebied

Veldwerk in Westerbork.

Gesterkt door onze ervaringen in het Gooi hebben we gekozen voor veldwerk langs een lijn. Langs deze lijn werden van te voren vier punten aangegeven waar de waarnemingen van de verschillende vakken werden gedaan. Aan het eind van de lijn werden de resultaten besproken. De deelnemers hebben een Drents beekdallandschap gezien dat is ontstaan door natuurlijke processen waar de mens grote invloed op heeft gehad. Planologische beslissingen en moderne bedrijfsvoering brengen veranderingen aan in het landschap, die niet altijd zichtbaar zijn, maar wel meetbaar. Mede

hierdoor werd de meerwaarde van vakintegratie duidelijk.

Onze eerdere conclusie dat veldwerk langs een lijn op veel plaatsen bruikbaar is, werd hier bevestigd. Het bleek mogelijk in korte tijd een veldwerk langs een lijn te organiseren.

Veldwerk in Zeist.

Dit veldwerk werd gedaan als onderdeel van een NME conferentie. Vooraf werd gezocht naar een opmerkelijk ruimtelijk probleem in de omgeving van het conferentiecentrum Woudschoten. In overleg met ambtenaren van de gemeente Zeist werd dit gevonden in de voorgenomen aanleg van een op- en afrit van de A-28, direct ten westen van Zeist. Ook nu kozen we voor veldwerk langs een lijn, waarbij de lijn was gedefinieerd door het voorgenomen tracé van de afslag.

Met dit veldwerk wilden we nagaan welke inbreng de verschillende vakken kunnen hebben om tot een verantwoorde keuze van het tracé te komen, met als mogelijke optie de verwerping van de voorgenomen op- en afrit. Ook wilden we onderzoeken of vakintegratie een meerwaarde oplevert. De conclusie van de deelnemers was, dat dit probleemgerichte veldwerk veel mogelijkheden biedt. Een sterk punt was dat de uitvoerige maatschappelijke discussie met een goede veldkennis, optimaal kan worden gevolgd.

4. VELDWERK IN HET GOOI.

Dit veldwerk werd gehouden rond het conferentieoord de Hoorneboeg tussen Hilversum en Hollandsche Rading. We hebben op drie verschillende lokaties gewerkt: op een punt, langs een lijn en in een gebied. Dit hoofdstuk heeft de volgende opzet. Na een korte beschrijving van het veldwerkgebied bespreken we de fysiografie en de invloed van de mens op het landschap. Daarna volgen de opdrachten voor de vakken aardrijkskunde, biologie, scheikunde en natuurkunde telkens in de volgorde punt - lijn - gebied.

4.1 Het veldwerkgebied.

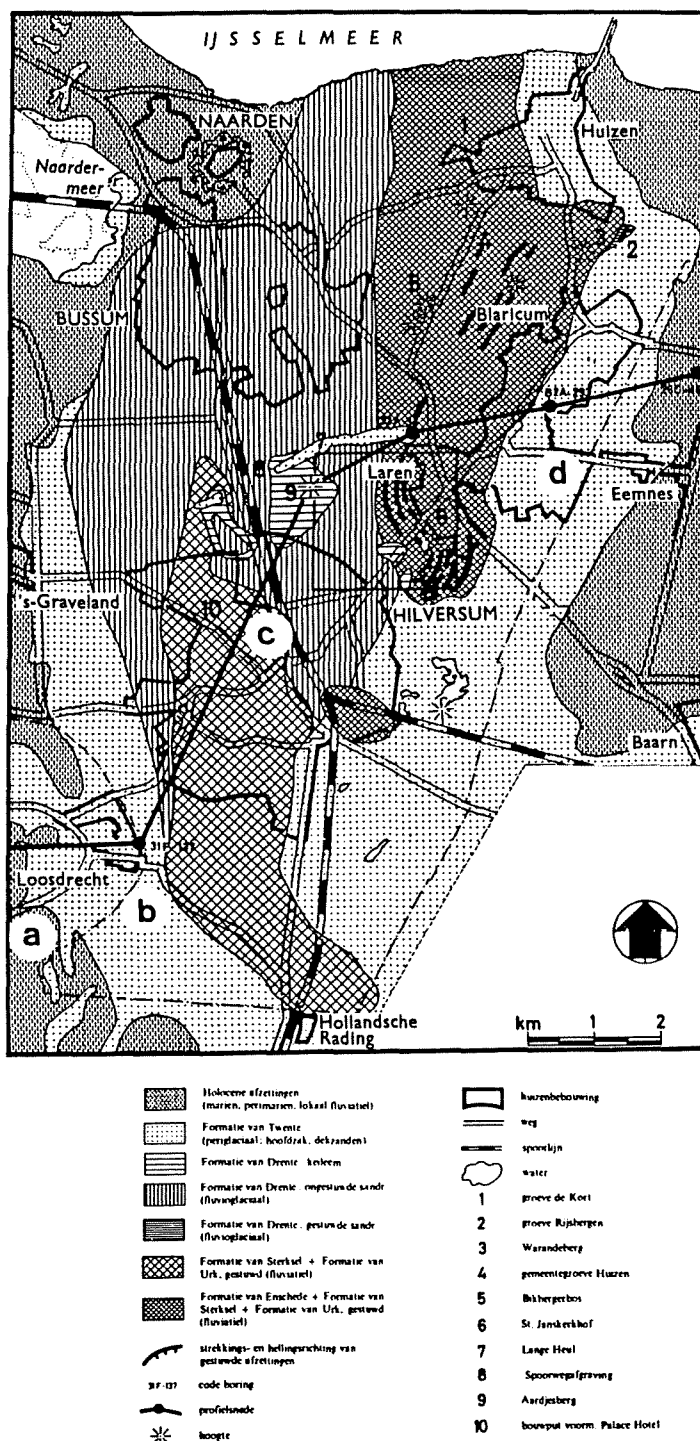
Binnen het veldwerkgebied onderscheiden we van West naar Oost vier deelgebieden met ieder een eigen natuurlijke gesteldheid, zie figuur 1.

- a) het Loosdrechtse veenplasseengebied
- b) een licht Oost - West hellend zandgebied tussen Nieuw-Loosdrecht en de Hoorneboeg
- c) een reliëfrijk, hooggelegen gebied rond de Hoorneboeg, Hilversum en Laren. Dit is het meest opmerkelijke landschap in de regio het Gooi.
- d) tussen Laren en Eemnes een licht West - Oost hellend gebied van zand, klei en veen.

4.2 De fysiografie.

De heuvels in het Gooi ontstonden onder wisselende omstandigheden gedurende het Pleistoceen. In deze periode kwamen meerdere ijstijden voor, de glacialen. In de laatste twee glacialen, het Saalien en het Weichselien, is het hoofdrelief gevormd waarbij door de verschillende natuurlijke media de volgende terreinvormen ontstonden.

medium	terreinvorm
gletsjerijs	stuwwallen
ijssmeltwater	ijssmeltwaterdalen en (waaivormige) glooiingen
sneeuwsneltwater	sneeuwsneltwaterdalen en puinwaaiers
wind	dekzandvlakten, dekzandruggen en stuifzandduinen
rivieren	zanden en grinden in de ondergrond



Figuur 1. Geologische kaart van het Gooi en omgeving met daarin aangegeven de onderscheiden deelgebieden a t/m d.

Het Gooi is onderdeel van een uitgebreid stuwwallencomplex dat ontstond toen gletsjerijs het zand en grind van een oer-Maas en oer-Rijn met enorme kracht opzij duwde. Het gletsjerijs lag ter hoogte van de huidige Gelderse Vallei en stuwde van daaruit bevroren zanden en grinden op. Doordat de stuwing vanuit het noord-oosten plaats vond is de noordoostzijde van het heuvelcomplex het steilste. Het reliëfrijke centraal gelegen gebied (c) is hier een onderdeel van. De zuidwestflank van de stuwwal (b) werd gevormd door smeltwater dat dikke pakketten zand en fijn grind afzette. Dit fluvio-glaciaal is daardoor veel minder steil. Aan de oostflank liggen deze zanden en fijnere grinden niet nabij de oppervlakte maar op enkele tientallen meters diepte. De stuwwallen vormden zich ongeveer 200 000 jaar geleden tijdens het Saalien. Men neemt aan dat al het sterkere reliëf in Midden- en Oost Nederland toen op deze manier is ontstaan. Hierdoor bestaat er een genetische samenhang tussen 't Gooi, de Utrechtse Heuvelrug en bijvoorbeeld de Veluwe, de Holterberg en het Montferland.

Omstreeks 70 000 jaar geleden daalde de temperatuur opnieuw. Gedurende het Weichselien bereikte het landijs Nederland niet, maar de ondergrond was permanent bevroren. De zeespiegel daalde zoveel dat het Noordzeebekken droog kwam te liggen en Westen winden voerden van hier zand aan. Grote delen van Nederland werden ermee bedekt. Deze zanden hebben een kenmerkende gemiddelde korrelgrootte van 150 μ . In 't Gooi worden deze zanden vooral aan de flanken van de stuwwallen gevonden in de vorm van dekzandruggen en dekzandvlakten. In de gebieden (b) en (d) komt dit dekzand aan de oppervlakte voor. Het sneeuwsmeltwater schuurde de permanent bevroren ondergrond uit, waarbij erosiedalen ontstonden die na het verdwijnen van de permafrost als droge dalen in het landschap worden teruggevonden.

Tijdens het Holoceen, ongeveer 10 000 duizend jaar geleden, verbeterde het klimaat. De zeespiegel steeg en daarmee ook de grondwaterspiegel. De permanent bevroren ondergrond was verdwenen en in laaggelegen gebieden vormden zich moerassen met veen en hier en daar zoetwater meren. In de onder (a) en (d) genoemde gebieden treffen we er nog restanten van aan. Op de hogere zandgronden lag de grondwaterspiegel veel dieper en daar vormde zich een loofbos van eiken en beuken. Onder het loofbos ontwikkelde zich geleidelijk een karakteristieke bodem. Dit betekende humusvorming in de bovengrond en homogenisatie van het humus met de minerale ondergrond, door het bodemleven; uitspoeling van voedingsstoffen tot in het grondwater, uitspoeling van humus en ijzer uit de bovengrond die vervolgens op 30 tot 50 centimeter diepte weer ingespoelde in een kenmerkende B-2 horizont. Deze combinatie van bodemvormende processen noemen we podzolizatie. Het bodemtype dat hierbij ontstaat is een podzol.

4.3 De invloed van de mens.

Door de komst van de mens heeft het natuurlandschap zich geleidelijk ontwikkeld tot een cultuurlandschap. In de Bronstijd, bij ons is dat tussen 1700 en 700 vChr., blijken de stuwwallen en aangrenzende zandgebieden goede vestigingsplaatsen te zijn. Geleidelijk verdwenen de bossen en maakten plaats voor heidevelden. Rond de bewoningsplaatsen werden akkers aangelegd. Vanaf de dertiende eeuw werden de akkers bemest volgens het potstalsysteem. Dit hield in dat de afgeplagde heide, vermengd met vooral schapenmest op de akkers werd gebracht. Tot de uitvinding van de kunstmest in de 19e eeuw bleef deze

manier van bemesten in gebruik. Op sommige plaatsen is het ophogingsdek meer dan 50 cm dik. Deze bodem noemen we een dikke enkeerdgrond.

Door ontbossing en overbeweiding ontstonden op de droge zandgronden zandverstuivingen. Het verstoven materiaal ligt op de dekzanden en de fluvioglaciale ondergrond. Door herbebossing werd de verstuiving gestabiliseerd. Tegenwoordig zijn stuifzandgebieden van belang voor de recreatie en men tracht lokale verstuiving te bevorderen. De Witte Bergen en 't Bluk zijn hier voorbeelden van.

In de vochtige randgebieden vestigden de eerste bewoners zich pas in de Late Middeleeuwen, vanaf 1000 nChr. In het westen was gedurende het Holoceen een uitgestrekt veengebied ontstaan dat nu vanuit een ontginningsfront planmatig werd ontgonnen. De langgerekte dorpen Oud- en Nieuw Loosdrecht geven de ligging van deze oorspronkelijke bewoningsas aan.

Ook ten oosten van 't Gooi ligt een veengebied, maar hier bleef door de voortdurende uitbreiding van de Zuiderzee de directe invloed van de zee merkbaar. Eemnes ontwikkelde zich als een langgerekt wegdorp achter de beschermende Wakkerendijk.

4.4 AARDRIJKSKUNDEVELDWERK OP EEN PUNT.

Het schoolvak aardrijkskunde kent meerdere tradities. Eén daarvan is het onderwijs in de aardwetenschappen, waarbij een studie van de grondsoort, de bodem, de terreinvorm en het water een belangrijke rol spelen. Bij de beschreven veldwerkopdrachten gaat het om deze aardwetenschappelijke benadering.

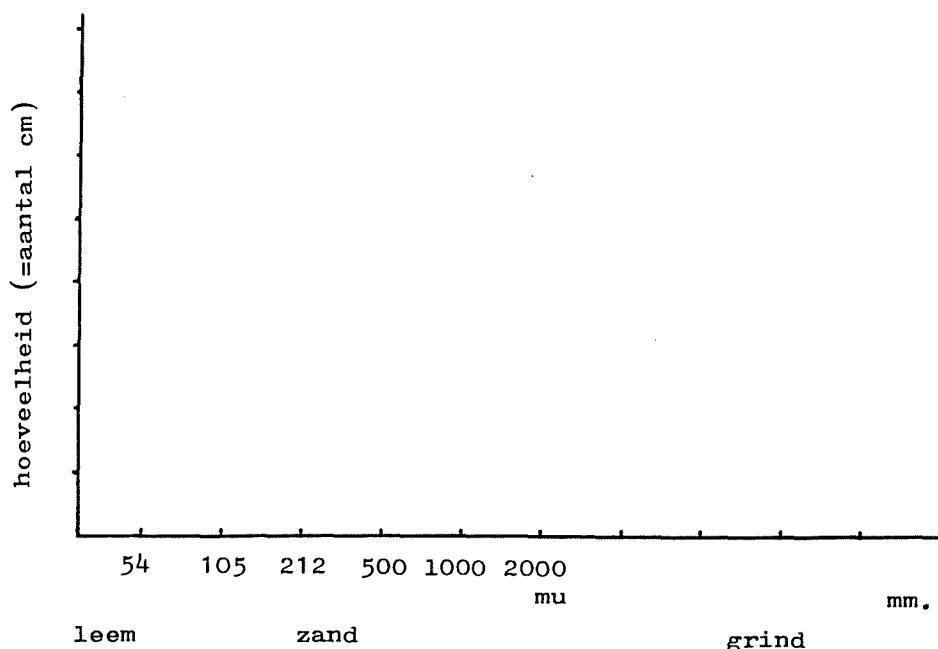
In dit veldwerk besteden we aandacht aan de grondsoort en de bodem. Van de grondsoort bestuderen we de korrelgrootteverdeling en de minerale samenstelling. De bodem onderzoeken we door een boring waarmee het bodemprofiel kan worden beschreven.

OPDRACHT 1.

De korrelgrootteverdeling van de grond.

Benodigheden: set zandzeven.

- Vul een maatbeker tot de rand met grond
- Zeef de grond m.b.v. een set zandzeven, gebruik hierbij zonodig stromend water
- Breng de verschillende fracties over in afzonderlijke maatbekers en meet met een lineaal de dikte van de afzonderlijke fracties
- Zet in onderstaand schema (zie figuur 2) de hoeveelheid van iedere fractie dit is de gemeten dikte in cm) uit tegen de korrelgrootte.



Figuur 2. Schema voor de korrelgrootteverdeling

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De korrelgrootteverdeling van grond, ook wel textuur genoemd, is een belangrijk en welhaast onveranderlijk kenmerk van de grond. Meerdere grondeigenschappen worden er door bepaald, zoals het waterbindend vermogen, de bewerkbaarheid en de doorlatendheid. De Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA) onderscheidt drie hoofdfracties met de volgende korrelgrootteverdeling.

- lutumfractie $< 2 \mu\text{m}$
- siltfractie $2 - 50 \mu\text{m}$
- zandfractie $50 \mu\text{m} - 2 \text{mm}$

Een verdere onderverdeling is

- grindfractie $2 - 64 \text{mm}$
- stenen $> 64 \text{mm}$

Daarnaast worden de volgende verzameltermen gebruikt:

- leemfractie $< 50 \mu\text{m}$
- slibfractie $< 16 \mu\text{m}$
- kleifracie $< 1 \mu\text{m}$

Gronden waarvan het lutumgehalte groter is dan 25%, worden kleigronden genoemd. Het soort gesteente, de vindplaats, de grootte, de vorm en de korrelgrootteverdeling geven

de sleutel tot de herkomst en het achterliggende transportproces. Zee-, rivier-, gletsjer- en windafzettingen hebben immers eigenschappen die te achterhalen zijn. Tegenwoordig moeten daar de door menselijke activiteiten veroorzaakte afzettingen, zoals allerlei vormen van vuilstort, aan worden toegevoegd.

ENKELE VRAGEN.

- het onderzochte materiaal is óf door de wind, óf door een rivier afgezet. Welke mogelijkheid kies je en waarom?
- als je een monster zou onderzoeken van het materiaal dat nu in onze kustduinen wordt gevonden, welke verschillen vind je dan?
- als je een monster zou onderzoeken van het materiaal dat thans door de Rijn of de Maas wordt aangevoerd, wat zou dan het verschil zijn?

OPDRACHT 2.

De samenstelling van stenen en grind.

Benodigdheden: grindzeef.

- Maak een wandeling in de omgeving van de Hoorneboeg en verzamel enkele tientallen stenen die groter zijn dan 2 cm. Neem een grindzeef mee en zoek vooral op recent omwoelde ruitervelden. Keer terug naar het centrale punt
- Was en droog zo nodig het grind en de stenen
- Deel het grind en stenen in op kleur

kleur	aantal
wit	
grijs	
zwart	
donkergroen	
bruin	
glasachtig	
meerdere kleuren	
overige	

Moelijker wordt het om de stenen in te delen naar gesteentetype en daaraan vervolgens de herkomst te koppelen. Het grind in de omgeving van de Hoorneboeg is uit het noorden aangevoerd door het ijs of uit het zuiden door de rivieren de Rijn en de Maas. Bij de determinatie gebruiken we een standaardcollectie. De namen zijn niet gebruikers vriendelijk, ze kunnen daarom worden weggelaten. Het doel van de opdracht is duidelijk te maken dat uit een eenvoudige waarneming een vergaande conclusies kan worden getrokken. In ons geval bestaat de waarneming uit het oprapen en bekijken van een steen, waaruit we dan concluderen dat hier vroeger landijs heeft gelegen.

- deel het grind en de stenen in op gesteentetype en herkomst.

gesteentetype/herkomst	aantal
Noordelijke zwerfstenen	
Maas-gesteenten	
Burnot-conglomeraat	
Revinienkwartsiet	
gerolde vuursteen	
niet gerolde vuursteen	
overige	

ACHTERGRONDINFORMATIE

De gesteenten.

De minerale samenstelling van een grondsoort is niet eenvoudig vast te stellen. Op school ontbreekt de mogelijkheid de determinatie uitgebreid uit te voeren. Het uitzetten van enkele hoofdlijnen is echter wel mogelijk.

De aardkorst bestaat uit gesteenten. Naar gelang de ontstaanswijze onderscheidt men:

- stollingsgesteenten ontstaan door stolling van magma
- sedimentaire gesteenten ontstaan als afzetting na transport door rivieren, gletsjers, zee of wind
- metamorfe gesteenten ontstaan door omvorming bij hoge druk en temperatuur uit stollingsgesteenten of sedimentaire gesteenten.

Aan het oppervlak in Nederland komen uitsluitend sedimentaire gesteenten voor. Een complicatie daarbij is dat een rivier of gletsjer vanuit een geheel ander deel van Europa een stuk stollingsgesteente kan hebben meegenomen, waarna afzetting van dit stuk steen in Nederland plaats vond. Vooral de gletsjers uit Scandinavië hebben stollingsgesteenten en metamorfe gesteenten meegenomen die we nu in het Gooi terugvinden. In deze noordelijke zwerfstenen zijn de, oorspronkelijk door stolling ontstane, kristallen nog steeds herkenbaar. Het zijn daarom kristallijne gesteenten. Meestal zijn meerdere kleuren zichtbaar en is het oppervlak sterk verweerd. De lichtgekleurde variant heet graniet, de zeer donker gekleurde heet gabbro.

Kenmerkend voor de Rijnafzettingen zijn:

- Bontzandsteen Rood tot rose, soms wit, aaneengekit zand
- Taunuskwartsiet Zeer massief, op het breukvlak iets schilverig. Aan de buitenzijde en op de laagvlakken wijnrode vlekken
- Jaspis IJzerkiesel, mooie rode stenen, zeer dicht.

Kenmerkend voor de Maasafzettingen zijn:

- Burnot-conglomeraat Aaneengekitte rolstenen, het kitmiddel is rood tot grijsrood

- Revinienkwartsiet Donkerblauw-grijs of blauwzwarte kleur. De typisch kubusvormige holten zijn ontstaan door oplossing van pyrietkristallen
- gerolde vuursteen Sterk afgeronde, dichte grijze kwarts met kenmerkende lichtgekleurde tekenjes aan het oppervlak. Dit zijn botsfiguren.
- niet gerolde vuursteen Idem maar zonder botsfiguren en vaak zeer grillig van vorm.

De bodem.

Onder invloed van een aantal factoren heeft het tot rust gekomen materiaal veranderingen ondergaan. Toen de zee, de wind of de rivier zijn invloed beëindigde en het meegevoerde materiaal tot rust kwam, konden weer en klimaat het materiaal aantasten. Na fysische en chemische verwerking konden planten voedsel aan de grond onttrekken en vond bodem - vorming plaats. Als bodembepalende factoren bij deze processen noemen we

- klimaat
- reliëf
- het uitgangsmateriaal
- water
- flora en fauna
- menselijke activiteit

De belangrijkste bodemvormende processen zijn:

- humusvorming
- homogenisatie door organismen
- uitspoeling en inspoeling van voedingsstoffen, ijzer en humus. Zie figuur 3.
- oxidatie en reductie

4.5 AARDRIJKSKUNDEVELDWERK LANGS EEN LIJN.

De gekozen lijn loopt met enkele knikken vanaf de Hoorneboeg in westelijke richting. Tot het Gemeentehuis in Nieuw-Loosdrecht wordt gefietst, daarna lopen de deelnemers door het weiland naar de Ster. Zie de figuren 4 en 5. Langs de route worden waarnemingen gedaan met als doel gradiënten op te sporen. De aard van een gradiënt, de ligging en de veranderingen in de tijd, zijn gegevens die ons inzicht in de landschapsontwikkeling vergroten.

Tijdens de fiets- en wandeltocht staan de landschapsgeografie en de landschapsecologie centraal. Ten aanzien van de aard en de ligging van gradiënten wordt vooral gelet op de volgende veranderingen:

- overgangen van hoog naar laag
- veranderingen in grondgebruik
- overgangen van nat naar droog, aanwezigheid van grondwater
- veranderingen in grondsoorten zoals zand, klei en grind.
- veranderingen in bodemtype
- reliëfverschillen

Op de doorsnedetekening in figuur 6 zijn zes veldwerkpunten aangegeven, waarin de volgende waarnemingen worden gedaan.

OPDRACHT 3.

Het grondgebruik.

grondgebruik	symbool
bouwland	zwarte zone
weiland	groene zone
bos	symbool voor bomen
heide	paarse zone
vergraste heide	geel/paarse streepjes

- Teken de waarnemingen op de doorsnedekaart in.

OPDRACHT 4.

Het reliëf.

- Schat de lokale hoogteverschillen
- Kies een reliëfklasse volgens het systeem van de geomorfologische kaart, zie figuur 7.
- Vul de gekozen klasse in op de doorsnedekaart (fig. 6)
- Schrijf de resultaten in de verzameltabel (onder fig. 7)

OPDRACHT 5.

De grondsoort.

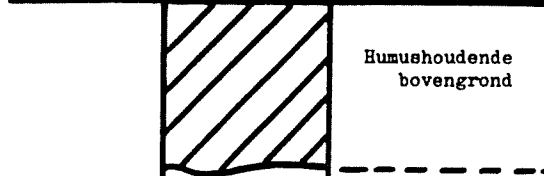
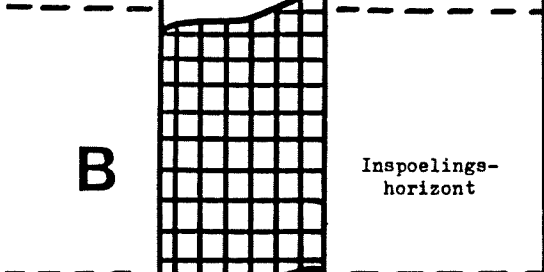
Benodigdheden: grondboor.

- Zet een grondboring tot op ongeveer 1.20 m diepte
- Kleur de gevonden grondsoorten in de doorsnedetekening in volgens de daar aangegeven legenda.

OPDRACHT 6.

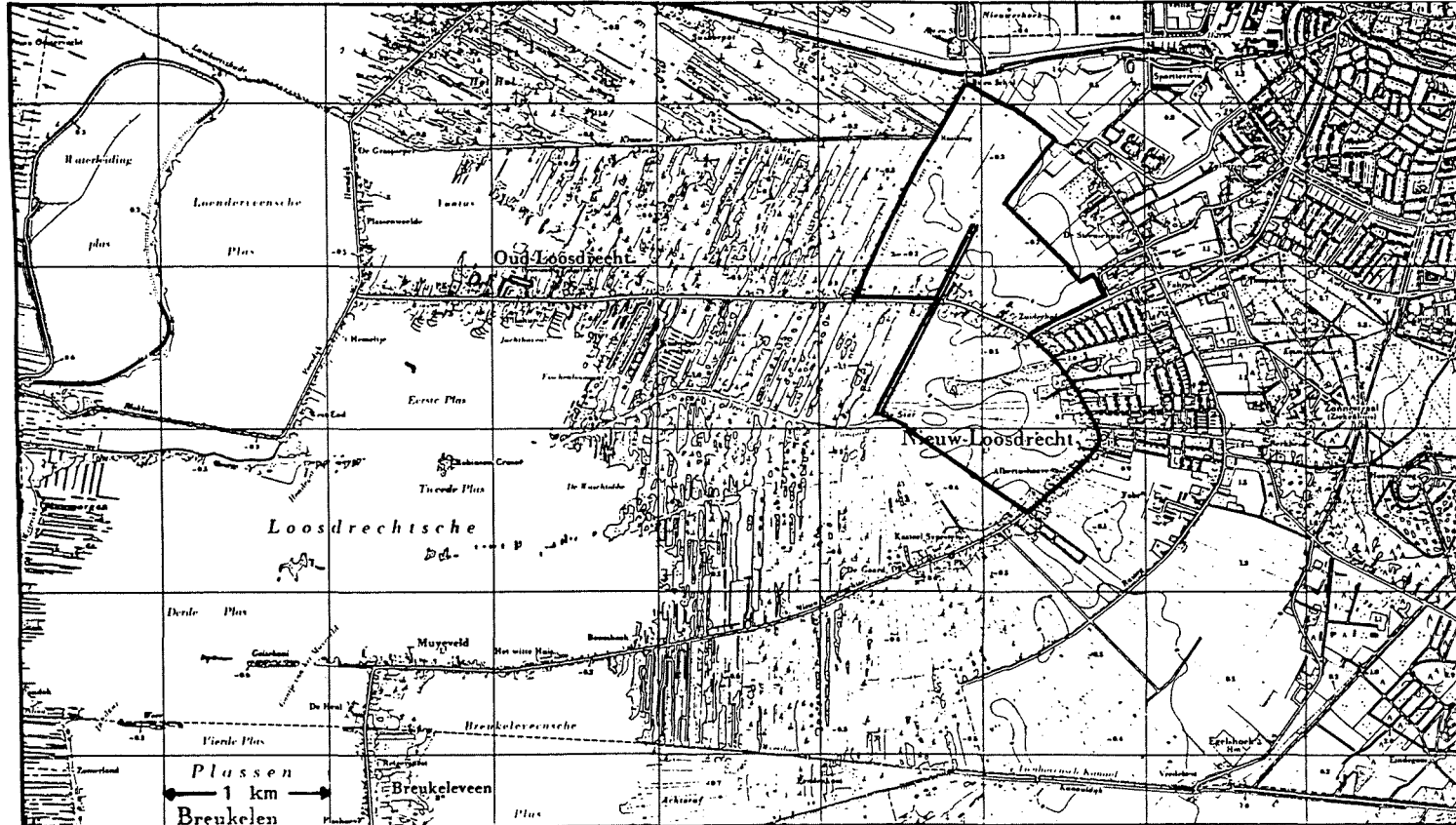
De bodem.

- Beschrijf het bodemprofiel, zie figuur 3 voor de namen van de bodem-horizonten.
- Geef het resultaat in de doorsnede aan.

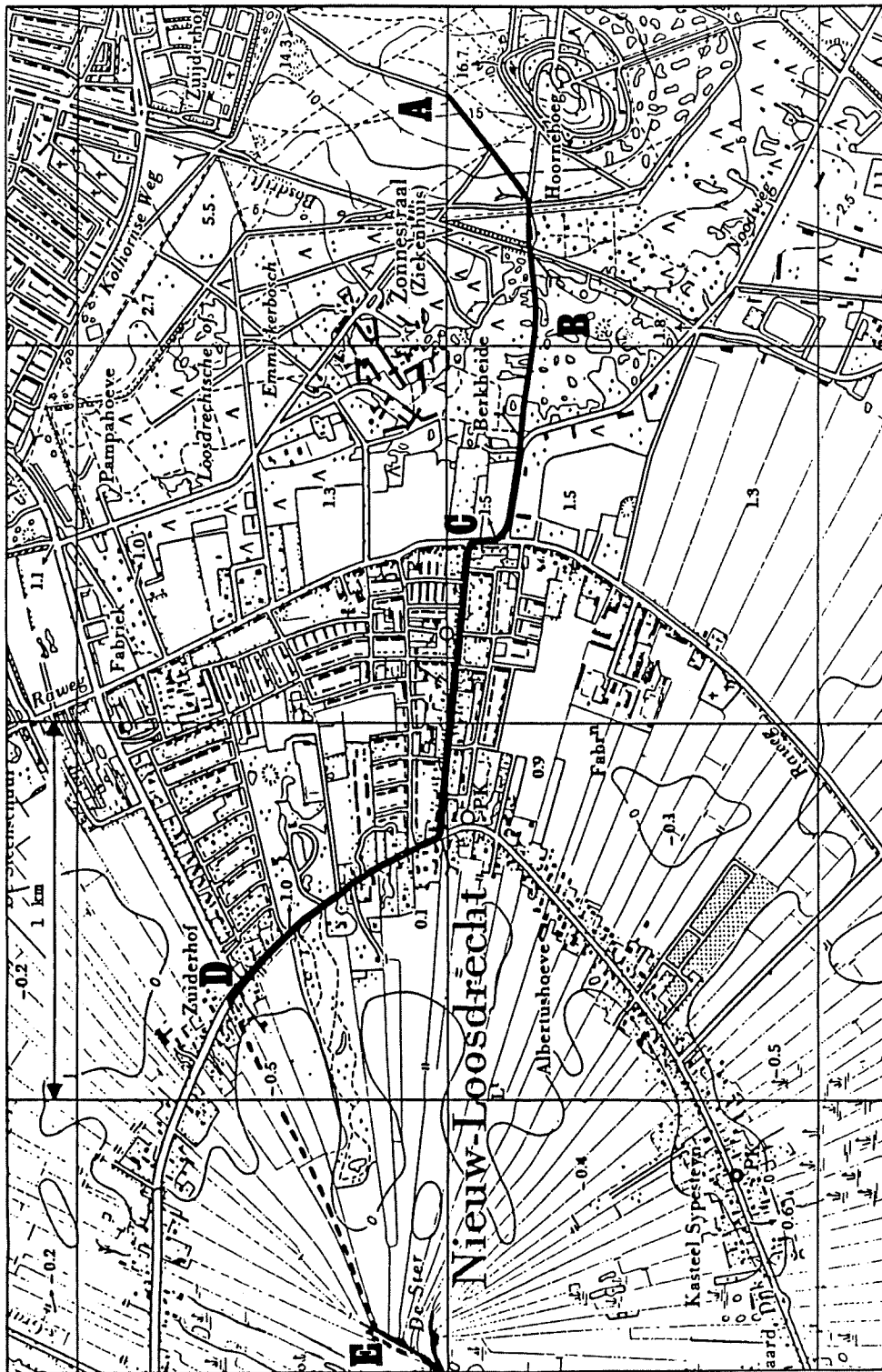
Benaming BODEMHORIZONTEN		SYMBOOL	OMSCHRIJVING
A		A00	- onverteerde plantenresten
		A0	- grotendeels verteerde plantenresten
		Aan	- opgebracht dek
		A1	- donker gekleurde horizont met relatief hoog gehalte aan organische stof, vermengd met minerale bestanddelen; meestal maximale biologische activiteit
		Alp	- bouwvoor in de A1-horizont
B		Ap	- bouwvoor die dieper rijkt dan de oorspronkelijke A1-horizont
		A2	- horizont met maximale uitspoeling, relatief licht gekleurd, arm aan kleimineralen, ijzer en aluminium
		A3	- meer kenmerken van een A-horizont dan van een B-horizont
		AB	- evenveel A- als B-kenmerken
		B1	- meer B- dan A- kenmerken
C		B2	- horizont met maximale inspoeling
		B2h	- een B2-horizont met een sterke humus-aanreiking
		B2t	- een B2-horizont met een sterke klei-aanreiking
		B2ir	- een B2-horizont met een sterke ijzer-aanreiking
		B3	- horizont met meer B- dan C- kenmerken
D		BC	- horizont met evenveel B- als C- kenmerken
		C	- relatief weinig veranderd materiaal waarin zich de bodem heeft gevormd
G		D	- een afwijkende laag, bv. een veenlaag in een kleiondergrond
		G	- sterk gereduceerde laag met overwegend grijze kleuren, er komt geen roest mee in voor

lit. zie vooral de verschillende bodemkrt.
1:50.000 uitgave Stiboka - Wageningen.

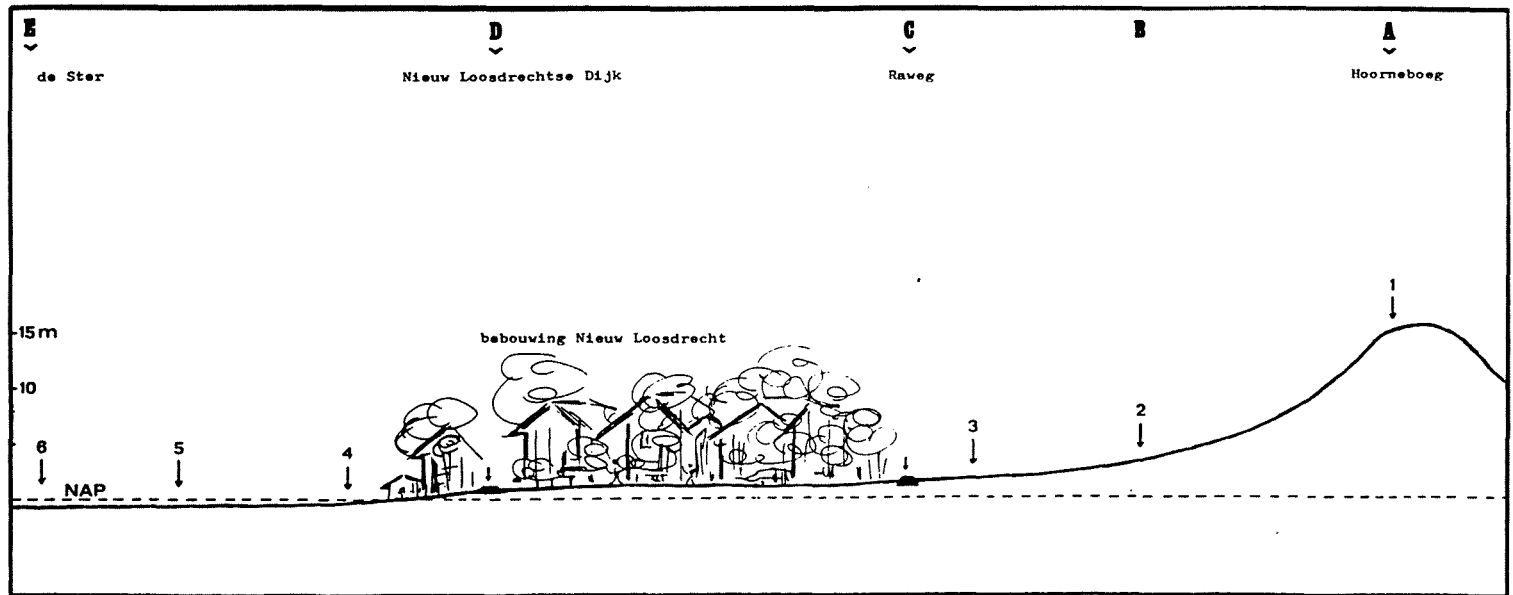
Figuur 3. Benaming van de verschillende bodemhorizonten.



Figuur 4. Topografische kaart Hoorneboeg - Loosdrechtse Plassen met bemalingsgebied de Ster. Totale oppervlakte Ster-gebied: 207 ha (zie kader). Capaciteit opvoergemaal $7 \text{ m}^3/\text{min}$. De hoofdaanvoer in het bemalingsgebied is met een dubbele lijn aangegeven en vindt plaats via de Drecht. In het bemalingsgebied wordt in de zomerperiode een peil nagestreefd van 60 cm tot 70 cm -NAP.



Figuur 5. Topografische kaart doorsnede Hoorneboeg - de Ster.



6					4					3					2					1				
			20										20											
			40										40											
			60										60											
			80										80											
			100 cm										100 cm											

resultaten grondboringen					legenda									
					geel					zand				
					bruin					humus meer dan 15 cm				
					rood					grind				
					paars					veen (venig)				

Figuur 6. Doorsnedetekening.

RELIËF												
Klassen van reliëfrijke terreinen						Klassen van reliëfrijke terreinen						
Reliëf met lange steile hellingen	Reliëf met matig korte steile hellingen	Reliëf met lange flauwe hellingen	Reliëf met zeer korte steile hellingen	Reliëf met korte flauwe hellingen		Vrij vlak hooggelegen reliëf	Vrij vlak laaggelegen reliëf					
VIII	VII	VI	V	IV		III	II					I
Reliëfsubklassen met lokaal maximaal hoogteverschil variërend van tot (in m):												
115-200	60-115	30-60	12%-12%	5-30	12%-12%	5-200	115-115	60-60	30-30	12%-12%	5-5	1%-1%
Code reliëfsubklassen												
18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
												5
												4
												3
												2
												1

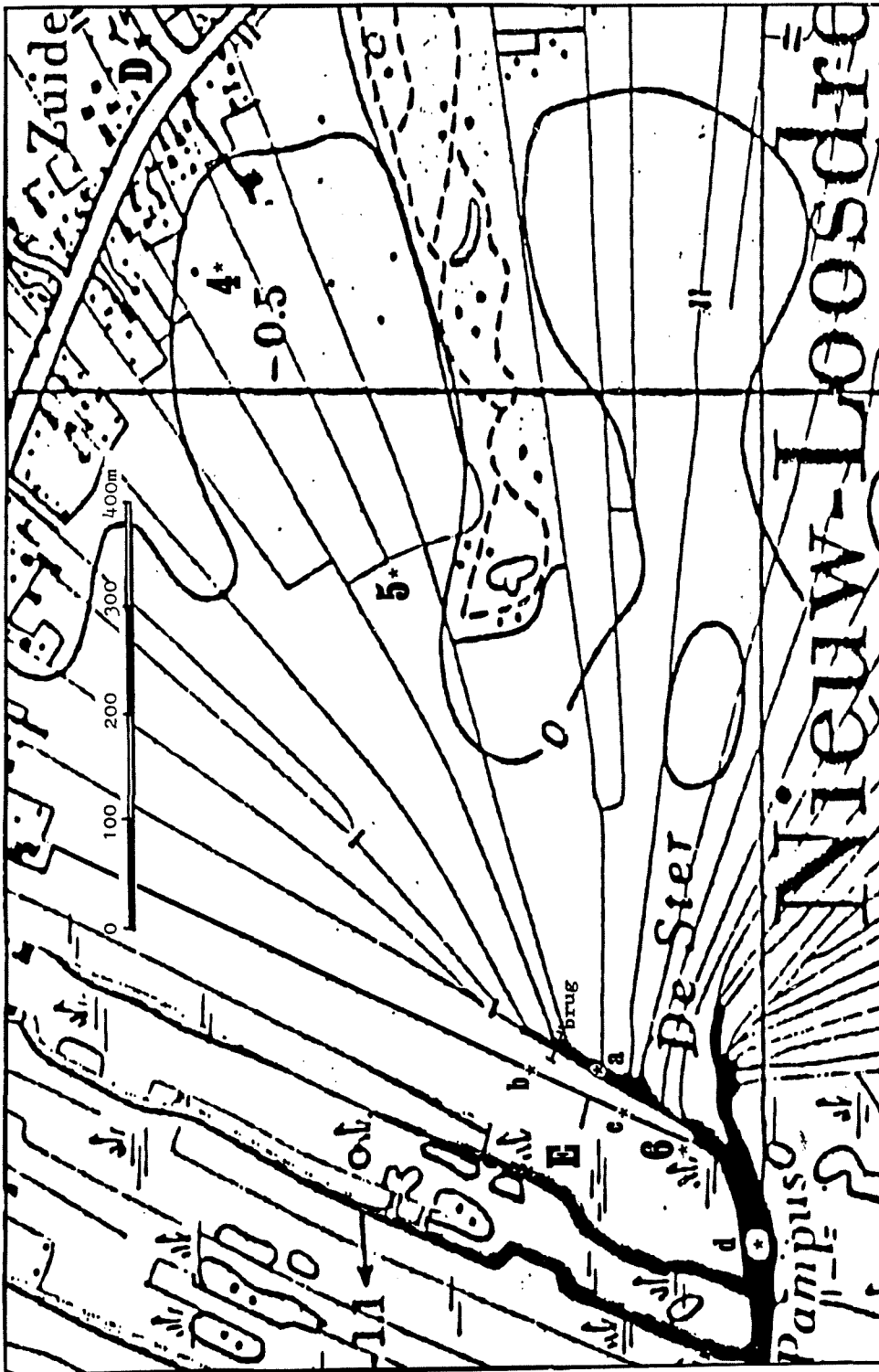
Figuur 7. Reliëfklassen volgens de geomorfologische kaart.

Verzameltabel resultaten veldwerk langs een lijn.

wnp.	grondgebruik	reliëfklasse	grondsoort	bodemtype	diepte gws.
1					
2					
3					
4					
5					
6					

wnp. = waarnemingspunt

gws. = grondwaterspiegel



Figuur 8. Topografische kaart doorsnede Hoorneboeg de Ster (vergroting) met meetpunten 4 - 5 en 6.

OPDRACHT 7.

Het grondwater.

- Lees de terreinhoogte zo goed mogelijk af uit de topografische kaart.
- Maak hiermee een schatting van de diepte van het grondwater. Is een peilschaal aanwezig dan kan van daaruit het grondwaterniveau vrij nauwkeurig worden vastgesteld.
- Teken de resultaten in de doorsnede en verwerk ze in de tabel.

Op de veldwerkpunten 4, 5 en 6 wordt gebruik gemaakt van figuur 8.

RESULTATEN.

Als resultaat is de doorsnedetekening ingekleurd met veldwaarnemingen op een aantal punten. De vermoedens omtrent de situatie daartussen worden eveneens ingevuld. De overgangen zijn direct zichtbaar, soms scherp, soms geleidelijk.

4.6 AARDRIJKSKUNDEVELDWERK IN EEN GEBIED.

Dit veldwerk bestaat uit een landschapsgeografische fietsexcursie door het Gooi waarbij op enkele veldwerkpunten waarnemingen worden gedaan. De globale route is: Hoorneboeg - Hilversum - 't Bluk - Laren - Gooiersgracht - Witte Bergen - Hilversum - Hoorneboeg. In figuur 9 zijn de vier veldwerkpunten met getallen aangegeven. Het zijn

1. Zuiderheide / Zevenbergjes
2. Laarder eng
3. Gooiersgracht / Eemnes
4. Witte Bergen.

De waarnemingen worden weliswaar op punten en langs lijnen gedaan, maar de visuele gebiedskenmerken, zowel natuurlijke als culturele, staan centraal. Aandacht wordt gevraagd voor differentiaties binnen het gebied, de ligging en aard van de begrenzingen en de veranderingen hiervan in de tijd. In elk veldwerkpunt worden verschillende onderwerpen aan de orde gesteld. Het doel is dat de deelnemers de terreinvorm, de vegetatie, de bodem, het gesteente, de historische ontwikkeling en de ruimtelijke ordening als een samenhangend geheel gaan zien. Deze sterk integrerende benadering is kenmerkend voor de landschapsgeografie en landschapsecologie. Op de Laarder Eng en bij de Witte Bergen worden specifiek biologische, fysisch geografische, natuurkundige en scheikundige waarnemingen gedaan.

Geografen werken van oudsher veel met kaarten. Tijdens dit veldwerk gebruiken we naast topografische- en historische kaarten ook een bodemkaart, een geomorfologische kaart en een geologische kaart.

OPDRACHT 8.

De topografie.

Excursiepunt 1. Zuiderheide/Zevenbergjes.

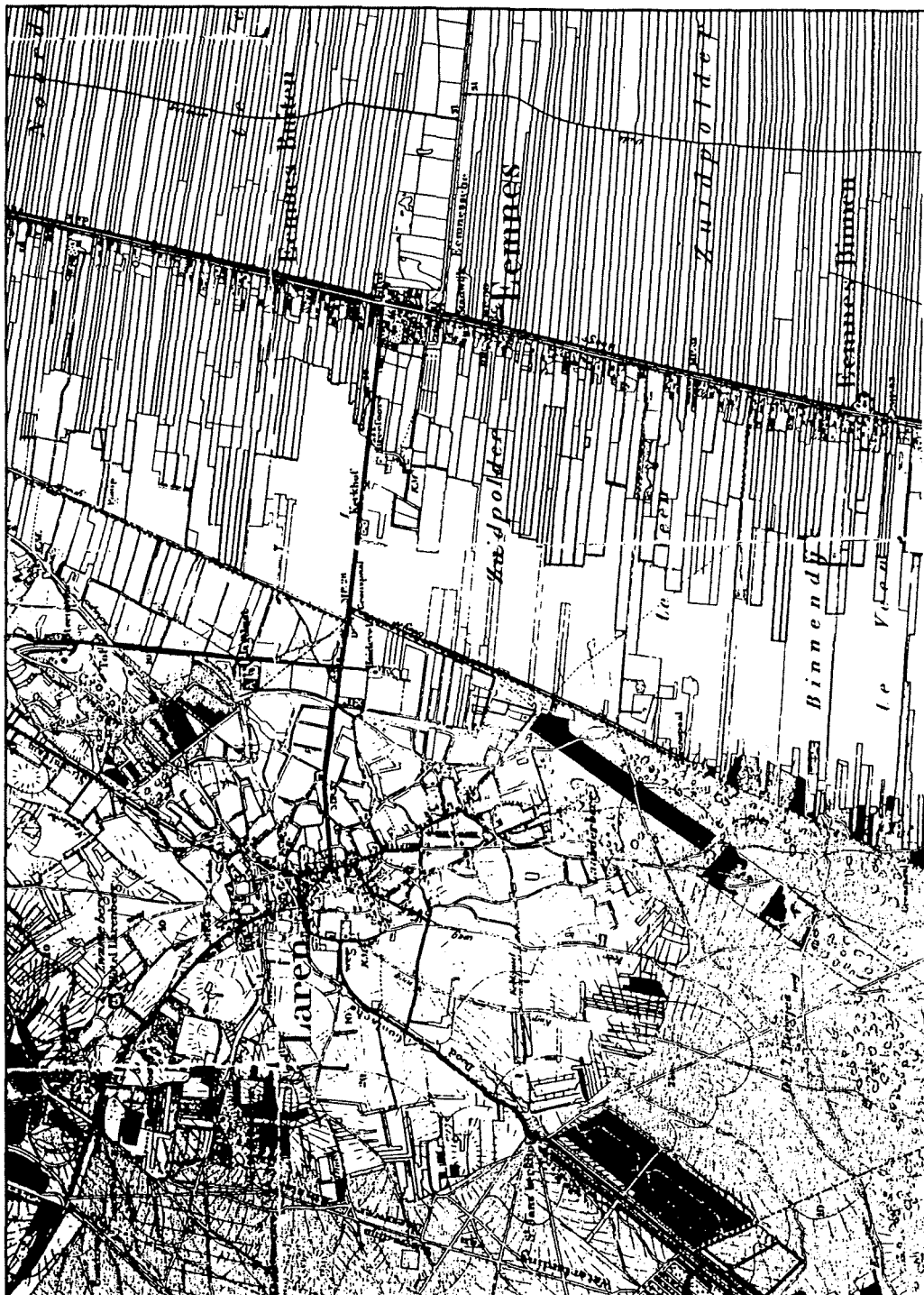
Als hulpmiddel bij de opdrachten worden de volgende kaarten gebruikt:

1. topografische kaart 1:25.000 kaartblad Soest, uitgave 1982, figuur 9
 2. topografische kaart 1:25.000 kaartblad Eemnes, uitgave 1890, figuur 10
 3. kaart heideverdeling van 1843 schaal 1:25.000, de kaart van Perk, figuur 11
 4. bodemkaart 1: 50.000 kaartblad 32 W, figuur 12
 5. geomorfologische kaart 1:50.000 kaartblad 32 W/O, figuur 13
- Geef op de kaart van figuur 9 aan waar je staat
 - Op welke hoogte ligt het excursiepunt?
 - Wijs in het landschap het St.Jans Kerkhof aan.
 - Geef ook op de kaart van figuur 10 aan waar je staat
 - Hoe heet het fietspad waarop je hebt gereden? Tussen welke twee plaatsen vormt deze weg een verbinding?
 - Vergelijk nu de twee kaarten en leg uit wat er met deze verbindingsweg is gebeurd. Probeer het eens te verklaren.
 - Geef ook op de kaart van figuur 11 aan waar je staat
 - Hoe heet de weg in de richting van het St.Jans Kerkhof? Tussen welke plaatsen was deze weg de verbinding?
 - Geef met een dikke lijn de begrenzing aan van de esdorpen. Hilversum en Laren. Waar werd in 1843 het tussenliggende gebied voor gebruikt? Wat is op dit moment de functie van dit gebied?

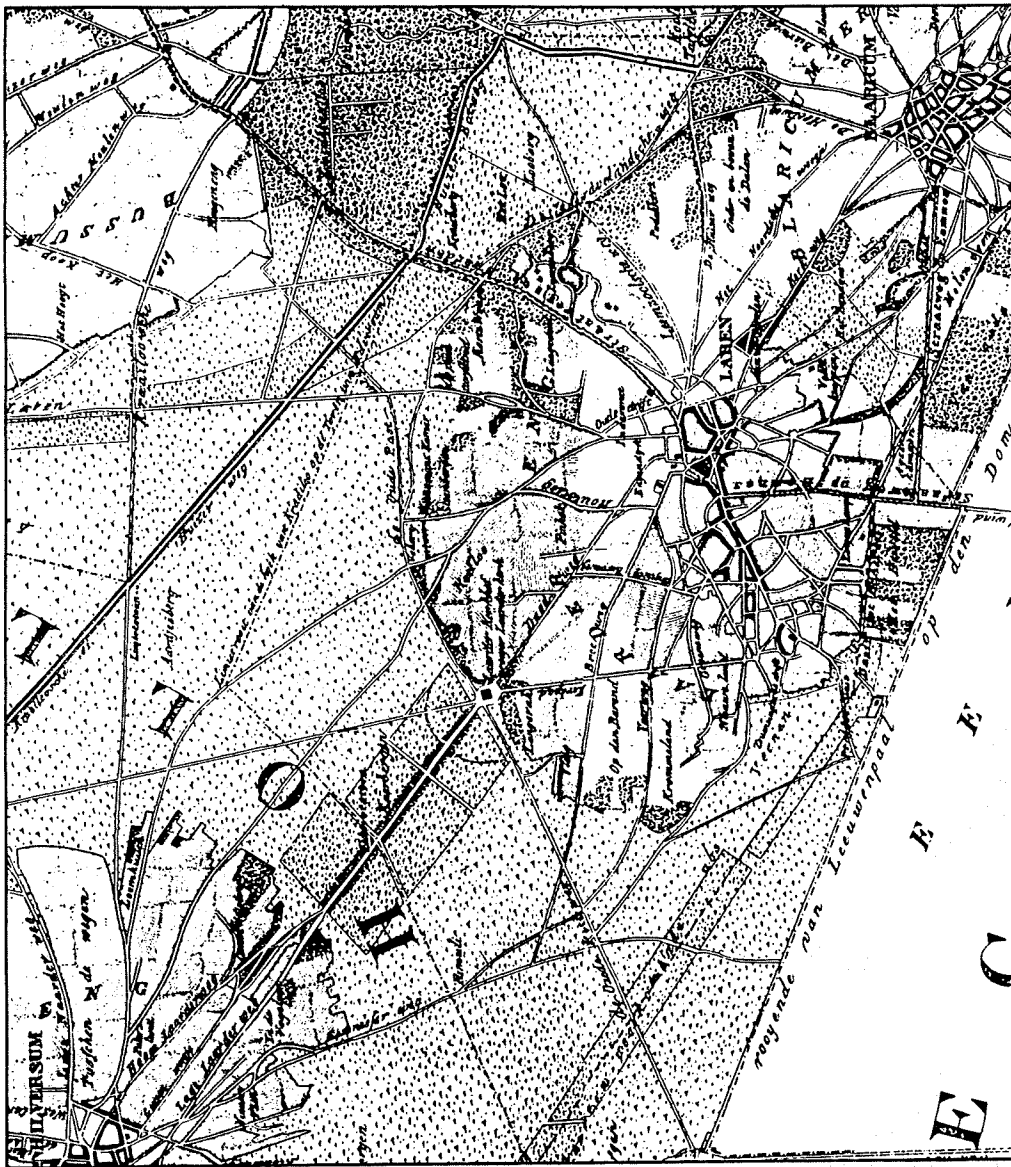


Figuur 9. Vergroting topografische kaart
kaartblad Soest, uitgave 1982.

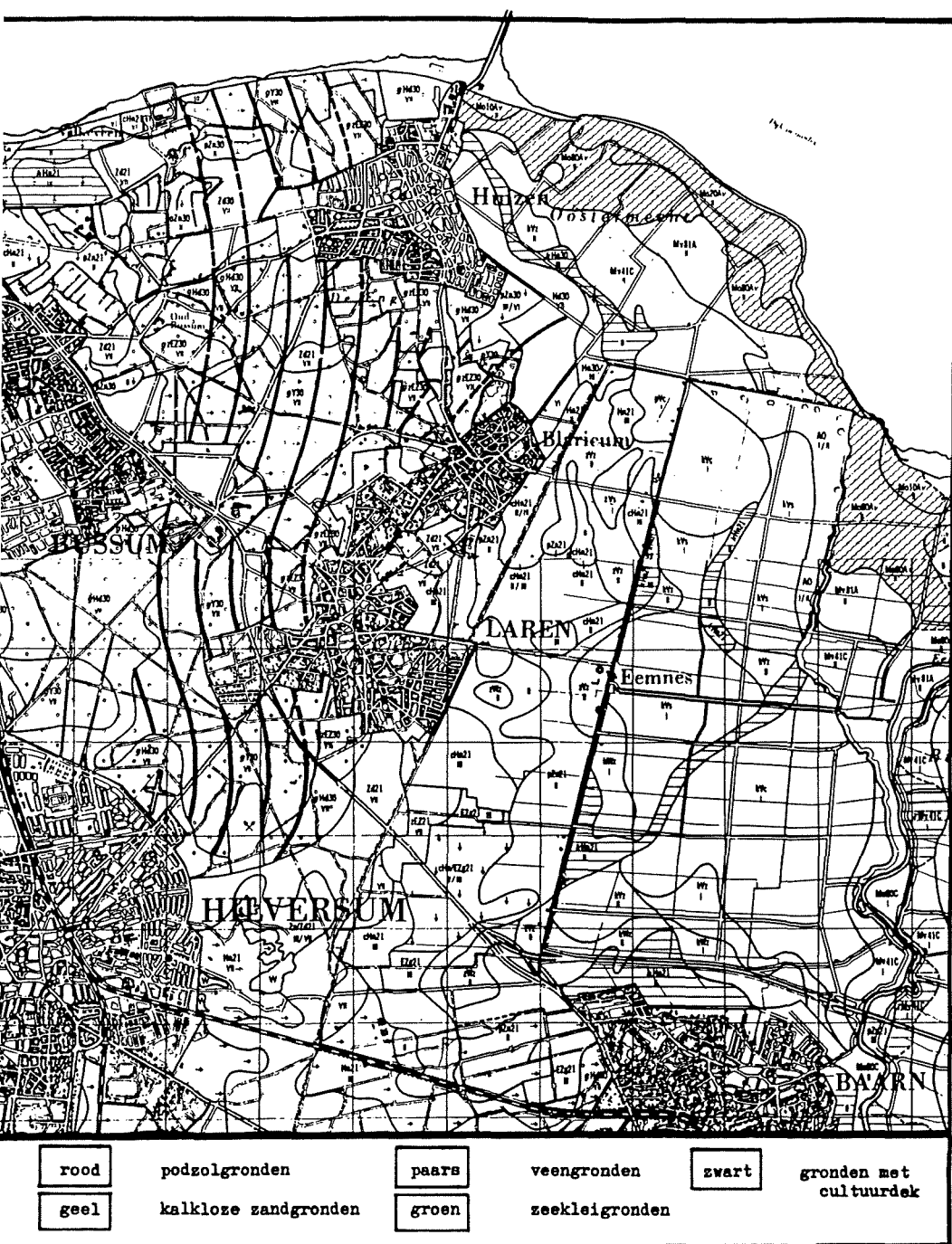
500 m



Figuur 10. Topografische kaart 1000 m kaartblad Eemnes,
 uitgave 1890.



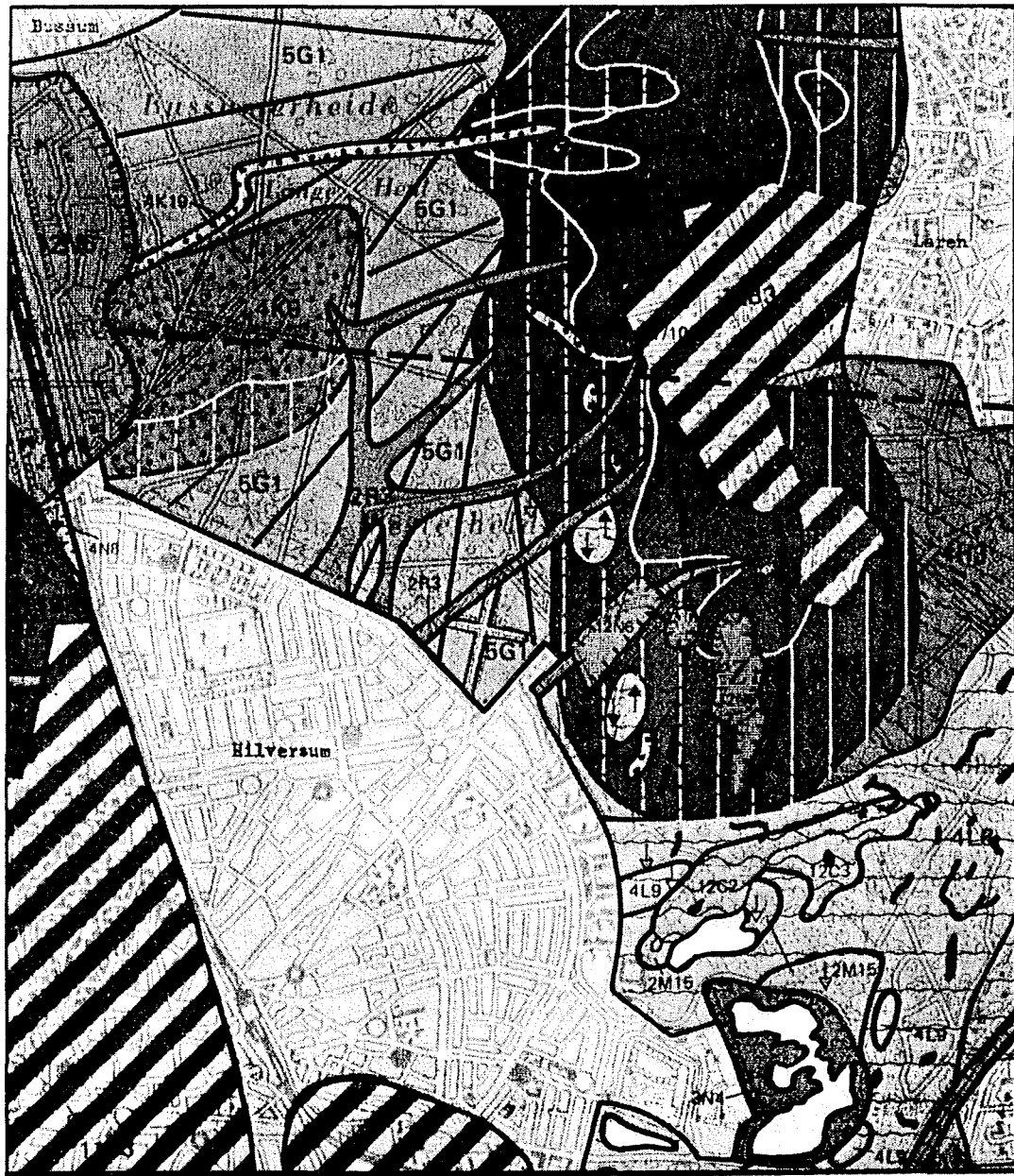
Figuur 11. Kaart heideverdeling 1843, schaal 1000 m
(Perk-kaart).



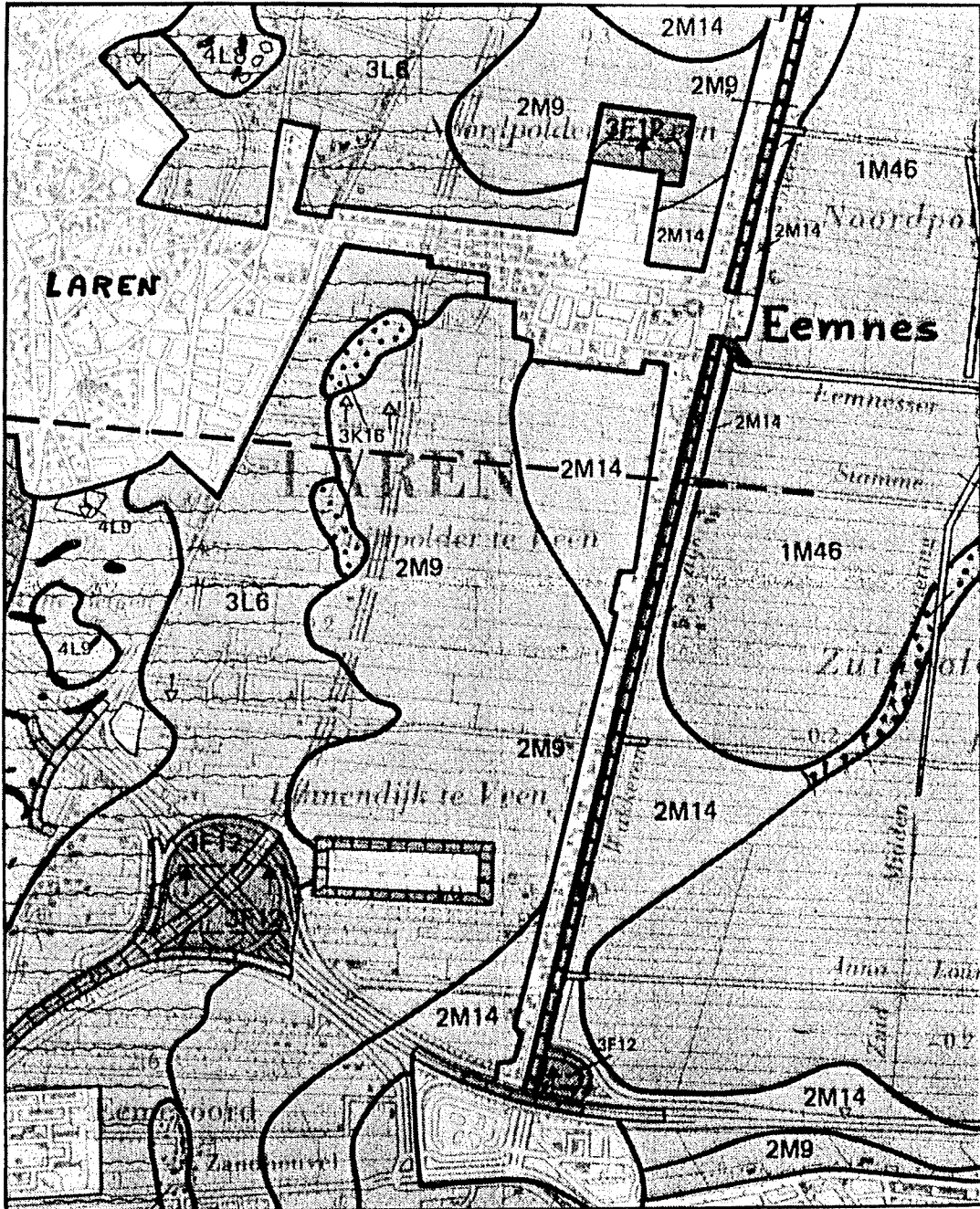
figuur 12. Gegeneraliseerde bodemkaart "het Gooi en omgeving"
 schaal 1000 m kaartblad 26 West/32 West.

<u>Podzolgronden</u>	code:	Y 30	
		Hn 21	
		Hn 30	
		Hd 21	
		Hd 30	
<u>Kalkloze zandgronden</u>	p Zn	21	
	p Zn	30	
	Zn	21	
	Zd	21	
	Zd	30	
<u>Veengronden</u>	h Vc	zVp	
	h Vz	vWp	
	h Vs	zWp	
	k Vc	Wo	
	k Vz		
<u>Zeekleigronden</u>	Mv 81A	Mn 86C	
	Mv 41C	gMn 83	
	Mo 10A	gMn 88	
	Mø 20A	Ao	
	Mo 80A		
<u>Gronden met cultuurdek</u>	c Hn	21	
	c Hn	30	
	z Ez	30	

Bij figuur 12: Legenda bodemkaart.



Figuur 13. Geomorfologische kaart 500 m (vergroting)
kaartblad 32 W/O.



Figuur 13 vervolg. 500 m

algemeen: 5G1 -5	:	reliefklasse (is lokaal maximaal hoogteverschil)
-G	:	terreinvorm, algemene benaming
-1	:	onderverdeling van terreinvormen naar vorm bepalende factoren en een globale aanduiding voor de ouderdom van de vorm.

Voor uitgebreide informatie zie legenda bij de geomorfologische kaart 1 : 50.000 - Stiboka.

11 B 3	:	hoge stuwwal
12 C 2	:	hoge landduinen met bijbehorende vlakten en laagten
12 C 3	:	hoge stuifduinen met bijbehorende vlakten en laagten
3 F 12	:	storthoop en opgehoogd of opgespoten terrein
5 G 1	:	smeltwaterwaaier (sandr)
4 H 3	:	glooiing van hellingafspoelingen al dan niet bedekt met dekzand
4 K 9	:	lage stuwwal (gestuwde morene) al dan niet bedekt met dekzand
3 K 16	:	gordeldekzandrug (al dan niet bedekt met oud bouwland)
4 K 19	:	laag landduin
3 L 6	:	gordeldekzandwelingen (al dan niet bedekt met oud bouwland)
4 L 8	:	lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten
4 L 9	:	lage stuifduinen met bijbehorende vlakten en laagten
2 M 9	:	vlakte van ten dele verspoelde dekzanden
2 M 14	:	dekzandvlakte (vervlakt door veen en/of overstromingsmateriaal)
2 M 15	:	gordeldekzandvlakte
1 M 46	:	ontgonnen veenvlakte (al dan niet met klei en/of zand)
3 N 4	:	laagte zonder randwal (incl. uitblazingsbekken), moerassig
12 N 6	:	groeve
2 R 3	:	droog dal al dan niet met dekzand of loss
	:	ligging traject 2 (= "Gooitraject")

Bij figuur 13: Legenda Geomorfologische kaart.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Topografie is plaatsbeschrijving. Het gaat hierbij om een nauwkeurige voorstelling van een landstreek, een plaats of een terreingedeelte. Het resultaat van een dergelijke beschrijving wordt weergegeven op een topografische kaart die daarmee alle natuurlijke en kunstmatige bijzonderheden van een gebied toont. Nederzettingen, wegen, hoogteligging, grondgebruik, water, hoogspanningsleidingen, kavelvormen, zijn voorbeelden van bijzondere terreinkenmerken. De precieze ligging en daarmee de gevormde spreidingspatronen zijn direct uit de topografische kaart af te lezen. Door topografische kaarten uit verschillende perioden met elkaar te vergelijken krijgt de leerling een idee welke veranderingen in het grondgebruik en in het wegenpatroon zijn opgetreden. Daarnaast kan de huidige situatie worden vergeleken met een bepaalde periode in het verleden. In dat geval wordt gebruik gemaakt van historische kaarten. Deze kaarten geven niet altijd alle bijzonderheden van het gebied, terwijl de ligging van de landschapsonderdelen vaak minder nauwkeurig is. Dergelijke kaarten beantwoorden daardoor niet geheel aan de definitie van een topografische kaart.

Terreinvormen zijn soms op de kaart aangegeven door middel van een arcering. Meer algemeen wordt een indruk verkregen van de hoogteverschillen vanuit de aangegeven hoogtelijnen en ingemeten hoogtecijfers. Geomorfologische kaarten leggen de nadruk op terreinvormen en zijn daarom voor landschapsstudies van groot belang. De omgrenzing van de terreinvorm wordt er op aangegeven, de maximale hoogteverschillen en in het bijzonder de ontstaanswijze van de vorm. Het zijn thematische kaarten.

OPDRACHT 9.

De archeologie.

Veldwerkpunt 1: Zuiderheide / Zevenbergjes.

- Geef in figuur 9 met enkele duidelijke stippen de grafheuvels aan die je vanaf deze plaats kunt zien.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

In het heidegebied van Bussum, Hilversum en Laren zijn enkele opmerkelijke cultuurmonumenten herkenbaar.

- de grafheuvels op de Westerheide en op de Zuiderheide. Deze heuvels worden tumuli genoemd.
- de doodwegen op Bussum, Ankeveen en 's Graveland allen uitkomend bij het St.Janskerkhof;
- enkele schansen (omwalde kampjes)
- de Oude Postweg die een onderdeel vormde van de verbinding tussen Amsterdam en Arnhem.

Voor de grafheuvels zijn landschappelijk opmerkelijk. Ze ontstonden vanaf de Nieuwe Steentijd (Neolithicum) tussen 4400 en 1700 vChr. Deze periode wordt in ons land onderverdeeld in drie culturen.

- de Trechterbekercultuur met hunnebedden
- de Standvoetbekercultuur met ondiepe grafkuilen en lage grafheuvels
- de Klokbekeercultuur met lage grafheuvels.

Hogere grafheuvels zijn karakteristiek voor de Bronstijd. Tussen 1700 en 700 vChr. werden deze heuvels in verschillende fasen opgebouwd waarbij ze geleidelijk aan groter werden. Van 8.5 m in doorsnede en een hoogte van slechts 20 cm tot een hoogte van ongeveer 1.50 m bij een doorsnede van 16 m. Men noemt dit meerperiodenheuvels. Een van de belangrijkste perioden is dat deel van de Bronstijd waarin zich de Hilversumcultuur ontwikkelde. Dit internationaal bekende cultuurpatroon kent een verbinding met culturen in Engeland en wordt gekenmerkt door crematie en bijzetting in urnen. De urnen werden begraven in een urnenveld of in een grafheuvel. Sommige grafheuvels hadden een ringsloot en een opgeworpen ringwal, andere hadden een krans van staande palen. Deze paalkransen zijn karakteristiek voor de Bronstijd. Soms bestonden ze uit wijd uiteenstaande palen, dan weer uit aaneengesloten rijen. Voor de bouw van de heuvels werden plaggen en zand gebruikt. De heuvels liggen vaak in groepen bij elkaar en daarom veronderstelt men dat ze min of meer gelijktijdig zijn ontstaan. De inhoud en bouw van de grafheuvels blijkt bij nader onderzoek nogal te verschillen. Allerlei rituelen rondom de dodenbezorging worden hieruit afgeleid. Lokale kenmerken kunnen soms worden samengevat tot meer algemene kenmerken en het vergelijken van gebieden wordt dan mogelijk. Zo is er een geografische verscheidenheid in grafheuvels te vinden. Vooral in het Zuiden en Centrum van ons land vinden we paalkransen, grafheuvels en urnen. In het Noorden ligt de nadruk op lijkbegraving en in het Zuiden op crematie.

OPDRACHT 10.

De bodem.

Benodigdheden: grondboor.

Veldwerkpunt 2. De Laarder eng.

- Zet een boring tot ongeveer 1.20 m en leg het opgehaalde materiaal in een profiel op de grond.
- Waaraan herken je het mestdek?
- Hoe dik is het mestdek?
- Hoe kun je aan de grond zien dat dit opgebracht materiaal is?
- Het afplaggen van de heide, de vermenging met schapenmest en het opbrengen van dit geheel op de akkers vindt thans niet meer plaats. Hoe worden de akkers nu bemest? Hun kun je dat aan de grond "zien"?
- Geef dit veldwerkpunt met een kruisje aan in figuur 9.
- Wat is er met een deel van de oude akkers gebeurd? Wijs die veranderingen vanaf het veldwerkpunt in het veld aan.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De Gooise dorpen Naarden, Bussum, Laren, Blaricum en Huizen zijn van oorsprong esdorpen. Oorspronkelijk lag een geconcentreerde bebouwing rondom een brink. Daaromheen lag het aaneengesloten bouwland: de engen. Het waren vrij uitgestrekte complexen op de flanken van het reliëf. De hogere gebieden werden gekenmerkt door heidevelden en bossen, terwijl in de laaggelegen gebieden de gemeenschappelijke weiden lagen, de zgn. meenten. De van oorsprong vrij onvruchtbare akkers werden in de loop der eeuwen sterk bemest. Men plagde daarvoor het bovenste deel van de heide af en vermengde dat met schapenmest. Dit geheel werd op de akkers

gebracht. Soms werden ook wel grasplaggen gebruikt. Met het meegevoerde zand werden de akkers geleidelijk aan opgehoogd. Zo ontstonden de voor onze zandgronden zeer kenmerkende enkeerdgronden, d.w.z. gronden met een humusdek van meer dan 50 cm. Afhankelijk van de methode van mestbereiding, grondbewerking en tijdsduur van ophoging kunnen de humushoudende dekken verschillend van dikte zijn. De percelen van de Gooise enges zijn smal en in groepen gerangschikt, zie figuren 9, 10 en 11. Wellicht wijst dit patroon op verschillende fasen bij de ontginning. De boerderijen lagen bijeen in de verschillende dorpen. De woeste heidegrond was verdeeld en werd vanaf de veertiende eeuw intensief begraasd door schapen. Zo bleef de heide in stand en leverde zij plaggen voor de mestbereiding.

De bodem vormt het bovenste deel van het aardoppervlak waarin zich planten kunnen ontwikkelen. Gaan deze planten dood of vallen de bladeren dan komen er onverteerde plantenresten op de grond. Door de werking van micro-organismen worden deze plantenresten geleidelijk aan omgezet in een zwarte structuurloze massa. Dit is de humus. Door bodemdieren wordt de humus vermengd met de gronddeeltjes waardoor een donkergekleurde bovenlaag wordt gevormd. Wanneer de neerslag in bepaalde delen van het jaar groter is dan de verdamping ontstaat een neergaande waterbeweging in de grond. Met deze waterbeweging worden stoffen van boven naar beneden verplaatst. Sommige stoffen gaan zo ver naar beneden dat ze in het grondwater komen, andere stoffen blijven op zekere diepte in de grond achter. Vooral de humus- en ijzerdeeltjes uit de bovengrond vinden we terug in de vorm van donkerbruin tot zwartgekleurde lagen. Voor het herkennen hiervan zijn de volgende begrippen en omschrijvingen van belang.

bodemhorizont	Omschrijving
A1	Donkergekleurde humushoudende bovengrond
A2	Lichtgrijs gekleurde uitspoelingshorizont
B2	Inspoelingshorizont, donkerbruin door inspoeling van IJZER of zwart door inspoeling van HUMUS
C	Het moedermateriaal, dit is de niet of slechts weinig veranderde ondergrond waarin de bodem is gevormd.

Het hier beschreven bodemprofiel (zie fig 3) met daarin een duidelijke inspoelingshorizont van ijzer en/of humus wordt een podzolgrond genoemd. Voor de vorming van een duidelijke podzolbodem is een tijdsduur van enkele duizenden jaren voldoende.

Veldwerkpunt 3. Gooiersgracht/Eemnes.

Op dit punt wordt de historische landschapsgeografie besproken en toegelicht met de topografische kaarten van de figuren 9, 10 en 11. Ook worden de bodemkaart van figuur 12 en de geomorfologische kaart van figuur 13 gebruikt. Deze laatste twee kaarten zijn thematisch. Op dit veldwerkpunt voeren de deelnemers geen opdracht uit.

OPDRACHT 11.

De terreinvormen en de bodem.

Benodigheden: grondboor, zandlineaal, set zandzeven.

Veldwerkpunt 4. De Witte Bergen.

Vanaf de lijzijde van een stuifduin wandelen we via de top van het duin naar de loefzijde. Op vijf punten wordt een boring gezet tot 1.20 m diepte. De resultaten worden in een doorsnedetekening opgenomen, zie figuur 14.

punt 1

- hoe dik is de humushoudende bovengrond?
- hoe dik is de uitspoelingshorizont?
- hoe dik is de inspoelingshorizont?
- op welke diepte bevindt het moedermateriaal zich?
- beschrijf het moedermateriaal, gebruik de zandlineaal
- teken het resultaat in de doorsnede in.

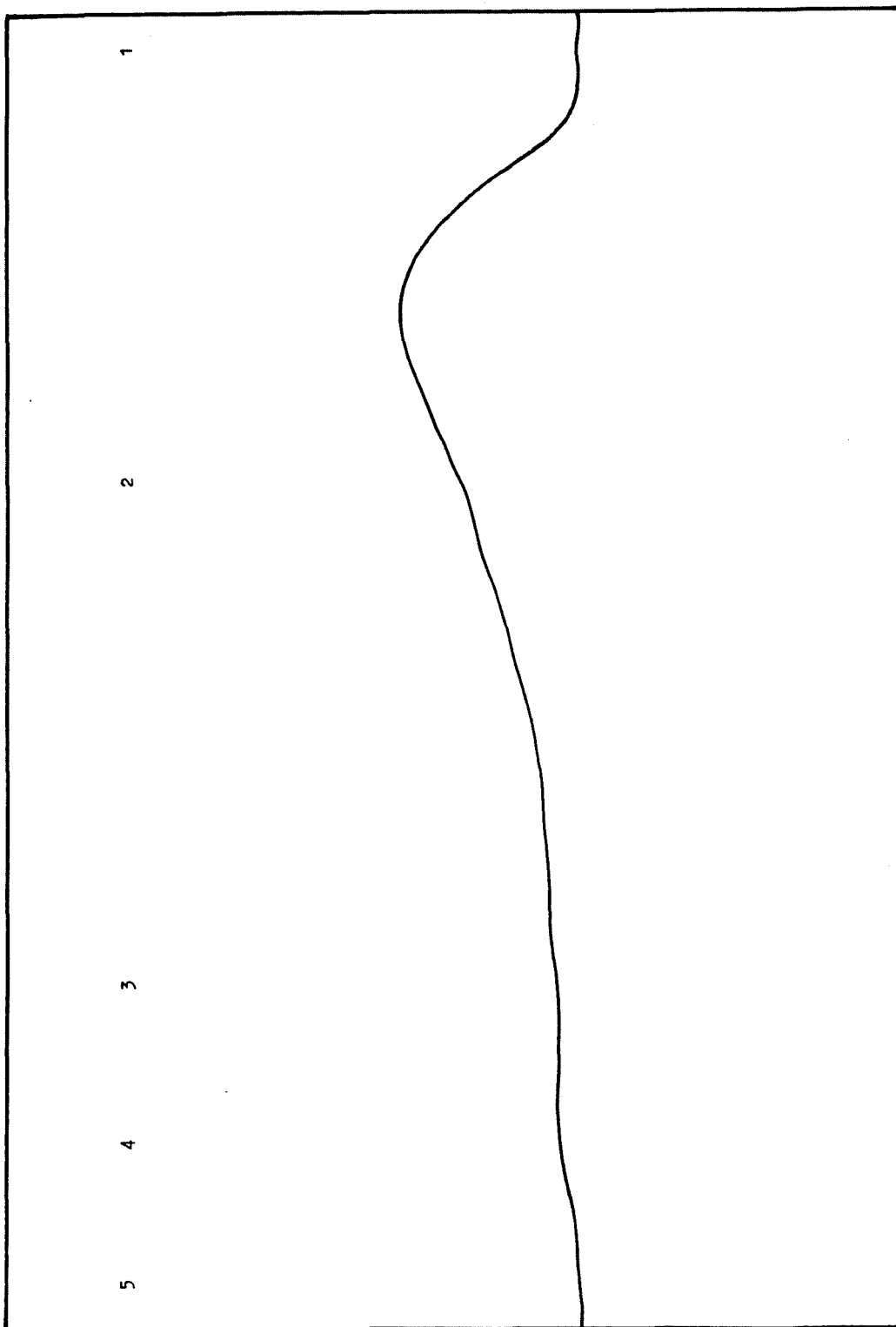
punten 2, 3, 4 en 5

- Zet een grondboring tot 1.20 m diepte. Gebruik de zandlineaal om het materiaal te beschrijven en vergelijk het resultaat met je waarneming op punt 1.

Indien het zand droog genoeg is neem dan een zandmonster op ongeveer 40 cm diepte. Zeef dit droge zand met drie standaardzeven en noteer de hoeveelheid zand per zeef (minst/meest/gemiddeld) Teken het resultaat in de doorsnede-tekening in.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Het gebied in de omgeving van de Witte Bergen wordt gekenmerkt door actieve stuifzanden. Deze verstuingen kwamen in verschillende perioden van het Holoceen voor op die plaatsen waar de vegetatie werd vernield. Ontbossing, overbeweiding en zandafraving waren de menselijke activiteiten die verantwoordelijk worden geacht voor deze historisch belangrijke vorm van bodemerosie. Deze processen begonnen in de Nieuwe Steentijd tussen 4400 en 1700 vChr en zetten zich in versterkte vorm voort na de late Middeleeuwen, 1400-1500 nChr. Sinds het einde van de vorige eeuw is een deel van de stuifzanden vastgelegd door de aanleg van naaldbossen. De verstuingen uit het Holoceen komen vooral voor in gebieden met Pleistocene dekzanden, die ook door de wind zijn afgezet. Het totale oppervlak aan stuifzanden in Nederland is ongeveer 800 km². Het Kootwijkse Zand op de Veluwe heeft een oppervlakte van 230 km² en is het grootste stuifzandgebied in ons land.



Figuur 14. Doorsnede van het gebied "De Witte Bergen".

4.7 SCHEIKUNDEVELDWERK OP EEN PUNT.

Karakteristiek van het punt rond de Hoorneboeg is de voedselarme zandgrond. Zandgronden bezitten chemisch gezien een gering bufferend vermogen. Onder invloed van (zure) neerslag zullen voedingsstoffen als kalium, calcium, fosfor en stikstof in de humuslaag gemakkelijk uitspoelen. Slechts een bepaalde vegetatie kan op deze zure zandgrond gedijen. Bepaling van de zuurgraad (pH) van een grond geeft inzicht in de mate van verzuring en daarmee ook informatie over de bedreiging van boom- en plantensoorten. In verschillende bodemlagen worden met behulp van een boor bodemonsters genomen.

OPDRACHT 12.

De zuurgraad van de grond.

Benodigdheden: pH-meter, Hellige pH-test kit, weegschaaltje, chemicaliën en glaswerk (dat verder niet nader gespecificeerd wordt).

De zuurgraad wordt bepaald volgens Hellige en met behulp van een pH-meter of pH-papier.

- Breng een spatelpunt van het grondmonster in het schaalje en voeg een pipetje indicatoroplossing toe. Roer het mengsel om en laat de vloeistof voorzichtig in het gleufje lopen.
- Vergelijk de kleur met die van de pH schaal. Deze meting volgens Hellige geeft slechts een globale indicatie van de pH.
- Weeg op een bovenweger 10 gram grond af en breng dit over in een kunststof flesje. Voeg met behulp van een maatcilinder 25 ml KCl-oplossing toe, sluit het potje en schud de oplossing gedurende 2 minuten krachtig. Laat de vaste stof bezinken en meet de pH met de meter of met het pH-papier. De pH-meter wordt vooraf geijkt met een bufferoplossing pH 4.00. De meting met een pH meter geeft een meer exacte uitslag dan bij gebruik van de Hellige-kit. Zie voorschrift in bijlage 1.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Nederland ligt in een gebied met een neerslagoverschot, dat wil zeggen dat de neerslag de verdamping overtreft. In dergelijke gebieden treedt van nature een geleidelijke verzuring van de bodem op. Deze natuurlijke verzuring wordt door zure neerslag versneld.

De mate en snelheid van de verzuring hangt af van de buffercapaciteit van de bodem. Waar deze rijk is aan basische verbindingen zoals kalk, wordt het zuur geneutraliseerd en onschadelijk gemaakt. Ook vindt neutralisatie plaats door uitwisseling van ionen in de grond tegen het zure waterstofion. Calcium-, magnesium- en kaliumionen, spoelen hierdoor uit en het vermogen van de grond om zuur te neutraliseren wordt op de lange duur minder. Arme bodems kunnen zure neerslag niet neutraliseren en worden snel zuurder. De meeste bossen in Nederland staan op dergelijke zure gronden.

Een gangbare theorie over de hoofdoorzaak van bossterfte is de giftige werking van aluminiumionen in verzuurde bodems. Dit kan met name optreden in de bodem op de stuwwallen met gestuwde Rijn en Maasgronden, waarin het mineraal veldspaat

voorkomt. Tot pH 5.0 worden zuren gebufferd door het vrijkomen van kalium-, magnesium- en calciumionen uit de bodem. Voor bosbouw geldt deze toestand als ecologisch optimum. Beneden pH 5.0 bepalen aluminiumhoudende mineralen voor een groot deel de buffercapaciteit van de grond. Tot pH 4.2 worden waterstofionen uitgewisseld tegen aluminium-ionen en spoelen calcium-, magnesium- en kaliumionen verder uit. In dit bufferbereik worden sommige boomsoorten in de groei geremd en vermindert het bacterieleven in de bodem. Beneden pH 4.2 worden vrije aluminium-ionen in het bodemvocht gevormd. Deze zijn al in uiterst lage concentraties giftig voor de wortels van bomen en planten. De bomen- en plantenvoedende stoffen worden in deze laatste fase in zeer ernstige mate uitgespoeld.

RESULTATEN.

Tijdens het grondonderzoek werden pH waarden met een pH-meter, tussen de 2.5 en 4.5 gemeten. Soms werd een geringe toename van de pH met de diepte gevonden. Er was sprake van enige buffercapaciteit. Op den duur zal hierdoor een deel van de huidige vegetatie verdwijnen. Een teken van verval is onder andere de witte porceleinzwam, die hier te vinden is op kwijnende beuken.

OPDRACHT 13.

De droge ammoniumdepositie.

Benodigheden: depositiemeter, filtreerpapier.

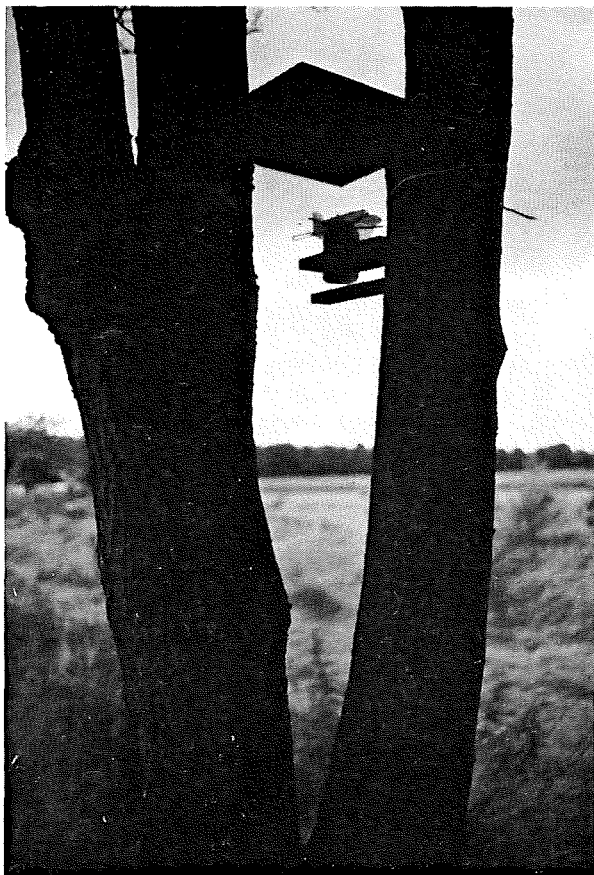
De ammoniumdepositie wordt bepaald met behulp van een depositiemeter. Het principe van de meting komt neer op het invangen van vaste deeltjes uit de atmosfeer op een inert oppervlak. Met een kleurreactie wordt het ammoniumgehalte bepaald. Zie voorschrift in bijlage 3.

- Verwijder het filtreerpapier en plaats dit in een schoon plastic potje.
- Voeg 50 ml gedestilleerd water toe.
- Sluit het potje en zwenk de inhoud gedurende drie minuten voorzichtig om.
- Schenk hiervan 20 ml in een reageerbuis en voeg achtereenvolgens toe 5 druppels van oplossing A en 8 druppels van oplossing B. Bij aanwezigheid van NH_4^+ zal de oplossing geelbruin kleuren,
- Vergelijk na ca. 5 minuten de kleur met die van de standaardreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Zure depositie.

Aantasting van bos en natuur wordt vaak toegeschreven aan de invloed van luchtverontreiniging.



De depositiemeter is aan een boomstam bevestigd (Opdracht 13)

Droge en natte depositie.

De meeste stoffen komen na een kortere of langere verblijftijd in de atmosfeer weer op aarde terug. Voor een deel slaan deze stoffen in droge vorm neer, waarbij ze zich aan planten hechten of op de bodem terecht komen. Dit wordt droge depositie genoemd. Het andere deel van de stoffen in de lucht wordt door waterdruppeltjes opgenomen en komt als neerslag op de aarde terecht. Dit is natte depositie.

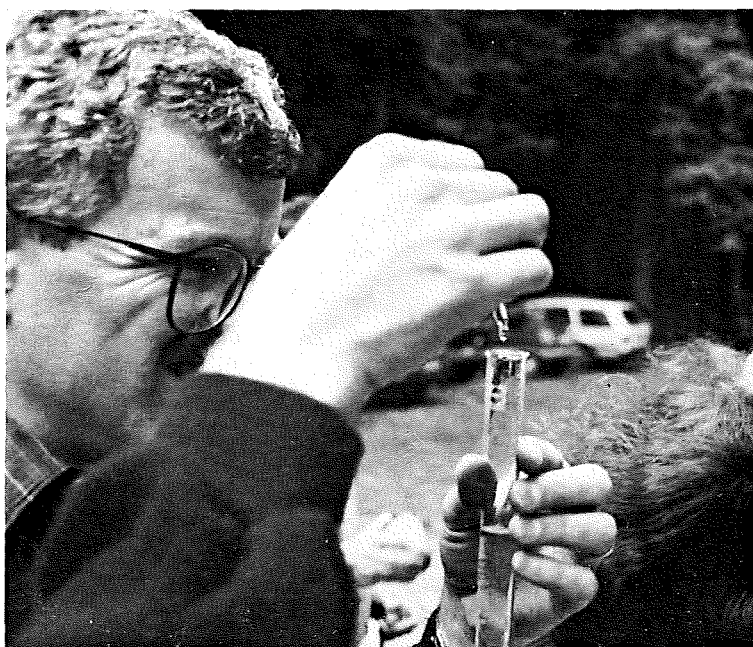
Herkomst van verzurende ammoniak.

De emissie van ammoniak is in de periode van 1980-1989 vrij constant, rond de 250 kton NH_3 per jaar. Dierlijke mest draagt voor circa 90% aan deze emissie bij.

Ook gebouwen en staalconstructies hebben te leiden van deze verontreiniging en met name van de zuurvormende stoffen daarin.

De belangrijkste verzurende componenten zijn zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO en NO_2), ammoniak (NH_3) en hun reactieprodukten.

In gebieden met intensieve veehouderij vindt een aanmerkelijke uitstoot van ammoniak (NH_3) plaats. Onder meer via droge depositie komt ammoniak in de vorm van ammoniumzouten op de bodem terecht. Daar wordt het onder invloed van bacteriën omgezet in salpeterzuur. De bepaling van de ammoniumdepositie is een indirecte graadmeter voor de verzuring van de bodem. Daarnaast kan door deze bepaling een verschil in vitaliteit tussen bomen in een bos en aan de bosrand worden verklaard.

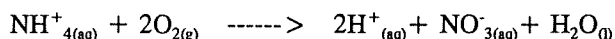


Het ammoniumgehalte van de extractievloeistof wordt bepaald met een kleurreactie (Opdracht 13)

Werking van zure depositie in de bodem

In de bodem zorgt de neerslag van zure stoffen voor een aantasting van de micro-organismen, die de organische resten van afgestorven planten en dieren afbreken. Deze afbraak is belangrijk, omdat hierbij uiteindelijk voedingsstoffen voor planten en bomen beschikbaar komen.

In de bodem komen vrije waterstofionen van nature voor door de vertering van strooisel. De zure depositie voegt een extra hoeveelheid waterstofionen toe. Daarbij speelt de bijdrage van ammonium (NH_4^+) in de depositie een zeer belangrijke rol. Door oxidatie van NH_4^+ in de bodem vindt een aanzienlijke verzuring plaats:



Bij verzuring van de bodem worden na verloop van tijd belangrijke voedingsstoffen zoals calcium, magnesium en kalium uit hun verbindingen vrijgemaakt en spoelen uit. Hierdoor kunnen de wortels onvoldoende voedingsstoffen opnemen en zullen bomen en planten verschijnselen van voedselgebrek gaan vertonen. Tenslotte kunnen door verzuring giftige metaalionen, zoals aluminium vrijkomen. Deze tasten het haarwortelstelsel van de bomen aan waardoor weer minder voedingsstoffen kunnen worden opgenomen.

Werking van zure depositie op bomen en planten.

De neergeslagen zure stoffen en gasvormige verbindingen tasten bomen en planten aan, onder meer door verstoring van stofwisselingsprocessen, zoals de fotosynthese. Dit leidt tot groeistoornissen en aanwasverlies. Ook de beschermende waslaag van bladeren en naalden wordt aangetast. Als gevolg van zure neerslag worden belangrijke voedingsstoffen zoals calcium, magnesium en kalium uitgespoeld. Vooral naaldbomen zijn gevoelig voor luchtverontreiniging omdat dezelfde naalden er jaar in jaar uit aan zijn blootgesteld. Loofbomen hebben een veel sterker vermogen om zich te herstellen doordat ze 's winters hun bladeren verliezen. Het is duidelijk dat naaldbomen op kalkarme gronden het helemaal hard te verduren hebben.

RESULTATEN.

De depositiemeters werden zowel op de heide als in het bos geplaatst. Het verschil in de ammoniumdepositie werd slechts kwalitatief vastgesteld. De depositie in open gebied is aanmerkelijk hoger dan in gesloten gebied. Dit resultaat komt overeen met gegevens uit de literatuur, waaruit blijkt dat de vitaliteit van bomen aan een bosrand minder is dan die van bomen in het bos. Dit wordt onder andere toegeschreven aan het verschil in ammoniumdepositie.

4.8 SCHEIKUNDEVELDWERK LANGS EEN LIJN.

Landschappelijk gezien onderzoeken we de overgang van de droge zandgrond met bos- en heidevegetatie naar het vochtige veengebied met bebouwing en weilanden. Het onderzoek richt zich op de mogelijke aanwezigheid van een gradiënt in de ammoniumdepositie langs de lijn. De veronderstelling is dat de weilanden rond de Ster als emissiebron van ammoniak fungeren.

OPDRACHT 14.

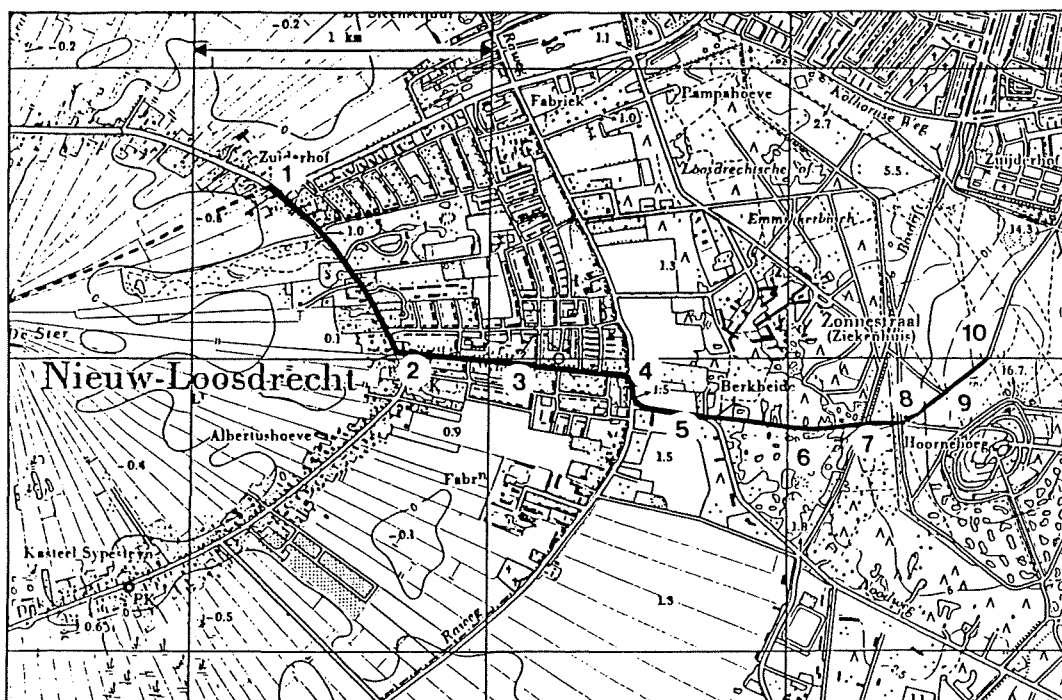
De droge ammoniumdepositie

als opdracht 13.

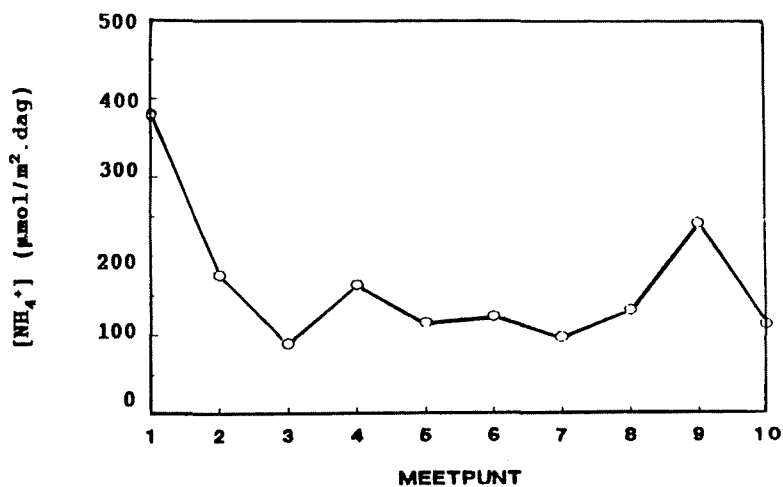
RESULTATEN.

Langs de lijn Hoorneboeg-Loosdrecht zijn 15 depositiemeters geplaatst.

Er wordt een zeer hoge concentratie van ammonium gemeten bij de bron, het weilandengebied. In het bos, in de richting van de Hoorneboeg, wordt een duidelijke afname van de ammoniumdepositie gevonden. Zie figuur 15.



AMMONIUMDEPOSITIE
LIJN: LOOSDRECHT-HOORNEBOEG



Figuur 15. Topografische kaart met de lijn Hoorneboeg - de Ster. Hierin de meetpunten van de ammoniumdepositie die in de onderstaande grafiek zijn weergegeven.



De filters zijn tijdens de fietstocht uit de depositiemeters gehaald, in monsterflesjes gedaan en worden nu geschud (Opdracht 14)

OPDRACHT 15.

De zuurgraad van de grond.

Bij visuele overgangen in het landschap wordt van grondmonsters de zuurgraad bepaald. Doel is na te gaan of door verschillen in grondgebruik verschillen in de pH van de grond zijn vast te stellen.

Ook de pH van het oppervlaktewater wordt gemeten.

als opdracht 12.

RESULTATEN.

Grondgebruik en bemesting blijken inderdaad grote invloed te hebben op de pH van de grond. Er worden duidelijke verschillen gemeten tussen heide, bos, akker en weiland. De laagst gemeten pH-waarde wordt op de heide gemeten: 2.9. De hoogst gemeten waarde in het weiland is 6.9. Waar bos en akker aan elkaar grenzen worden verschillen gevonden: in het bos is de pH 4.0 en op de akker 5.6.

OPDRACHT 16.

Fosfaat in het oppervlaktewater.

Langs de lijn wordt gekeken naar de voedselrijkdom van het oppervlaktewater. Verwacht wordt dat deze sterk gerelateerd is aan het grondgebruik.

De fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater wordt bepaald door een kleurreactie met een reagens. Zie voorschrift in bijlage 5.

- Vul beide buizen tot aan de markering met watermonster (20 ml)
- Voeg toe 10 druppels reagens A en meng
- Voeg toe 2 druppels reagens B en meng
- Vergelijk na 5 minuten de kleur met die van de bijbehorende standaard kleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Verrijking van water met plantenvoedingsstoffen stimuleert de groei van algen en hogere waterplanten. In zo'n geval is sprake van eutrofiëring. Het begrip is vergelijkbaar met bemesting van de bodem. Voor de bodem en ook voor het water zijn de elementen stikstof en fosfor de belangrijkste meststoffen. In vrijwel geheel Nederland doen zich problemen voor met de overmatige ontwikkeling van algen en soms van hogere waterplanten. Meestal is de verhoogde belasting van het water met fosfor- en stikstofverbindingen verantwoordelijk voor deze ontwikkeling. De oorzaken liggen in de sterk toegenomen bemesting in de landbouw en in het gebruik van fosfaten in wasmiddelen. Eutrofiëring veroorzaakt grote schommelingen in de zuurstofconcentratie van het water. Door fotosynthese onder invloed van zonlicht worden grote hoeveelheden zuurstof gevormd. Dit kan overdag zelfs leiden tot zuurstofoververzadiging. 's Nachts vindt daarentegen zuurstofconsumptie plaats door ademhaling van planten en algen. Dit leidt tot een sterke afname van de zuurstofconcentratie. In extreme situaties kan tegen zonsopgang zelfs een toestand van zuurstofloosheid ontstaan met als gevolg vissterfte en het optreden van rottingsprocessen.

De bestrijding van de eutrofiëring richt zich op het voorkómen van de lozing van voedingsstoffen door het gebruik ervan te beperken of door ze in rioolwaterzuiveringsinstallaties te verwijderen. Voorbeelden hiervan zijn resp. de vervanging van fosfaten in wasmiddelen, de vermindering van het gebruik van mest op landbouwgronden en de zogenaamde derdetrap zuivering, waarbij fosfaat wordt verwijderd uit afvalwater.

Fosfor.

Het element fosfor speelt een sleutelrol in de energiehuishouding van de cellen van organismen. In de cel kan energie worden vastgelegd in de vorm van fosfaatverbindingen, waaruit weer energielevering kan plaatsvinden ten behoeve van allerlei biologische processen. In veel oppervlaktewateren die arm zijn aan voedingsstoffen, is fosfaat de beperkende factor voor algengroei. Verrijking met fosfaat kan dan grote gevolgen hebben voor de samenstelling van het ecosysteem. Tabel 1 toont een indeling van verschillende watertypen naar fosfaatgehalte.

Tabel 1

Watertype	fosfaatgehalte(mg/l PO_4)
oligotroof (voedselarm)	< 0.03
mesotroof	0.03 - 0.1
eutroof (voedselrijk)	0.1 - 0.3
hypotroof	0.3 - 0.9
sterk verontreinigd	> 0.9

Fosfor komt in oppervlaktewater voor als orthofosfaat (HPO_4^{2-}), polyfosfaat (rechte ketens van meerdere fosfaatgroepen $\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$) en als organofosfaat (gebonden in organische verbindingen). Fosfaten hechten zich gemakkelijk aan bodemslib en kolloïdale deeltjes. Ze komen op veel manieren in oppervlaktewater terecht: via huishoudelijk en industrieel afvalwater, door uitspoeling van bemeste gronden, via kwel, door vogelkolonies en neerslag. Als drinkwaternorm wordt 0.3 mg PO_4^{3-} per liter gehanteerd; de biologische norm bedraagt 0.1 mg/l.

RESULTATEN.

De fosfaatconcentratie in het meertje blijkt 0.2 mg/l te zijn. Dit is hoger dan de biologische norm. Het fosfaatgehalte in de sloten langs de weilanden is 0.9 mg/l. Er is dus sprake van een hoge concentratie fosfaat bij de veronderstelde emissiebron. Het oppervlaktewater is daar sterk verontreinigd.

OPDRACHT 17.

Ammonium in het oppervlaktewater

Hierbij wordt dezelfde kleurreactie gebruikt als bij de bepaling van de droge ammoniumdepositie. Zie voorschrift in bijlage 2.

Ammonium is eveneens een indicator voor voedselrijkdom.

- Vul de reageerbuis tot aan de markering met het watermonster (20 ml)
- Voeg 5 druppels reagens A toe en meng
- Voeg 8 druppels reagens B toe en meng
- Vergelijk na 5 minuten de kleur met die van de bijbehorende standaard kleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

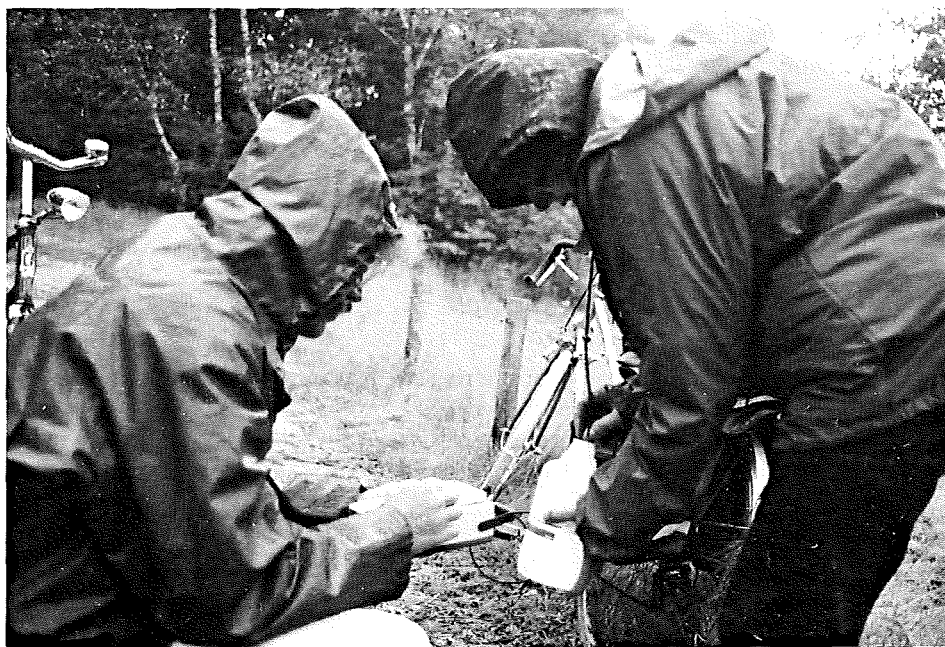
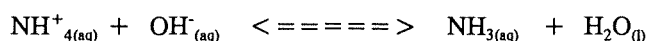
Stikstof is een belangrijk element voor organismen, omdat het nodig is voor de opbouw van eiwitten, aminozuren en organische basen. Net als bij fosfor heeft een overmaat aan stikstofverbindingen eutrofiëring tot gevolg en verstoort daardoor de samenstelling van het ecosysteem.

De belangrijkste stikstofverbindingen zijn ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-). Afhankelijk van de omstandigheden kunnen beide in elkaar worden omgezet door nitrificatie of door nitraat-ammonificatie.

Nitrificatie vindt plaats onder aërobe omstandigheden: het is de biologische oxidatie van ammonium via nitriet (NO_2^-) tot nitraat (NO_3^-) onder invloed van de bacteriën *Nitrosomonas* en *Nitrobacter*.

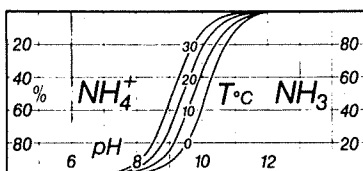
Nitraat-ammonificatie vindt plaats onder anaërobe omstandigheden; denitrificerende bacteriën gebruiken hierbij nitraat en zetten dit om in resp. nitriet en ammoniak (NH_3). Nitriet komt in het oppervlaktewater niet of nauwelijks voor. Als nitriet wel duidelijk aantoonbaar is, kan dit duiden op de remming van het nitrificatieproces of op lozing van afvalwater. Nitriet is voor veel organismen schadelijk onder meer door zijn mutagene werking. De drinkwaternorm bedraagt 0.1 mg/l.

Ammonium komt op natuurlijke wijze in oppervlaktewater voor door mineralisatie van organische stof, via afvalstromen en door uitspoeling van mest. Ammonium en ammoniak komen in vaste verhoudingen in water voor, afhankelijk van de pH. Bij een stijgende pH neemt de ammoniak concentratie toe:



pH-meting van het oppervlaktewater (Opdracht 17)

Figuur 16 toont de sterke afhankelijkheid van dit evenwicht van de pH. Ammoniak is toxisch voor veel organismen. Bij een concentratie van 1 mg/l kunnen bij vissen al lethale effecten optreden. Wordt het ammoniumgehalte van oppervlaktewater bepaald, dan is het aan te raden ook de pH te meten.



Figuur 16. Verband tussen pH, NH_4^+ en NH_3

De nitrificatie van ammonium tot nitraat vergt veel zuurstof (4.4 mg O_2 voor 1 mg NH_4^+). Meting van het ammoniumgehalte is daarom nuttig in verband met de zuurstofhuishouding van het oppervlaktewater. Zowel de drinkwaternorm als de biologische norm bedraagt 0.2 mg NH_4^+ per liter.

Door de grote beweeglijkheid van het nitraation in de bodem vormt deze stikstofverbinding een bedreiging voor het grondwater en dus ook voor de drinkwatervoorziening. De drinkwaternorm bedraagt 50 mg NO_3^- per liter. Nitraat en ammonium komen door menselijk handelen in het milieu terecht. Onder meer door afvalwaterstromen van rioolwaterzuiveringsinstallaties en door uitspoeling van mest. In gebieden met landbouw en intensieve veehouderij vindt een continue belasting van oppervlaktewater en bodem met deze eutrofiërende stoffen plaats.

RESULTATEN.

Er is geen duidelijke gradiënt waar te nemen in het ammoniumgehalte langs de lijn. Wel is de concentratie in het meertje onder de biologische norm (0.1 mg/l) en lager dan de gemeten waarden in het water langs de weilanden. De concentraties lopen daar uiteen. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0.3 mg ammonium per liter en ligt dus ruim boven de biologische norm.

OPDRACHT 18.

Het elektrisch geleidingsvermogen van water.

Benodigdheden: WTW-EG meter.

Een snelle indicatie voor de totale hoeveelheid opgeloste zouten in oppervlaktewater wordt verkregen door het meten van het elektrisch geleidingsvermogen (EG). Deze bepaling wordt langs de lijn meermalen uitgevoerd. Zie voorschrift in bijlage 8.

- Zet de keuzeschakelaar op x en de bereikschakelaar op de ongevoeligste stand (mS/cm)
- dompel de electrode in het te onderzoeken monster. Indien het geleidingsvermogen erg klein is kan de bereikschakelaar naar een gevoeliger stand gedraaid worden.
- Wacht totdat de waarde op het display stabiel is en lees af.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen van oppervlaktewater geeft informatie over de totale hoeveelheid ionen die in het water aanwezig zijn. Hoe meer ionen in oplossing hoe hoger het geleidingsvermogen.

Het elektrisch geleidingsvermogen van water wordt voornamelijk bepaald door de volgende ionen: Natrium (Na^+), Calcium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Kalium (K^+), Sulfaat (SO_4^{2-}), Chloride (Cl^-) en waterstofcarbonaat (HCO_3^-).

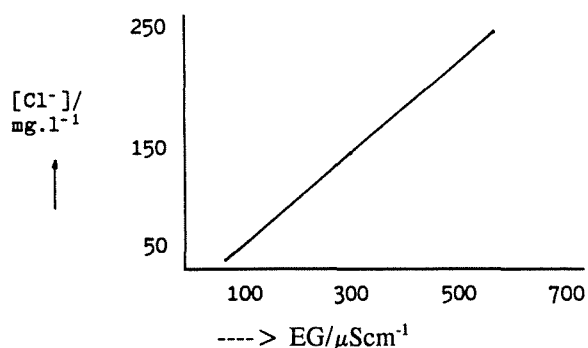
Ionen met een grote ecologische betekenis zoals ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-) en fosfaat (PO_4^{3-}), die in oppervlaktewater slechts in relatief geringe concentraties aanwezig zijn, dragen in beperkte mate bij aan het elektrisch geleidingsvermogen.

Het elektrisch geleidingsvermogen wordt uitgedrukt in Siemens per meter (S/m) bij 20° C. Meer praktisch is het geleidingsvermogen uit te drukken in $\mu\text{S}/\text{cm}$. Een indeling van water op basis van het elektrisch geleidingsvermogen volgt uit tabel 2.

Tabel 2

Watertype	Geleidingsvermogen	
	($\times 10^{-3}$ S/m)	($\mu\text{S}/\text{cm}$)
oligo-ionisch water	0 - 20	0 - 200
α -meso-ionisch water	20 - 50	200- 500
β -meso-ionisch water	50 -100	500-1000
poly-ionisch water	> 100	> 1000

De norm voor drinkwater bedraagt 125×10^{-3} S/m bij 20° C. Figuur 17 toont het verband tussen het elektrische geleidingsvermogen en de chlorideconcentratie.



Figuur 17. Verband tussen elektrisch geleidingsvermogen en chlorideconcentratie van oppervlaktewater

RESULTATEN.

De metingen langs de lijn Hoorneboeg-Loosdrecht toonden een duidelijke gradiënt in het geleidingsvermogen. Vanaf het meertje tot aan de weilanden nam het geleidingsvermogen toe van 150 tot 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Direct naast een mestopslag werd in het oppervlaktewater een geleidingsvermogen van 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten.

Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door uitspoelen van meststoffen.

4.9 SCHEIKUNDEVELDWERK IN EEN GEBIED.

Tijdens een veldwerkexcursie in het gebied worden bij een aantal verschillende landschapselementen proeven gedaan. In de verschillende bodemhorizonten van een podzol worden het ijzergehalte en de pH bepaald. In het stuifzandgebied ligt een ijzeroerbank aan de oppervlakte. Dit is het restant van een uitgestoven podzolprofiel. Het profiel is tot op de B2 inspoelingshorizont verstoven. De ijzeroerbank wordt eveneens op het ijzergehalte onderzocht.

OPDRACHT 19.

Het ijzergehalte in de bodem.

Het ijzergehalte van de in- en uitspoelingshorizont wordt kwalitatief bepaald door middel van een kleurreactie met een reagens. Zie voorschrift in bijlage 7.

- Breng een spatelpunt van het bodemmonster over in een reageerbuis
- Voeg toe 10 druppels zoutzuur (let op 25%) en 10 ml gedestilleerd water
- Sluit de buis af met een rubberstop en schud gedurende 2 minuten krachtig
- Filtreer de oplossing af in een schone reageerbuis over een vouwfilter waarin een halve maatlepel koolstofpoeder is gebracht
- Voeg 10 druppels KSCN reagens toe en vergelijk de ontstane kleur met die van andere bodemonsters

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Ijzer bevindt zich in de inspoelingshorizont B2 in de geoxideerde vorm Fe^{3+} . De podzolen komen voor op de hoger gelegen zandgronden. Dit betekent dat ze boven de grondwaterspiegel liggen waardoor zuurstof vrij kan toetreden. De gereduceerde vorm Fe^{2+} wordt slechts aangetroffen in bodemlagen die onder de grondwaterspiegel liggen. Alleen ijzer (III)-ionen vormen met thiocynaat (SCN^-) een roodbruin gekleurde verbinding. De kleurintensiteit is een maat voor de hoeveelheid ijzer(III) in het bodemmonster.

Ijzer(II) wordt bepaald met een 1% roodbloedloogzoutoplossing ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$), daarbij ontstaat een blauwgekleurde verbinding. De kleurintensiteit is weer een maat voor de hoeveelheid ijzer(II) in het bodemmonster.

RESULTATEN.

De meting van het ijzergehalte in de verschillende bodemhorizonten wordt kwalitatief uitgevoerd. In de B2 horizont wordt aanmerkelijk meer ijzer aangetoond dan in de A2 horizont. In de ijzeroerbank blijkt het ijzergehalte weer hoger te zijn dan in de

oorspronkelijke B2 horizont van het podzolprofiel in het nabijgelegen bos.

OPDRACHT 20.

De zuurgraad van de grond.

De zuurgraad van de in- en uitspoelingslaag in het bodemprofiel worden vergeleken.

als opdracht 12.

RESULTATEN.

Meting van de pH van de verschillende horizonten, geeft hetzelfde beeld als de meting op de heide rond de Hoorneboeg; de pH neemt iets toe met de diepte. De gevonden pH-waarden variëren van 3.8 tot 4.2. De lage pH wordt veroorzaakt door humuszuren en door uitspoeling van belangrijke voedingsstoffen zoals Ca, Mg, K en NH_4 .

OPDRACHT 21.

Het fosfaatgehalte van een enkeerdgrond.

Aan de grond gebonden fosfaat wordt met het extractiemiddel ammoniumlactaat in oplossing gebracht. Het fosfaatgehalte wordt vervolgens op dezelfde wijze bepaald als in watermonsters. Zie voorschrift in bijlage 5.

Op de Laarder Eng wordt de bodem onderzocht op het fosfaatgehalte. Fosfaat is een belangrijke meststof. De akkers worden afhankelijk van het soort gewas dat wordt geteeld, meer of minder bemest. Een indicatie daarvoor is het fosfaatgehalte.

- Neem een afgestreken maatlepel grond
- Breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml
- Voeg 50 ml lactaatoplossing toe en schud gedurende 3 minuten
- Neem een halve maatlepel koolstofpoeder en breng dit over in een trechter met vouwfilter
- Filtreer het mengsel af in een reageerbuis tot aan de maatstreep (20 ml)
- Voeg toe: 10 druppels reagens A en meng
- Voeg toe: 2 druppels reagens B en meng
- Vergelijk na 5 minuten de kleur met die van de standaard kleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Op de eng worden verschillende gewassen geteeld, waaronder maïs. Het is bekend dat maïs een hogere mestgift kan verdragen dan andere gewassen. Een norm voor het fosfaatgehalte van bemeste gronden is in de literatuur niet bekend. Volgens de nieuwe mestwetten mag bij een bepaald type grondgebruik de bodem met een bepaalde hoeveelheid fosfor worden bemest, uitgedrukt in kg/ha. Er is geen eenduidig antwoord te geven, hoeveel dit uitgedrukt in mg/kg grond betekent. Dit is sterk afhankelijk van het type bodem, het soort gewas dat er op groeit, uitspoeling door regen, etc.

Anorganische fosfaten bezitten de eigenschap sterk te hechten aan bodemdeeltjes (de

sorptiecapaciteit). Fosfaat is in de bodem dan ook weinig beweeglijk. In tegenstelling tot nitraat bedreigen fosfaten het grondwater nog niet. Er is echter een grens aan de sorptiecapaciteit van de bodem. Het zgn. "fosfaatfront" verspreidt zich steeds dieper in de bodem en zal op een zeker moment het grondwater bereiken. Op sommige plaatsen in Nederland is dit punt bijna bereikt.

RESULTATEN.

Kwalitatief blijkt er inderdaad een aantoonbaar verschil in fosfaatgehalte tussen een akker met maïs- en een akker met aardappelteelt: er wordt meer fosfaat aangetroffen op de maïsakker.

OPDRACHT 22.

Het nitraatgehalte van een enkeerdgrond.

Benodigdheden: Visocolor Nitrat 100 testkit.

Het nitraatgehalte wordt na extractie van de grond met water bepaald met een testkit. Zie voorschrift in bijlage 6.

Nitraat is eveneens een belangrijke meststof.

- Neem een afgestreken maatlepel bodemonmonster en breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml
- Voeg 50 ml gedestilleerd water toe
- Schud gedurende 3 minuten
- Neem een halve maatlepel koolstofpoeder en breng dit over in een trechter met vouwfilter
- Filtreer het mengsel af in het maatglasje met kleurenschaal
- Voeg 5 druppels reagens 1 toe
- Voeg een spatelpunt reagens 2 toe (lost niet op maar bezinkt)
- Schud gedurende 40 seconden en wacht vervolgens 10 minuten
- Voeg achtereenvolgens toe 15 druppels reagens 3 en 15 druppels reagens 4
- Na 10 minuten wordt de kleur vergeleken met de kleurenschaal

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Evenals bij de bepaling van het fosfaatgehalte wordt hier gekeken naar het verschil in nitraatgehalte tussen de verschillende akkers.

Nitraat wordt nauwelijks aan bodemdeeltjes gebonden zoals fosfaat dat doet. Het is een zeer mobiel ion, dat snel uitspoelt naar het grondwater. De drinkwaternorm voor het nitraat bedraagt 50 mg/l. Op diverse plaatsen in Nederland, met name in gebieden met intensieve veehouderij is deze norm overschreden en worden drinkwaterputten gesloten.

RESULTATEN.

Er blijkt geen aantoonbaar verschil tussen het nitraatgehalte van de akkers met verschillende gewassen. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de mestgift voor gewassen wordt afgestemd op de fosfaatbehoefte omdat fosfaat de beperkende factor is. Hierdoor wordt de nitraatbehoefte vaak sterk overschreden.

OPDRACHT 23.

De zuurgraad van een enkeerdgrond.

als opdracht 12.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De enkeerdgronden zijn gevormd op de voedselarme zandgronden van de stuwwallen. Aanvankelijk waren de stuwwallen begroeid met loofbossen. Zoals bij eerdere proeven rond de Hoorneboeg is gebleken, zijn de bos- en heidegronden zure gronden met een pH tussen 2.5 en 4.5.

Bij dit veldwerk gaat het er om of verschillen in pH zijn aan te tonen tussen het dekzand op de stuwwal, het moedermateriaal, en de hierop aangebrachte akkers. Daartoe worden op verschillende diepten monsters genomen. De eerdlaag van de enkeerdgronden kan een dikte van 100-120 cm hebben. Het oorspronkelijke dekzand kan men dus door een boring tot op deze diepte bereiken. Er is een zeer duidelijk kleurverschil; de enkeerdgrond is zwart en het dekzand is geel.

RESULTATEN.

De pH van de akkers blijkt rond de 6.0 te liggen, terwijl het dekzand ter plaatse een pH heeft van rond de 5.0.

4.10 BIOLOGIEVELDWERK OP EEN PUNT.

Uitersten zijn verschillen die wij met onze subjectieve menselijke waarneming ervaren. Wanneer wij tot onze navel in een sloot staan en vervolgens weer aan de kant weten te komen ervaren velen van ons deze twee situaties als uitersten. Maar stel je voor dat hetzelfde de bruine kikker overkomt. Ongetwijfeld zal de subjectieve waarneming van dit dier anders zijn. Zo zal iedere soort zijn uitersten kennen, al valt dat voor ons moeilijk in te schatten.

OPDRACHT 24.

Het verspreidingspatroon van muizen en loopkevers.

Benodigheden:

20 life traps

20 konserven blikken (gaatjes in boren i.v.m. mogelijke regen)

20 plastic bekertjes (gaatjes in boren)

schepje

aas (pindakaas, spek, brood)

plastic zakjes

glazen potjes

zaklamp

- Zet 2 meter vanaf de rand van het grasveld en 2 meter het bos in, een rij van vangstapparaten evenwijdig aan de overgang van bos naar heide

- De lifetraps worden om de 2 meter in de rij geplaatst. Doe er aas in en stel ze scherp.
- De konservenblikken en de bekertjes worden om en om op 50 cm uit elkaar in een rij geplaatst. Zorg ervoor dat het grondoppervlak weer vlak aansluit tegen de rand van het blik of bekertje. Neem de uitgegraven grond mee en verspreid die buiten het proefgebied.
- De vangsten moeten na de nacht worden opgenomen.
- Bekijk de vangst en maak een tekening.
- Noteer de vangsten in de tabel, zie bijlage 9.

VERWERKING.

Zijn er grote verschillen in de soorten die op het veld en in het bos worden gevangen? Is dus voor hen de omgeving één van uitersten of kunnen er andere redenen zijn voor de verschillen? Welke vangstmethoden geven informatie over welke type dieren? In welke richting zou een dergelijk onderzoek uitgebreid kunnen worden?

ACHTERGRONDINFORMATIE.

We hebben in de buurt van de Hoorneboeg een gebiedje gekozen waar menselijkerwijs gesproken de term uitersten kan worden gebruikt. Het is een dicht bebladerde bosrand met daarnaast een open, vergrast heidegebied. Fysisch gesproken zullen er nogal wat verschillen te meten zijn, zeker op één meter hoogte. In de bodem of de kruidlaag zijn die verschillen veel kleiner. Door zowel op het grasveld als in het bos met dezelfde methodiek dieren te gaan vangen, proberen we na te gaan of er dieren zijn die één van de gebieden mijden.

Om een idee krijgen welke dieren in een bepaald gebied voorkomen, moeten we verschillende methoden toepassen. De eenvoudigste methode is zelf gaan zitten kijken. Uren en dagen lang, met of zonder kijker en loupe alles wat langs komt noteren. Dit gaat goed bij het waarnemen van vogels. Ook als je van dichtbij langere tijd naar de grond tuurt, zul je beslist veel 'kleins' zien. Maar veel dieren zijn in het duister actief en de genoemde 'grondtuur' methode is dan moeilijk vol te houden. Daarom zijn vang-methoden aantrekkelijker. Nu kun je konijnen vangen door een grote ketel in te graven met daarop een iets te klein deksel met een scharnierende middenas of door strikken te zetten. Waarschijnlijk zul je dan voor stropen worden opgepakt. Dit zal echter niet gebeuren bij het plaatsen van vergelijkbare vangapparaten voor de kleinere dieren.

4.11 BIOLOGIEVELDWERK LANGS EEN LIJN.

Overgangen in de bodem en klimatologische factoren leveren altijd grenzen op in de flora en de fauna van dat grensgebied. Soorten die aan de ene zijde voorkomen zijn aan de andere zijde afwezig. Bovendien gedijen veel soorten juist goed in de overgang. De grens is zelden abrupt zodat sprake is van een gradiënt. Daar ook de menselijke nederzettingen zich vanaf vroege tijden vaak manifesteerden als randeffect, zijn op veel plaatsen de grootschalige gradiënten bedekt met bebouwing en wegen. Op plaatsen waar de menselijke nederzetting begon in een uniform gebied, zijn gradiënten ontstaan.

OPDRACHT 25.

Abrupte overgangen in een sloot.

Benodigheden: determinatiesleutel: bijlage 10, tabel: bijlage 11,
handleiding criteria: bijlage 12.

- Neem vanaf een startpunt aan de sloot 10 stappen en draai je met je gezicht naar de sloot
- Noteer alle plantensoorten die je recht voor je in het water ziet. Kijk naar een strook van ongeveer 1 meter breedte.
- Herhaal deze waarneming over een afstand van 70 tot 100 meter langs de sloot. Noteer je waarnemingen in de tabel door een kruisje in het vakje achter de soort te plaatsen.
- Kijk in elk punt waar je stil staat eens om je heen. Noteer wat je in je omgeving waarneemt.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Tijdens de fietstocht langs de lijn zullen we zien dat er sprake is van bebouwing en asfalt en dat de gradiënten afgesloten zijn. We zullen ons dus moeten richten op kleinschaliger gradiënten, zoals bemaaiings-overgangen onder prikkeldraad, slootovergangen, gradiënten vanaf een vervuilingpunt in een sloot of beek. We kozen een sloot ongeveer één kilometer vóór de rand van het plassen gebied. Tevens werd gekeken naar de invloed van bomen op het ontstaan van een gradiënt in een maïsveld.

OPDRACHT 26.

Vaststellen van gradiënten op kleinere schaal.

Benodigheden: meetlint.

- Leg een meetlint vanaf de stam van een boom enkele meters het maïsveld in
- Bepaal om de 50 cm de hoogte van de 5 dichtsbijzijnde maïsplanten
- Bereken de gemiddelde hoogte van de maïsplanten
- Zet de gevonden waarden uit op grafiekpapier.

VERWERKING.

Is er een gradiënt aanwezig en zijn er waarnemingen die deze kunnen verklaren? In welke disciplines zou het een aanbeveling waard zijn om aanvullend onderzoek te doen om tot betere beargumentering te komen?

4.12 BIOLOGIEVELDWERK IN EEN GEBIED.

In elk terrein is altijd een veelvoud aan grenzen en grensjes te vinden. Denk maar aan de overgangen van water en land, langs wildpaadjes of aan de rand van de beschaduwing van een boom. Door menselijke invloed neemt het aantal grenzen meestal nog toe. Ze zijn dan vaak zeer geaccentueerd.

OPDRACHT 27.

Vaststellen van begrenzingen.

Benodigdheden:

hamer

4 tentharingen

duimstok

touw

viltstift

- Sla aan de rand van het veld waar nog geen begroeiing staat, twee haringen op een meter van elkaar een eindje in de grond. Doe hetzelfde ongeveer drie meter verder in de begroeiing.
- Verbind de haringen met twee evenwijdige touwen zodat een baan van één meter breedte ontstaat. Zet met de viltstift, om de 30 cm een kleurmerk op de touwen. Op deze manier ontstaan vakken met een oppervlak van 0.3 m
- Kies vijf goed herkenbare planten en bepaal in elk vak van 0.3 m² hoeveel dm² ze in dat vak bedekken. Noteer je waarnemingen in de tabel, zie bijlage 13a.
- Noteer extra gegevens over de directe omgeving in bijlage 13b
- Bereken de bedekkingsgraad. Dit is bedekking van een soort gedeeld door het gehele oppervlak x 100%.
- Verwerk de berekende bedekkingsgraden tot een blokdiagram.

VERWERKING.

Probeer de verschillen, die aanwezig zijn in de verschillende stroken te verklaren.

Welke methodieken uit andere disciplines zouden hier voor een goed beargumenteerde verklaring nuttig kunnen zijn?

ACHTERGRONDINFORMATIE

Wij kozen twee grenstypen, waarin zowel het natuurlijke ontstaan als het menselijke ingrijpen aanwezig zijn:

1. de grenzen in de begroeiing van een voedselarm stuifzandgebied
2. de grenzen bij een akker op de door menselijk ingrijpen voedselrijke Laarder Eng.

Het aspect van waarnemen en registreren krijgt hier de meeste aandacht. De basis van elk onderzoekje is op de juiste manier gegevens die verzameld zijn in het veld, op papier te krijgen, waardoor het later mogelijk is interpretatie en discussie te voeren. De kans om aanvullende gegevens te verzamelen bestaat immers lang niet altijd. Wij zullen ons dit keer beperken tot het uitsluitend registreren van de waarneembare gegevens; bij interpretatie en discussie zal dan ongetwijfeld blijken hoe noodzakelijk het is ook gegevens via geeigende methodieken, vanuit andere disciplines te verkrijgen.

4.13 NATUURKUNDEVELDWERK OP EEN PUNT.

Wanneer je een ballon loslaat zal hij meestal niet recht naar boven gaan, hij stijgt en wordt tegelijkertijd met de wind meegenomen. De ballon voert dus twee bewegingen uit: een horizontale en een verticale en het merkwaardige is dat die bewegingen elkaar niet beïnvloeden. De stijgsnelheid van de ballon verandert niet als de wind langs het aardoppervlak toeneemt of afneemt. In dit experiment laten we een weerballon op en we volgen hem met een hoekmeter tot hij uit het gezicht is verdwenen.

OPDRACHT 28.

De vlucht van een ballon.

Benodigheden: een ballon - heliumgas - een stuk touw van 10 meter - een stopwatch - een hoekmeter - een verrekijker.

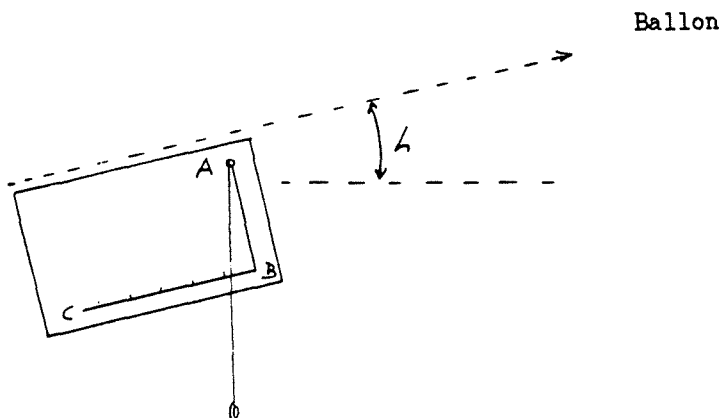
- Vul de ballon met heliumgas. Op veel scholen is dit niet mogelijk, in dat geval kun je ook aardgas gebruiken. Maar pas dan wel op met vuur.
- Maak het touw vast en laat de ballon stijgen tot het touw strak staat. Hiermee bereken je de stijgsnelheid in m/s.
- Voor we de ballon loslaten maken we een schatting hoe lang we hem kunnen zien. Wijs op een kaart eens aan waar je denkt dat hij op dat moment is.
- Nu laten we de ballon los en we volgen hem met de hoekmeter tot hij uit het gezicht is verdwenen. Bereken nu hoe hoog hij is en waar hij zich bevindt. Wanneer de ballon in een wolk verdwijnt weet je de dus hoogte van de wolkenbasis.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De hoekmeter bestaat uit een stukje karton ter grootte van een ansichtkaart waaraan een koordje is bevestigd dat met een paperclip is verzwaard, zodat het als schietlood kan dienen.

In figuur 18 is het principe getekend. Tijdens een meting kijk je langs de bovenzijde naar de ballon. De lijn AB staat loodrecht op de bovenzijde en BC is er mee evenwijdig. Langs BC brengen we een schaalverdeling in mm aan met behulp van een strookje grafiekpapier.

De hoek h waaronder we de ballon zien is gelijk aan de hoek tussen de lijn AB en het schietlood. Hiermee kunnen we de afstand van de ballon uitrekenen als zijn hoogte bekend is, want de twee driehoeken in de figuur zijn gelijkvormig. Als we AB precies 100 mm lang maken is de berekening heel eenvoudig.



Figuur 18. De hoekmeter

De opdrachten 29 en 30 geven een heel andere methode om wolkenhoogten te bepalen.

OPDRACHT 29.

Het dauwpunt bepalen met een blikje ijswater.

Benodigdheden: een leeg conserven blikje - water - ijs - thermometer - een loep.

Je kunt ook een indruk krijgen van de wolkenhoogte door het dauwpunt te bepalen, dit is de hoogste temperatuur waarbij condensatie optreedt van de waterdamp uit de lucht. Vervolgens gebruik je een formule om de hoogte van de onderkant van de wolken te berekenen.

- Maak de buitenkant van het blikje goed droog nadat je het voor de helft met water hebt gevuld. Doe er dan de stukjes ijs bij en roer voortdurend.
- Bepaal de temperatuur waarbij je voor het eerst condens op de buitenkant van het blikje ziet, dit is het dauwpunt T_d .
- Gebruik een loep om naar de kleine druppeltjes te zoeken.
- Meet ook de temperatuur van de lucht.

OPDRACHT 30.

Het dauwpunt bepalen met de slingerpsychrometer.

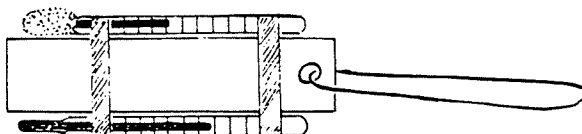
Benodigdheden: een slingerpsychrometer.

- Slinger de psychrometer gedurende een minuut in de rond en lees dan de temperatuur van de droge en van de natte thermometer af.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Een psychrometer bestaat uit twee thermometers en is eenvoudig zelf te maken, zie figuur 19.

Om het kwikreservoir van één van de thermometers is een lapje gewonden dat nat wordt gehouden. Door verdamping van water wijst deze thermometer een lagere temperatuur aan dan de andere. De mate van verdamping, en dus het temperatuurverschil tussen de twee thermometers, wordt bepaald door de hoeveelheid waterdamp in de lucht. Door de psychrometer aan het koordje rond te draaien zorg je voor een konstante luchtstroom langs de thermometers.



Figuur 19. De psychrometer

Met bijlage 14 kun je de waterdampdruk in mbar bepalen als de luchttemperatuur en het temperatuurverschil tussen de droge en natte thermometer bekend zijn.

Om nu het dauwpunt te vinden gebruiken we bijlage 15, die is overgenomen uit Binas. Zoek in deze tabel op bij welke temperatuur de gevonden waterdampdruk gelijk is aan de verzadigingsdruk van water. Die temperatuur is het dauwpunt. De hoogte van de wolkenbasis berekenen we met

$$h = 120 (T - T_d)$$

OPDRACHT 31.

De geografische breedte.

- Markeer enkele malen tussen 11 uur en 14 uur de schaduw van de punt van de stok en noteer de tijd. Na afloop kun je de kortste schaduwlengte bepalen.
- Bereken de verhouding AB/BC en zoek door interpolatie in bijlage 16 de geografische breedte van de Hoorneboeg op.

OPDRACHT 32.

De geografische lengte.

Bij ons staat de zon niet om 12 uur in het zuiden. In Greenwich, het nulpunt van de lengtemeting, is dat wel het geval. Uit het tijdsverschil is de geografische lengte van de Hoorneboeg te berekenen.

Bedenk dat het in onze tijdzone één uur later is dan in Greenwich, hierbij is nog geen rekening gehouden met eventuele zomertijd. De World Service van de BBC

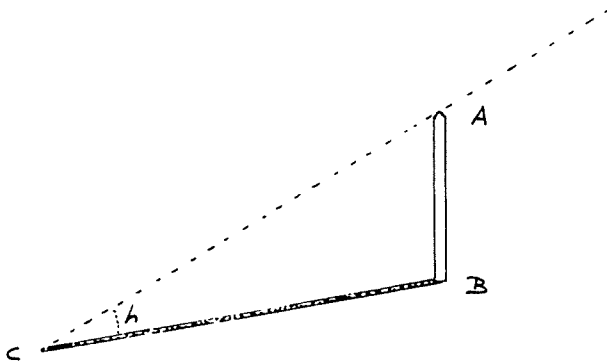
zendt op 648 kHz, voorafgaand aan het nieuws, een tijdsignaal uit.

- Omdat de aarde in 24 uur om zijn as draait komt een tijdverschil van 1 uur overeen met een lengteverschil van 15° .
- Bereken hiermee de geografische lengte van de Hoorneboeg.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De positie van een plaats op aarde wordt vastgelegd door zijn geografische lengte en breedte die je op eenvoudige manier kunt bepalen als rond het middaguur de zon schijnt. De breedte vind je uit het hoogste punt van de zon boven de zuidelijke horizon en de lengte door het tijdstip te bepalen waarop de zon de hoogste stand bereikt.

In figuur 20 zie je een stok AB die vertikaal staat. In de loop van de dag verplaatst de schaduw zich en verandert van lengte. De schaduw van de stok heeft de minimale lengte BC als de zon zijn hoogste stand h heeft bereikt. De zon staat dan in het zuiden, maar omdat de aarde in tijdzones is verdeeld, is dat bij ons niet om 12 uur.



Figuur 20. De zonshoogte h wordt bepaald met behulp van de schaduw lengte van een stok

Hoek h varieert gedurende het jaar. Op het noordelijk halfrond is hij minimaal op 21 december en maximaal op 21 juni. Op 21 juni, onze langste dag, staat de zon loodrecht boven de kreeftseerkring. De kreeftseerkring ligt op $23,5^\circ$ noorderbreedte en daar is dus op die dag $h = 90^\circ$. Op onze breedte staat de zon dan lager.

Bijlage 16 geeft het verband tussen de maximale zonshoogte, de datum en de geografische breedte van de waarnemer. In plaats van h is de tangens van deze hoek gebruikt, de verhouding van stoklengte en schaduwlengte is immers veel beter te meten dan de hoek zelf. Met het maandnummer wordt de eerste dag van een kalendermaand bedoeld.

De kortste schaduwlengte legt de Noord-Zuid richting vast. Als je klaslokaal op het zuiden ligt kun je deze lijn op de vloer tekenen. De schaduw van bijvoorbeeld een sticker op de ruit loopt gedurende het jaar langs deze lijn op en neer. Je hebt nu een datumlijn.

Als het 's avonds helder is kun je met de hoekmeter 'poolshoogte nemen' de hoogte van de poolster boven de horizon is immers gelijk aan de geografische breedte.

OPDRACHT 33.

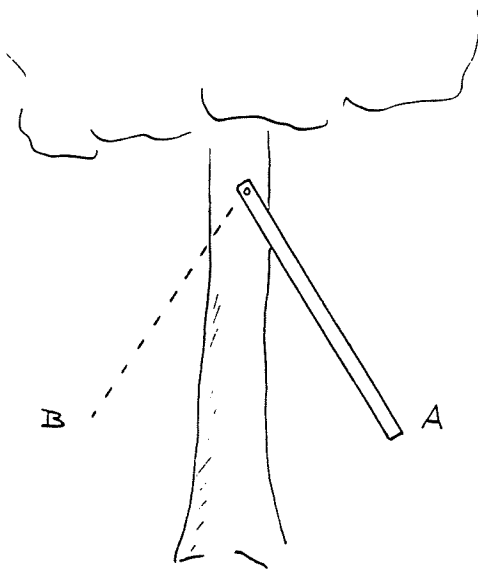
De snelheid van het geluid.

Benodigdheden: stopwatch - houten lat- iets om geluid mee te maken - meetlint - fiets

De meest eenvoudige manier om de geluidssnelheid te bepalen is het tijdverschil te meten tussen het ontstaan van het geluid en de waarneming ervan. De geluidssnelheid is ongeveer 340 m/s, waardoor dit experiment niet uitvoerbaar is in de klas. Noodgedwongen moet daarom in het klaslokaal de snelheid van het geluid op een indirecte en daardoor veel minder inzichtelijke manier worden bepaald.

In deze opdracht meten we de geluidssnelheid in de buitenlucht waarbij we een slinger als klok gebruiken. Het experiment wordt gedaan in tweetallen.

- Bepaal de tijd waarin de slinger van A naar B beweegt door met een horloge de tijd op te nemen die nodig is voor een tiental slingeringen.
- Telkens als de slinger zijn uiterste stand A heeft bereikt slaat degeen die naast de slinger staat twee plankjes op elkaar of blaast heel kort op een fluitje.
- Zijn compagnon loopt van de slinger weg en constateert dat hij de klap niet hoort op het moment dat hij de slinger in stand A ziet. Hij loopt nu zover door totdat hij het geluid hoort als hij de slinger in de uiterste stand B ziet.
- Meet de afstand tot de slinger.



Figuur 21. Een slinger voor de geluidsmeting

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De slinger bestaat uit een houten lat die om een horizontale as kan draaien, zie figuur 21. De snelheid van het geluid is te berekenen als je aanneemt dat de reistijd van het licht te verwaarlozen is. Voor de afstandsmeting kunnen we onze fiets gebruiken als de omtrek van het wiel bekend is.

Zorg dat het ventiel in de laagste stand staat en markeer deze plek op de grond. Loop dan met de fiets aan de hand enkele meters tot het ventiel weer beneden zit en markeer ook deze positie. Tel hoe vaak het wiel is rond gegaan en meet de afstand tussen de twee punten. Een grote afstand is nu te meten door al fietsend omwentelingen te tellen.

4.14 NATUURKUNDEVELDWERK LANGS EEN LIJN.

Langs de lijn doen we enkele meteorologische waarnemingen en we bepalen onze positie met een kruispeiling.

OPDRACHT 34.

De gevoelstemperatuur.

Benodigheden: een windsnelheidsmeter en een psychrometer.

In dit experiment bepalen we in het bos, op de hei, in het weiland en tussen de huizen de gevoelstemperatuur.

- Bepaal met de psychrometer de waterdampdruk en de temperatuur van de lucht zoals beschreven in opdracht 30.
- Het getal H is de som van de twee getallen die worden gevonden met behulp van bijlage 17. Tabel a beschrijft de invloed van temperatuur en windsnelheid en tabel b de invloed van windsnelheid en waterdampdruk. Het verband tussen de grootte van H en de temperatuursensatie is dan:

	H < 13	zwoel
13 < H < 30		warm
30 < H < 50		koel
H > 50		koud

ACHTERGRONDINFORMATIE.

De temperatuur die wij ervaren is iets anders dan het getal dat een thermometer aangeeft. De subjectieve temperatuurbeleving wordt bepaald door de warmteafgifte van onze huid, die bijna uitsluitend afhankelijk is van de verdamping. Vochtigheid en windsnelheid zijn bij een gegeven temperatuur van de lucht de factoren die de verdamping bepalen. In droge lucht kan veel zweet verdampen waardoor de afgifte van warmte wordt bevorderd. Ook wind bevordert verdamping.

Met behulp van de luchttemperatuur, de windsnelheid en de waterdampdruk kunnen we een getal H definiëren dat een maat is voor de warmteafgifte van onze huid.

De waterdampdruk die je vindt is van de orde van enkele tientallen mbar en dit is een kleine druk in vergelijking met de totale luchtdruk die ongeveer 1000 mbar is. Toch is de

waterdampdruk van grote invloed op onze temperatuurbeleving. Dit wordt begrijpelijk als je de relatieve vochtigheid kent, die je met de psychrometer kunt bepalen. Zoek in de tabel de verzadigingsdruk van water behorende bij de luchttemperatuur die je hebt gevonden. De verhouding van de waterdampdruk en de verzadigingsdruk maal 100% is de relatieve vochtigheid.

OPDRACHT 35.

De temperatuur hoog in de lucht.

Benodigdheden: een vlieger en een max/min thermometer.

- Bevestig de thermometer aan de vlieger en laat de vlieger op
- Gebruik de hoekmeter uit opdracht 28 en bepaal de hoek waaronder je de vlieger ziet
- Als de lengte van het touw bekend is kun je de hoogte van de vlieger berekenen
- Vergelijk de temperatuur op die hoogte met de temperatuur op de grond

OPDRACHT 36.

Een kruispeiling.

Benodigdheden: kompas - potlood - topografische kaart

Wanneer je in het bezit bent van een kaart en een kompas kun je met een kruispeiling je positie bepalen. Het is noodzakelijk dat je twee objecten herkent die ook op de kaart staan aangegeven.

- Richt het vizier van het kompas op een toren en bepaal de hoek tussen de richting waarin je de toren ziet en het noorden
- Leg het kompas op de kaart met de lange zijde door de toren.
- Draai het kompas nu totdat de noord - zuid lijn van de roos evenwijdig loopt met de noord - zuid lijn van de kaart.
- Trek met een potlood een lijn langs de lange zijde van het kompas. Ergens op deze lijn sta je.
- Herhaal de procedure met een tweede herkenningspunt.

4.15 NATUURKUNDEVELDWERK IN EEN GEBIED.

In dit gebied vallen de heuvels op en de snelweg die het gebied doorsnijdt. We meten het verkeerslawaai en bepalen de hoogte van een duin.

OPDRACHT 37.

Het lawaai van het verkeer.

Benodigdheden: geluidsniveaumeter.

Geluid horen we de hele dag en we beseffen nauwelijks meer welke rol het in ons leven vervult. Geluid kan als muziek in de oren klinken, maar vaak is het ook een bron van ergernis. Veel geluiden zijn onaangenaam en ongewenst. Dan noemen we het lawaai.

- We gebruiken de dB(A) schaal omdat we dan zo goed mogelijk de beleving van het menselijk oor bepalen. Kies voor de snelle (F) of langzame (S) registratie. Meet de geluidsterkte in verschillende richtingen. Heeft de wind invloed op je meting?
- Onderzoek of beplanting het geluid absorbeert.
- Ga naar de vluchstrook en meet van dichtbij de geluidsterkte van de auto's. Zijn er verschillen?
- Onderzoek nu hoe de geluidsterkte vermindert als je van de weg verwijderd. Meet om de vijf passen telkens als een auto passeert en middel enkele waarnemingen.
- Zet je waarnemingen in een grafiek.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

We kunnen horen doordat drukvariaties in de lucht ons trommelvlies in beweging brengen. Geluidsoverdracht is een vorm van energietransport. De sterkte van geluid kan worden uitgedrukt in de hoeveelheid energie die per seconde door één m² gaat. In dat geval is de eenheid van geluidsterkte Watt/m². In deze eenheid heeft een forse donderslag een geluidsterkte van 1 en als je rustig met elkaar praat is de sterkte 10⁻⁶. Het zwakste geluid dat je oor nog kan waarnemen heeft een sterkte van 10⁻¹² W/m². Aan deze getallen zie je dat ons oor gevoelig is voor een enorm bereik in geluidsterkte. Om met handiger getallen te werken is een andere eenheid bedacht: de decibel. Het nulpunt van de schaal ligt bij 10⁻¹² W/m². Als de geluidsterkte 10⁻¹¹ W/m² is zeggen we dat het geluid een sterkte heeft van 10 dB, een energie van 10⁻¹⁰ W/m² correspondeert met een sterkte van 20 dB. Een toename van 10 dB ervaren wij als een twee maal zo sterk geluid. De kleinste geluidsverandering die we kunnen horen is ongeveer 3 dB. In landelijke gebieden meet je een geluidsterkte van ongeveer 40 dB. Een sterkte van 130 dB is zeer onaangenaam en doet pijn aan je oren. Bij de waardering van geluid is de geluidsterkte een belangrijke factor, maar lawaai is niet per definitie een hard geluid. Bezoekers van een autorace klinkt de enorme herrie als muziek, terwijl de kras in een grammofoonplaat mateloos kan irriteren. De dB(A)-schaal is zo gemaakt dat met de gevoeligheid van het menselijk oor rekening is gehouden.

OPDRACHT 38.

De hoogte van een heuvel.

Om de hoogte van een object te kunnen bepalen moeten we twee metingen doen. Eerst meten we de hoek waaronder we de top van de duin zien en vervolgens meten we de afstand. De hoekmeter is beschreven in opdracht 28.

- Kijk langs de bovenzijde van de hoekmeter naar D, de top van de duin en laat je compagnon aflezen waar het schietlood de lijn BC snijdt.
- Vanuit twee posities P_1 en P_2 meten we de richting waarin we D zien ten opzichte van een veel verder weg gelegen baken. Als baken gebruiken we de TV toren van de NOS.

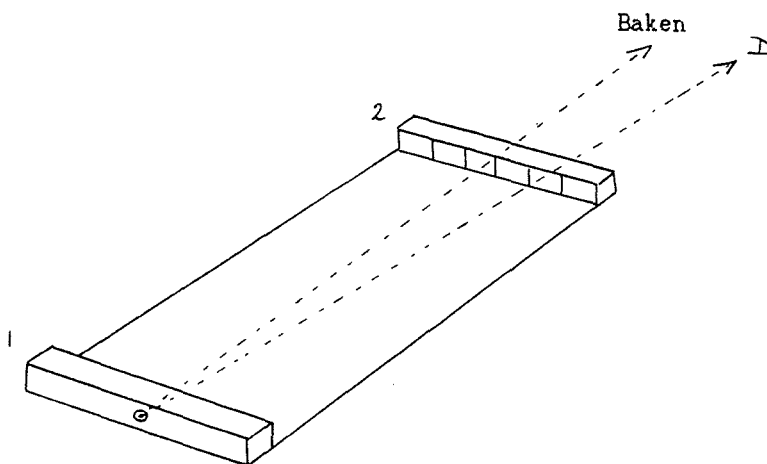
Kijk door het gaatje en richt het instrument zodat het baken boven het midden M van de schaalverdeling staat. Lees dan af waar je de bank ziet die op de duin staat. Dit is S_1 op de schaalverdeling.

- Nu ga je een tweede meting doen. Loop een twintigtal meters onder een rechte hoek met de richting naar het baken. Richt het midden van de schaalverdeling weer op het baken en lees de nieuwe positie van D af, dit is S_2 .

In figuur 23 is de situatie getekend. We zien dat de driehoeken $P_1D P_2$ en $S_1P_2S_2$ gelijkvormig zijn en daarmee is de afstand P_1D te berekenen.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

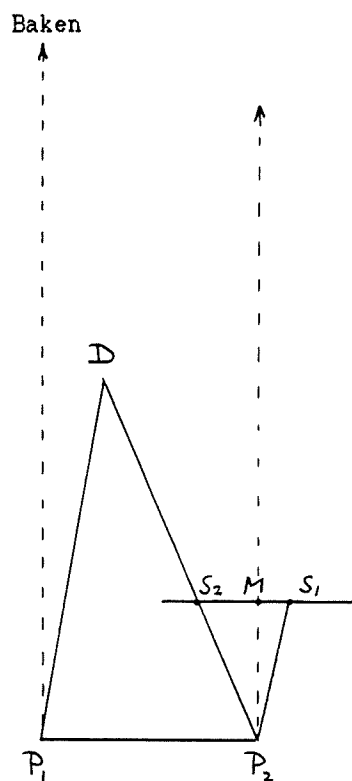
De afstandsmeter is eenvoudig zelf te maken. Timmer aan de achterkant van de hoekmeter (fig. 18) langs de korte zijden latjes zoals in figuur 22.



Figuur 22. De afstandsmeter.

In het midden van latje 1 zit een klein gaatje waar je doorheen kunt kijken. Op de binnenzijde van latje 2 maak je een schaalverdeling in mm. Voor leerlingen is dit experiment goed te doen als je een tabel maakt waarin ze, zonder dat ze de berekeningen zelf maken, de hoogte kunnen aflezen. Dit is mogelijk als je bedenkt dat P_2S_1 in goede benadering gelijk is aan de afstand tussen de latjes en dus konstant is en als je bovendien de basislijn altijd dezelfde lengte geeft. Er blijven dan twee variabelen over.

Deze methode van afstandsmeting wordt in de sterrenkunde de parallax methode genoemd.



Figuur 23. Vanuit P_1 en P_2 kijken we naar een duintop D en een veel verder weg liggend baken.

5. VELDWERK BIJ WESTERBORK.

5.1 Het veldwerkgebied.

Het veldwerkgebied ligt ten zuiden van het dorp Westerbork in de directe omgeving van het gehucht Eursinge, zie figuur 24. Dit gebied is onderdeel van het Drents plateau op een hoogte van 14 tot 18 meter boven NAP. Het plateau bestaat vooral uit zand. In het oosten wordt het begrensd door het Hunzedal en in het zuiden door de Overijsselse Vecht. Het plateau wordt van nature ontwaterd door enkele sterk kronkelende beken, waardoor het werd versneden in een groot aantal vlakke heuvels. De afwatering was sterk wisselend en de grotere beken veroorzaakten overstromingsvlakten waarin zich veen vormde.

5.2 De fysiografie.

Geologisch wordt het gebied aangeduid als een 'dekzand op grondmorene landschap'. De grondmorene ontstond 200 000 jaar geleden tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien. De ijsmassa nam keien, grind, zand en slib mee. Door de geweldige druk van de dikke ijslaag werd het materiaal samengeperst en meegevoerd. Na terugtrekken van de gletsjer blijft een mengsel van zand, keien en leem achter. Dit is het keileem.

Het dekzand is in de laatste ijstijd, het Weichselien afgezet. Dit glaciaal begon 70 000 jaar geleden. Zie ook 4.2

Geomorfologisch wordt dit deel van Drenthe omschreven als 'grondmorene al dan niet met welvingen, bedekt met zwak golvend dekzand' afgewisseld met 'ondiepe dalen' en 'dalvormige laagten'.

De bodem bestaat uit podzolgronden op de hogere delen en beekerdgronden in de lager gelegen gebieden. Podzolen worden steeds gekenmerkt door een ijzer-humus inspoelingslaag, de B2 horizont. Veelal treffen we een cultuurdek aan met een dikte van 30 tot 50 cm, dat ontstond door opbrengen van heideplaggen en mest. Op droge gronden noemen we dit looppodzolen en op natte gronden laarpodzolen. Zonder cultuurdek worden de natte gronden veldpodzolen genoemd en de droge gronden haarpodzolen. Vaak wordt op 40 tot 120 cm diepte keileem aangetroffen.

Beekeerdgronden zijn gevormd in kalkloos leemig fijn zand en ze worden gekenmerkt door een humushoudende bovenlaag, de A1-horizont. Hieronder is geen bodemprofielontwikkeling herkenbaar. De A1 ontstaat door overstroming van beekmateriaal of uit resten van vroegere veengroei.

5.3 De invloed van de mens.

Karakteristiek voor het landschap van het Drents plateau zijn de essen, de hooggelegen akkerbouwgronden, met een geconcentreerde bewoning in dorpen en gehuchten en laaggelegen graslanden in de stroomdalen. Tussen deze elementen liggen de vroegere heidevelden, die nu voor het grootste deel zijn omgezet in oude en jonge ontginningen. In de ontginnings- en bewoningsgeschiedenis onderscheiden we drie fasen.

- De prehistorie

In de IJzertijd, van 700 vChr. tot het begin van onze jaartelling, werden akker complexen met vierkante percelen bouwland aangelegd. Deze celtic fields of raatakkers waren omgeven door walletjes van 25 tot 75 cm hoogte. Thans zijn ze nauwelijks terug

te vinden. Door het droger worden van het klimaat werd de akkerbouw bemoeilijkt en er kwamen zandverstuivingen voor. Veel bewoners verlieten het gebied en trokken naar de Groningse en Friese kwelders. Vanaf 260 nChr. nam de bevolking weer toe.

- **De Middeleeuwen.**

Kenmerkend is de ontwikkeling van escomplexen. Een es bestond uit een aantal blokken, verdeeld in smalle percelen zonder duidelijke onderlinge afscheiding. De richting van de percelen verschilde per blok. De essen werden aangelegd op de meest geschikte gronden. Dit waren de wat hoger gelegen lemige zandgronden met keileem op een diepte van 40 tot 120 cm. De essen waren omgeven door een beplante wal om het vee en wild te weren. De eswal komt als toponiem bij Eursinge voor in de naam 'walakkers'.

Voor de bemesting werden verschillende systemen ontwikkeld. Een drieslagstelsel met braakligging waarop gemengde bedrijven met het accent op veeteelt. Na 1200 werd het potstalsysteem belangrijk. De akkers werden bemest met schapenmest en heideplaggen en vooral gebruikt voor roggebouw. Voor de schapenhouderij en het plaggensteken was een groot oppervlak heide nodig. De verhouding bouwland : grasland : heide was vermoedelijk 1 : 2 : 7. Door te sterk af te plaggen ontstonden plaatselijk zandverstuivingen.

- **Na de Middeleeuwen.**

Door het potstalsysteem werden de essen verder opgehoogd, dit gold vooral voor de armere gronden. De ophoging zegt dus niets over de ouderdom van de es. De belangrijkste akkerbouwprodukten waren: rogge, haver, gerst, vlas, koolzaad, boekweit en aardappelen. In 1810 werd slechts een tiende deel van het landbouwareaal voor de aardappelteelt gebruikt. Vanaf 1900 wordt kunstmest gebruikt, waardoor de heideontginning tot ontwikkeling komt. Het bosareaal werd door het Staatsbosbeheer uitgebreid.

Op de essen verdwenen talrijke percelen door ruilverkaveling, beken werden gekanaliseerd en veel bouwland werd omgezet in grasland. Door de schaalvergroting treedt specialisatie op. Dit blijkt onder meer uit de onderlinge ruil van grond tussen akkerbouwers en veehouders, waarbij de laatste gescheurd grasland aanbieden voor akkerbouw terwijl akkers met gras worden ingezaaid. Ook de intensieve veehouderij is aanwezig met zichtbare elementen als maisakkers, aangepaste bedrijfsgebouwen en uitrijden van mest.

5.4 VELDWERK LANGS EEN LIJN.

De topografische kaarten waarop het veldwerktraject gevolgd wordt geven algemene informatie over het gebied in 1850 en in 1980. Deze soort kaartinformatie heeft vooral betrekking op hoogteligging, grondgebruik, kavelvorm en kavelgrootte, ligging van nederzettingen, wegenpatroon en afwatering. Door de kaarten met elkaar te vergelijken krijgt men een indruk van de veranderingsprocessen die in de laatste 100 jaar in dit landschap plaatsvonden. Vooral de uitbreiding van Westerbork en het verdwijnen van de heide vallen direct op. Een nieuwe rechthoekige verkaveling is voor de heide in de plaats gekomen, de zogeheten jonge ontginningen.

Als hulpmiddel bij de opdrachten worden de volgende kaarten gebruikt:

- a) de topografische kaart 1:25.000 kaartblad Beilen ca.1980.
uitvergroting, zie figuur 24 en
- b) de topografische kaart 1:25.000 kaartblad Beilen ca.1850.
uitvergroting, zie figuur 25

OPDRACHT 39.

De topografie.

Zie figuur 24

- Geef op de kaart nauwkeurig aan waar je staat.
- Op welke hoogte ligt het waarnemingspunt?
- Welk grondgebruik wordt hier aangegeven?
- Kleur het grondgebruik in volgens de aangegeven legenda.

Zie figuur 25

- Geef op de kaart aan waar je staat.
- Welk grondgebruik wordt hier aangegeven?

OPDRACHT 40.

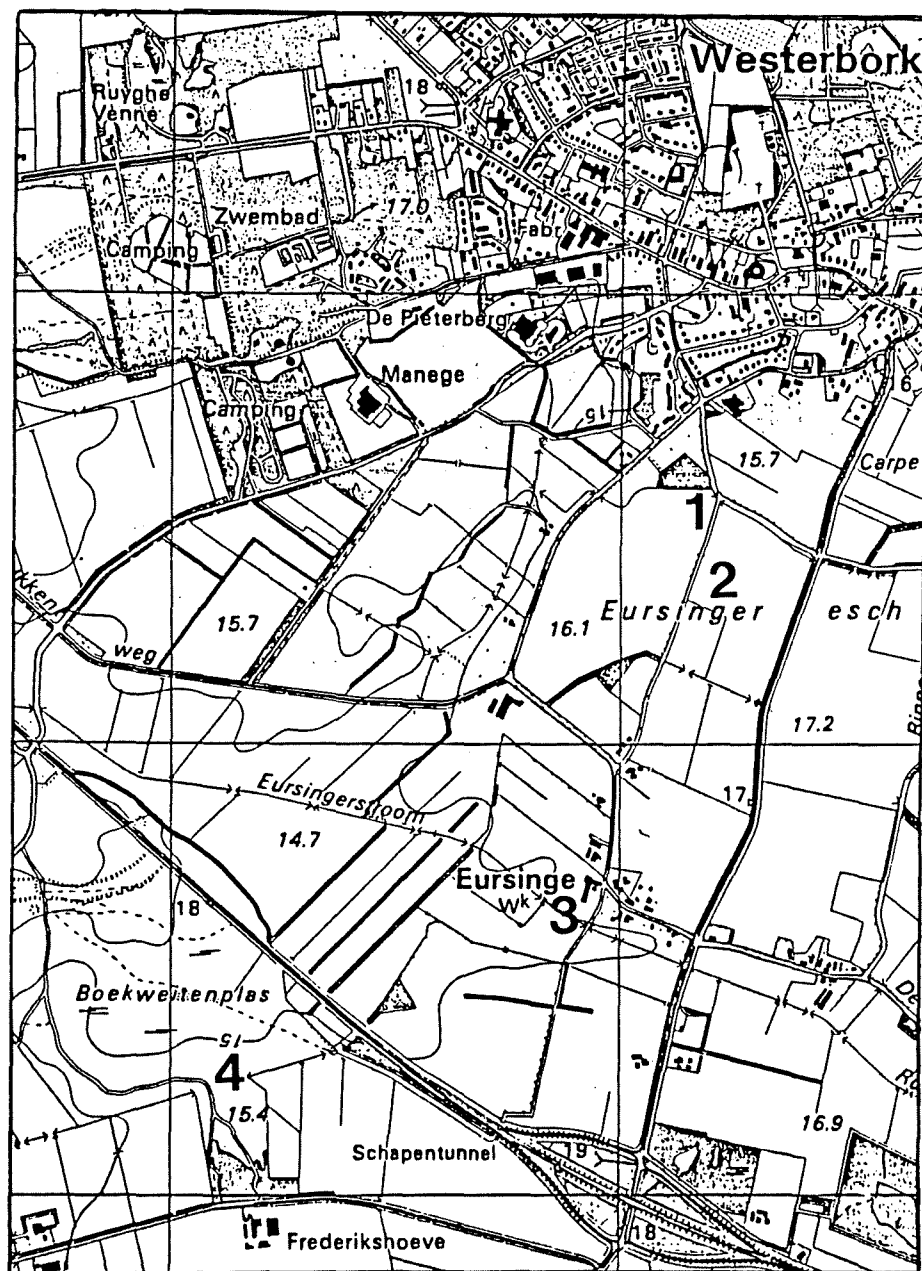
De grondsoort.

Benodigdheden: grondboor, zandlineaal.

- Zet een boring tot ca.1.20m diepte. Noteer de veranderingen in het minerale materiaal (dus niet het organische materiaal) met de diepte. Maak daarbij een onderscheid in:
 - zand
 - lemig zand
 - zandige leem
 - lemige klei
 - leem met steentjes
 - klei

Formuleer zelf de criteria.

- Indien zand wordt gevonden droog dit dan door het op de hand te wrijven en vergelijk vervolgens de korrelgrootte met die van een zandlineaal.
- Bespreek de mogelijke herkomst van de aangeboorde afzettingen.



Legenda grondgebruik:

weiland	-	lichtgroen	heide	-	paars
bouwland	-	bruin			
bos/houtwal	-	donkergroen			

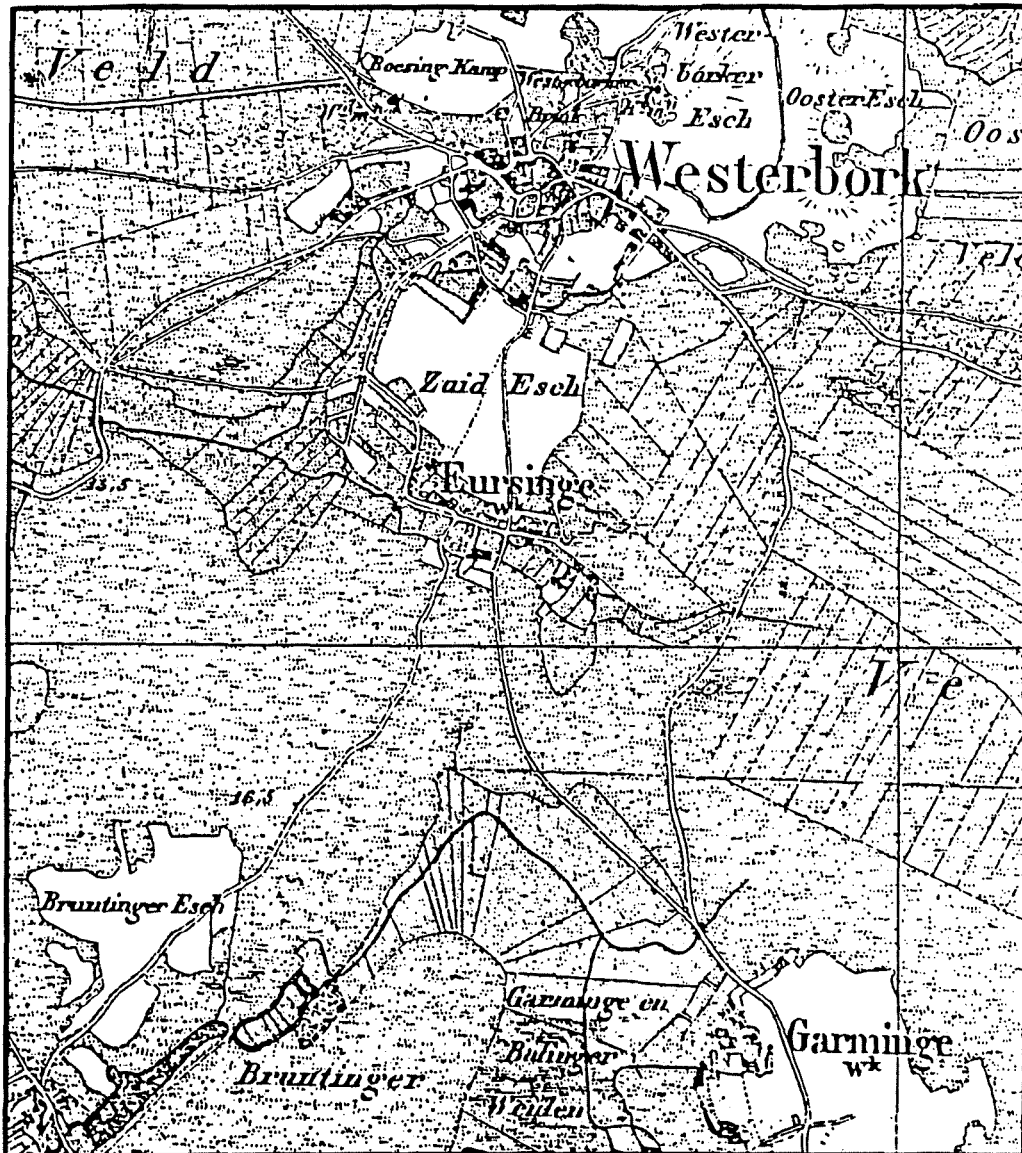
Figuur 24. Vergroting topografische kaart Westerbork-Eursinge,

kaartblad Beilen, kaart 500 m uitgave 1980.

Vierkantennet van 1 km².

Exкурсiepunten: 1 Rand Eursinger esch. 2 Eursinger esch.
3. Het madeland. 4. Het veld.

- veld = heide
 es = bij de oude dorpen behorende akkerbouwcomplexen
 kamp = omwalde akker buiten de es
 Eursinge = over-essinge: gehucht aan de overzijde van de es bij Westerbork.



1000 m

Figuur 25. Topografische kaart Westerbork-Eursinge van 1850.

ACHTERGRONDINFORMATIE

De spreiding van de grondsoorten in Drente staat in relatie met de terreinvormen. Ruwweg kan de volgende tweedeling worden gemaakt:

- op de hogere delen: dekzanden, stuifzanden, verspreid liggende zwerfstenen en plaatselijk in de ondergrond, op wisselende diepte, keileem,
- in de beekdalen: zand, klei, afgezet als gevolg van beekbezinking en op sommige plaatsen veenresten.

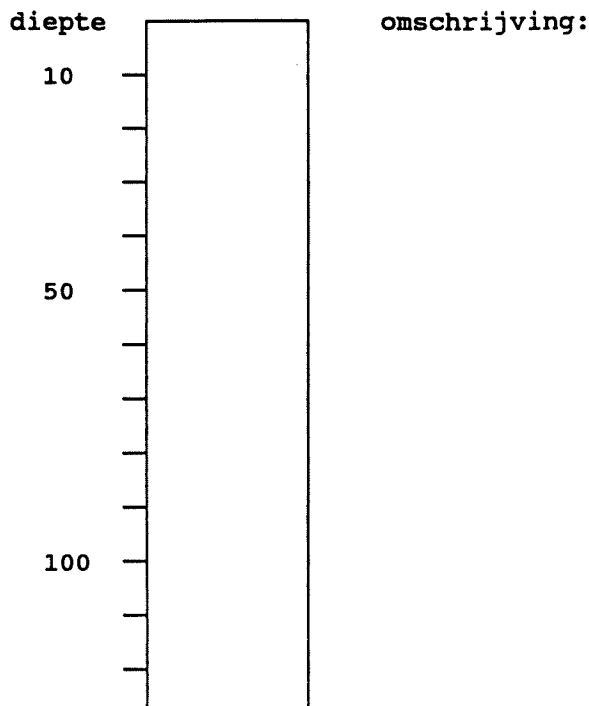


De grondboring (Opdracht 40)

OPDRACHT 41.

De bodem.

- Zet een boring tot een diepte van ca. 1.20 m.
- Beschrijf het materiaal volgens de profielbeschrijving van figuur 3 en teken onderstaand profiel (figuur 26) in.
- Bespreek door welke bodemvormende processen en onder invloed van welke bodembepalende factoren het aangeboorde profiel kan worden verklaard.



Figuur 26. Profielbeschrijving

ACHTERGRONDINFORMATIE

Gekoppeld aan de grondsoorten komen in Drente drie bodemtypen voor.

- Podzolgronden in de hogere zandgebieden.
Dit zijn minerale gronden met een duidelijke B-horizont die is ontstaan door inspoeling van humus en ijzerverbindingen vanuit de bovenliggende humushoudende A-horizont.
- Eerdgronden op de hoogliggende akkers en in beekdalen.
Dit zijn minerale gronden met een humusrijke A-horizont die in de beekdalen op natuurlijke wijze is ontstaan. Op de hooggelegen akkers is deze humusrijke A-horizont ontstaan door menselijke invloed zoals plaggenbemesting.
- Veengronden in de beekdalen of op bijzondere, hoger gelegen lokaties. Deze gronden bestaan tussen 0 en 80 cm voor meer dan de helft van de dikte uit veenachtig materiaal.

OPDRACHT 42.

Het grondwater.

- Stel zo mogelijk tijdens de grondboring de diepte vast van het grondwaterniveau.
Dit is het niveau van het water in het boorgat.
- In welke richting stroomt het grondwater?
- Wisselt het waterniveau in de loop van het jaar?

- Wat is de ondoorlatende laag waarover het water stroomt?

ACHTERGRONDINFORMATIE

In het algemeen geldt dat het grondwater het reliëf min of meer volgt. Rivieren, beken en stroompjes worden door het grondwater gevoed. Een ondoorlatende laag in de ondergrond zorgt daarbij voor de begrenzing naar de diepte. Het water zal dan een uitweg zoeken met als uiteindelijk doel het zeeniveau. In Drente speelt de keileem een belangrijke rol als ondoorlatende laag in de ondergrond. Door het doen van een grondboring, het vaststellen van water in het boorgat en het aflezen van de terreinhoogte uit de topografische kaart kan de diepte van het grondwater worden geschat. Is een peilschaal aanwezig dan kan van daaruit het grondwaterniveau vrij nauwkeurig worden vastgesteld.

OPDRACHT 43.

Waterorganismen.

Benodigdheden:

Net of zeef aan een steel.

Platte plastic bak.

Pincet met fijne punten.

Horlogeglas.

Loep 6-10 x vergrotend.

Flesjes met 80% alcohol of water.

- Beweeg de zeef door het water, langs de waterplanten en over de bodem.
- Spoel zoveel mogelijk de modder eruit.
- Leeg de zeef met wat water in de platte bak.
- Breng de organismen in een flesje of een horlogeglas.
- Gebruik de determineersleutel (bijlage 19 1n 20) en een loep om de hoofdgroep vast te stellen en noteer de aantallen in de tabel van bijlage 18.
- Maak een voorlopige kwaliteitsbepaling van het water.
- Vergelijk later op de dag de gegevens met die van lokatie 3 (zie figuur 24) en met de chemische bepalingen van het water.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Naast chemische bepalingen worden planten en dieren in toenemende mate gebruikt om de kwaliteit van water te bepalen. Bepaalde diersoorten zoals watervlooien geven zelfs al sneller een reactie te zien bij vergiftiging van het water dan bij de meest gevoelige chemische techniek. Naast het al dan niet voorkomen van giftige stoffen wordt de kwaliteit van ons oppervlaktewater vooral bepaald door de mate waarin meststoffen erin terecht komen (eutrofiëring). In ons geval proberen we de kwaliteit van de gekanaliseerde beek vast te stellen door te kijken naar de voorkomende diersoorten. De ene diersoort is minder gevoelig voor veranderingen in het water dan de andere. Zo mag het water van slakken niet te sterk zijn vervuild, mag het niet te snel stromen, moet het kalk bevatten en mag de pH niet te laag zijn.

Ruwweg kan over de kwaliteit van water het volgende worden gesteld: Slechte kwaliteit: Weinig diersoorten met zeer veel exemplaren. Goede kwaliteit: Veel diersoorten met veel exemplaren. Bij onze waarneming letten we in dit geval alleen op wat grotere diersoorten, de zogenaande macrofauna en bepalen hiervan de hoofd- groepen. We maken gebruik van een determinatiesleutel, zie bijlage 19 en bijlage 20. Voor het verder op naam brengen van diersoorten zie Blokdijk en van der Sluiszen.



Water uit de beek wordt onderzocht op de aanwezigheid van waterorganismen.(opdracht 43)

OPDRACHT 44. Bermplanten.

Benodigheden:

4 tentharingen

2 dikke touwen, om de 30 cm voorzien van een merkteken
een dun touw

- Sla aan de rand van de akker op 1 meter van elkaar 2 tentharingen in de grond en doe hetzelfde aan de rand van de weg.
- Bevestig de dikke touwen aan de tentharingen.
- Span dun touw op de merktekens tussen de dikke touwen, zodat rechthoeken ontstaan van 30 bij 100 cm.
- Bepaal m.b.v. het soortenoverzicht van bijlage 21 welke planten per rechthoek voorkomen (noteren in de tabel van bijlage 22).
- Schat met welk percentage een bepaalde plantensoort de bodem van de rechthoek bedekt (noteren in tabel).
- Bereken de bedekkingsgraad van de plantensoorten van de hele sector en noteer die in de tabel.
- Vergelijk later de resultaten met de overige gegevens.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Het voorkomen van bepaalde plantensoorten in een gebied wordt in belangrijke mate bepaald door de samenstelling van de bodem. Hiernaast spelen ook andere factoren mee, zoals de mate van betreding. We zullen een indruk proberen te krijgen van de plantensoorten die graag groeien op de grens van akker en weg. Het ligt voor de hand dat we hier te maken hebben met een sterk voedselrijke bodem als gevolg van de bemesting van de akker. We kijken zowel naar het aantal soorten (1) als naar de relatieve dichtheid ervan (2).

1. Het aantal soorten.

Het vaststellen van de naam van een bepaalde plantensoort met een flora is vaak een lastige klus en vergt doorzettingsvermogen en een zekere kennis. Om dit probleem enigszins te omzeilen kunnen we voor schoolgebruik vaak beter een eigen tabel maken. Zo'n locale tabel bevat uitsluitend planten die op een bepaalde plaats in een zekere tijd voorkomen. In ons geval maken we gebruik van een overzichtslijst die door simpel kopiëren is gemaakt. Tal van variaties zijn denkbaar en voor het zelf maken van tabellen is een handleiding toegevoegd, zie bijlage 23 en bijlage 24.

2. De relatieve dichtheid.

Voor de bepaling van de relatieve dichtheid van planten in een bepaald gebied staat een aantal methoden ter beschikking. Wij bepalen op dit punt de dichtheid per soort door de bedekkingsgraad te schatten in een strook van de berm, lopend van de akker tot de weg.

OPDRACHT 45.

De heidevegetatie.

Benodigdheden:

4 tentharingen

4 latten van 1 meter waarop om de 33 cm een spijker zit en met gaten in de uiteinden een dun touw

- Leg de latten in een vierkant en bevestig ze op de bodem met de tentharingen.
- Span het touw over de spijkers zodat vierkantjes van 33 cm ontstaan.
- Bepaal m.b.v. het soortenoverzicht van bijlage 25 welke planten per vierkant voorkomen en noteer ze in de tabel van bijlage 22.
- Schat met welk percentage een bepaald plantensoort de bodem van een vierkant bedekt en noteer dit ook in de tabel.
- Bereken de bedekkingsgraad van de plantensoorten voor de gehele vierkante meter en noteer die in de tabel.
- Vergelijk de resultaten met de overige gegevens met name die van de chemische bepalingen van de bodem.

ACHTERGRONDINFORMATIE

In vroeger tijden kwamen in het gebied waar we ons bevinden uitgebreide heidevelden voor. De heide waarop we nu staan is een restant hiervan dat ook zou verdwijnen wanneer geen beheersmaatregelen zouden worden getroffen. In het verleden hadden de heidevelden een functie bij de akkerbouw doordat de akkers met heideplaggen, vermengd met schapenmest werden bemest. Door het afplaggen van de heide en de beweiding ervan door de schapen bleef de heide in het verleden als zodanig intact. Na de opkomst van de kunstmest is dit systeem verloren gegaan en zal de heide wanneer geen beheersmaatregelen worden getroffen in een successiereeks overgaan in een bos met hoofdzakelijk berken. Het beheer van heidevelden bestaat doorgaans uit een combinatie van de volgende maatregelen:

1. Machinaal afplaggen.
2. Afbranden.
3. Beweiding door schapen.
4. Kappen van opschietende bomen en struiken.

Op de heide komt meestal een beperkt aantal kenmerkende plantensoorten voor, die over het algemeen elders niet voorkomen. We bepalen van een deel van de heide de soorten en stellen vast welk percentage ervan relatief aanwezig is in een bepaald gebied. Lees voor de methodiek eerst "Bermplanten".

OPDRACHT 46.

De zuurgraad van de grond.

Deze wordt bepaald volgens Hellige.

Benodigheden: Hellige pH-testkit.

- Breng een spatelpunt van het te onderzoeken grondmonster in het schaaltje en voeg 1 pipetje indicatoroplossing toe.
- Roer het mengsel om en laat de vaste stof even bezinken.
- Laat de gekleurde vloeistof vervolgens voorzichtig in het gleufje stromen.
- Vergelijk de kleur met die van de pH-schaal.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Karakteristiek voor de bodem in het gebied is de voedselarme zandgrond. Bepaling van de zuurgraad van de zandgrond geeft inzicht in de mate van verzuring. De achtergrondinformatie bij dit onderdeel is gegeven achter opdracht 12.

Tijdens deze veldwerkopdracht wordt de pH van een bodemonmonster bepaald met behulp van een Hellige testkit. Door de verkleuring van een indicatoroplossing wordt een indruk verkregen van de zuurgraad van het onderzochte monster.

OPDRACHT 47.

De ammoniumdepositie.

Zie voorschrift in bijlage 3.

Benodigdheden: depositiemeter, filtreerpapier.

- Verwijder het filtreerpapier en plaats het in een schoon plastic of glazen potje. Gebruik plastic handschoenen.
- Voeg 50 ml gedestilleerd water toe.
- Sluit het potje en zwenk de inhoud gedurende drie minuten voorzichtig om.
- Schenk hiervan 20 ml in een reageerbuis en voeg achtereenvolgens toe 5 druppels van oplossing A en 8 druppels van oplossing B. Bij aanwezigheid van NH_4^+ zal de oplossing geelbruin kleuren.
- Vergelijk na ca. 5 minuten de kleur met die van de standaardreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE

In gebieden met intensieve veehouderij vindt uitstoot van ammoniak plaats. De achtergrondinformatie voor dit onderdeel wordt gegeven achter opdracht 13.

OPDRACHT 48.

Het electrisch geleidingsvermogen van water.

Zie voorschrift in bijlage 8.

Benodigdheden: WTW-EG meter.

- Zet de keuzeschakelaar op de bovenkant van het instrument op X en de bereikschakelaar op de ongevoeligste stand (mS/cm).
- Dompel de electrode in de te onderzoeken oplossing. Indien het geleidingsvermogen erg klein is kan de bereikschakelaar naar een gevoeliger stand gedraaid worden. Valt de gemeten waarde buiten het gekozen bereik, dan geeft de meter "1" op zijn display. Schakel in dat geval naar een minder gevoelige stand.

Tabel 3 geeft de standen van de bereikschakelaar met bijbehorende meetbereiken.

tabel 3

stand	meetbereik
1 (mS)	0 - 1999 mS/cm
2	0 - 199.9 mS/cm
3 (μ S)	0 - 1999 μ S/cm
4	0 - 199.9 μ S/cm

- Zet de keuzeschakelaar op de bovenkant van het instrument in de stand "C" en dompel de electrode in het te onderzoeken monster.
- Wacht totdat de waarde op het display stabiel is en lees af.
- Geef het elektrisch geleidingsvermogen op in S/m of in μ S/cm onder vermelding van de temperatuur.

ACHTERGRONDINFORMATIE

De bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen van oppervlaktewater geeft informatie over de totale hoeveelheid ionen die in het water aanwezig is. Zie voor verdere achtergrondinformatie achter opdracht 18.

De electrode van de EG-meter bevat een ingebouwde temperatuurvoeler en een geleidbaarheidscel. Als de meter is aangesloten kan met behulp van een keuzeschakelaar de temperatuur of het elektrisch geleidingsvermogen van een vloeistof worden gemeten.

OPDRACHT 49.

Fosfaat in het oppervlaktewaterwater.

Zie voorschrift in bijlage 5

- Vul de reageerbuis tot aan de markering met het watermonster (20 ml)
- Voeg 10 druppels reagens A toe en meng.
- Voeg 2 druppels reagens B toe en meng.
- Vergelijk na 7 minuten de kleur met die van de bijbehorende standaard kleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Door verrijking van water met plantenvoedingsstoffen wordt de groei van algen en hogere waterplanten gestimuleerd.

Zie voor verdere achtergrondinformatie achter opdracht 16.

De bepaling van fosfaat volgens deze druppelmethode levert alleen het ortho-fosfaatgehalte (HPO_4^{2-}) van het watermonster.

OPDRACHT 50.

Ammonium in het oppervlaktewaterwater.

Zie voorschrift in bijlage 2.

- Vul de reageerbuis tot aan de markering met het watermonster (20 ml)
- Voeg 5 druppels reagens A toe en meng.
- Voeg 8 druppels reagens B toe en meng.
- Vergelijk na 5 minuten de kleur met die van de bijbehorende standaard kleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Figuur 16 toont de sterke afhankelijkheid van het evenwicht $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ van de pH. Het is daarom zinvol om van het onderzochte watermonster ook de pH te bepalen. Voor verdere achtergrondinformatie zie achter opdracht 17.

OPDRACHT 51.

Nitraat in de bodem.

Zie voorschrift in bijlage 6.

Benodigdheden: Visocolor Nitrat 100 testkit.

- Neem een afgestreken maatlepel grond en breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml.
- Voeg 50 ml gedestilleerd water toe.
- Schud gedurende 3 minuten.
- Neem een halve maatlepel koolstofpoeder en breng dit over in een trechter met vouwfilter.
- Filtreer het mengsel af in het maatglasje met kleurenschaal.
- Voeg 5 druppels reagens 1 toe.
- Voeg een spatelpunt reagens 2 toe (lost niet op maar bezinkt)
- Schud gedurende 40 seconden en wacht vervolgens 10 minuten.
- Voeg achtereenvolgens toe 15 druppels reagens 3 en 15 druppels reagens 4.
- Na 10 minuten wordt de kleur vergeleken met de kleurenschaal.

OPDRACHT 52.

Fosfaat in de bodem.

Zie voorschrift in bijlage 5.

- Neem een afgestreken maatlepel van de grond.
- Breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml.
- Voeg 50 ml lactaatoplossing toe en schud gedurende 3 minuten.

- Neem een halve maatlepel koolstofpoeder en breng dit over in een trechter met vouwfilter.
- Filtreer het mengsel af in een reageerbuis tot aan de maatstreep (20 ml)
- Voeg toe 10 druppels reagens A en meng.
- Voeg toe 2 druppels reagens B en meng.
- Vergelijk na 5 minuten de kleur met die van de standaardkleurenreeks.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Het testen van bodemmonsters op de aanwezigheid van stikstof (N), fosfor (P), kalium (K) en op de zuurgraad (pH) geeft inzicht in de voedselrijkdom van de grond. Stikstof bevordert voornamelijk de bladgroei van planten en bomen, fosfor is een belangrijk element voor de wortelgroei en kalium zorgt voor een goede bloesem- en vruchtontwikkeling. Een lage zuurgraad is, zoals eerder besproken, funest voor planten en bomen, omdat voedingsstoffen kunnen uitspoelen en er kans bestaat op vergiftiging van het wortelstelsel. Een eenvoudige manier om P, N, K en de pH van een bodemmonster te bepalen is het gebruik van de Rapitest bodemkit. De bepaling van stikstof en fosfor wordt tijdens dit veldwerk uitgevoerd met resp. de Visocolor test en een druppelmethode (zie ook fosfaat in oppervlaktewater).

Verdere achtergrondinformatie wordt gegeven achter de opdrachten 21 en 22.

OPDRACHT 53.

IJzer in oppervlaktewater en slib.

Zie voorschrift in bijlage 7.

- Breng een laagje van het slibmonster over in een reageerbuis.
- Voeg achtereenvolgens toe: 10 druppels zoutzuur (let op 25%) en 20 ml gedestilleerd water.
- Sluit de buis af met een rubberstop en schud gedurende 2 minuten krachtig.
- Filtreer de oplossing af in een schone reageerbuis over een vouwfilter waarin een halve maatlepel koolstofpoeder is gebracht.
- Voeg 10 druppels KSCN reagens toe.
- Breng van het watermonster 20 ml over in een reageerbuis en voeg 10 druppels zoutzuur toe.
- Sluit de buis af en schud gedurende 2 minuten krachtig.
- Voeg vervolgens 10 druppels KSCN reagens toe.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Wateroplosbare ijzerverbindingen komen, afhankelijk van de geologische gesteldheid, in veel beken en kwelwateren voor, meestal in de vorm van ijzerwaterstofcarbonaat. Hoewel ijzer tot een van de meest verbreide elementen op aarde behoort, is de concentratie van ijzer in oppervlaktewater meestal zeer gering. Oorzaak hiervan is de slechte oplosbaarheid van ijzerverbindingen. Door bacteriële reductieprocessen in de ondergrond en in diep grondwater lost slecht oplosbaar Fe^{3+} op uit gesteenten en sediment; daarbij ontstaat oplosbaar Fe^{2+} . In oppervlaktewater zal door luchtoxidatie colloïdaal Fe^{3+} ontstaan (geelbruin), waarna vervolgens slecht oplosbaar ijzerhydroxiden neerslaan. In stilstaand

water is ijzer vaak te herkennen aan een olie-achtige glanzende laag aan het wateroppervlak of als een roodbruine tot okerkleurige laag op de bodem.

Er is nog een tweede oorzaak voor de aanwezigheid van ijzer in kwelwater. Door verwerking wordt uit ijzerhoudend gesteente ijzer vrijgemaakt. Wanneer zich op de zandgrond vegetatie ontwikkelt, dan wordt dit proces door het voorkomen van humuszuren versneld. Met de neerslag worden ijzer en humus meegevoerd (uitgespoeld) en dieper in de bodem weer afgezet. Op den duur zal het ijzer door regenwater uit de inspoelingshorizont worden meegevoerd naar het grondwater. Onder aan de hoger gelegen zandgronden komt hierdoor ijzerrijk kwelwater voor.

De analyse van ijzer in een slibmonster berust op het deels in oplossing brengen van neergeslagen ijzer(III)hydroxiden door toevoegen van zoutzuur. Vervolgens wordt met een reagens Fe^{3+} kwalitatief aangetoond. Naast het onderzoek van ijzer in een slibmonster is het nuttig om tevens fosfaat kwalitatief aan te tonen. Dit geeft inzicht in de latente aanwezigheid van fosfaat in het ecosysteem. IJzer(III)hydroxide is namelijk in staat grote hoeveelheden fosfaat te adsorberen en daarmee te onttrekken aan het oppervlaktewater.

OPDRACHT 54.

IJzer in een podzol.

Zie voorschrift in bijlage 7.

In het bodemprofiel van een podzol wordt het ijzergehalte van de ijzerrijke inspoelingshorizont bepaald.

- Breng een spatelpunt van het bodemmonster over in een reageerbuis.
- Voeg achtereenvolgens toe: 10 druppels zoutzuur (let op 25%) en 20 ml gedestilleerd water.
- Sluit de buis af met een rubberstop en schudt gedurende 2 minuten krachtig.
- Filtreer de oplossing af in een schone reageerbuis over een vouwfilter waarin een halve maatlepel koolstofpoeder is gebracht.
- Voeg 10 druppels KSCN reagens toe en vergelijk de ontstane kleur met die van andere bodemonsters.

ACHTERGRONDINFORMATIE.

Door het monster te schudden met zoutzuur in water wordt een deel van het in de bodem aanwezige ijzer in oplossing gebracht.

Verdere achtergrondinformatie wordt gegeven achter opdracht 19.

OPDRACHT 55.

Een kruispeiling.

als opdracht 36.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Wanneer je in het bezit bent van een kaart en een kompas kun je met een kruispeiling bepalen waar je bent. Het idee achter deze methode is dat de naald van het kompas de richting naar het noorden vastlegt en ten opzichte van deze richting meet je onder welke hoek je een ver verwijderd object ziet. Het is noodzakelijk dat je minstens twee punten herkent die ook op de kaart staan aangegeven.

OPDRACHT 56.

Metten van geluid.

als opdracht 37.

OPDRACHT 57.

De temperatuur in de bodem.

- Zoek enkele verschillende plaatsen, hoog en laag, zon en schaduw. Bepaal de temperatuur van de bodem als functie van de diepte.
- Zet je waarnemingen in een grafiek.
- Vergelijk de grafieken.



Temperatuurmeting van de bodem (opdracht 57)

ACHTERGRONDINFORMATIE

Overdag wordt de grond verwarmd, terwijl hij 's nachts weer afkoelt. De temperatuurveranderingen zijn in de allerbovenste laag goed waar te nemen, maar op enige diepte blijkt de temperatuur veel minder te variëren. Minnaert (1975) beschrijft hoe je het onderzoek kunt doen.

Om te onderzoeken, wat er in de grond gebeurt met de warmte die hij van de zon heeft gekregen, gaan we de temperaturen meten op allerlei dieptes gedurende het etmaal. Mag ik u vertellen, hoe ik er op uit trok om deze meting uit te voeren op de ochtend van 6 september 1941? Ik had geen andere hulpmiddelen meegenomen dan mijn eenvoudige staafthermometer, die van -10°C tot $+110^{\circ}\text{C}$ aanwijst; hij werd in zijn huls geschoven, en de huls veiligheidshalve nog in een stukje kartonnen koker zoals men voor het verzenden van tekeningen gebruikt. Fietsende door de hei bij Bithoven vond ik een geschikt, hoog zandterreintje met geheel vrij uitzicht, omgeven door door bosjes denne- en berkenbomen, een heerlijk plekje om rustig aan het werk te gaan. De lucht stralend blauw en gouden zonneschijn. - De thermometer werd vooreerst op het zandoppervlak gelegd, en afgelezen als de temperatuur niet meer steeg; dan verschoven naar enige naburige punten, telkens zorgend dat het kwikcylindertje onderaan bijna geheel met zand bedekt was. De hoogste temperatuur werd beschouwd als die van het oppervlak. - Nu werd de thermometer vertikaal in het zand gezet, 3 cm diep (het zandoppervlak kwam toevallig overeen met schaaldeel 0°); binnen de 2 min was de temperatuur die het instrument aanwees voldoende constant geworden en kon opgetekend worden. Dan bij 4.5 cm (oppervlak overeenkomend met schaaldeel $+10^{\circ}$). Dan bij 6 cm. Nu deed zich het bezwaar voor, dat de thermometer te diep kwam en dat de temperatuur niet meer afgelezen kon worden; door echter het zand bij het oppervlak wat weg te halen, kon hieraan tegemoetgekomen worden; hierdoor werd tevens bereikt, dat de thermometer gemakkelijk naar de volgende stand bij 7.5 cm gedrukt kon worden. Ik groef dus een kuiltje om de thermometer, dat telkens wat dieper werd, zodat de thermometer nooit meer dan een 5-tal cm in het zand zat en dat alle gevaar van breken bij voorzichtig dieper duwen vermeden was. Om bij het aflezen niet te schuin op de thermometerbuis te moeten kijken, werd aan de ene zijde van het kuiltje nog een helling uitgegraven. Beneden 10 cm schoof ik telkens 3 cm dieper (inplaats van 1.5 cm), daar de temperatuur daar zoveel langzamer verandert. Bij 25 cm zat de thermometer over zijn gehele lengte in de grond. De gehele reeks metingen had ongeveer een kwartier geduurd. Tenslotte werd de gemaakte proefkuil weer met zand gevuld.

Het was nu slechts zaak, op bepaalde tijdstippen van de dag een dergelijke reeks metingen te herhalen. Natuurlijk werd telkens een ander punt voor het graven gekozen, op een afstand van wel 1 meter van de vorige; dankzij de slechte warmtegeleiding in de grond hoeven we dan voor onderlinge storingen zeker niet te vrezen. De simpele, hierboven beschreven meettechniek werkte voortreffelijk; en noch de spanning noch de romantiek ontbraken! De spanning namelijk, of het weder konstant helder en zonnig zou blijven - het lukte, het was 24 uur lang mooi, op enkele cirrusluiers na en een weinig wind af en toe. En de romantiek, bij het uitvoeren van de nachtelijke aflezingen, in het licht van een zaklantaarn terwijl de maan zo vol en schoon over de heide scheen; of bij de ochtendwaarneming, even na zonsopgang.

Niet alleen verkreeg ik een prachtige reeks metingen, maar ik bewaar ook een onvergetelijke herinnering aan deze vier-en-twintig uur open lucht, aan de heide bij alle wisselende belichtingen en stemmingen van dag en nacht.

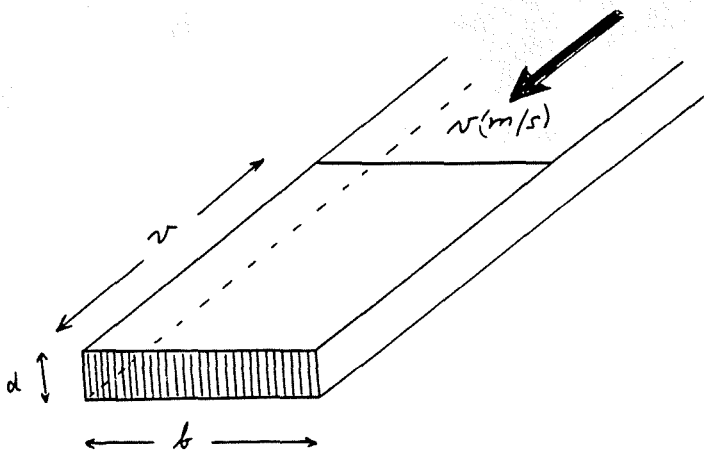
Het is tijdens dit veldwerk niet mogelijk gedurende een etmaal te meten. We beperken ons tot een momentopname op verschillende plaatsen.

OPDRACHT 58.

Het debiet van een beek.

Benodigheden: meetlint, stok, ping-pong balletje, flesje met kurk.

- Kijk eens of je het water ziet stromen en schat dan hoeveel liter water per seconde door de beek stroomt.
- Meet met het lint de breedte en met de stok de diepte van de beek.
- Bepaal de stroomsnelheid.
- Bereken het debiet en vergelijk dit resultaat met je schatting.



Figuur 27. Schematische betekenis van een beek met breedte b en diepte d . Het water stroomt met een snelheid van v m/s.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Het debiet van een waterstroom kun je bepalen als stroomsnelheid en doorsnede bekend zijn. Het aantal kubieke meters water dat per seconde langs stroomt is gelijk aan de het oppervlak van een dwarsdoorsnede maal de stroomsnelheid, zie figuur 27.

De doorsnede volgt uit de meting van breedte en diepte. De stroomsnelheid kun je vinden door een takje of pingpong balletje in het water te gooien en te meten hoe lang het duurt om een van te voren afgemeten afstand af te leggen. Deze methode is onnauwkeurig als de wind vat krijgt op het drijvend voorwerp. Beter is daarom een flesje te gebruiken dat op

enige diepte in het water zweeft, Minnaert (1972). Aan de hals van de fles is een metalen draad bevestigd met een kurk. De fles wordt nu zover met water gevuld dat de kurk net drijft. De invloed van de wind hierop is te verwaarlozen.



Evaluatie van de metingen.

6. VELDWERK IN ZEIST

Bij de aanleg van de A-28 tussen Utrecht en Amersfoort werd ter hoogte van Zeist een viaduct gebouwd met de bedoeling hier een afrit en oprit te maken. Daardoor moest het industrieterrein in Zuid-West beter bereikbaar worden, terwijl tegelijkertijd de verkeersstroom binnen Zeist zou worden ontlast, zie figuur 28. Over de noodzaak en wenselijkheid hiervan is sindsdien een uitvoerige discussie gevoerd. Deze problematiek is gekozen als het onderwerp voor een veldwerk-excursie tijdens de conferentie 'Aan de slag met NME'.

Hoewel milieugroeperingen alternatieve oplossingen hebben gegeven, is de Gemeenteraad van Zeist toch accoord gegaan met het voorgestelde tracé. De plaats waar de aansluiting gerealiseerd moet worden ligt echter op grondgebied van de gemeente De Bilt. B & W van deze gemeente hebben besloten het Rijksinstituut voor Natuurbeheer advies te vragen over de effecten op de ecologische infrastructuur. Op het moment van de conferentie was dit advies nog niet bekend.



Het viaduct onder de A28.

Milieugroeperingen menen dat hun argumenten worden onderbouwd door de regeringsbeslissing Natuurbeleidsplan (Min. van Landbouw, Natuurbehoud en Visserij, 1990). Hierin wordt de versnipperde toestand van de huidige Nederlandse natuur erkend en is herstel van de ecologische hoofdstructuur als belangrijk beleidsthema gekozen voor de komende jaren. De voorgestelde structuur bestaat uit een netwerk van kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingszones. Kerngebieden hebben minstens een oppervlakte van 250 ha en bezitten bijzondere ecologische waarden die verder ontwikkeld zullen worden. Verbindingszones verbinden de kern- en natuurontwikkelingsgebieden met

elkaar. Ze zijn belangrijk voor de verspreiding van dier- en plantensoorten. Op verschillende plaatsen in het land is, door aanleg van tunnels en wildviaducten, al met succes aan de opheffing van barrières gewerkt (ter Horst 1990).

In het Natuurbeleidsplan hebben grote delen van de hoge Utrechtse zandgronden de status van kerngebied gekregen. De ligging tussen Gelderse Vallei, Eemland, Gooi en Vechtstreek en het gebied van de Kromme Rijn, geeft de Utrechtse Heuvelrug een belangrijke ecologische functie. Ook grote delen van het Kromme Rijn gebied hebben de status van kerngebied gekregen. De relatie tussen de Utrechtse Heuvelrug en het Kromme Rijn gebied kwam onder meer tot uiting in de kwelstromen, die in het verleden op talloze plaatsen aan de oppervlakte kwamen. Tegenwoordig zijn veel kwelstromen verdroogd. De nog aanwezige kwel zal door de aansluiting op de A28 verder worden verstoord.

Herstel van de ecologische structuur, zoals in het natuurbeleidsplan wordt nagestreefd, betekent herstel van de potentiële waarde van het gebied. Hieronder verstaan we de rijkdom aan organismen en plantengemeenschappen, die onder voor natuurbehoud optimale omstandigheden op den duur in het gebied kunnen voorkomen. De potentiële waarde van dit gebied is groot door de aanwezigheid van kwel.

De aansluiting op de A28 is gekozen als thema voor de veldwerk-excursie waarbij van tevoren de volgende vragen zijn geformuleerd:

- hoe is het landschapsbeeld veranderd door de aanleg van de A-28 en wat zullen de gevolgen zijn van de aansluiting?
- op welke, voor leerlingen eenvoudige, wijze kunnen kenmerken uit het gebied worden gemeten en gedemonstreerd?
- welke bijdrage kunnen de verschillende schoolvakken leveren bij de meningsvorming rond een dergelijke landschappelijke ingreep?
- is deze veldwerk-excursie een geschikte NME activiteit?

6.1 Het veldwerkgebied.

Het studiegebied is gelegen in het overgangsgebied van de hoge droge zandgronden van de Utrechtse Heuvelrug naar de vochtige kleigronden bij de Kromme Rijn. Ten noorden van Zeist liggen bossen op de zandgronden die reliëfrijk zijn en een hoogte bereiken van +10m NAP. Het lager gelegen (+2m) Kromme Rijngebied wordt gekenmerkt door een afwisseling van weilanden en akkers, bosjes en grienden en landgoederen met parkbossen. Boomgaarden, wegen en paden liggen daartussen. Het gehele gebied wordt doorsneden door smalle en brede sloten en weteringen en heeft een geometrisch kavelpatroon. De visuele aanblik wordt in hoge mate bepaald door deze afwisseling in begroeiing. Dit wordt wel een coulissen landschap genoemd.

De A28 vormt een barrière voor dieren tussen de landgoederen Oostbroek en Vollenhoven die nu slechts het viadukt nog als doorgang kunnen gebruiken. Het viadukt onderbreekt de vroegere bestaande rechtstreekse verbinding van Biltse Grift en Zeister Grift.

Voor dieren die in het Kromme Rijngebied fourageren, zijn de bossen van het aangrenzende heuvelland een belangrijk rustgebied. De overgangszone is in potentie een uitermate geschikt leefgebied voor met name de das (ter Horst, 1990).

Het veldwerkgebied heeft diverse biotopen zoals naaldbossen, loofbossen, grienden,

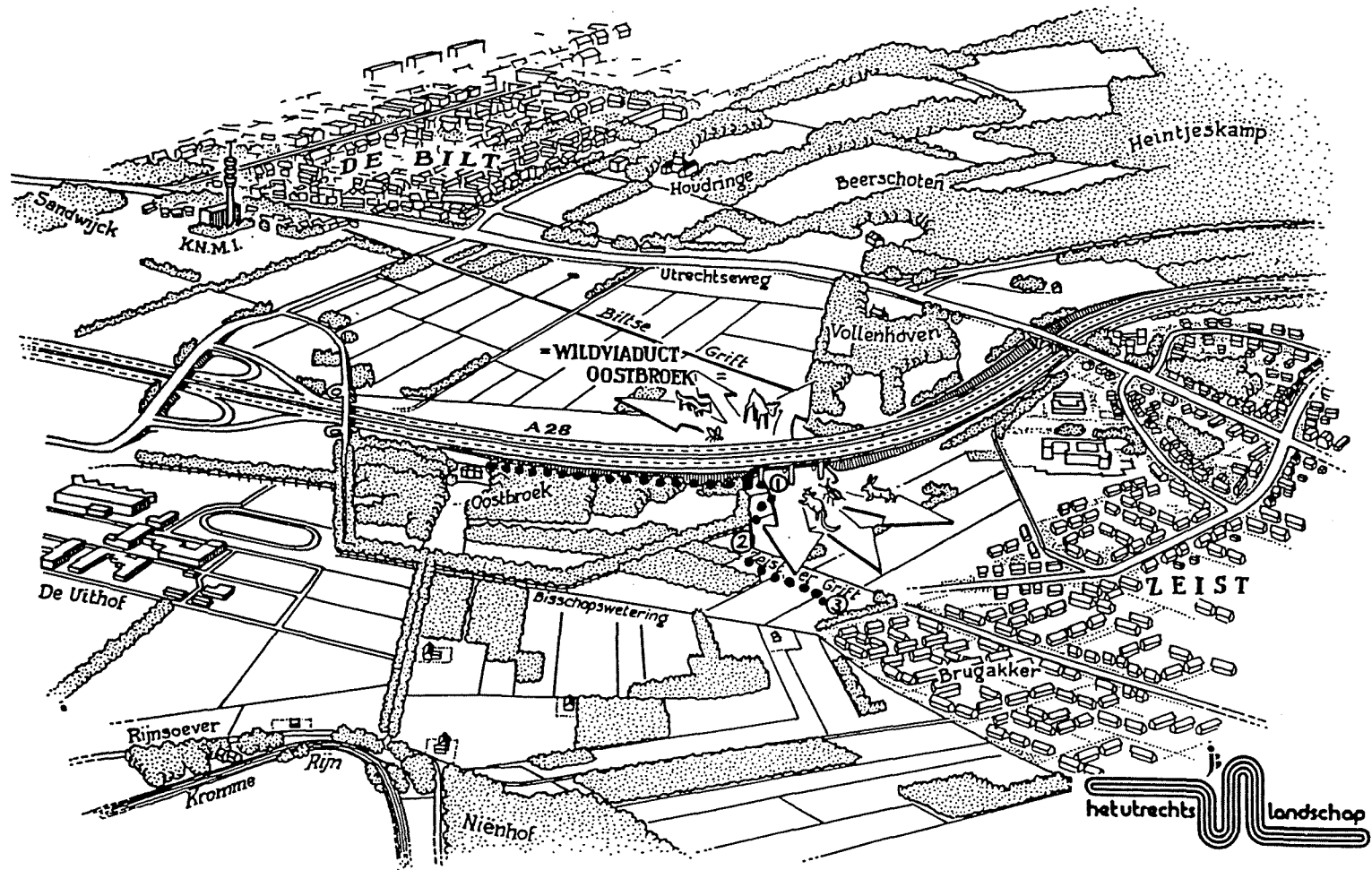
struwelen, graslanden en moeras- en watervegetaties. Deze gevarieerde landschapsopbouw biedt broedgelegenheid aan talloze zangvogels, stootvogels, uilen en weide- en watervogels (Greeven, 1986). Daarnaast komen amfibieën, reptielen en zoogdieren voor. De ree, vos, bunzing, hermelijn, wezel, eekhoorn, haas, ringslang en kamsalamander zijn hier gesignaleerd. In de nabije toekomst wellicht ook de das en boomarter (Kalkhoven, 1990).

6.2 De fysiografie.

De Utrechtse Heuvelrug is een stuwwal gevormd in de voorlaatste ijstijd, het Saalien. De stuwwal is opgebouwd uit zanden en grinden van een oer-Rijn en een oer-Maas en werd ca. 200 000 jaar geleden gevormd. Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, 70.000 jaar geleden, reikte het landijs tot in Zuid Zweden. In Nederland heersten toendra-achtige omstandigheden. De bodem was permanent bevroren en de vegetatie zeer spaarzaam. De Noordzee lag droog en met de heersende westen winden werd zand van de Noordzeebodem opgenomen en over grote delen van Nederland als dekzand afgezet. In het Holocene werden de dekzanden opnieuw verplaatst. Door een te sterke ontbossing trad verstuiwing op, maar ook namen beken en rivieren zoals de Kromme Rijn dekzanden mee. De huidige structuur van het Kromme Rijn gebied ontstond vooral in het Subatlanticum (1000 v Chr.). Jonge rivierklei werd toen afgezet door de Kromme Rijn, een belangrijke rivierarm van de Rijn. De meanderende Kromme Rijn, die in het voor- en najaar buiten haar oevers trad vormde een natuurlijk patroon van oeverwallen, stroomruggen en komgronden. Door periodieke rivierverleggingen ontstonden nieuwe rivierbeddingen en de dichtgeslibde stroombeddingen met oeverwallen vormde een stroomrug die als een hogere rug in het landschap te herkennen is.

De bodemvorming heeft vanaf het begin van het Holocene plaats gevonden. In de dekzanden werden onder invloed van het infiltrerende regenwater podzolgronden gevormd, die gekenmerkt worden door een uitspoelings- en inspoelingshorizont. In de inspoelingshorizont worden humus en ijzerverbindingen afgezet die te herkennen zijn aan de donker bruin-zwarte laag. Het infiltrerende regenwater voert een deel van het ijzer naar het grondwater. Als ijzerrijk kwelwater komt dit in het lager gelegen kleigebied aan de oppervlakte. De rivierkleigronden zijn jong zodat zich daarin nog geen bodem heeft kunnen vormen. Het worden vaaggronden genoemd. Ze bestaan uit ongerijpte kalkloze klei. In het oeverwallensysteem van de Kromme Rijn zijn de ooivaaggronden gevormd, die vrij droog zijn en waarin ook nog nauwelijks bodemvorming heeft plaats gevonden.

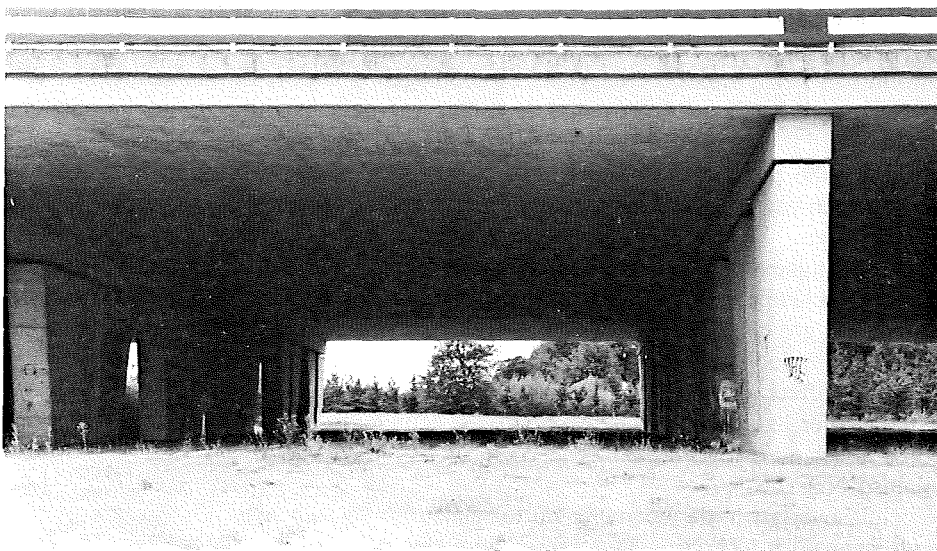
Het grondwater uit de Heuvelrug, komt in de lage komgronden tussen Heuvelrug en Kromme Rijn als kwelwater aan de oppervlakte. De Zeister Grift en de Rijpwetering voeren het water af naar de Kromme Rijn. De Rijpwetering heeft sinds de aanleg van de A28 de afvoerfunctie van de Biltse Grift overgenomen. Deze stond vroeger ter hoogte van het huidige viaduct in verbinding met de Zeister Grift, zie figuur 28.



Figuur 28. Vogelvluchtperspectief van de aansluiting op de A-28.
(Beschikbaar gesteld door het Utrechts Landschap).

6.3 De invloed van de mens.

Zeist ontstond op de grens van een stuwwal en het rivierenlandschap. Een zijtak van de Kromme Rijn liep langs deze nederzetting, die in de 9^e eeuw nChr. is gesticht. Het werd een pleisterplaats in de route van Denemarken naar Rome. In de 14^e eeuw concentreerde het wooncentrum zich rond de Dorpstraat. Het Slot werd in de 17^e eeuw gebouwd en een eeuw later door een Amsterdams zakenman gekocht met het doel een nederzetting van de Hernhutters te stichten. De Hernhutters waren vooral ambachtslieden en zij zetten een nijverheidsindustrie op waardoor Zeist uitgroeide tot een welvarende gemeenschap.



Het landgoed Vollenhoven,
gezien vanaf het landgoed Oostbroek.

Door de herwaardering van de natuur in de zeventiende eeuw, werd de bosrijke omgeving van de Heuvelrug-zoom ontdekt als een ideaal gebied voor buitenplaatsen, met bossen voor de jacht en parken met veel natuur elementen. Veel Amsterdamse kooplieden legden zomerverblijven aan in de Engelse landschapsstijl. Het landgoed Vollenhoven werd hier in de negentiende eeuw aangelegd als onderdeel van de buitenplaatsengordel "De Stichtse Lustwarande". In de loop van de achttiende eeuw werden ook buitenplaatsen in het Kromme Rijngebied aangelegd, waaronder het landgoed Oostbroek.

De uitbreiding van Zeist werd bemoeilijkt door de vele buitenplaatsen, maar na de aanleg van een station aan de spoorlijn Utrecht - Arnhem groeide Zeist verder. De industriële bedrijvigheid nam toe, vooral doordat de zilverindustrie Zeist als vestigingsplaats koos. Bodemvervuiling met zware metalen is daar de nalatenschap van. In de periode 1900 - 1940 werden villaparken gebouwd en het aantal inwoners nam toe van 9000 tot 35000. Ook

handelsondernemingen, verzekeringsmaatschappijen en overheidsinstellingen vestigden zich in Zeist. Nu de grote villa's te duur zijn geworden voor particulieren krijgen ze steeds vaker een kantoorfunctie. Na de tweede wereldoorlog werden nog enkele wijken met hoog- en laagbouw aangelegd. De laatste grote uitbreiding is het project Zeist West, waar nu de aansluiting op de A 28 wordt overwogen.

6.4 Een schets van het probleem.

Figuur 28 is een vogelvluchtperspectief van het gebied, gezien vanuit het zuiden. Met deze kaart werden de deelnemers vooraf geïnformeerd over de verkeersproblemen die de gemeente Zeist tracht op te lossen door de aanleg van de aansluiting. De bereikbaarheid van het industrieterrein in Zeist-West en de gevolgen voor de natuur werden toegelicht. In het kort zijn het de volgende punten.

1. Verkeersproblemen.

De A28 heeft alleen in het Noordoosten van Zeist een op- en een afrit. Het verkeer naar het industrieterrein in Zeist-West gebruikt deze afslag en gaat vervolgens door het centrum van Zeist, waardoor dagelijks opstoppen ontstaan. Bij het aantrekken van bedrijven voor het industrieterrein is de aanleg van de aansluiting in het vooruitzicht gesteld.

In maart 1986 publiceerde de gemeente Zeist het Verkeers Circulatie Plan met de voorgenomen aansluiting. Hierop volgde een storm van protesten door bewoners en milieugroepen.

2. Verkeersveiligheid.

Tegen het industrieterrein aan liggen woonwijken in een rustige omgeving. De nieuwe weg zou een grote verkeersaantrekkende werking hebben en de woonomgeving onveilig maken voor schoolkinderen.

3. Uitstralingseffect.

Als de weg er ligt zullen andere economische activiteiten worden aangetrokken in het gebied tussen de aansluiting en Zeist-West.

4. Geluidsoverlast.

De geluidsoverlast in de woonwijk zal toenemen.

5. Landschappelijke waarde.

Het gebied met z'n kleine weggetjes, landgoederen, weilanden en sloten trekt recreanten als fietsers, vissers en wandelaars.

6. Landschapsecologische waarde.

Het overgangsgebied tussen de Heuvelrug en de Kromme Rijn is voor dieren van grote betekenis. De landgoederen Oostbroek en Vollenhoven komen steeds meer geïsoleerd te liggen. Uitwisseling van dieren moet mogelijk blijven. Het reeds aangelegde viaduct dient thans als verbinding voor het wild tussen deze landgoederen.

7. Geomorfologische waarde.

De nieuwe weg is gepland in de overgangszône van de hoge droge zandgronden van de Heuvelrug naar de laaggelegen natte rivierkleigronden van het Kromme Rijn gebied. In deze overgangszône is een bijzondere, geleidelijke abiotische milieugradiënt aanwezig. Dit betekent dat zich hier tal van zeldzame overgangssituaties in de vegetatie hebben kunnen ontwikkelen.

8. Volkstuinen.

Het laatste deel van de geplande weg doorkruist een gebied met volkstuinen, waarvan de helft moet verdwijnen.

9. Afval.

Naast deze bezwaren kampt de gemeente Zeist zelf nog met het probleem van een afvalberg die in het geplande tracé ligt. Het afval stamt uit de tijd dat nog niet zo sterk werd gelet op de aard van het afval. Deze afvalberg moet worden verplaatst.

6.5 Veldwerk langs een lijn.

De deelnemers lopen vanaf het viaduct langs het geplande tracé naar Zeist-West, waarbij op drie plaatsen waarnemingen worden gedaan. De meetapparatuur, maar ook een ladder, planken en touw om sloten over te steken worden meegenomen.

Veldwerkpunt 1 bevindt zich bij het viaduct. Het doel is hier te onderzoeken welke effecten de snelweg en het viaduct op het landschap hebben. Vanaf het viaduct is duidelijk te zien hoe de landschapsstructuur is doorbroken. Landgoederen, waterlopen en kavels zijn doorsneden, waardoor de boerderij waartoe de kavels behoorden geïsoleerd is komen te liggen. In het zand onder het viaduct tonen afdrucken dat het wild het viaduct gebruikt als verbinding tussen de buitenplaatsen. Hierdoor onderhouden deelpopulaties van dieren contact met elkaar.

OPDRACHT 59.

Een gipsafdruk van een vosseprent.

Benodigdheden: kartonnen raampje, schaalte, water en gips.

- Probeer enkele afdrucken te identificeren. Gebruik de determinatietabel, zie bijlage 26.
- Maak een rechthoekig raampje van een reep karton en leg het rond een vosseprent.
- Druk het karton met de vlakke hand iets in de grond.
- Vul een schaalte of beker met een passende hoeveelheid water.
- Strooi het gips, dat geen klontjes mag bevatten, hier met kleine hoeveelheden tegelijk in. Het gips zuigt water op en zinkt. Ga hiermee door totdat het gips bijna aan de oppervlakte komt.
- Wacht een paar minuten en roer de massa voorzichtig om, zodat een gelijkmatig papje zonder klontjes wordt verkregen.
- Giet het gips voorzichtig in de prent uit en zorg ervoor dat alle kuiltes gevuld raken.
- Na 20 minuten is het gips verhard en kan het afgietsel opgepakt worden
- Als er aarde aankleeft kan dit met een zacht borsteltje worden verwijderd
- Zie verder bijlage 26 en 27.

Met een geluidsniveaumeter wordt het verkeerslawaai gemeten en de geluidsniveaukaart van de gemeente Utrecht toont hoe geluidshinder kan worden gevisualiseerd.

OPDRACHT 60.

Het lawaai van de autoweg.

als opdracht 37.

Veldwerkpunt 2 bevindt zich halverwege het tracé, in het weiland langs de Zeister Grift. Hier is het doel gradiënten in het landschap aan te tonen. Het gaat om de overgangen tussen hoog/laag, droog/vochtig en zand/klei.

OPDRACHT 61.

Bodem.

- Zet een boring tot een diepte van ca. 1.20 m.

De grondboring toont aan dat we ons juist op de overgang bevinden van zandige klei op zand. Deze zandige klei is een rivierafzetting van de Rijn. Het onderliggende zand is een windafzetting bekend onder de naam dekzand.

Kenmerkend voor de overgang van hoog naar laag is hier het voorkomen van kwelwater. Met een chemische analyse wordt aangetoond dat het water uit de Grift, maar vooral het bodemslib, ijzer bevat. Het ijzer is afkomstig van het hoger gelegen zandgebied van de Heuvelrug en is met het grondwater meegevoerd. Dit is een eenvoudige manier om kwelwater op te sporen.

Verdere achtergrondinformatie wordt gegeven achter opdracht 53.

OPDRACHT 62.

IJzer in het kwelwater.

Zie voorschrift in bijlage 7.

- Vul een reageerbuis tot aan de maatstreep (20 ml) met monsterwater.
- Voeg 10 druppels 25% HCl toe.
- Neem in een monsterflesje wat slib van de bodem.
- Voeg 10 druppels 25% HCl toe en 20 ml water en schud enige minuten.
- Filtreer het slib over koolstof af in een reageerbuis.
- Voeg nu aan beide reageerbuizen 10 druppels KSCN-reagens toe
- Vergelijk de kleur in beide reageerbuizen.

Veldwerkpunt 3 bevindt zich bij een vuilstort aan de rand van de bebouwde kom, vlak naast de volkstuinen. Het doel is na te gaan welke consequenties de vuilstort op het geplande tracé heeft. Als de aansluiting wordt gerealiseerd verdwijnen de volkstuinen en dient de vuilstort te worden verplaatst. De afvalberg bevat chemisch afval. De wijze waarop in opdracht van de Gemeente Zeist metingen zijn verricht, om de aard en omvang van de verontreiniging vast te stellen, wordt besproken. In een monster van het drainagewater van de vuilstort tonen we zware metalen aan.

OPDRACHT 63.

Zware metalen.

Zie voorschrift in bijlage 4.

- Vul een reageerbuis tot aan de maatstreep (10 ml) met monsterwater.
- Neem in een monsterflesje wat slib van de bodem en schudt dit met 15 ml 0.1 M HCl.
- Filtreer het slib af over koolstof, eveneens in een reageerbuis tot aan de maatstreep.
- Voeg aan beide reageerbuizen een maatschepje natriumacetaat toe en 5 ml dithizonreagens.
- Schud de vloeistof en vergelijk de kleur met de standaard reeks.

In het tuinhuis van het volkstuinencomplex wordt tijdens de koffie de veldwerk-excursie geëvalueerd. Uit de discussie blijkt dat de deelnemers veldwerk een wezenlijk onderdeel van NME vinden en dat een case-studie zoals de aansluiting, met alle maatschappelijke gevolgen, een goede inbreng voor een NME curriculum is.



De vuilstort. De bomen links omheinen de volkstuinen. (Opdracht 63).



7. BIJLAGEN

Bijlage 1. pH van de grond

Bodemdeeltjes zijn in staat positieve ionen te binden. Men noemt dit verschijnsel het adsorptievermogen van de grond. De positieve ionen zijn uitwisselbaar tegen H^+ ionen, die bijvoorbeeld afkomstig kunnen zijn van zure neerslag. De aanwezigheid van H^+ ionen geeft de grond zure eigenschappen. De zuurgraad wordt uitgedrukt in pH-eenheden. Dit is een maat voor de concentratie van H^+ in de bodem. pH 7 wordt neutraal genoemd. Wanneer de concentratie H^+ in de grond toeneemt, wordt deze zuurder en zal de pH afnemen. Hoe lager de pH, hoe zuurder de grond.

Reagentia:

0.01 M KCl oplossing: los 745 mg KCl op in 1 liter gedestilleerd water.

Werkwijze:

Weeg 10 gram grond af en breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml.

Meet 25 ml 0.01 M KCl in een maatcilinder af en voeg dit toe aan het bodemmonster.

Sluit de erlenmeyer af met een stop.

Zet het mengsel in een schudmachine en laat het gedurende 20 minuten schudden. Bepaal daarna de pH met behulp van de pH-meter.

In de verschillende opdrachten voor de bepaling van de zuurgraad wordt eveneens de methode volgens Hellige genoemd. Dit is een in de handel verkrijgbare pH-kit. Zie hoofdstuk 9.

Bijlage 2. Ammoniumbepaling.

Ammoniumionen vormen met Nessler-reagens een geelbruine complexe verbinding. De kleurintensiteit van het gevormde complex is een maat voor de hoeveelheid ammoniumstikstof en wordt vergeleken met die van een oplopende reeks van bekende ammoniumconcentraties, de standaardreeks

Reagentia:

A: Kaliumnatriumtartraat-oplossing: los 10 gram van de vaste stof op in 40 ml water.

B: Nessler-reagens: los 10 gram kwik(II)jodide en 7 gram kaliumjodide op in 10 ml water.

Voeg deze oplossing al roerende toe aan een gekoelde oplossing van 22.4 gram kaliumhydroxide in 70 ml gedestilleerd water. Verdun tot 100 ml. Laat de oplossing minstens 24 uur staan en schenk hem vóór gebruik voorzichtig af indien er een neerslag is ontstaan.

C: Standaardoplossing: los 2.9722 gram ammoniumchloride op in 1 liter gedestilleerd water. Pipetteer hieruit 10 ml en verdun opnieuw tot 1 liter met water (1 ml van deze oplossing bevat 0.01 mg NH_4^+).

Werkwijze

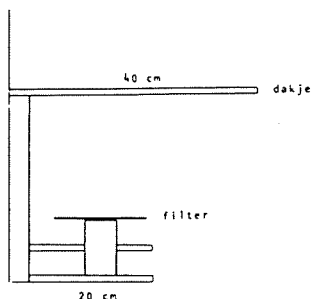
- Maak de ijklijn door met een buret in maatkolven van 100 ml over te brengen resp. 0, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, en 40 ml van de standaardoplossing en vul aan tot 100 ml met gedestilleerd water. Deze oplossingen bevatten resp. 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0 en 4.0 mg NH_4^+ /l. Kalibreer de reageerbuizen vooraf op 20 ml.
- Breng van het monster en van de standaardreeks 20 ml in een reageerbuis en voeg toe:
 - 5 druppels van reagens A.
 - 8 druppels van reagens B.
- Schud de vloeistof in de reageerbuis goed.
- Meet de absorptie met de spectrofotometer na vijf minuten en lees in de ijkcurve de bijbehorende concentratie (in mg/l) af.

Waarschuwing:

Afval niet lozen, het bevat giftige kwikverbindingen en wordt in een speciaal vat verzameld.

Bijlage 3. Bepaling van de droge ammonium depositie

Het meten van de droge depositie aan een inert oppervlak gebeurt met een zelfgemaakte depositiemeter. Het is een eenvoudig apparaat dat ontwikkeld is aan de Universiteit van Utrecht (A. Ter Harmsol en A. KleinTank). De depositiemeter bestaat uit een rond vel filtreerpapier dat door middel van plastic klemmen op een rond waterreservoir wordt gehouden. Het filter wordt continu vochtig gehouden doordat het rust op een papieren capillair. Het waterreservoir is gevuld met 200 ml gedestilleerd water en afgesloten voor licht. Het reservoir met het daarop bevestigde filter staat in een houten frame en wordt door een PVC-dakje beschermd tegen neervallende takjes en bladeren en natte depositie (zie figuur 29)



Figuur 29. De depositiemeter

De depositie op het filter is niet gelijk aan de werkelijke droge depositie per oppervlakte- en tijdseenheid op bomen. De reden hiervan is o.m. het continu vochtig houden van het filter, het dakje boven het filter en de opvanghoogte. Deze methode stelt ons echter wel in staat de ruimtelijke spreiding in de droge ammonium depositie te bepalen.

Het filter wordt in een plastic monsterflesje van 200 ml overgebracht en gedurende 3 minuten geschud met 50 ml gedestilleerd water. Hiervan wordt 20 ml overgebracht in een reageerbuis. Vervolgens worden de reagentia A en B toegevoegd zoals bij watermonsters. De kleur wordt vergeleken met de kleuren van de standaardreeks. Noteer de concentratie [C] waarmee de kleur overeenkomt en voer de volgende berekening uit.

Berekening:

De ammoniumconcentraties ten gevolge van droge depositie volgt uit:

$$\frac{85.4}{\text{aantal dagen}} \times [C] = \dots\dots\dots \mu\text{mol/m}^2/\text{per dag}$$

Bij de berekening is rekening gehouden met:

- het invangoppervlak (325 cm^2 - 2 zijdig)
- de expositietijd in dagen
- de verdunningsfactor
- molmassa van ammonium.

Bijlage 4. Bepaling van zware metalen.

Zink reageert in een gebufferd milieu met dithizon tot een rose-rood gekleurd complex. De kleurintensiteit is een maat voor de hoeveelheid zink.

De totale hoeveelheid aan zware metalen, kan op dezelfde wijze worden bepaald en wordt dan uitgedrukt in zink-equivalenten.

De standaardreeks bestaat uit een serie van 10 oplossingen, met geringe concentratieverschillen. Door de betrekkelijk grote kleurverschillen tussen de standaard oplossingen is de onbekende concentratie visueel vrij nauwkeurig vast te stellen.

Reagentia:

A: Dithizonoplossing: los 1.2 mg dithizon op in 100 ml chloroform.

B: Natriumacetaat in droge vorm.

C: Standaardoplossing: los 44 mg zinksulfaat op in 1 liter gedestilleerd water.

Werkwijze:

- Maak de ijklijn door met een microburet aan reageerbuisen toe te voegen: resp. 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8 en 1.0 ml van de standaardoplossing (C). Deze oplossingen bevatten resp. 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0 en 10.0 microgram zink.
- Pipetteer 10 ml van het monsterwater in een reageerbuis en voeg aan alle reageerbuisen toe:
 - 5 ml reagens A.
 - flinke spatelpunt reagens B.
 - Meng de oplossingen goed.

- Vergelijk de kleur met de gemaakte standaardreeks en schat daarbij het gehalte aan zware metalen.
- Bodem- of slibmonsters worden eerst geschud met 10 ml van een 0,1 M HCl oplossing en vervolgens over koolstof afgefiltreerd. Daarna volgen de reagentia A en B.

Berekening:

Na vergelijking met de standaardreeks wordt de gevonden concentratie vermenigvuldigd met $\frac{1000}{10}$.

Hiermee is de concentratie van zware metalen in watermonsters in microgrammen per liter verkregen. Het bodemonmonster wordt op deze wijze uitsluitend kwalitatief op zware metalen onderzocht.

Waarschuwing.

Chloroform is een giftige stof. Aanbevolen wordt:

- zoveel mogelijk in de zuurkast te werken.
- handschoenen te gebruiken.
- te schudden met een kurk op de buizen (géén rubberen stop).

Na de bepaling dienen alle oplossingen die chloroform bevatten verzameld te worden en in een speciaal daarvoor bestemd vat opgeslagen. Het vat is voorzien van de codering: "organische gechloreerde koolwaterstoffen".

Bijlage 5. Fosfaatbepaling.

In zuur milieu vormt orthofosfaat (H PO_4^{2-}) met natriummolybdaat fosformolybdeenzuur. Met behulp van een geschikt reductiemiddel (tin(II)chloride) wordt fosformolybdeenzuur omgezet in de blauwgekleurde complexe verbinding fosformolybdeenblauw. De kleurintensiteit van het gevormde complex is een maat voor de hoeveelheid fosfaat en wordt vergeleken met een oplopende reeks van bekende fosfaatconcentraties, de standaardreeks.

Reagentia:

A: Natriummolybdaatoplossing: los 2.5 gram natriummolybdaat op in een paar ml gedest. water en vul aan met 8 molair zwavelzuur tot 50 ml.

8 M zwavelzuur: voeg aan 55 ml water, druppelsgewijs 45 ml geconcentreerd zwavelzuur (18 molair) toe (*Pas op: heftige; druppel altijd het zuur bij het water*)

B: Tinchloride-oplossing: los 300 mg tinchloride op in 2.5 ml geconcentreerd zoutzuur en vul aan tot 50 ml met gedest. water.

C: Standaardoplossing: los 144.3 mg kaliumdiwaterstoffosfaat (KH_2PO_4) op in 1 liter gedest. water.

D: Ammoniumlactaatoplossing: Voeg bijeen: 28 ml melkzuur (90%), 79 ml azijnzuur (96%) en 25 ml ammonia (25%) en verdun dit mengsel tot 1 liter met gedest. water. (Alleen nodig voor grondmonsters). Deze geconcentreerde oplossing moet vóór gebruik nog 1:10 worden verdund.

- Maak de ijklijn door met een buret aan maatkolven van 100 ml toe te voegen resp. 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, en 2.5 ml van de standaardoplossing (C) en vul aan tot 100 ml met gedest. water. Deze oplossingen bevatten resp. 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 en 2.5 mg fosfaat per liter.
Kalibreer de reageerbuisen vooraf op 20 ml.
- Breng van deze oplossing en van de watermonsters 20ml in een reageerbuis en voeg toe:
 - 10 druppels van reagens A.
 - 2 druppels van reagens B.
 - Schud de vloeistof in de reageerbuis goed.
 - Vergelijk de kleuren met die van de standaardreeks.

Werkwijze voor grondmonsters:

- Weeg 1 gram grond (in duplo) af in een erlenmeyer van 100 ml.
- Voeg 50 ml extractievloeistof (ammonium-lactaatoplossing: D) toe.
- Schud dit mengsel gedurende 2 uur in een schudmachine.
- Filtreer het mengsel af over koolstof in een maatkolf van 100
- Spoel het filter goed na met gedestilleerd water.
- Vul de vloeistof in de maatkolf tot de maatstreep met gedestilleerd water.
- Breng 20 ml over in een reageerbuis en ga verder te werk als met de watermonsters, door toevoeging van de reagentia A en B.

Berekening:

- Vermenigvuldig de afgelezen concentratie met 100, waarmee de fosfaatconcentratie in het monster in mg/kg grond is verkregen.

Bijlage 6. Nitraatbepaling.

(met: Visocolor Nitrat 100 testkit)

Cadmium* reduceert in zwak zuur milieu nitraat tot nitriet

- Neem een afgestreken maatlepel van het bodemonster en breng dit over in een erlenmeyer van 100 ml
- voeg 50 ml gedestilleerd water toe
- schud gedurende 3 minuten
- neem een halve maatlepel koolstofpoeder en breng dit over in een trechter met vouwfilter
- filtreer het mengsel af in het maatglasje met kleurenschaal
- voeg 5 druppels reagens 1 toe
- voeg een spatelpunt reagens 2 toe (lost niet op maar bezinkt)
- schud gedurende 40 seconden en wacht vervolgens 10 minuten
- voeg achtereenvolgens toe 15 druppels reagens 3 en 15 druppels reagens 4
- na 10 minuten wordt de kleur vergeleken met de kleurenschaal

***Waarschuwing:** Cadmium is een zeer giftig metaal: afval niet lozen.

Bijlage 7. IJzerbepaling.

IJzer(III)-ionen vormen met thiocynaat (SCN^-) in zuur milieu een intens roodbruin-gekleurd complex. De kleurintensiteit is een maat voor de hoeveelheid Fe^{3+} in het onderzochte monster. De bepaling is geschikt voor zowel watermonsters als slibmonsters.

Reagentia:

A: verdun 67 ml geconcentreerde HCl (37%) tot 100 ml (= 8 molair)

B: los 25 gram KSCN op in 100 ml gedestilleerd water

C: standaardoplossing: los 864 mg $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ op in één liter gedestilleerd water die is aangezuurd met 15 ml 8 M HCl. Deze oplossing bevat 0.1 mg ijzer per ml.

Werkwijze:

Maak een ijklijn door van de standaardoplossing resp. 0, 1, 2, 4, 8 en 10 ml over te brengen in maatkolven van 100 ml en vul aan met gedestilleerd water. Deze oplossingen bevatten resp. 0, 1, 2, 4, 8 en 10 mg/liter Fe^{3+} .

Breng 20 ml van elke oplossing over in een reageerbuis. Kalibreer de reageerbuizen vooraf op 20 ml.

Watermonsters:

Breng van het watermonster eveneens 20 ml over in een reageerbuis. Voeg aan de ijkreeks en het watermonster toe:

- 10 druppels reagens A
- 10 druppels reagens B
- schud de buis goed
- vergelijk de kleur van het watermonster met de ijkreeks en lees de bijbehorende concentratie in mg/l af.

Bodem- of slibmonsters:

- Breng één gram van het monster over in een monsterfles en voeg 50 ml gedestilleerd water toe en 10 druppels van de HCl oplossing. Schud gedurende 3 minuten.
- Filtreer het mengsel af over koolstof en breng 20 ml over in een reageerbuis.
- Bij slibmonsters wordt een reageerbuis met ca. 1 cm van het slib gevuld en eveneens geschud met 10 druppels HCl oplossing en 10 ml gedestilleerd water. Filtreer af over koolstof en vul aan tot 20 ml met water. Hierbij is het niet mogelijk een kwantitatieve bepaling te doen, omdat het monster een onbekende hoeveelheid water bevat.
- Voeg 10 ml reagens B toe en schud opnieuw
- Voor de berekening van het ijzergehalte in mg/kg wordt de gevonden waarde met 50 vermenigvuldigd:
- de ijklijn is berekend in mg/l
- het ijzer is opgelost in 50 ml; dit is het $1/20^{\text{e}}$ deel van een liter, uitgegaan werd van 1 gram; dit is het $1/1000^{\text{e}}$ deel van een kg
- $1/20 \times 1000 = 50$.

Bijlage 8. Bepaling van het elektrisch geleidingsvermogen (EG).

Het elektrisch geleidingsvermogen wordt instrumenteel gemeten met een WTW LF 91 geleidingsvermogen meter.

Uitvoering:

De electrode van de EG-meter bevat een ingebouwde temperatuurvoeler en een geleidbaarheidscel. Als de electrode is aangesloten kan met behulp van een keuzeschakelaar de temperatuur of het elektrisch geleidingsvermogen van een vloeistof worden gemeten.

a. Geleidingsvermogen:

- Zet de keuzeschakelaar op de ongevoeligste stand (mS/cm).
- Dompel de electrode in het watermonster. Indien het geleidingsvermogen erg klein is kan de bereikschakelaar naar een gevoeliger stand gedraaid worden. Valt de gemeten waarde buiten het gekozen bereik, dan geeft de meter "1" op zijn display. Schakel in dat geval naar een minder gevoeliger stand. Onderstaande tabel geeft de standen van de bereikschakelaar met bijbehorende meetbereiken.

stand 1 (mS)	meetbereik
1 (mS)	0 - 1999 mS/cm
2 (mS)	0 - 199.9 mS/cm
3 (μ S)	0 - 1999 μ S/cm
4 (μ S)	0 - 199.9 μ S/cm

b. Temperatuur:

- Zet de keuzeschakelaar op de bovenkant van het instrument in de stand "°C" en dompel de electrode in het watermonster.
- Wacht totdat de waarde op het display stabiel is en lees af

Geef het elektrisch geleidingsvermogen op in S/m of in μ S/cm onder vermelding van de temperatuur.

Bijlage 9

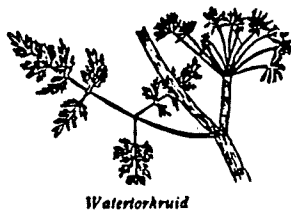
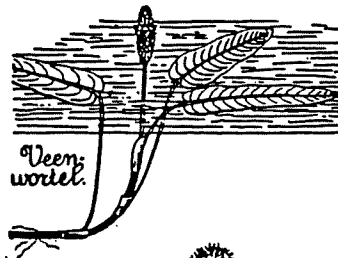
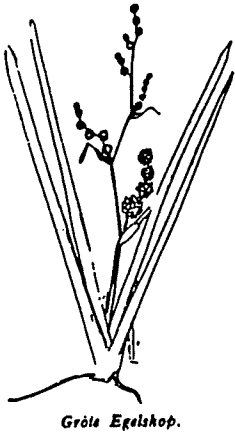
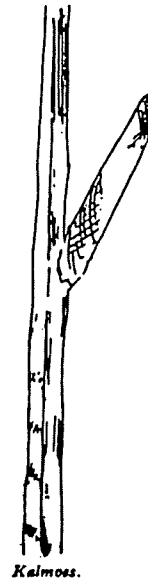
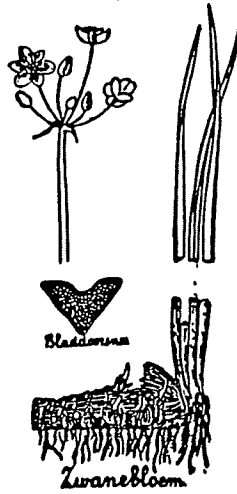
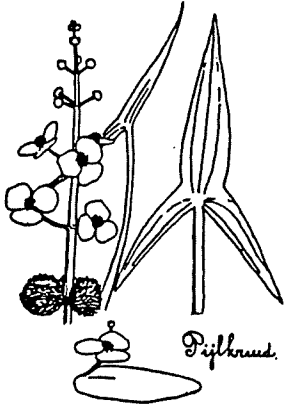
Thema uitersten

Tabel bij onderzoek

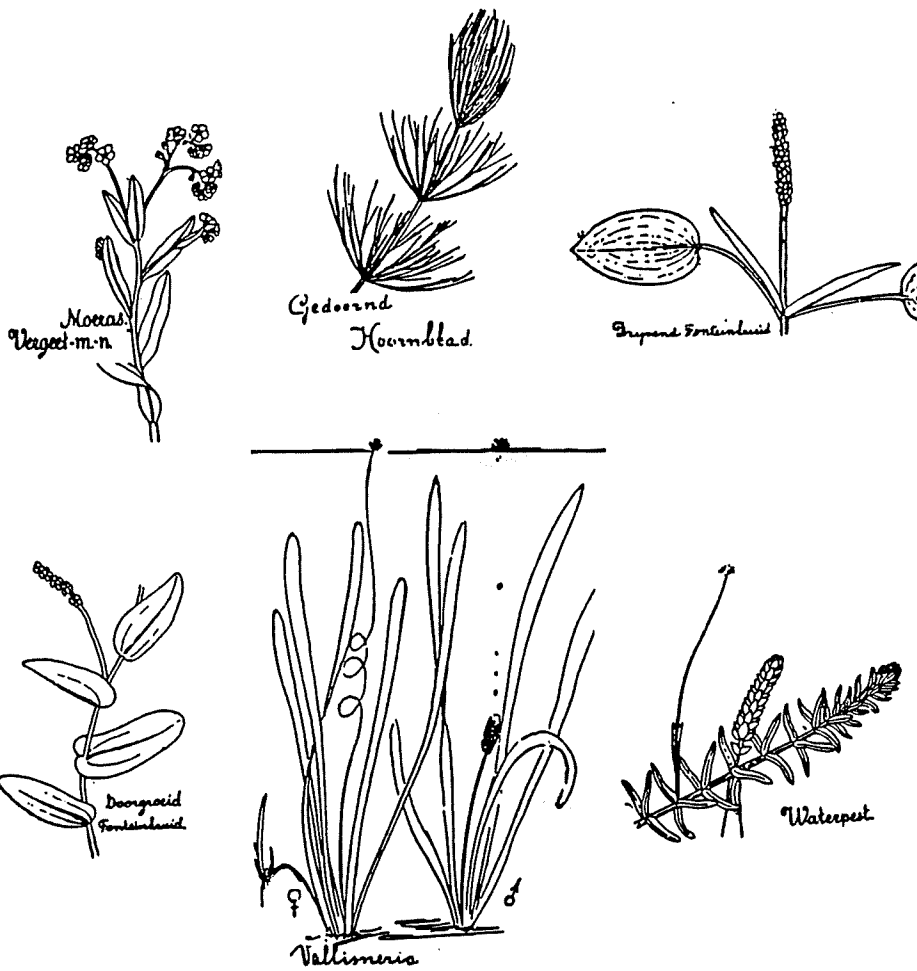
Vangsten Heide		
Life traps	Plastic bekertjes	Konservenblikjes
Vangsten Bos		

Ruimte voor namen, tekeningen en of beschrijvingen van de vangsten:

Bijlage 10



Bijlage 10

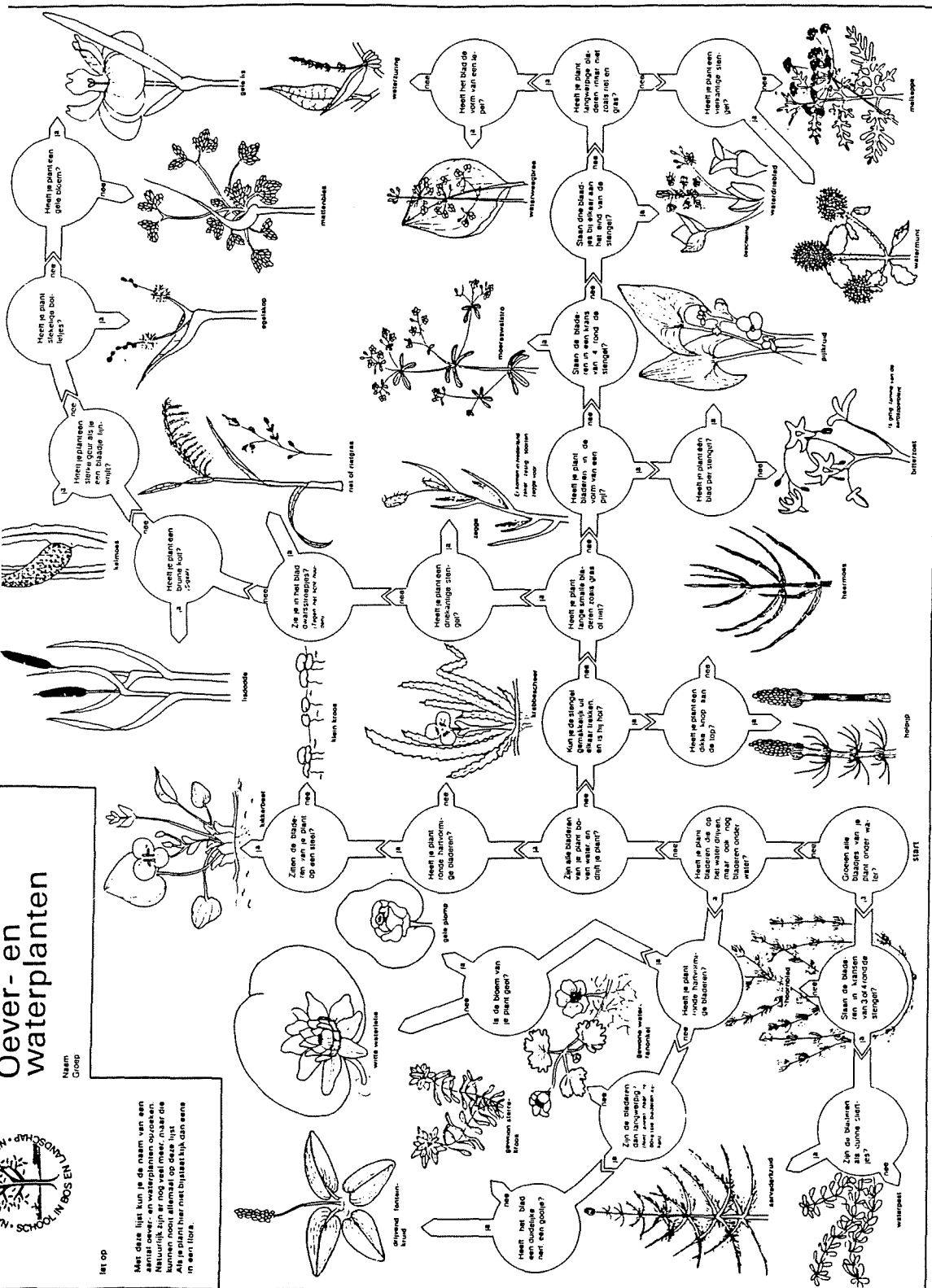


Naam
Groep

do not

Met deze lijst kun je de naam van een aantal over- en waterplanten opzoeken. Natuurlijk zijn er nog veel meer, maar die kunnen nooit allemaal op deze lijst.

Als je plant hier niet bijstaat kijk dan eens in een flora.



Thema Gradient
Tabel bij onderzoek

[illegible]

Voor het goed laten functioneren van een tabel is het belangrijk om bij het maken ervan op de volgende punten te letten:

- de gebruikte omschrijvingen van de kenmerken moeten duidelijk en voor iedereen begrijpbaar zijn. Wanneer er termen gebruikt worden als katje, prop, gezaagd, veerspletig, moeten deze aan de gebruiker van de tabel uitgelegd worden. Dit kan in de vorm van een tekening of een omschrijving.
- de gebruikte kenmerken moeten eenduidig zijn. Omschrijvingen als vrij breed, niet zo groot, lang en smal, kunnen door een ieder anders geïnterpreteerd worden. Dit wordt voorkomen door een duidelijke afgrenzing aan te geven. Bijvoorbeeld: groter dan 5 cm, 2x zo lang als breed.
- om een goede afweging van de kenmerken te kunnen maken moeten ze voor beide alternatieven van de splitsing beschreven worden.

Bijvoorbeeld:

goed is: bladrand gezaagd, blad enkelvoudig	2
gegolfd, blad samengesteld	3

fout is:bladrand gezaagd, blad enkelvoudig	2
blad sterk behaard, tweekleurig	3

- de tabel moet uiteindelijk leiden tot een resultaat dat: controleerbaar is. Dit kan gebeuren door de tabel te laten eindigen bij een tekening, een foto, gedroogd materiaal, of een omschrijving. Het organisme dat gedetermineerd is kan hiermee vergeleken worden.

Bijlage 12

*kriteriumlijst voor
determinatietabellen*

Algemeen inhoudelijk

1. de tabel klopt
2. de tabel biedt voldoende trefkans
3. de gebruikte kenmerken zijn eenduidig
4. de gebruikte kenmerken zijn makkelijk zichtbaar
5. per punt van keuze wordt slechts één vraag gesteld
6. het determineerschema is kort door een snel uitsplit::
7. het schema is dichotoom
8. bij verwijzing wordt gebruik gemaakt van één doorlopende... cijferreeks.
9. er wordt medegedeeld voor welk doel, waar of wanneer de tabel bruikbaar is
10. er is een gebruiksaanwijzing
11. er is een begrippenlijst waarin alle (niet meer/niet minder) gebruikte begrippen verduidelijkt worden
12. er is een beschrijving van de genoemde soorten
13. naast de beschrijving is de nodige interessante informatie opgenomen
14. er is een verwijzing naar literatuur
15. er is een verwijzing naar adressen
16. er is een cm.- of mm-aanduiding aanwezig

Grafisch-technisch

17. de tabel heeft handzame afmetingen zodat gebruik in het veld mogelijk is
18. de kaft is stevig, liefst geplastificeerd
19. de omslag heeft een dekkende titel en afbeelding
20. een verantwoorde typografie is consequent gebruikt
21. goede layout
22. functionele duidelijke afbeeldingen

Taalkundig-technisch

23. eenvoudige woorden
24. eenvoudige zinsbouw
25. korte zinnen afgewisseld door wat langere
26. vaktermen verklaard
27. "lijn in het verhaal"
28. de tabel moet motiverende tekst hebben

Bijlage 13a

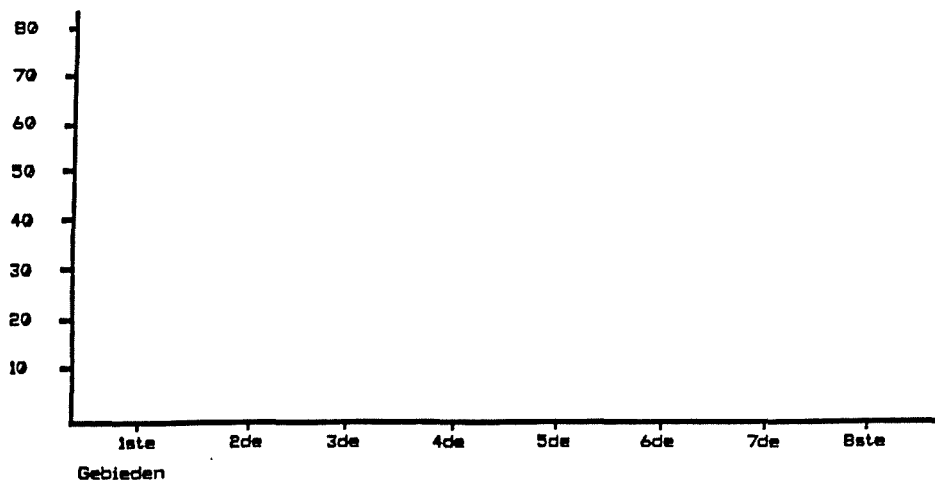
Thema Begrenzungen

Tabel en Grafiek bij onderzoek 2

0,3 m ² gebied- jes	Bedekking per soort					Bedekkingsgraad				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1ste										
2de										
3de										
4de										
5de										
6de										
7de										
8ste										

Ruimte voor extra gegevens over plaatjes, omgeving etc.

% Bedekking



Bijlage 13b

Thema Begrenzingsen
Tabel bij onderzoek 1

Gebied	Soorten	Aantal	Extra waarnemingen	Aantal per m ²
Cirkel 60 cm	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
Cirkel- schijf 120 cm	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
Cirkel- schijf 180 cm	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			

Ruimte voor extra waarnemingen over de boomstronk, de bodem
de richting en
(Noteer zoveel mogelijk dingen die opvallen danwel niet opvallen.)

Bijlage 14

Bepaling waterdampdruk met een psychrometer (mbar).

Temperatuurverschil															
Temp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-5	3	2	1												
-4	3	2	1												
-3	4	3	2	1											
-2	4	3	2	1											
-1	5	3	2	1											
0	5	4	3	2	1										
1	6	4	3	2	1										
2	6	5	4	3	2	1									
3	6	5	4	3	2	1									
4	7	6	5	4	3	2	1								
5	8	6	5	4	3	2	1								
6	8	7	6	4	3	2	1								
7	9	7	6	5	4	3	2	1							
8	9	8	7	6	5	3	2	1							
9	10	9	7	6	5	4	3	2	1						
10	11	10	8	7	5	4	3	2	1						
11	12	10	9	7	6	5	4	3	3	1					
12	13	11	10	8	7	6	4	3	3	1					
13	13	12	10	9	8	6	5	4	3	1					
14	14	13	11	10	8	7	5	4	3	2					
15	15	14	12	10	9	8	6	5	3	2	1				
16	16	15	13	11	10	8	7	6	4	3	1				
17	17	16	14	12	11	9	8	6	5	4	2				
18	19	17	15	13	12	10	9	7	5	4	3	1			
19	20	18	16	14	13	11	10	8	6	5	4	2			
20	21	19	17	15	14	12	10	9	7	6	4	3	1		
21	23	21	19	17	15	13	11	10	8	7	5	4	2		
22	24	22	20	18	16	14	12	11	9	7	6	5	3	2	
23	26	24	21	19	17	15	13	12	10	8	7	5	4	2	
24	27	25	23	21	18	17	15	13	11	9	6	5	3	2	
25	29	27	24	22	20	18	16	14	12	11	9	7	5	4	3

Bijlage 15

Verzadigingsdrukken van water

<i>temperatuur</i>	<i>druk boven water</i>	<i>druk boven ijs</i>	<i>temperatuur</i>	<i>druk</i>	<i>temperatuur</i>	<i>druk</i>
K	10 ³ Pa	10 ³ Pa	K	10 ³ Pa	K	10 ³ Pa
253		0,10	300	3,56	403	270
258	0,19	0,17	301	3,78	408	313
263	0,29	0,26	302	4,00	413	361
265	0,34	0,31	303	4,24	418	416
267	0,39	0,37	308	5,62	423	476
269	0,45	0,44	313	7,38	428	543
271	0,53	0,52	318	9,58	433	618
273	0,61	0,61	323	12,3	438	700
273,16 ¹⁾	0,6112		328	15,7	443	792
274	0,66		333	19,9	448	892
275	0,71		338	25,0	► hieronder: 10 ⁶ Pa	
276	0,76		343	31,2	453	1,003
277	0,81		348	38,5	458	1,123
278	0,87		353	47,3	463	1,255
279	0,93		358	57,8	468	1,398
280	1,00		363	70,1	473	1,55
281	1,07		364	72,8	483	1,91
282	1,15		365	75,6	493	2,32
283	1,23		366	78,5	503	2,80
284	1,31		367	81,4	513	3,35
285	1,40		368	84,5	523	3,98
286	1,50		369	87,7	533	4,69
287	1,60		370	90,9	543	5,50
288	1,71		371	94,3	553	6,41
289	1,82		372	97,9	563	7,44
290	1,94		373	101,3	573	8,59
291	2,06		374	105,0	583	9,87
292	2,20		375	108,8	593	11,29
293	2,34		376	112,7	603	12,87
294	2,49		377	116,7	613	14,6
295	2,64		378	120,8	623	16,5
296	2,81		383	143	633	18,6
297	2,98		388	169	643	21,0
298	3,17		393	199	647	22,1
299	3,36		398	232	647,29 ²⁾	22,12

100 Pa = 1 mbar

Bijlage 16

Bepaling geografische breedte uit de maximale zonshoogte

	maandnummer											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tan δ												
0,2	56	62	71	83					87	76	65	58
0,3	50	56	65	77	87				81	70	59	52
0,4	45	51	60	72	82	89		86	76	65	54	47
0,5	40	46	55	67	77	84	86	81	71	60	49	42
0,6	36	42	51	63	73	80	82	77	67	56	45	38
0,7	32	38	47	59	69	76	78	73	63	52	41	34
0,8	28	34	43	55	65	72	74	69	59	48	37	30
1,0	22	28	37	49	59	66	68	63	53	42	31	14
1,5	11	17	26	38	48	55	57	52	42	31	20	13
2,5		5	14	26	36	43	45	40	30	19	8	1
5,0			3	15	25	32	34	29	19	8		

Bijlage 17

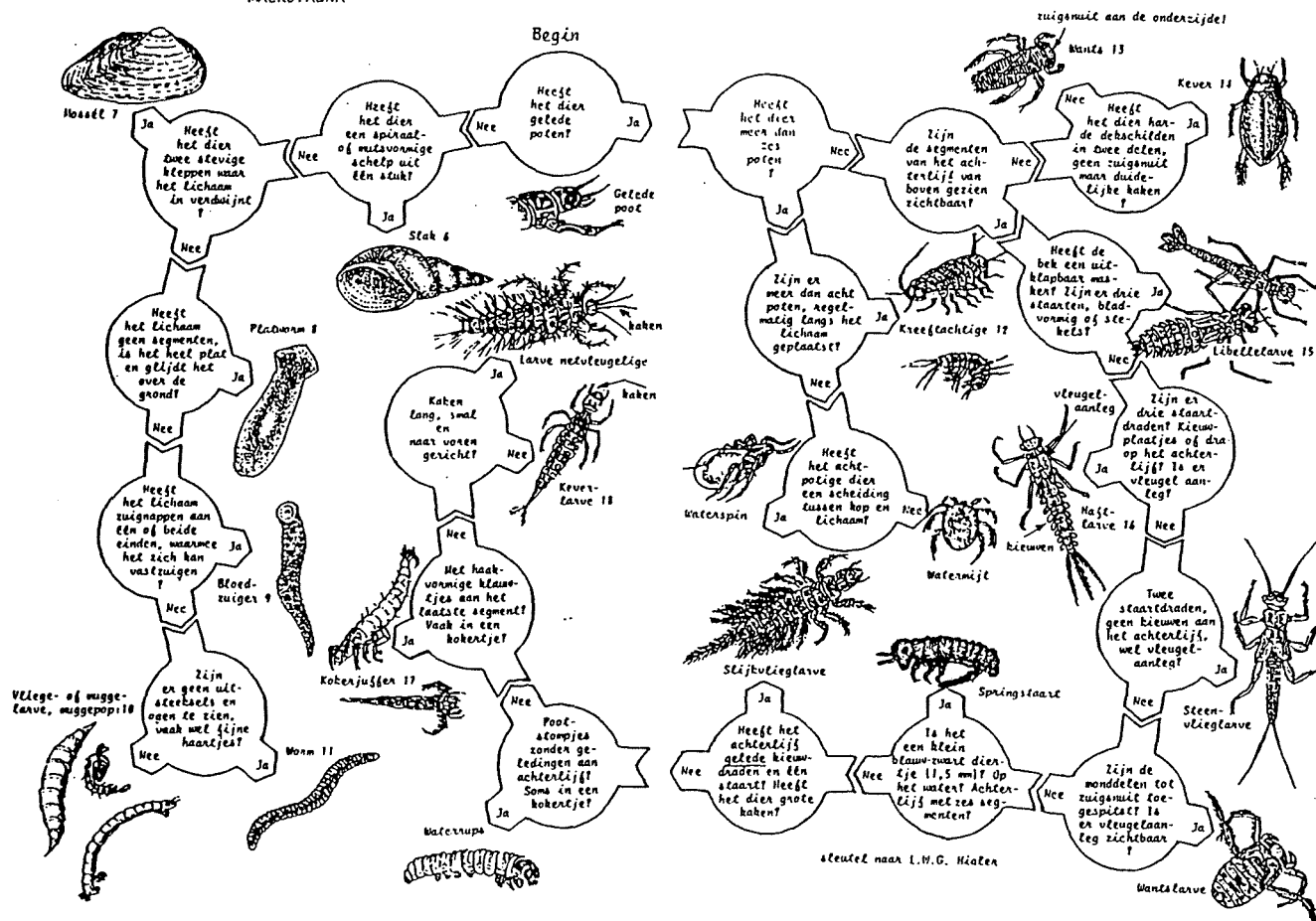
a

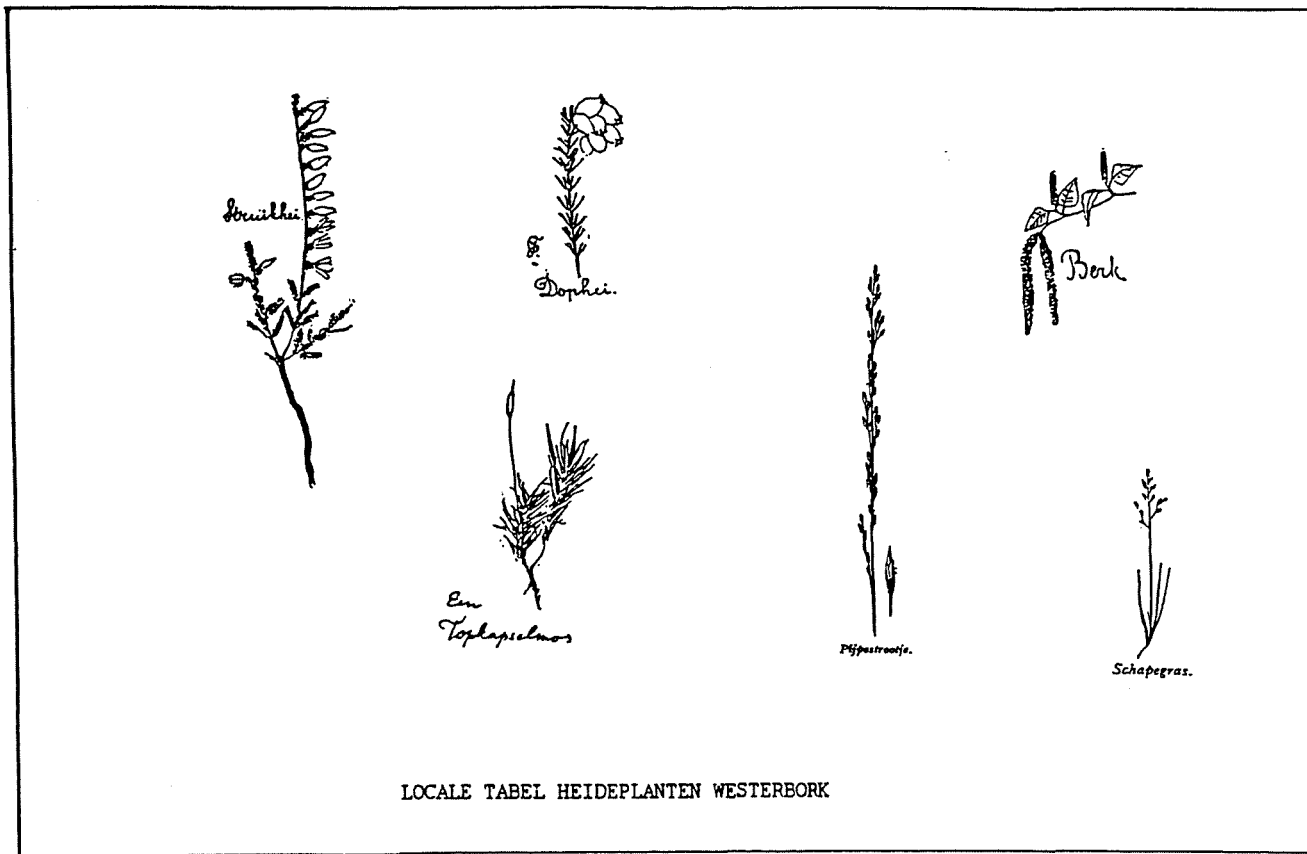
$t =$		-30°	-20°	-10°	0°	10°	20°	30°	40° C
$v =$	0	8	7	6	4	3	2	1	— 0,4
	2	59	50	41	33	24	15	6	— 3
matig {	3	70	60	49	39	28	17	7	— 4
	4	80	68	56	44	32	20	8	— 4
	8	110	93	77	60	44	27	11	— 6
storm {	16	152	129	106	83	61	38	15	— 6
	20	169	143	118	93	67	42	16	— 9
	25	188	159	131	103	75	47	18	— 10
m/s									

b

$v =$		0	2	5	10	15	20 m/s.
$e =$	1	13	33	39	45	49	52
	2,5	13	31	37	43	46	49
	6,5	12	29	34	39	43	45
	10	11	26	31	36	40	42
	13	10	24	29	33	35	38
	16	9	22	25	30	33	35
	20	8	20	23	27	29	31
	26	6	15	18	21	23	24
	33	5	11	14	17	17	18
mbar							

[illegible]





Bijlage 22

[illegible][illegible]

Bijlage 23

KRITERIA SAMENSTELLEN LOKALE TABELLEN.

Voor het goed laten funktionieren van een tabel is het belangrijk om bij het maken ervan op de volgende punten te letten:

- De gebruikte omschrijvingen van de kenmerken moeten duidelijk en voor iedereen begrijpbaar zijn. Wanneer er termen gebruikt worden als katje, prop, gezaagd, veerspletig, moeten deze aan de gebruiker van de tabel uitgelegd worden. Dit kan in de vorm van een tekening of een omschrijving.
- De gebruikte kenmerken moeten eenduidig zijn. Omschrijvingen als vrij breed, niet zo groot, lang en smal, kunnen door een ieder anders worden geïnterpreteerd. Dit wordt voorkomen door een duidelijke afgrenzing aan te geven. Bijvoorbeeld: groter dan 5 cm, 2 x zo lang als breed.
- Om een goede afweging van de kenmerken te kunnen maken moeten ze voor beide alternatieven van de splitsing beschreven worden.

Bijvoorbeeld:

Goed is: bladrand gezaagd, blad enkelvoudig	2
bladrand gegolfd, blad samengesteld	3
Fout is: bladrand gezaagd, blad enkelvoudig	2
blad sterk behaard, tweekleurig	3

- De tabel moet uiteindelijk leiden tot een resultaat dat controleerbaar is. Dit kan gebeuren door de tabel te laten eindigen bij een tekening, een foto, gedroogd materiaal of een omschrijving. Het organisme dat gedetermineerd is, kan hiermee vergeleken worden.

Bijlage 24

KRITERIUMLIJST VOOR DETERMINATIETABELLEN.

Algemeen inhoudelijk:

1. De tabel klopt.
2. De tabel biedt voldoende trefkans.
3. De gebruikte kenmerken zijn eenduidig.
4. De gebruikte kenmerken zijn gemakkelijk zichtbaar.
5. Per punt van keuze wordt slechts één vraag gesteld.
6. Het determineerschema is kort door een snel uitsplitsen.
7. Het schema is dichotoom.
8. Bij verwijzing wordt gebruik gemaakt van één doorlopende cijferreeks.
9. Er wordt medegedeeld voor welk doel, waar of wanneer de tabel bruikbaar is.
10. Er is een gebruiksaanwijzing.
11. Er is een begrippenlijst waarin alle (niet meer en niet minder) gebruikte begrippen verduidelijkt worden.
12. Er is een beschrijving van de genoemde soorten.
13. Naast de beschrijving is de nodige interessante informatie opgenomen.
14. Er is een verwijzing naar literatuur.
15. Er is een cm of mm aanduiding aanwezig.
16. Er is een verwijzing naar adressen.

Grafisch-technisch:

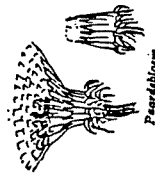
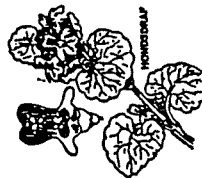
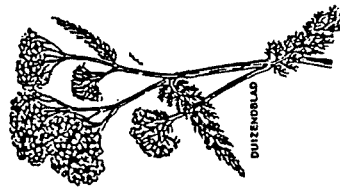
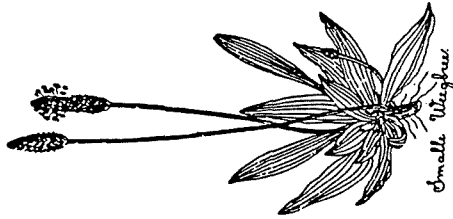
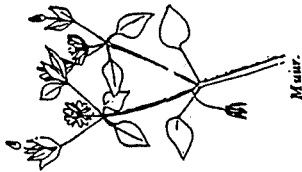
17. De tabel heeft handzame afmetingen, zodat gebruik in het veld mogelijk is.
18. De kaft is stevig liefst geplastificeerd.
19. De omslag heeft een dekkende titel en afbeelding.
20. Een verantwoorde typografie is konsekwent gebruikt.
21. Er bestaat een goede lay-out.
22. De afbeeldingen zijn duidelijk en funktioneel.

Taalkundig-technisch:

23. Er worden zo mogelijk eenvoudige woorden gebruikt.
24. De zinsbouw is eenvoudig.
25. Korte zinnen worden afgewisseld door wat langere.
26. Vaktermen worden verklaard.
27. Er zit een lijn in het verhaal.
28. De tabel heeft een motiverende tekst.

Bijlage 25

LOCALE TABEL BERMPLANTEN WESTERBORK



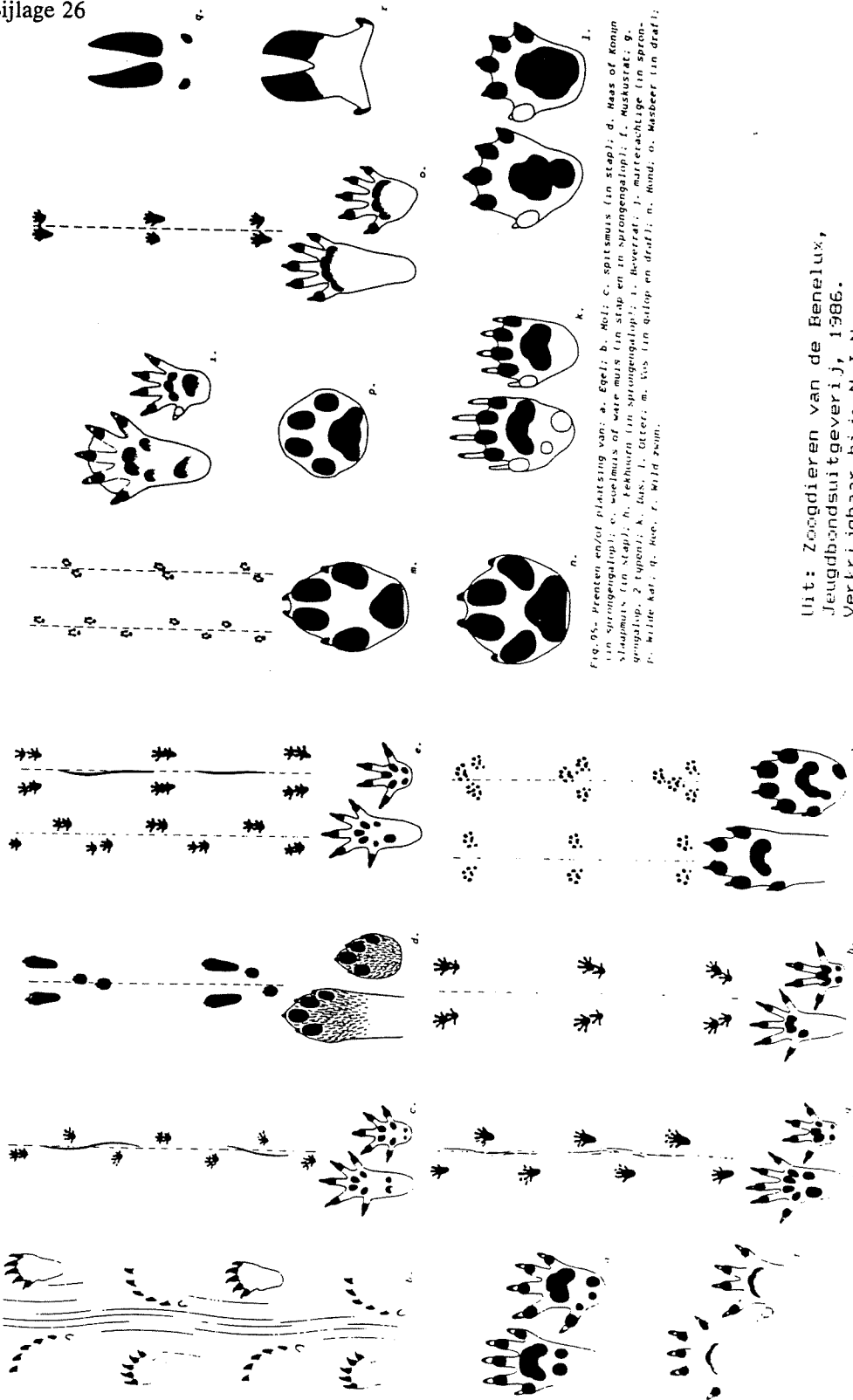


Fig. 95. Prenten en/of plaatsing van: a. Egel; b. Mol; c. spitsmuis (in stap); d. Haas of Konijn (in springengalop); e. wuelmuis (in stap en in springengalop); f. Ruskustat; g. Sladarmuis (in stap); h. Tekhuur (in springengalop); i. Ijverkat; j. Marterachtige (in springengalop, 2 typen); k. Ias; l. Otter; m. Vos (in galop en draft); n. Hond; o. Wasbeer (in draft); p. Witte kat; q. Ieuw; r. Wild zwijn.

Lit: Zoogdieren van de Benelux,
Jeugdbondsuitgeverij, 1986.
Verkrijgbaar bij: N.J.N.,
Noordereinde 60, 1243 JJ 's Graveland.

CONSERVEREN EN VERZAMELEN

Indien men sporen werkelijk goed wil leren kennen, dan is het aanleggen van een verzameling van die dingen, die men in de natuur vindt, een nuttig hulpmiddel. Men is dan beter in staat om ze nauwkeurig te bekijken en zich de bijzonderheden van de diverse vondsten te herinneren. Een verzameling schept ook de mogelijkheid om de dingen te vergelijken; dit is zeer nuttig bij de determinatie van nieuwe vondsten. Al naar de gerichtheid van de belangstelling kan men een verzameling aanleggen van foto's, afgietsels van prenten, braakballen, excrementen of voedselresten. Om volledig profijt van een verzameling te kunnen hebben, moet men zich van het begin af aan de gulden regel houden dat men iedere vondst van een etiket voorziet. Hierop moeten uitvoerig alle gegevens betreffende de vindplaats, datum, diersoort, en andere gegevens die met de vondst verband houden worden vermeld. Een foto heeft het grote voordeel, dat hierop een beeld van de vondst met zijn directe omgeving bewaard blijft. In veel gevallen kan dit van groot belang zijn, bijv. als het om een eetplaats gaat. Men kan het beste een kleurenfilm gebruiken. Men moet niet vergeten om, vooral bij sporen, een meetlatje mee te fotograferen. De verzameling wint aan waarde, als men ook de paslengte, de spreiding en complete groepjes prenten opmeet (zie blz. 19). Afgietsels van voetafdrukken kan men zowel met gips als met paraffine maken. Met paraffine kan men het gemakkelijkst werken, maar men heeft wel een warmtebron nodig om het te smelten. Omdat deze afgietsels echter breekbaar zijn, zal gips toch gewoonlijk de voorkeur

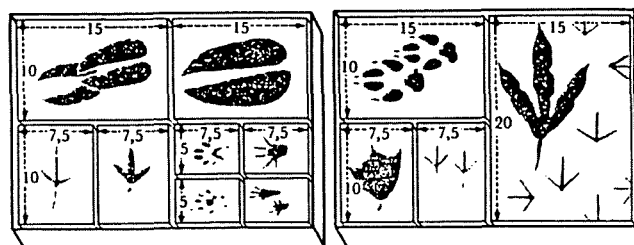
verdiene. Om een afgietsel te maken kiest men een prent met scherpe randen en met zo veel mogelijk details. Eventuele bladeren of kluitjes aarde, die in de voetafdruk zijn gevallen, moet men verwijderen. Platgetrapte strootjes e.d. moet men juist niet wegnemen, omdat hierdoor de contouren van de afdruk veranderd kunnen worden. Men maakt dan een rechthoekig raampje van een reep karton of aluminiumfolie. Nadat men dit rond de prent heeft neergelegd, drukt men het zeer voorzichtig met de vlakke hand iets in de grond. Men vult dan een beker, of nog beter een rubber schaalje zoals schilders gebruiken met een passende hoeveelheid water. Hierin strooit men het gips dat geen klontjes mag bevatten met kleine hoeveelheden tegelijk. Het gips zuigt water op en zinkt. Men gaat op deze wijze verder totdat het gips bijna tot aan de oppervlakte komt. Nadat men een paar minuten heeft gewacht, ruert men de massa voorzichtig om, zodat men een gelijkmatig papje zonder klontjes krijgt. Het gips is nu klaar voor het gebruik en kan voorzichtig in de prent worden uitgegoten. Men moet er op letten, dat alle kluitjes gevuld raken. Na verloop van 10 à 20 minuten is het gips verhard en kan men het afgietsel oppakken. Vaak kleeft er nog wat aarde aan, maar men kan deze later met een zacht borsteltje onder een lopende kraan verwijderen. Omdat gipsafgietsels breekbaar zijn en door stoten tijdens het vervoer gemakkelijk kapotgaan, is het verstandig om afgietsels van grote prenten en groepjes prenten te wapenen. Dit kan men doen door stukjes ijzerdraad of juteweefsel in het gips te leggen.

voordat het hard is. Men heeft nu een negatieve afdruk van de prent en men kan hiervan, meestal zonder moeilijkheden, een positieve afdruk in gips maken. Om te voorkomen, dat de twee afdrucken aan elkaar vast gaan zitten, moet men het negatief voor het afgieten met een oplossing van kaliumcarbonaat in water afspoelen. Bij gebrek hieraan kan men ook vaseline of een zeepoplossing gebruiken. Om de prent zelf beter tot zijn recht te laten komen, kan men het afgietsel met een bescheiden kleur verven. Ook kan men een beetje ijzeroxidepoeder door het gips van het positieve afgietsel mengen. Dit wordt dan mooi roodbruin; de prent komt er beter in uit en ziet er wat natuurlijker uit dan in het grijswitte gips. In enkele gevallen kan het negatieve afgietsel een dusdanige vorm hebben, dat het ondoenlijk is om er een positief afgietsel van te maken. De twee gipsblokken zitten dan zodanig in elkaar, dat het onmogelijk is ze te scheiden zonder het afgietsel van de prent stuk te maken. In dergelijke gevallen kan men positieve afgietsels maken door siliconenrubber te gebruiken. Dit is een kunststof waaraan men 2-3% van een harder moet toevoegen om een gunmiachtig afgietsel te verkrijgen. Doordat het elastisch is, kan men het positief en het negatief zonder beschadigingen van elkaar

scheiden. Men kan dit alles nog vergemakkelijken door het negatief eerst met een dunne laag van een sneldrogende celluloselak in te smeren; schellak is hiervoor niet bruikbaar. Evenals bij gipsafgietsels kan men, met hetzelfde resultaat, tegelijk met de harder wat ijzeroxide (ca. 0,5%) aan de siliconenrubber toevoegen. Om afgietsels goed en geordend te bewaren, kan men het beste platte laatjes gebruiken. Om ruimte te sparen is het praktisch om afgietsels te maken in rechthoekige raampjes die resp. $5 \times 7,5$, $7,5 \times 10$, 10×15 en 15×20 cm lang en breed zijn en die alle 5 cm hoog zijn. Raampjes van deze afmetingen kunnen in vele combinaties in een lade worden geplaatst. De inwendige maten van deze laden, 22×32 cm, zijn een paar cm groter dan de totale maat van de afgietsels, zodat men ze zonder moeite eruit kan nemen.

De raampjes kunnen van tevoren en, om het transport te vergemakkelijken, zo mogelijk samenklapbaar worden gemaakt.

Uit: Elseviers Diersporengids
ISBN 90 10 0167 4



Uoorbeeld van de indeling van een lade, inwendige maten 22 x 32 cm.

8. LITERATUUR.

1. Backman, S.J and Crompton, J,L
Education Experiences Contribute to Cognitive Development
Journal of Environmental Education, vol. 16, 4, 1984
2. Blokdijk, P en Sluiszen, A. van der
Waterdierdjes van sloot en plas
A.A. Balkema, Rotterdam, ISBN 90 6191 1141
3. Carpenter, J.R.
Measuring effectiveness of a college-level environmental earth-science
course by changes in commitment to environmental issues.
Journal of Geological Education, vol.29, 135, 1981.
4. Crompton, J.L. and Sellar, Ch.
Do Outdoor Education Experiences Contribute to Positive Development
in the Affective Domain?
Journal of Environmental Education, vol. 12, 21, 1981
5. Disinger, J.F.
Environmental Education Research News
The Environmentalist, vol.5, 85, 1985.
6. Dormolen, J. van
Didactiek van de wiskunde.
Oosthoek's Uitgeversmaatschappij B.V.
Utrecht 1974, ISBN 90 6046 631 4
7. Falk, J.H.
Field Trips: A look at environmental effects on learning.
Journal of Biological Education, vol.17, 137,1983.
8. Fido, H.S.A. and Gayford, C.G.
Fieldwork and the biology teacher: a survey in secondary schools
in England and Wales.
Journal of Biological Education, vol.16, 28,1982.
9. Greeven, P., e.a.
Op weg naar een geïntegreerd verkeers- en vervoersbeleid.
Inspraakreactie op het ontwerp "Verkeers Circulatie Plan Zeist"
van de gezamenlijke groene organisaties te Zeist, 1986.

10. Horst, R. ter
Zoogdiertellingen onder een braakliggend viadukt in de A28
ter hoogte van Zeist-west.
Intern rapport Utrechts Landschap, 1990.
11. Howie, Th.R.
The effectiveness of outdoor experience versus classroom experience
in learning the cognitive dimensions of environmental education.
dissertatie The George Washington University, 1972.
(Voor een samenvatting van zijn onderzoek zie literatuur verwijzing 1).
12. Kalkhoven, J.T.R.
Onderzoek naar de ecologische betekenis van het viadukt onder
Rijksweg 28 ten westen van Zeist.
Intern rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Leersum en
Texel, 1990.
13. Kern, E.L. and Carpenter, J.R
Enhancement of Student Values, Interests and Attitudes in
Earth Science Through a Field-Oriented Approach.
Journal of Geological Education, vol.32, 299, 1984.
14. Kern, E.L. and Carpenter, J.R
Effect of Field Activities on Student Learning
Journal of Geological Education, vol.34, 180, 1986.
15. Lisowski, M. and Disinger, J.F.
Environmental Education Research News
The Environmentalist, vol.8, 3, 1988.
16. Mackenzie, A.A. and White, R.T
Fieldwork in Geography and Long-term Memory Structures.
American Educational Research Journal, vol.19, 623, 1982.
17. Minnaert, M
De Natuurkunde van 't Vrije Veld 2, 1975
paragraaf 73: Het verzamelen en weer afstaan van de warmte door de grond.
Thieme & Cie
Zutphen, 1975
18. Minnaert, M
De Natuurkunde van 't Vrije Veld 3
paragraaf 73: De stroomsnelheid van een rivier met de vlottermethode
Thieme & Cie
Zutphen, 1972

19. Poortinga, G.
Zure Regen, Kwaadaardige bedreiging van ons welzijn
Elsevier
Amsterdam, 1981
20. Rolf Roos & Volkert Vintges (red)
Het milieu van de natuur; Herkennen van verzuring, vermisting en verdroging
in de natuur. Uitg. Stichting Natuur en Milieu, Utrecht 1991.
21. S.L.O.
Bijzonder Onderwerp Chemie en Milieu
Enschede, 1980.
22. STIBOKA (heet nu Staring Centrum)
Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000
23. Stronck, D.R.
The comparative effects of different museum tours on children's
attitudes and learning.
Journal of Research in Science Teaching, vol.20, 283, 1983.
24. Vogel, A.L.
A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis
4th ed. Longman Group LTD.,
London, 1978.



9. INFORMATIE OVER VELDWERK.

Adressen van tal van organisaties zijn te vinden in:

- Jaarboek 1990 NVON
Informatie voor docenten in de natuurwetenschappen.
- Adresboek voor Biologen 1991
Nederlands Instituut voor Biologen.

Suggesties voor veldwerkactiviteiten zijn verzameld in:

- Goedvolk, A en Lindeman, H.J
Veldwerk natuurlijk
Nijgh & Van Ditmar Educatief, 1988, 90 236 1249 3

Een keuze uit leveranciers die materialen leveren voor veldwerk.

- Outdoor Education
Veemarktkade 8
5222 AE 's-Hertogenbosch
073 - 214906
- weerballonnen:
Wittich en Visser
1e v.d Kunststraat 285
Den Haag
070 - 883889
- geluidsniveaumeter:
Tandy
Nachtegaalstraat 49
Utrecht
030 - 317520
- grondboren:
Eykelkamp
Nijverheidsstraat 14
6987 EM Giesbeek
- chemicaliën:
Janssen bv
Postbus 90240
5000 LT Tilburg
013 - 370296

- apparaten en hulpmiddelen:
Tamson bv
Postbus 208
2700 AE Zoetermeer
079 - 319212
- bodemkaarten
STIBOKA is nu onderdeel van het Staring Centrum
Marijkeweg 11
6709 PE Wageningen
08370-74200

Veldwerkcentra:

- Stichting Veldstudiecentra
Zuideresweg 10
9441 TZ Orvelte
05934 - 263
- Veldstudiecentrum Hei- en Boeicop
4126 RH Hei- en Boeicop
03474 - 2085/2279

.....



Instituut voor
Leerplanontwikkeling

ISBN 90 329 0977 0