C. W. N. Looman

Natuurtechnische waterbeheersingsmaatregelen aan de Elzenbeek (Overijssel)

Doctoraalverslag cultuurtechniek en natuurbeheer
(nr. 672)

Landbouwhogeschool

Projectleiders : J. Gardeniers
J. Schouwenaars

GEGEVENS UITSLUITEND VOOR INTERN GEBRUIK

OVERNAME IS SLECHTS TOEGESTAAN NA OVERLEG MET DE PROJECTLEIDERS.

Inhoud:

Samenvatting

Voorwoord p. 1

1. Inleiding p. 2

2. Beschrijving van het gebied

2.1 Algemeen p. 4

2.2 Het waterlopenstelsel p. 5

2.3 De natuurwaarde van de beken p. 8

3. Doelstelling p. 11

4. Randvoorwaarden bij beekverbetering

4.1 Algemeen p. 13

4.2 Agrarische voorwaarden p. 14

4.3 Onderhoudstechnische voorwaarden p. 16

4.4 Voorwaarden voor een beeklevensgemeenschap

4.4.1 De milieuvoorwaarden p. 18

4.4.2 Technische mogelijkheden om aan de milieuvoorwaarden te voldoen p. 20

4.5 Voorwaarden ten aanzien van het landschap p. 27

4.6 Financiële voorwaarden p. 28

5. De Elzenbeek

5.1 Beschrijving van de beek p. 30

5.2 Het debiet

5.2.1 De maatgevende afvoer p. 37

5.2.2 De waterverdeling p. 41

5.3 Alternatief 1: Omleidingskanaal p. 46

5.4 Alternatief 2: Natuurtechnische Beekverbreding p.

5.4.1 Algemeen p. 49

5.4.2 Toelichting per dwarsprofiel p. 51

5.4.3 Evaluatie p. 63

5.5 Afwegingen p. 67

5.6 Keuze p. 68

6. De koppelleiding 6.1.3

6.1 Beschrijving van de watergang p. 76

6.2 Aanbevolen ingrepen p. 78

Literatuurlijst p. 85

Bijlage 1. Detailkarteringen langs enkele trajecten van de Elzenbeek p. 86

Bijlage 2. Overlay's van een aantal foto's van de 6.1.3 en

de Elzenbeek p. 89
Bijlage 3. Dwarsprofielen van de Elzenbeek p. 93

Samenvatting

De belangrijkste doelstelling van dit zevenmaands doctoraalvak cultuurtechniek + natuurbeheer was een manier te vinden waarop een op dit moment waardevolle of potentiëel waardevolle beek genormaliseerd kan worden, zodanig dat van de natuurwetenschappelijke waarden zoveel mogelijk overblijft of zoveel mogelijk zich weer opnieuw kan ontwikkelen. Onder normaliseren wordt verstaan het aanpassen aan de normen. Tot nu toe zijn dat vooral landbouwkundige en onderhoudstechnische normen geweest; in dit verslag is gepoogd daar natuurwetenschappelijke (vooral hydrobiologische) normen aan toe te voegen. Door deze extra normen ontstaan knelpunten waarvoor een oplossing of compromis gevonden moet worden. De methode is "natuurtechnische beekverbreding" genoemd.

Door het waterschap Regge en Dinkel werd een voorbeeld aangegeven waar de afweging van belangen op toegepast kon worden. De Elzenbeek in de gemeente Tubbergen moet verbreed worden wegens het aankoppelen van een ander stroomgebied, maar is biologisch gezien potentieel waardevol. Voor het meest problematische deel van de beek (2 km lengte) is een conventionele verbreding en een natuurtechnische verbreding ontworpen en deze zijn met elkaar vergeleken.

Typische elementen in de natuurtechnische verbreding zijn: toepassen van beschaduwing; oeververdediging met behulp van elzen; afwisselend eenzijdig verbreden waardoor kronkels ontstaan; zo steil mogelijke taluds en aanhouden van een geringe bodembreedte.

De natuurtechnische verbreding is vervolgens vergeleken met de mogelijkheid van een omleidingskanaal, waarbij de eerste als een waardevol alternatief naar voren kwam. Het uiteindelijke voorstel voor de Elzenbeek is geworden: natuurtechnisch verbreden van de bovenstroomse helft en voor de benedenstroomse helft aanleg van een omleidingskanaal, waar alleen de hoogste winterafvoeren gedeeltelijk doorheen zullen gaan.

Er is daarnaast ook een voorstel gedaan voor de natuurwetenschappelijke verbetering van een al genormaliseerde waterloop, waarbij de stuwen worden vervangen door cascades, de bodembreedte beperkt en beschaduwing wordt aangebracht.

Voorwoord

Alvorens dit verslag te beginnen wil ik iedereen bedanken die bijgedragen heeft aan dit onderwerp. Vooral J. Schouwenaars en J. Gardeniers, die namens de vakgroepen cultuurtechniek en natuurbeheer van de Landbouwhogeschool dit werk begeleid hebben; verder W. van Driel en H. Kampf, beide voorheen van de Heidemij, A. Eijkenaar en J. Brinkman van het waterschap Regge en Dinkel, J. W. Hattink van Staatsbosbeheer en P. Verdonschot van Provinciale Waterstaat Overijssel. Zonder dezen en alle anderen die vragen beantwoord en kritiek gegeven hebben zou dit verslag er heel anders uitgezien hebben.

Wageningen, 7 juni 1983

1. Inleiding

Dit verslag is een weergave van de werkzaamheden tijdens een gecombineerd doctoraalvak aan de Landbouwhogeschool, bestaande uit vier maanden cultuurtechniek (oriëntatie natuurbouw) en drie maanden natuurbeheer (hydrobiologie). Onderzoek en verslaglegging hebben zich globaal vanaf april 1982 tot en met januari 1983 afgespeeld.

Het onderwerp werd aangedragen door het waterschap "Regge en Dinkel". Binnen hun "Raamplan waterlopen - gebied Tubbergen" uit 1980 ligt de Elzenbeek, die voornamelijk als gevolg van de aankoppeling van een ander stroomgebied verbreed zou moeten worden. Omdat deze beek echter als "potentiëel waardevol" was aangemerkt in het hydrobiologisch onderzoek van de beken in Twente (Heijdeman en Peters, 1981) had Staatsbosbeheer bezwaren tegen normalisatie. Als compromis werd toen een omleidingskanaal voorgesteld, maar hiermee was geen van beide partijen gelukkig. Op initiatief van de Heidemij, die de ontwerpen voor het waterschap verzorgt, werd toen gezocht naar een alternatief. Dit werd de "natuurtechnische beekverbreding". De achtergrond en verdere uitwerking van dit begrip vormen de kern van dit verslag.

Met natuurtechnische beekverbreding wordt bedoeld het zodanig verbreden van een beek dat van de natuurwaarden zoveel mogelijk gehandhaafd blijft of zich weer kan ontwikkelen. Bij het uitwerken van dit idee komt men vaak op knelpunten terecht tussen enerzijds de voorwaarden voor een waardevolle beeklevensgemeenschap en anderzijds de andere functies van de beek, zoals ontwatering van percelen voor de landbouw en de landschappelijke functie. Daarnaast moet rekening gehouden worden met het noodzakelijke onderhoud aan de waterloop en de kosten, die voor de ingreep gemaakt moeten worden. De afweging van al deze randvoorwaarden werd aan de hand van de Elzenbeek als voorbeeld uitgevoerd.

Omdat enerzijds de milieufactoren voor een echte beeklevensgemeenschap niet tot in detail bekend zijn en anderzijds de effecten van de ingrepen niet altijd precies zijn in te schatten, houdt deze werkwijze een zeker risico in. Er is geen garantie te geven dat na uitvoering de natuurwaarde weer even groot zal kunnen worden als vantevoren. Vaak zijn echter

de enige alternatieven een conventionele verbreding, waarbij de nivellering van de natuurwaarden al vrijwel bij voorbaat vaststaat of een omleidingskanaal. Ook aan die laatste mogelijkheid zitten bezwaren, bijvoorbeeld de grotere kans op droog vallen van de eigenlijke beek. Deze bezwaren kunnen in sommige gevallen zo groot zijn, dat aan de natuurtechnische beekverbreding de voorkeur gegeven moet worden.

In dit verslag wordt vrijwel alleen aandacht geschonken aan de verbreding zelf, maar essentieel voor de ontwikkeling van de natuurwaarde is ook de vorm van beheer ofwel onderhoud van de waterloop. Hier en daar wordt daar al een opmerking over gemaakt, maar dat zou toch nog een vraagstelling voor een volgend onderzoek kunnen worden. Vast staat in elk geval, dat de beoordeling van het resultaat pas een aantal jaren na de uitvoering gemaakt zal kunnen worden.

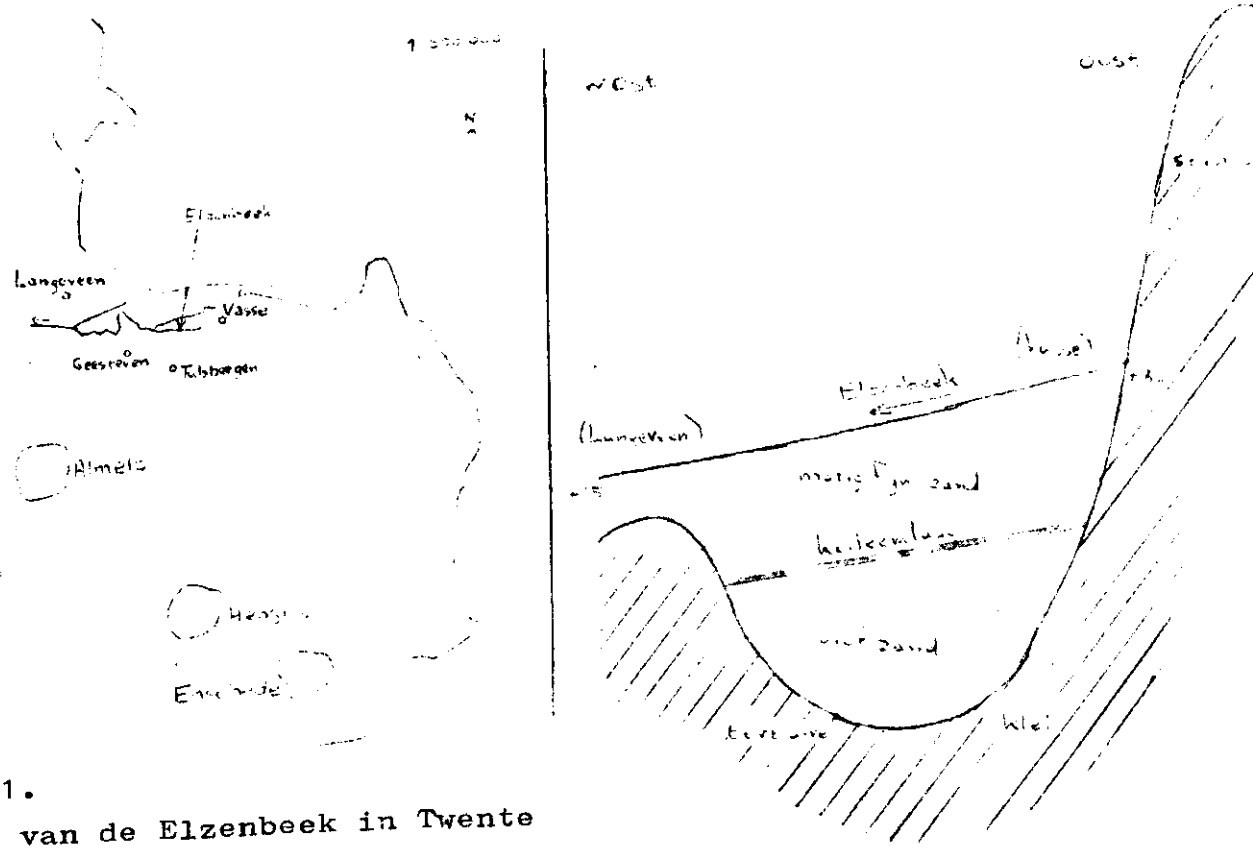
Dit verslag is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2. staat een algemene beschrijving van het gebied, om een indruk te geven van het kader waarin de problemen geplaatst moeten worden. In hoofdstuk 3. volgt dan de doelstelling. In hoofdstuk 4. wordt gepoogd een aantal algemeen geldende randvoorwaarden voor beekverbetering op een rijtje te zetten. Er wordt vooral aandacht geschonken aan de natuurbeheersaspecten, maar ook de landbouw, het onderhoud, het landschap en de kosten komen aan bod. In hoofdstuk 5. worden deze randvoorwaarden toegepast op het voorbeeld van de Elzenbeek. Verschillende mogelijke maatregelen worden voorgesteld en vergeleken. In hoofdstuk 6. komt tenslotte een nevendoelstelling van dit onderzoek aan bod, namelijk hoe een al genormaliseerde waterloop natuurwetenschappelijk gezien te verbeteren is. Dit gebeurt aan de hand van een nabij de Elzenbeek gelegen waterloop: de koppelleiding 6.1.3.

2. Beschrijving van het gebied

2.1 Algemeen

De Elzenbeek ligt in het noordelijk deel van de gemeente Rijssen en Enschede (zie figuur 1) en loopt ongeveer van west naar oost. Aan de oostkant ligt de stuwwal van Ootmarsum, die tot [illegible] hoog is. Vanaf de voet van die stuwwal (± 20 m +NAP) in het gebied langzaam naar het westen af met een helling van ongeveer 1 procille. In het gebied zijn nauwelijks beekdalen ingesneden: het gebied helt af als een plat vlak.

De geologische opbouw (zie figuur 2) heeft als basis de ondoorlatende tertiaire klei, die bij de stuwwal aan de oppervlakte zit, dan in westelijke richting diep wegzinkt en terhoogte van Langeveen weer tot dicht aan de oppervlakte komt. De vallei is opgevuld met grof zand onderin en matig fijn zand bovenin met daar tussen een keileemlaag, die op onregelmatige plaatsen onderbrekingen heeft.



figuur 1.
Ligging van de Elzenbeek in Twente

figuur 2.
Geologische opbouw (sterk geschematise

Bodem en landschap hangen nauw samen met de ontstaansgeschiedenis van het gebied en zijn typerend voor Twente en de Lochemerberg. Langs de beken lagen van oorsprong al de natste gebieden, die geschikt waren voor veeteelt. De kleine, vaak onregelmatig gevormde percelen waren van elkaar gescheiden door houtwallen, die het voor het toenmalige boerenbedrijf noodzakelijke geriefhout leverden. De bedrijfsgebouwen zelf stonden **langs de wat hogere gronden, die als bouwland in** gebruik waren: de esgronden. Soms was er een gemeenschappelijke es van een groot aantal bij elkaar wonende boeren, zoals bijvoorbeeld in het dorp Tubbergen, soms waren er zogenaamde "eenmansessen", waar het bouwlandperceel van een enkele boer lag. De gebieden op grotere afstand van de beken hadden vaak een slechte afwatering en waren daardoor weer natter. Ze waren meestal als heideveld in gebruik. De heidevelden zijn rond 1900 **allemaal ontgonnen en ze** vertonen een regelmatiger en grootschaliger beeld dan de oorspronkelijke beekdalen. Het aantal houtwallen is er ook veel minder.

In de beekdalen zijn vooral de beek- en gooreerdgronden te vinden; op de essen zijn het de enkeerdgronden en op de jonge ontginningen komen vooral veldpodzolgronden voor.

2.2 Het Waterlopenstelsel

Als gevolg van de **terreinhelling** lopen de meeste waterlopen in het gebied van oost naar west. Er zijn in de loop van de tijd veel ingrepen geweest in dit waterlopenstelsel: allerlei dwarsverbindingen en **vertakkingen** zijn in de loop van de laatste honderd jaar verdwenen. De Elzenbeek (zie figuur 3) was oorspronkelijk een aftakking van de Mosbeek. Voor Mander was er een splitsing en na ongeveer 6 km kwamen de twee beken weer bij elkaar. Er hebben veel meer van die afkoppelingen bestaan, die echter allemaal verdwenen zijn, waardoor het water van de stuwwal nu geheel via de Mosbeek wordt afgevoerd.

Het water van Mosbeek en Elzenbeek samen komt bij Geesteren in de Geesterse Molenbeek, die even verder samenkomt met de Broekbeek, die het gebied ten noorden van de Mosbeek ontwatert. Dit stroomgebied bestaat voor het grootste deel uit jong ontginningslandschap. Ten zuiden van de Elzenbeek

figuur 3.
Een vroegere situatie van het waterlopenstelsel



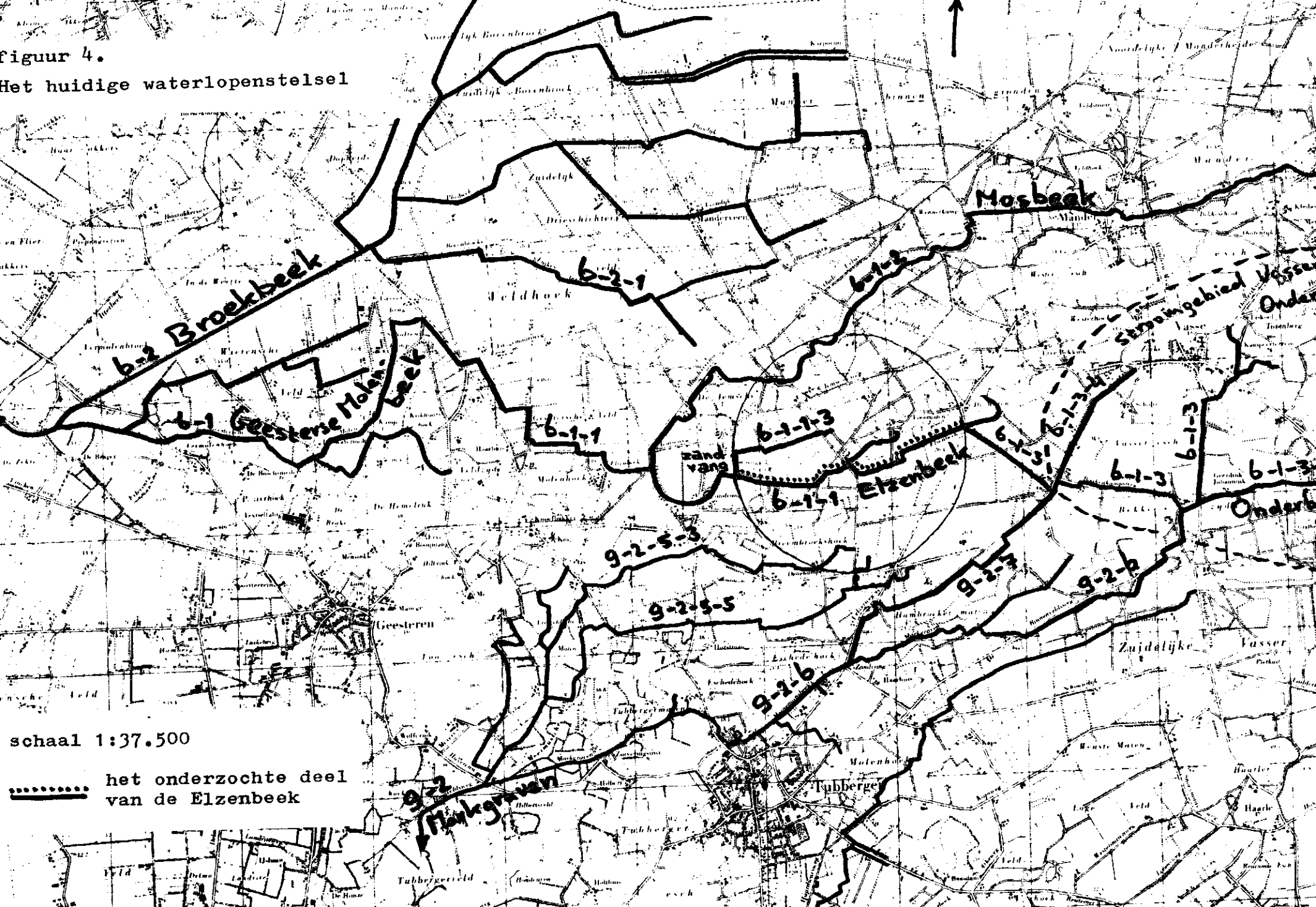
1. Elzenbeek
2. Mosbeek
3. Geesterse Molenbeek
4. Broekbeek
5. Onderbeek
6. Markgraven

ligt het stroomgebied van de Markgraven. Deze waterloop komt bij Almelo in het Lateraalkanaal uit.

Tijdens de voorbereiding van de ruilverkaveling Tubbergen in de zestiger jaren is besloten, dat het water van de Onderbeek en de Vasser es (een stroomgebied van 565 ha) in de nieuwe situatie via het noordelijk gebied zou worden afgevoerd. Met dat doel is een koppelleiding gegraven (de "6.1.3") vanaf de bovenloop van de Markgraven naar de Elzenbeek (zie figuur 4). Deze koppelleiding is zo gedimensioneerd, dat al het water van de Onderbeek en Vasser es er doorheen zou kunnen. Omdat op dit moment de Elzenbeek en de Geesterse Molenbeek nog te geringe afmetingen hebben gaat het meeste water nog in zuidelijke richting, dus naar de Markgraven. Aan het begin van de 9.2.6 en 9.2.7 zijn verdeelwerken geplaatst, die elk ongeveer tweederde van het water naar het zuiden sturen en eenderde door de koppelleiding 6.1.3. Als gevolg daarvan komt op dit moment slechts eennegende van het water in de Elzenbeek en achtnegende in de Markgraven.

figuur 4.

Het huidige waterlopenstelsel



De oorspronkelijke bovenloop van de Elzenbeek, vroeger de afkoppeling vanaf de Mosbeek, levert 's zomers nauwelijks meer water zodat zonder de 6.1.3 de Elzenbeek nauwelijks watervoerend zou zijn geweest. Waarschijnlijk is dit terug te voeren tot de verbeterde afwatering van het gebied: nu wordt alles aan het eind van de winter in korte tijd afgevoerd, terwijl er vroeger een reservoir gevormd werd, waardoor de beek gedurende de hele zomer water bleef houden.

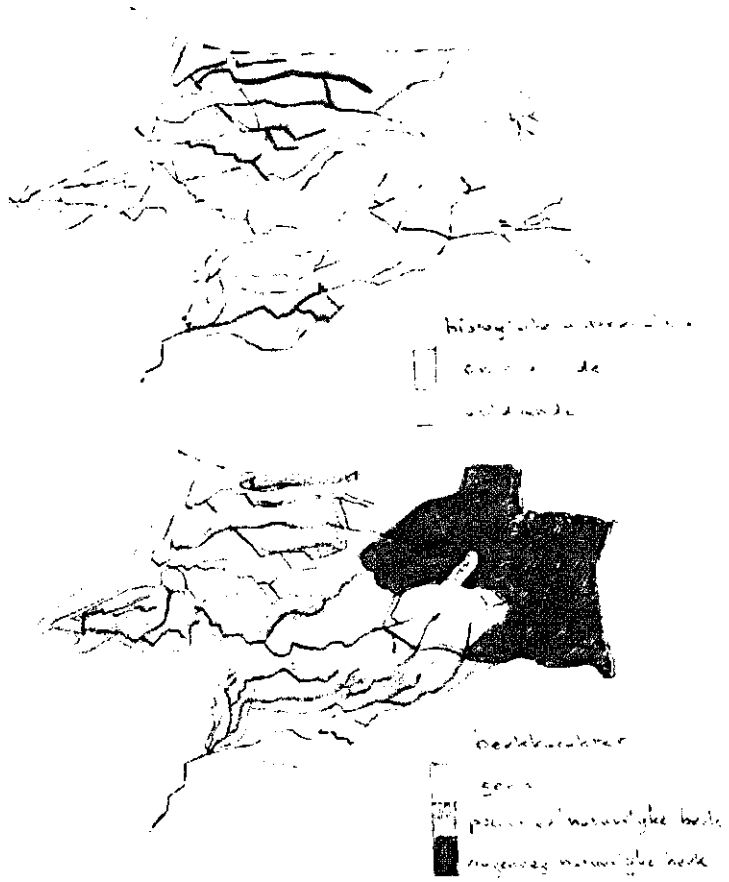
2.3 De natuurwaarde van de beken

Bij gebrek aan anders gerichte inventarisaties is alleen iets te zeggen over de hydrobiologische waarde van het gebied. Daarvoor waren in eerste instantie beschikbaar het globale hydrobiologisch onderzoek van de beken in Twente door Heijdeman en Peters (1981) en het specifiek op dit gebied gerichte hydrobiologisch onderzoek naar de invloed van beekregulatie (op natuurwaarden) door De Vries en Van der Mark (1982).

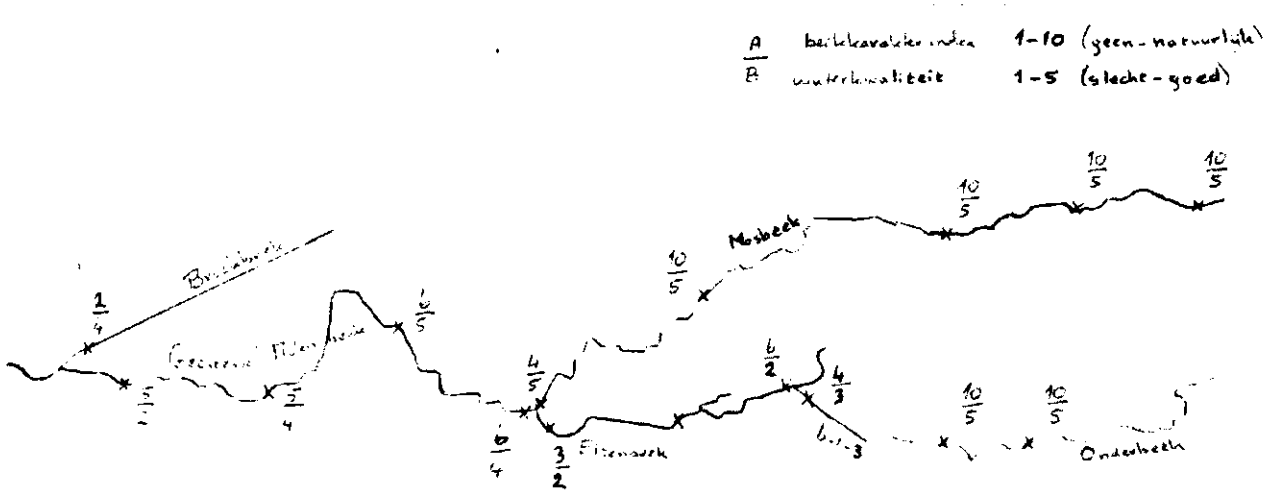
Uit het eerste onderzoek (zie figuur 5) blijkt dat de biologische waterkwaliteit in vrijwel het gehele gebied "voldoende goed" is. Uitzonderingen zijn het grootste deel van het stroomgebied van de Broekbeek en de Markgraven vanaf de samenstroming van de 9.2.6 en 9.2.7. De Mosbeek (bovenloop) en Onderbeek zijn nagenoeg natuurlijke waterlopen; benedenloop van de Mosbeek, Elzenbeek, Geesterse Molenbeek en 9.2.6 en 9.2.7 zijn potentieel natuurlijke waterlopen. De koppelleiding 6.1.3 (de nieuw gegraven delen) en een zijtak hiervan, de 6.1.3.4 hebben geen beekkarakter. In vergelijking met de rest van Twente is dit stroomgebied dus van goede kwaliteit.

In dit zelfde onderzoek is een duidelijk verband gelegd tussen het voorkomen van typisch beekbegeleidende vogelsoorten, namelijk de ijsvogel en de grote gele kwikstaart en het hydrobiologisch bepaalde beekkarakter. Blijkbaar geeft dit beekkarakter dus ook een indruk van de andere natuurwaarden van de desbetreffende waterloop.

De Mosbeek, Onderbeek, Elzenbeek en Geesterse Molenbeek zijn nauwkeuriger onderzocht door De Vries en Van der Mark (zie figuur 6). Ook hier scoren de Mosbeek en Onderbeek in de hoogste klassen qua beekkarakter en waterkwaliteit. De gegraven koppelleiding 6.1.3 heeft een matige waterkwali-



figuur 5. (Heijdeman en Peters 1981)
hydrobiologisch onderzoek van beken (detail)



figuur 6. (De Vries en Van der Mark)
Beekkarakter en Waterkwaliteit van de Elzenbeek en omgeving

teit en een slecht beeldkarakter, hoewel er toch organismen voorkomen, die typisch voor stromend water zijn. De waterkwaliteit in de Elzenbeek was slecht en het beeldkarakter matig. De Groesterse Molenbeek heeft een matig beeldkarakter en wisselende waterkwaliteit.

In de zomer van 1982 zijn door Higler, Repko en Nol [illegible] waterlopen 0.2.6 en 0.2.7 (bovenlopen van de Markgraven) bemonsterd. Beide lopen worden waarlevel bevonden. Er waren veel soorten typisch voor

stromend water. Ook in november zijn nog bemonsteringen uitgevoerd door medewerkers van het RIN (Higler en Repko 1982).

3. Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om aan de hand van de situatie in het noordelijk gebied van het raamplan Tubbergen aan te geven hoe waterbeheersingsmaatregelen aan beken uitgevoerd kunnen worden, zodanig dat de natuurwaarden daardoor zo min mogelijk worden aangetast of zelfs opnieuw tot ontwikkeling kunnen komen.

In het hiervoor al genoemde rapport van De Vries en Van der Mark is nog eens vastgesteld dat de beekregulatie op de tot nu toe gebruikelijke manier ongewenste veranderingen in de makrofaunagemeenschap tot gevolg heeft. De typische organismen voor stromend water maken plaats voor algemene soorten, die niet direkt aan stromend water gebonden zijn. Daarnaast verdwijnt met het normaliseren van beken ook een groot deel van de aanwe ige houtopstanden en daarmee de levensmogelijkheden voor tal van andere planten- en diersoorten.

In dit verslag wordt nagegaan of de normalisatie van een beek ook op een natuurvriendelijke wijze kan gebeuren. Normalisatie van een beek betekent: het aanpassen van de beek aan bepaalde normen. Die normen liggen dan op het vlak van de landbouw (droogleggingseisen) en het onderhoud (vermijden van erosie, mogelijk maken van machinaal onderhoud). Naast deze normen voor optimaal agrarisch gebruik en onderhoud van de beken kan men ook normen stellen voor het optimaal tot ontwikkeling komen van de natuurwaarden in en langs de beek. Dit gebeurt in dit verslag op een kwalitatieve manier, omdat niet voldoende gedetailleerde metingen over de voorwaarden voor een beeklevensgemeenschap voorhanden zijn.

Nadat deze normen zijn opgesteld, wordt voor een concreet voorbeeld, namelijk de Elzenbeek geprobeerd een ontwerp te maken, waarin zowel aan de normen vanuit de landbouw en onderhoud, als vanuit de natuur wordt voldaan. Uiteraard moet hier op veel plaatsen naar een compromis gezocht worden, vooral als het uiteindelijke ontwerp ook nog zonder al te hoge kosten moet worden uitgevoerd. Het is de bedoeling dat de hieruit voortvloeiende methode bij gebleken geschiktheid niet beperkt blijft tot dit ene geval, maar in de toekomst ook voor andere waterlopen die gevaar lopen op de oude wijze genormaliseerd te worden, wordt gebruikt. Het gaat er dan om dat de

ingrepen in beken, die nog waardevol zijn uit het oogpunt van natuurbehoud, zo weinig mogelijk blijvende schade zullen opleveren. Zeker omdat dit de eerste maal zal zijn, zal de ingreep riskant worden. Het traject van de Elzenbeek, waar het hier om gaat is echter slechts een potentiëel waardevolle beek, zodat het nemen van enig risico toelaatbaar is.

Naast de ingreep in de Elzenbeek, waar in eerste instantie geprobeerd wordt de huidige situatie niet te devalueren, is ook aandacht geschonken aan de koppelleiding 6.1.3, waar geprobeerd wordt de huidige milieuomstandigheden te verbeteren. De 6.1.3 kan als representatief gezien worden voor de meerderheid van de genormaliseerde beken in Twente, hoewel de waterloop nieuw gegraven is op een plaats waar eerder nooit een beek gelopen heeft. Pogingen om de natuurwaarde van deze leiding te vergroten zijn dan ook zonder risico voor de natuur, omdat er op dit moment weinig waardevols aanwezig is. De waterkwaliteit is echter redelijk, zodat de kans op succes wel bestaat.

Beide situaties geven verschillende problemen. Bij de eerste is de uitgangssituatie van veel meer belang en zal men zich minder vlug aan experimenten mogen wagen dan bij de tweede. Het heeft daarom ook geen zin om eerst af te wachten of de ingrepen aan een genormaliseerde beek het gewenste succes op leveren om daarna het risico voor ingrijpen in de nog waardevolle beek beter te kunnen inschatten: de twee situaties zijn niet vergelijkbaar. Daarnaast kan men zich afvragen of er nog tijd is om te wachten op langdurige experimenten, als op veel plaatsen de laatste nog nagenoeg natuurlijke beken in Twente (en eigenlijk in heel Nederland) gevaar lopen om genormaliseerd te worden. Tegen de tijd dat zo'n experiment is afgerond, zijn de laatste beken misschien al verdwenen.

De doelstelling kan als volgt samengevat worden:

1. het opstellen van een ontwerp tot aanpassing van een (potentiëel) waardevolle beek, waarbij de natuurwaarde zoveel mogelijk behouden blijft, of zelfs wordt versterkt.
2. het opstellen van een ontwerp tot natuurtechnische verbetetering van een genormaliseerde waterloop, waardoor deze qua natuurwaarde meer op een oorspronkelijke beek gaat lijken.

4. Randvoorwaarden bij beekverbetering

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zal nagegaan worden met welke factoren rekening gehouden moet worden bij het verbeteren (meestal verruimen) van een nog min of meer natuurlijke waterloop. Uitgangspunt is het verbeteren van de waterloop zelf; de mogelijkheid van een omleidingskanaal komt pas in 5.3 aan bod.

De randvoorwaarden worden groepsgewijze behandeld, ingedeeld volgens de verschillende vakgebieden waaruit ze zijn voortgekomen. Eerst komen de landbouw en het onderhoud aan bod, die met elkaar de tot nu toe gebruikelijke normen leveren. Daarna wordt ingegaan op de randvoorwaarden, die vanuit het natuurbeheer in acht genomen zouden moeten worden en ten slotte wordt nog wat gezegd over het landschap en de financiën. Een tweetal algemene richtlijnen hebben hun oorsprong echter in een aantal vakgebieden samen, zodat ze hier eerst behandeld zullen worden.

- Eenvoud

Als het enigszins mogelijk is, dient men te streven naar zo simpel mogelijke ontwerpen. De belangrijkste reden hiervoor is een beperking van risico's. Wanneer ergens een ingewikkelde constructie voor nodig is, is de kans dat het na de uitvoering niet optimaal blijkt te werken of dat het in de loop van zijn levensduur een keer defect raakt groter dan bij een eenvoudig ontwerp. De negatieve gevolgen kunnen zowel bij de landbouw als bij de natuur optreden.

Complexe systemen zijn vaak ook financiëel minder aantrekkelijk en veroorzaken vaak een groter risico bij de ingreep in het natuurlijk systeem dan een eenvoudiger oplossing. Tot slot moet opgemerkt worden dat de bewoners en bezoekers van een gebied een eenvoudiger maatregel vlugger zullen begrijpen en aanvaarden. Zeker voor de boeren, die een financiële bijdrage leveren aan het waterschap, zal dat belangrijk zijn.

Vanwege al deze overwegingen zal men vaak aan een eenvou-

dige, minder optimale oplossing de voorkeur geven boven een perfecte, maar complexe maatregel.
- Uitgaan van de bestaande situatie

Dit kan een logisch gevolg zijn van de vorige voorwaarde, maar dat hoeft niet. In de huidige praktijk komt het er vaak op neer, dat een bepaalde waterloop wordt verbreed met een enkel (standaard-)profiel als basis. Dit profiel zorgt dan voor een over een lang traject uniforme beek, terwijl in de oude situatie meer afwisseling aanwezig was. Met uitgaan van de bestaande situatie wordt in dit geval bedoeld, dat de verbreding het karakter zou moeten hebben van een correctie op de bestaande situatie en niet het maken van totaal nieuwe structuren. Dit heeft duidelijke voordelen uit het oogpunt van natuurbehoud, maar het raakt ook aan andere aspecten. Het inventarisatiewerk en het ontwerpen van de nieuwe loop vergt wat meer werk, maar op de uitvoering kan bespaard worden omdat de veranderingen minder ingrijpend zullen zijn. Verder zijn de voordelen voor het landschap vanzelfsprekend.

4.2 Agrarische voorwaarden

De belangrijkste norm in dit opzicht is de drooglegging. Hieronder wordt verstaan de diepte van de waterspiegel onder het maaiveld. De norm houdt in dat een bepaalde drooglegging gemiddeld slechts een maal per jaar onderschreden mag worden. De afvoer waarbij dit optreedt wordt de maatgevende afvoer genoemd. Wanneer dus voor een waterloop de norm van 60 cm drooglegging wordt gehanteerd, wil dat zeggen dat gemiddeld slechts **één (et)maal per jaar de waterspiegel in de** beek op minder dan 60 cm onder het maaiveld staat. Dit geldt dan voor de algemene waterlopen; in de kavelsloten zal de waterstand dan nog iets hoger zijn en midden op de percelen zal als gevolg van de beperkte doorlaatbaarheid van de grond de (grond-)waterstand nog dichter bij het maaiveld komen. **Dit betreft dus de wintersituatie.**

De normen zijn vastgesteld op grond van opbrengstberekeningen voor verschillend gebruik (weiland - bouwland) en grondsoorten bij verschillende ontwateringsdiepten. De vraag of de kosten van de verbeteringen zullen opwegen tegen de

extra opbrengsten is eigenlijk niet zo vlug te beantwoorden. De kosten van de ingreep zullen sterk afhangen van de uitgangssituatie (kwantiteit en kwaliteit van het bestaande ont- en afwateringsstelsel, bereikbaarheid, uitvoering in het kader van een ruilverkaveling of niet); de opbrengstvermeerdering hangt af van de mate waarin de boer inspeelt op de nieuwe omstandigheden en verder zullen zowel de kosten als de baten in de loop van de jaren veranderen. Ook kan nog gewezen worden op de moeilijkheid die ontstaat wanneer kosten door de overheid (subsidies) vergeleken worden met opbrengsten voor particulieren.

Verder is door het begrip maatgevende afvoer het ontwateringsregime nog niet eenduidig vastgelegd: de frequentieverdeling van de waterstanden in een waterloop kan sterk uiteenlopen. Wanneer 40 cm drooglegging één maal wordt o schreden per jaar, kan de 50 cm-grens uiteenlopend tussen bijvoorbeeld drie en dertig maal o schreden worden. Dit zal consequenties hebben voor de opbrengst van de naastgelegen percelen.

De norm is dus (noodzakelijkerwijze) slechts een grove benadering voor wat in een bepaald geval de beste oplossing zou zijn. Behalve het van tijd tot tijd aanpassen van kosten en baten aan prijsveranderingen is het niet haalbaar om de norm telkens weer aan te passen voor een specifieke waterloop.

Een tweede norm, die gehanteerd wordt, is dat bij een dubbele maatgevende afvoer het water binnen de boorden moet blijven, met andere woorden: er mogen geen inundaties optreden. De frekwentie van voorkomen van een dubbele maatgevende afvoer zal ook weer sterk afhangen van de plaatselijke situatie.

Een derde norm betreft de zomersituatie. Dan mag de waterstand niet te diep worden, omdat dan voor sommige grondsoorten gevaar voor teveel wateronttrekking en daarmee verdroging optreedt. Deze norm is te realiseren door het aanhouden van een maximale diepte van de beekbodem beneden maaiveld voor lopen die 's zomers droogvallen of van een maximale drooglegging bij een kwart van de maatgevende afvoer.

Wanneer het waterschap niet voor een goede afwatering zorgt bestaat het gevaar dat de boeren het heft in eigen handen nemen met alle gevolgen vandien.

4.3 Onderhoudstechnische voorwaarden

Het belangrijkste aspect van het onderhoud is het verwijderen van planten en plantaardig afval (bladeren, takken etc.), dat de doorstroming in de waterloop kan belemmeren. Wanneer in de zomer na of tijdens de groeiperiode niets gedaan wordt, staan de kleinere lopen vol met planten (als ze niet beschaduwd zijn) en is er nauwelijks watertransport mogelijk door de hoge weerstand (lage k_M). Voor het gebied van het waterschap Regge en Dinkel geldt dat in de zomer 60% van alle waterlopen (vooral de kleinere) droog staan, maar na een natte periode van enkele weken of na een zware onweersbui ondervindt het afstromende water toch teveel weerstand van de planten. Vandaar dat door het waterschap na 1 juni een onderhoudsbeurt wordt gegeven. Verder is uiteraard de afvoer in de winter en vooral tegen het begin van het nieuwe groeiseizoen van belang, omdat dan het grootste debiet optreedt. Daarom wordt in het najaar, als het groeiseizoen afgelopen is een tweede onderhoudsbeurt gegeven.

De onderhoudsbeurt in de zomer gebeurt nog met chemische bestrijdingsmiddelen (gramoxone, reglone of dalapon). Deze stoffen worden alleen in droge waterlopen toegediend en worden meteen door de bodemdeeltjes geadsorbeerd, zodat het niet in het water terecht kan komen. Het is de bedoeling dat alleen de planten op de bodem van de waterloop bespoten worden, dus niet de planten op het talud. Omdat chemische bestrijding toch grote risico's oplevert voor de natuur in de beek en omgeving wordt niet gespoten langs houtwallen of bossen, niet bovenstrooms van natuurgebieden en niet bij bewoonde gebieden. Wanneer het gaat om beschaduwde waterloopjes (dus met houtopstand aan de zuidzijde) is bespuiting ook meestal niet nodig, omdat er toch weinig planten groeien.

In het najaar wordt er gemaaid en wordt afgevallen blad verwijderd. Dit gebeurt bij voorkeur mechanisch. Daarvoor moet echter met een machine langs de waterloop gereden kunnen worden. Een afrastering tussen "rijbaan" en beek is daar bij geen bezwaar, maar bij beekverbetering wordt meestal een rijpad aan één zijde gereserveerd, die dan houtvrij gemaakt wordt. Wanneer er af en toe een boom staat betekent dat tijdverlies omdat dan de maaikorf uit de beek gehaald, verder wordt

gereden en weer in de beek geplaatst moet worden. Het stuk bij die boom moet dan met de hand gemaaid worden. Langs de nog resterende natuurlijke beken in Twente staan veel bomen, zodat ze voor het grootste deel met de hand gemaaid moeten worden. Dat gebeurt met de zeis en plantaardig materiaal wordt uit de loop verwijderd. Door de beschaduwing groeit er zoals gezegd weinig, zodat het onderhoud toch niet zo bewerkelijk is.

Een ander onderhoudsaspect is het herstellen van verzakkingen in het talud. Om de kans hierop zo klein mogelijk te maken worden bij het ontwerpen nog twee normen in acht genomen. In de eerste plaats wordt de stroomsnelheid lager dan 0,5 m/sec gehouden, omdat anders teveel erosie plaats vindt. Bij overschrijding gaat men over op bodemverdediging bij kleine waterlopen of stuwen bij grotere waterlopen. Daarnaast worden nieuwe taluds aangelegd met een helling 1:1½ waardoor het gevaar van afslag nog verder verminderd wordt. De kosten van extra grondaankoop, die voor een flauwere helling gemaakt moeten worden wegen op tegen de kosten van herstelwerkzaamheden die men bij een steilere helling (bv. 1:1) zou moeten maken. In natuurlijke beken zijn de taluds meestal veel steiler. Deze verzakken toch niet zo vaak, omdat ze door beworteling, vooral van elzen veel steviger zijn dan een pas gegraven en onbegroeid talud.

Het hanteren van een minimumprofiel (1 m diep, 75 cm bodembreedte en talud 1:1½) is vooral een gevolg van technische beperkingen: kleinere profielen kunnen moeilijk door grote machines gemaakt worden en zouden dus met kleinere machines of zelfs met handkracht gegraven moeten worden. **Daarnaast kunnen kleinere waterlopen vlugger dicht gaan zitten door plantengroei of verzakkingen.**

4.4 Voorwaarden voor een beeklevensgemeenschap

In deze paragraaf wordt eerst een opsomming gegeven van de randvoorwaarden waaraan een waterloop moet voldoen om een beeklevensgemeenschap te herbergen. Er wordt hier in de eerste plaats gelet op de hydrobiologische aspecten (de macrofauna). De belangen van beekbegeleidende flora

en fauna zullen daar vaak parallel aan lopen. Voor een aantal gevallen waar dat duidelijk niet voor geldt, zal op het verschil ingegaan worden.

Het begrip "beeklevensgemeenschap" is als elke levensgemeenschap niet exact af te grenzen. Er komen overgangsvormen voor naar allerlei andere levensgemeenschappen, zoals die van sloten, vijvers, moerassen etc. Het leggen van een grens is altijd een subjectieve zaak. Ook binnen een beeklevensgemeenschap zijn nog allerlei types te onderscheiden, afhankelijk van de (micro-)milieuomstandigheden ter plaatse: binnen- en buitenbocht, bladpakket, stroomversnelling etc. Verder zijn ook de afmetingen, de beschaduwing, het verloop van het debiet door het jaar heen, het ijzergehalte en dergelijke van invloed op de soortensamenstelling. Door deze variaties en doordat er weinig exact onderzoek naar gedaan is, zijn de randvoorwaarden moeilijk te kwantificeren.

Na een korte globale bespreking van deze randvoorwaarden wordt bekeken in hoeverre daaraan kan worden voldaan bij het dimensioneren van een beek. De gedachtengangen zijn ontwikkeld aan de hand van de ervaringen met de Elzenbeek, maar soms komem ook situaties ter sprake, die alleen bij andere beken voorkomen, bijv. bij bredere beken.

4.4.1 De milieuvoorwaarden

+ 1. Er moet altijd stromend water zijn, vooral ook 's zomers

Dit is het belangrijkste milieuaspect van een beek. Veel andere voorwaarden zijn direct of indirect afhankelijk van de stroming. Over het algemeen zal gelden hoe sneller hoe beter; als minimum kan men aanhouden dat het water enige turbulentie moet vertonen.

Veel soorten zijn afhankelijk van de stroming in het water. Soms gaat het om de stroming zelf, wanneer een soort voor zijn voeding afhankelijk is van langskomend materiaal (bijvoorbeeld Simulium), vaker gaat het om een goede zuurstofvoorziening, die slechts in stromend water bereikt kan worden.

Wanneer tijdens een droge zomer een beek eens een keer

uitdroogt betekent dat niet, dat daarmee meteen het hele beekkarakter verloren gaat. Wel is het zo, dat permanent water voerende beken hun eigen karakteristieke soorten hebben en als milieu in Nederland steeds zeldzamer worden. Hoe eerder de droge periode begint, hoe minder waardevolle soorten in de waterloop zullen voorkomen.

+ 2. Er moet geschikt substraat zijn

De verschillende soorten uit een beeklevensgemeenschap zijn afhankelijk van verschillende substraten: sommige leven op planten, sommige onder stenen of overhangende oevers; de ene soort heeft een zandige bodem nodig en de andere een slibrijke bodem. Ook bladpakketten zijn voor sommige soorten noodzakelijk omdat ze dekking, voedsel of plaats voor het afzetten van eieren geven. Wanneer de stroomsnelheid afneemt zal het meegevoerde slib kunnen bezinken en zo van invloed zijn op het substraat.

+ 3. De waterkwaliteit moet goed zijn

In het kort betekent dit: voldoende zuurstof, geen overmaat aan voedingsionen en geen gifstoffen. De waterkwaliteit is afhankelijk van lozingen, maar daarnaast ook van de stroomsnelheid, omdat bij een goede zuurstofvoorziening de afbraak van organisch materiaal sneller verloopt.

+ 4. Er moet een minimum aan verstoring of verandering in het milieu zijn

Wanneer een milieu tijdelijk verstoord wordt, als gevolg van onderhoudswerkzaamheden, een cultuurtechnische ingreep of een "natuurlijke" gebeurtenis (instorten van een oever, een uitzonderlijk droog jaar), kan de populatie ter plaatse sterk gereduceerd worden of zelfs geheel verdwijnen. Dat betekent dat na een herstel van de juiste milieuvoorwaarden het gebied opnieuw gekoloniseerd moet worden.

Wanneer het om een plaatselijke gebeurtenis gaat, bijvoorbeeld het instorten van een oever of werkzaamheden aan een kort traject, kan de kolonisatie vanuit de directe omgeving plaats vinden. Organismen kunnen vanaf het bovenstroomse deel meegevoerd worden, of op eigen kracht vanaf een bene-

denstrooms deel naar boven migreren. Voor insekten, die alleen als larve in het water voorkomen is de verspreiding nog minder bezwaarlijk, omdat dat via het volwassen vliegende stadium kan gebeuren. Wanneer het een groter traject betreft, of een hele beek of beekstelsel wordt aangepakt, zal de kolonisatie veel meer moeilijkheden opleveren. Vooral omdat echte beken zeldzaam zijn geworden in Nederland zal het lang kunnen duren voor een geschikt milieu weer de bijbehorende soorten bevat.

+ 5. Er moet <u>variatie</u> in de beek zijn

Onder natuurlijke omstandigheden wordt deze variatie vooral bereikt door het meanderen. Dit levert plaatselijke verschillen in stroomsnelheid (binnen- en buitenbocht) en daarmee verschillen in substraat (zand en slibbodems) en verschil in waterdiepte. In "verbeterde" beken komen deze verschillen soms grootschalig voor, wanneer stuwen zorgen voor verschil in stroomsnelheid en wat daar mee samenhangt. Vanwege de grote afmetingen van de leidingen, de methode van onderhoud en de barrièrewerking van de stuw is de soortensamenstelling toch sterk verschillend van die in een echte beek; de oorspronkelijke stroomsnelheid wordt meestal bij lange na niet meer gehaald. Op grote schaal komt de variatie in milieu in natuurlijke omstandigheden voor in boven-, midden- en benedenloop qua breedte, diepte, verhang, al of niet droogvallen, bodemtype, beschaduwing etc.

De variatie is nodig, omdat:

a. in een ander habitat andere soorten voorkomen
b. sommige soorten meerdere milieu's nodig hebben (rust-, foerageer- en broedgebieden)
c. daardoor risicospreiding bereikt kan worden.

4.4.2 <u>Technische mogelijkheden om aan de milieuvoorwaarden te voldoen</u>

Aan de hand van de variabelen uit de formule van Manning voor het dimensioneren van waterlopen worden nu de effecte van bepaalde keuzes ten aanzien van lengte- en dwarsprofiel op de hydrobiologische levensgemeenschap besproken. Soms

komen ook andere natuurbeschermingsaspecten aan de orde en waar nodig worden de negatieve effecten van een hydrobiologisch optimaal profiel op het gebied van landbouw, onderhoud of financiering genoemd. Voor deze knelpunten kan soms een compromis-oplossing worden genoemd, hoewel de eigenlijke afweging tussen de verschillende belangen vaakalleen voor een specifiek geval, zoals de Elzenbeek, kan gebeuren.

formule van Manning: $Q = A.R^{2/3}.k_M.S^{\frac{1}{2}}$

waarin: Q debiet
A natte doorsnee
R hydraulische straal
k_M wandruwheidsfactor
S verhang

voor een trapeziumvormig profiel met taluds 1:1 geldt:

$$A = b.d + d^2$$

$$R = \frac{b.d + d^2}{2\sqrt{2}.d + b}$$

waarin: b bodembreedte
d waterdiepte

Q <u>debiet</u>

Meestal is dit een gegeven, waar bij het opstellen van een ontwerp geen keuze meer voor te maken valt. Wanneer die mogelijkheid er wel is, bijvoorbeeld in het geval van verdeelwerken (afkoppelingen, omleidingskanaal), dan is het hydrobiologisch gewenst om de afvoer in de zomer boven een bepaald minimum te houden, of het moment van uitdrogen zo lang mogelijk uit te stellen. Een hoge (maatgevende) afvoer in de winter daarentegen kan leiden tot een drastischer cultuurtechnische ingreep. Het is dan een kwestie van afwegen of een groot debiet voordelig is of niet.

Beekverruiming is in de eerste plaats een grote verstoring van het milieu voor de macrofauna. Verder betekent beekverbreding vaak het verdwijnen van houtopstanden langs de beek. Soms gaat het dan om houtachtige soorten die op zich van belang zijn, maar ook de algemenere soorten als

els en braam kunnen vaak weer een habitat vormen voor vogels en insekten. De landschappelijke belangen lopen hier duidelijk parallel aan de natuurbehoudsbelangen.

Door verbetering van de detailontwatering kan het regenwater sneller worden afgevoerd. Dat betekent, dat de afvoer in de winter hoger wordt en in het begin van de zomer lager, omdat er minder in de bodem opgeslagen wordt. Dit heeft, zoals hiervoor werd gezegd nadelige gevolgen voor het beekecosysteem.

k_M wandruwheidsfactor

De wandruwheidsfactor is in eerste instantie afhankelijk van de aanwezigheid van eventueel afgestorven planten in de bedding. De hoeveelheid planten is weer afhankelijk van het seizoen, de beschaduwing en de methode en frequentie van het onderhoud. Weinig onderhoud heeft over het algemeen meer plantengroei tot gevolg en daarmee geschikt substraat voor bepaalde soorten. In het vroege voorjaar, wanneer de grootste debieten optreden zijn vooral bladpaketten (in beschaduwde beken) belangrijke snelheidremmers. Deze dienen in de winter echter voor sommige soorten als overwinteringsplaats.

Wanneer men het onderhoud minder intensief uitvoert, zal de stroomsnelheid lager worden (door de lagere k_M)en heeft men een groter dwarsprofiel nodig. Omdat de plantengroei in de zomer een veel grotere invloed heeft als de bladpaketten in de winter zal beschaduwing waarschijnlijk toch een positieve invloed op de transportfunctie van de beek hebben: al te grote plantengroei wordt er door geremd.

S verhang

Het verhang is in eerste instantie afhankelijk van de helling van het gebied waar de beek ligt. Wanneer het verhang groot is, zal de stroomsnelheid toenemen en daardoor de erosie eerder kunnen optreden (afkalven van de oevers, verplaatsen van de bodem). Hierdoor zijn veel herstelwerkzaamheden of aanleggen van beschoeiing nodig. Hoge stroomsnelheid is voor het natuurbehoud positief, maar wanneer als gevolg daarvan beschoeiing in de vorm van gevlochten azobé-matten of goten van betonsteen worden aangelegd blijft daar niet veel meer van over. Voor de macrofauna moet de mogelijkheid van ingra-

ven of wegkruipen aanwezig blijven. De erosie kan ook tegen gegaan worden door een goede beworteling van de oevers; hiervoor zijn elzen het meest geschikt, omdat deze met hun wortels tot onder de gemiddelde waterspiegel kunnen doordringen. Wanneer men naar variatie streeft in het lengteprofiel, door afwisselend een groot en minder groot verhang te gebruiken, moet rekening gehouden worden met sedimentatie (drempelvorming) op de overgang van steil naar minder steil.

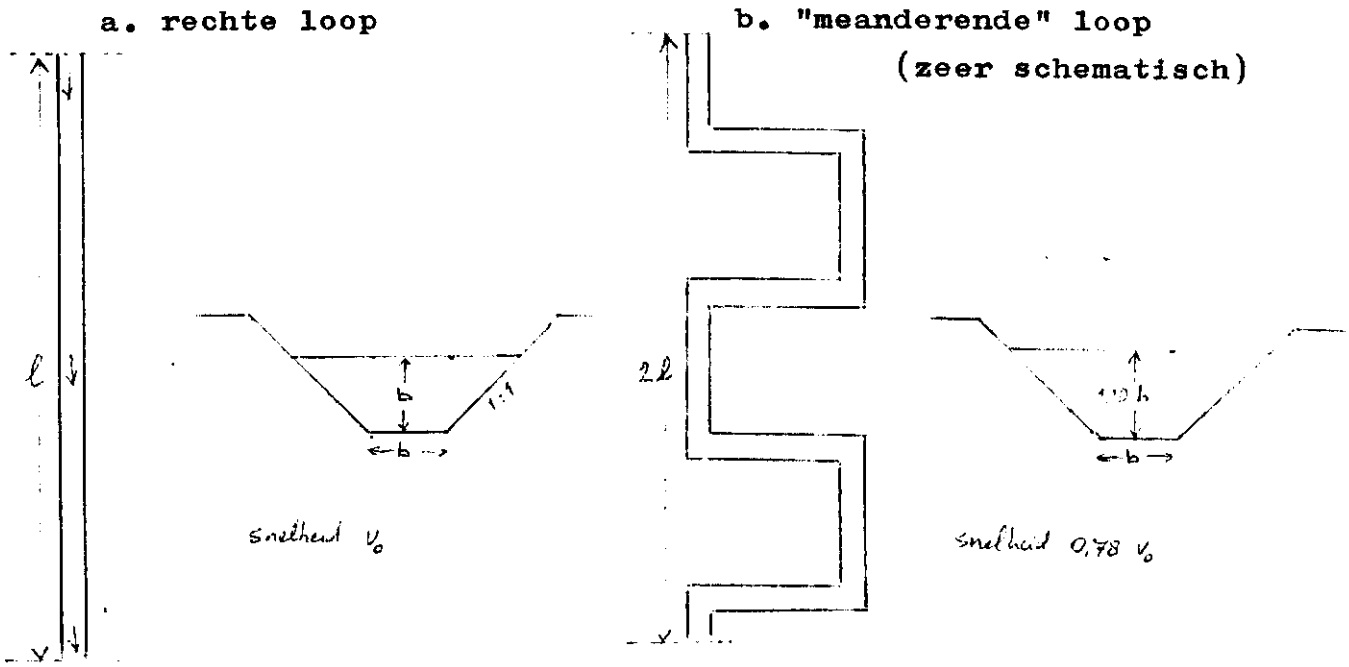
Wanneer men het verhang in een steil gebied toch klein wil maken, heeft men overlaten (stuwen met verschil in bodemdiepte ervoor en erna) nodig. Hydrobiologisch zijn de belangrijkstenadelen het afnemen van de stroming en het ontstaan van barrières tussen de panden, waardoor de genenuitwisseling en herkolonisatie voor bepaalde soorten vrijwel onmogelijk wordt. Ook financiëel gezien zijn stuwen niet zo aantrekkelijk.

Een compromis is het aanleggen van drempels of cascaden. Hierdoor wordt het hoogteverschil met kleine stappen overwonnen en blijft er een doorlopende verbinding in de waterstroom, waardoor verplaatsing van organismen stroomopwaarts mogelijk blijft.

Een andere mogelijkheid om het verhang kleiner te maken is meanderen. Hydrobiologisch gezien is dit de ideale situatie omdat de variatie in milieuomstandigheden dan optimaal is en op kleine schaal optreedt. Door de bochten wordt de totale lengte groter en zal dus de stroomsnelheid afnemen. Als voorbeeld kan figuur 7 dienen, waarbij het rechthoekige patroon alleen voor rekenkundige doeleinden is genomen: landschappelijk gezien zijn vloeiende bochten natuurlijk meer op zijn plaats. Door de bochten ontstaat ook meer wrijving (extra kansen op verzakkingen), waardoor de snelheid nog iets verder zal afnemen. Belangrijke nadelen hier van zijn, dat er meer grond voor nodig is en dat landbouwpercelen onregelmatige vormen krijgen of moeilijker bereikbaar worden. Ook de lengte van te onderhouden waterlopen neemt toe.

b en d <u>bodembreedte en waterdiepte</u>

Deze twee variabelen zijn rechtstreeks afhankelijk van el-



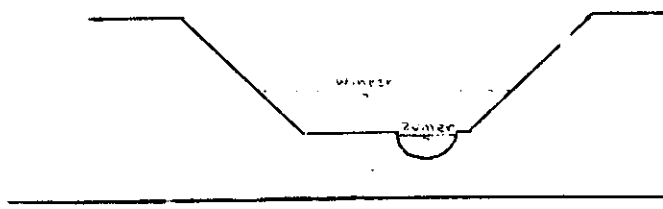
figuur 7. Verschil in waterdiepte en stroomsnelheid als gevolg van meandering.

kaar. Wanneer men kiest voor een brede bodem (en daarmee voor een geringe waterdiepte) zullen, vooral in de zomer, de stroomsnelheden laag worden, omdat er meer wandweerstand is. Tegelijk wordt het verdampingsoppervlak groter waardoor de kans op uitdrogen toeneemt. Daarnaast heeft men meer grond nodig (financiëel onaantrekkelijk en eventueel leidend tot het vellen van bomen) en kan het effect van beschaduwing afnemen. Dit treedt op bij grotere waterlopen dan de Elzenbeek.

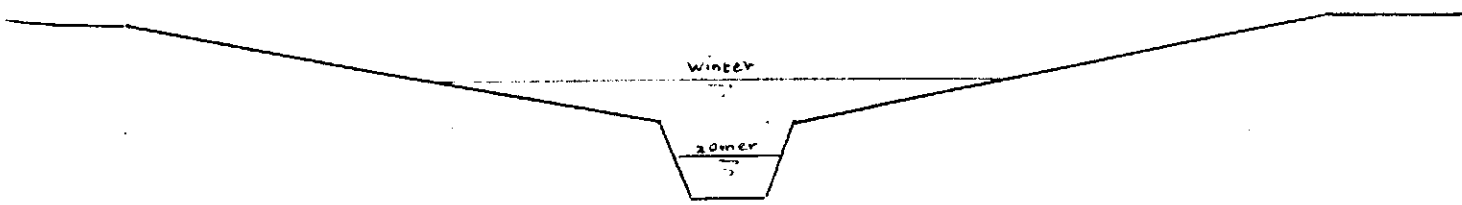
Wanneer voor een smalle bodem gekozen wordt, vallen de boven genoemde nadelen weg, maar kan de bodemdiepte te groot worden voor de landbouw. Dit geeft namelijk bezwaar door een te grote wateronttrekking aan de aanliggende percelen. Ook voor aangrenzende natuurgebieden kan dat een bezwaar zijn.

Een oplossing voor dit probleem kan zijn, dat men in principe kiest voor een brede bodem, maar daarin een smalle "zomerbedding" aanbrengt (zie figuur 8). Een dergelijke bedding zal misschien moeilijk te handhaven zijn, vooral wanneer het leemgehalte van de bodem laag is. Een experiment is hier op zijn plaats. Wanneer de mogelijkheid bestaat om een brede strook grond aan weerszijden aan te kopen, kan men ook een smalle loop kiezen, afgestemd op het zomerdebiet en

figuur 8.
Dwarsprofiel van een genormaliseerde beek
met een zomerbedding



figuur 9.
Dwarsprofiel van een beek met een te inunderen strook (schematisch)



in de winter een breed, licht hellend gebied onder water laten lopen (zie figuur 9). Dit laatste denkbeeld past beter in het beeld van de oorspronkelijke structuur van de beek, maar kost uiteraard wel veel meer grond. Beplanting van de te inunderen strook is mogelijk, maar dat gaat wel ten koste van de stroomsnelheid, zodat de strook dan wat breder moet worden om aan de drooglegginsgeisen te voldoen.

talud

Hier worden drie mogelijkheden onderscheiden, namelijk flauw (grofweg 1:1½ en meer), steil (1:1 en minder) en loodrecht. Voor een flauw talud is meer grond nodig en daarmee een grotere ingreep op de huidige waterloop. Er is minder gevaar voor het instorten van de oever, dus zal verstoring als gevolg van herstelwerkzaamheden minder voor komen. Evenals bij een brede bodem kan bij brede waterlopen het effect van beschaduwing teruglopen. Wanneer het talud erg flauw wordt (hellingen vanaf 1:7), ontstaan bij gericht beheer meer mogelijkheden voor een interessante oevervegetatie

(gradiëntvorming). De gradiënt op zich is echter niet typisch voor een beekoever.

Een steile oever geeft meer kans op instorten, hoewel het op de goede plaatsen planten van bomen (bij voorkeur elzen) dat gevaar kan verminderen. Vooral bij de aanleg bestaat dat gevaar, omdat er dan nog geen vegetatie is, die stevigheid kan geven.

Een loodrechte oever kan alleen in stand blijven met behulp van beschoeiing of wanneer er bomen langs de kant staan. Een beschoeiing is geen geschikt substraat voor de meeste organismen, tenzij hij half ingezakt en verrot is. Bij versteviging met behulp van elzen ontstaan wel interessante oevers, namelijk overhangend met mogelijkheden voor blad- en levermossen en schuilplaatsen voor allerlei dierlijke organismen. Bij en kort na de aanleg is er nog wel gevaar voor instorten, maar dat kan met een tijdelijke beschoeiing tegengegaan worden, die na een aantal jaren kan verrotten. De boomwortels hebben tegen die tijd de beschermende functie overgenomen. Wanneer de bomen aan weerszijden staan wordt mechanisch onderhoud wel onmogelijk, maar daar staat tegenover dat er door de beschaduwing minder onderhoud nodig is.

<u>drooglegging</u>

Minder drooglegging betekent dat er minder ingrepen nodig zullen zijn. Bij een zelfde , maximale bodemdiepte (zie 4.2) hoort dan een smallere breedte, met alle voordelen vandien.

Uit het oogpunt van natuurbeheer in het algemeen kan hier nog aan toe gevoegd worden, dat men moet proberen de ingrepen zo kleinschalig mogelijk te houden. Grootscheepse werken hebben vaak een kettingreactie tot gevolg: de boeren in de omgeving gaan daardoor ook allerlei maatregelen uitvoeren, zoals opschonen van de detailontwatering, aanleg van drainage, opruimen van verwaarloosde overhoeken , egalisaties en dergelijke. Dit geeft dan een extra verstoring in een gebied dat het op dat moment toch al moeilijk genoeg heeft. Een gefaseerde aanpak van de normaliseringsmaatregelen is in dit verband zeer aan te bevelen, ook met het oog op herkolonisatie vanuit de aangrenzende gebieden.

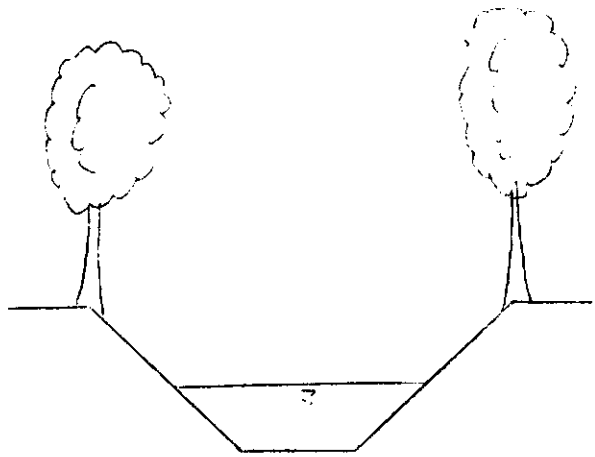
4.5 Voorwaarden ten aanzien van het landschap

Vooral voor het aspect landschap geldt sterk dat er geen algemene normen voor op te stellen zijn, ook niet wanneer men zich beperkt tot beken in Twente. Er kan slechts iets over gezegd worden in zeer algemene termen.

Daarbij kan uitgegaan worden van het beeld van nog ongeschonden beken in het gebied. Om te beginnen kan teruggverwezen worden naar paragraaf 2.1, waar al gezegd werd dat het beekdallandschap, in tegenstelling tot de jonge ontginningen kleinschalig is. Dat betekent dat de beek vanaf een willekeurig punt slechts over een korte afstand te zien is vanwege de kronkels en houtsingels, die zowel langs de beek als langs de aangrenzende kavels staan. Bij het traceren of eventueel verleggen van de beek, dient men dus geen lange rechte stukken te kiezen en ervoor te zorgen dat voldoende houtsingels overblijven of opnieuw ingeplant worden om het kleinschalig karakter te bewaren. De beek moet dus niet op zich, maar in samenhang met de omgeving bekeken worden.

Wat de beek zelf betreft, is de begeleiding van bomen, vooral van elzen, karakteristiek voor Twentse beken. Wanneer toch een zijde houtvrij gehouden moet worden in verband met mechanisch onderhoud is de constructie, waarbij het weiland tot aan de beek doorloopt te verkiezen boven een apart schouwpad. Wanneer bij beekverbreding opnieuw bomen geplant worden, dient dat op de insteek te gebeuren (zie figuur 10) of in het talud; dus niet net naast de insteek. Verder dient men het talud zo steil mogelijk uit te voeren, omdat anders een kunstmatige aanblik ontstaat.

Ook stuwen, verdeelwerken en kunstmatige beschoeiing leveren een onnatuurlijke aanblik. Een stuw of verdeelwerk kan slechts verborgen worden, bijvoorbeeld door beplanting, eventueel door plaatsing op afstand van een weg of pad. De mooiste vorm van beschoeiing is die met behulp van bomen, zoals die hiervoor is besproken. Over de esthetische waarden van andere soorten oeverbeschoeiing (azobé, grasbetontegels, grof gemaakt beton e.d.) kunnen de meningen uiteen lopen. Aan het gebruik van azobé zitten ook andere bezwaren vast: het bevordert het kappen van tropisch oer-



figuur 10.
De juiste plaats om nieuwe bomen te plantem

woud.

Wanneermen een ontwerp maakt dat aan de natuurbehoud-normen voldoet, zal dat meestal niet met landschappelijke overwegingen in strijd zijn. Voorwaarden als variatie in milieu, beschaduwing, levende beschoeiing etc. dragen daartoe bij. Slechts voor een aantal zaken als de helling van het talud, de plaats van de beplanting etc. zullen correcties nodig zijn.

4.6 Financiële voorwaarden

Uiteraard zijn er voor een ontwerp ook financiële randvoorwaarden. Deze zullen van situatie tot situatie verschillen. Wanneer het gaat om een plan voor een geheel gebied, met daarin een beperkt aantal interessante beken (zoals in het geval van de Elzenbeek) bestaat de mogelijkheid, dat er wat met kosten geschoven wordt, zodat aan sommige beken wat minder en aan andere interessante beken wat meer besteed kan worden. Wanneer slechts een enkele beek op het programma staat met daarvoor een budget, zal deze beperking moeilijker te overschrijden zijn.

Belangrijkste kostenfactoren zijn over het algemeen de kunstwerken, de grondaankoop en de afrastering. Wanneer grond nodig is voor de verbreding van de beek komt dat onder het hoofd basiskosten, maar grondaankoop ten behoeve van beplanting of als te ontwikkelen natuurterrein komt op kosten van het landschapsplan. Dit deelbudget is naar verhouding klein

zodat in geval van twijfel bijvoorbeeld bij een brede te inunderen zone, die als winterbed gaat fungeren, de kosten bij voorkeur als voor de waterloop zelf dienen te worden opgegeven.

De aanlegkosten zelf zijn niet van veel invloed, tenzij er handwerk gevraagd wordt in plaats van machinale aanleg. Voor andere dan standaardprofielen zal dat vaak het geval zijn.

Bij een natuurtechnische aanpak, zoals in dit verslag wordt voorgesteld, is ook essentiëel dat bij de uitvoering een bioloog of natuurtechnicus aanwezig is: het werk zal zoveel mogelijk in regie moeten worden uitgevoerd. Dan kunnen tuele verkeerde interpretaties vermeden worden en daarnaast bij onverwachte situaties (inzakken van een talud, situatieveranderingen sinds de inventarisatie e.d.) de plannen ter plaatse aangepast worden. Bovendien moet men hier niet denken, dat men wat de uitvoering betreft in één jaar klaar is: de uitvoering zal bij voorkeur gefaseerd plaats moeten vinden en vooral het onderhoud in de eerstvolgende jaren zal behoorlijk arbeidsintensief zijn om een goede natuurtechnische oplossing te krijgen. Dit heeft allemaal financiële consequenties.

Bij de begroting voor de aanlegkosten kan ook een af- of toename in de onderhoudskosten een rol spelen. Een duurder ontwerp kan een afname in de toekomstige onderhoudskosten met zich meebrengen. Dit geldt voor stuwen die de stroomsnelheid beperken en daarmee de erosie tegengaan evenzeer als voor beplanting die overmatige plantengroei tegengaat.

5. De Elzenbeek

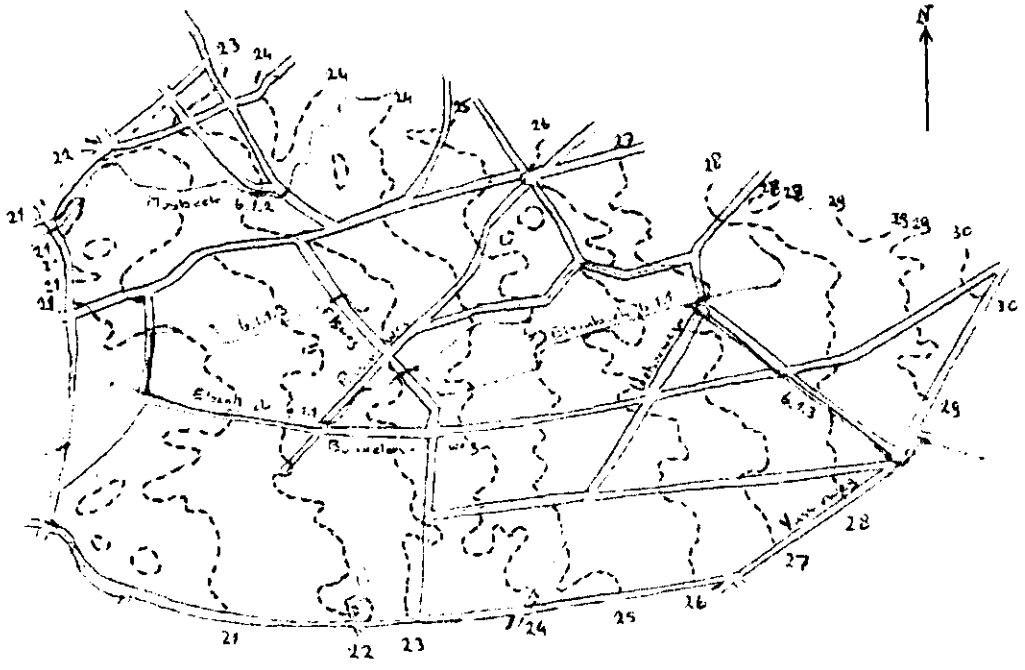
5.1 Beschrijving van de beek

Dit onderzoek heeft zich gericht op het deel van de Elzenbeek waar zich de problemen voordeden (zie figuur 4), namelijk tussen de instroming van de koppelleiding 6.1.3 en het begin van het al genormaliseerde deel van de Elzenbeek even bovenstrooms van de zandvang.

Van de beek en directe omgeving zijn de volgende gegevens verzameld:

+ Hoogtelijnenkaart 1:25.000 (figuur 11, Heidemij)
  Uit het kaartbeeld blijkt dat het gebied geleidelijk afhelt van oost naar west met een helling van ongeveer drie promille. Er is geen beekdal gevormd.
+ Bodemkaart 1:25.000 (figuur 12, Stiboka)
  Het overgrote deel van het gebied bestaat uit matig fijne zandgronden. Het bovenstroomse deel gaat voornamelijk door veldpodzolgronden, die leemarm tot zwak lemig zijn. Het benedenstroomse deel gaat door beekeerdgrond, die sterk lemig is.

figuur 11. (Heidemij)
Hoogtelijnenkaart 1:25.000

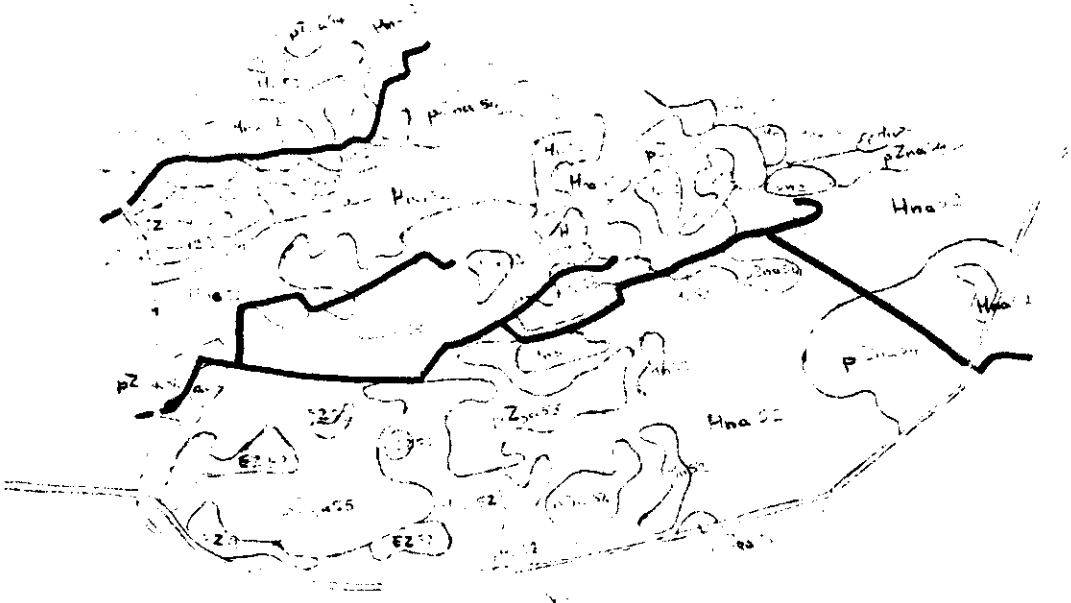


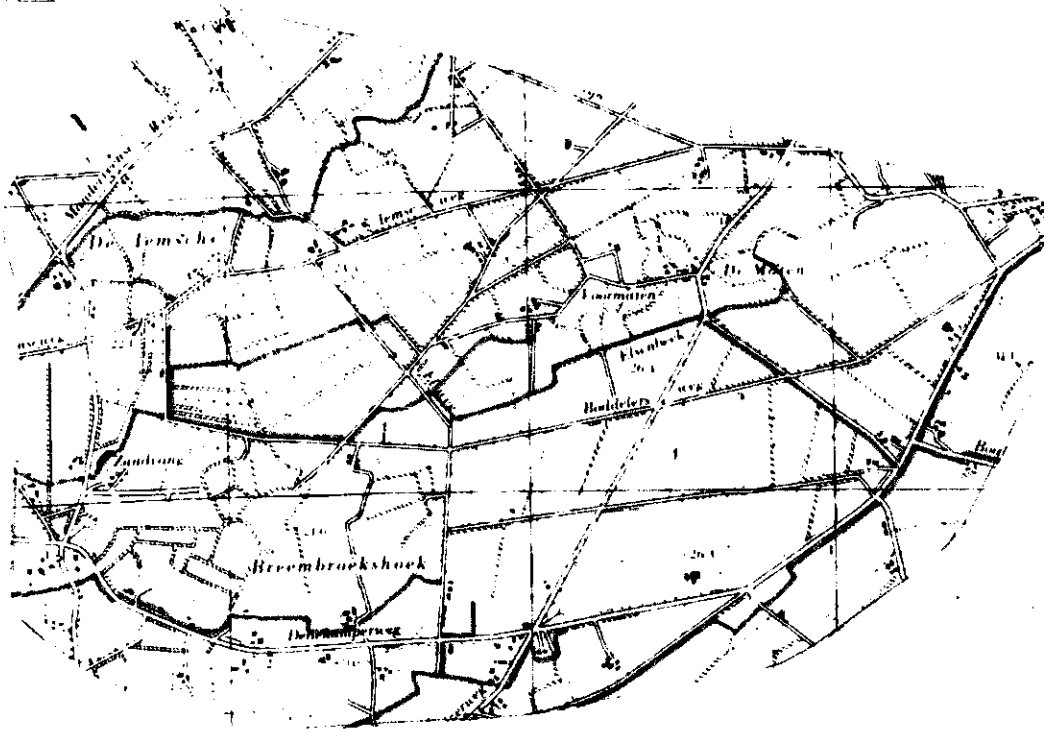
voor de topografische ondergrond zie fig. 12

figuur 12 (Stiboka)
Bodemkaart 1:25.000

Hna 52	GH < 40 cm	leemarm en zwak lemig	veldpodzolgronden
Hn 52	GH > 40 cm		
cHn 53	GH > 40 cm, zwak lemig		laarpodzolgronden
cHna 54	GH < 40 cm, zwak en sterk lemig		
pZga 55	GH < 40 cm, sterk lemig		beekeerdgrond
pZna 54	GH < 40 cm, zwak en sterk lemig		gooreerdgrond
EZ 53	GH > 40 cm, zwak lemig		enkeerdgronden
EZa 54	GH < 40 cm, zwak en sterk lemig		
hWz	kleiig en moerig		broekeerdgronden
aWz	moerig		

(GH is de gemiddeld hoogste grondwaterstand)



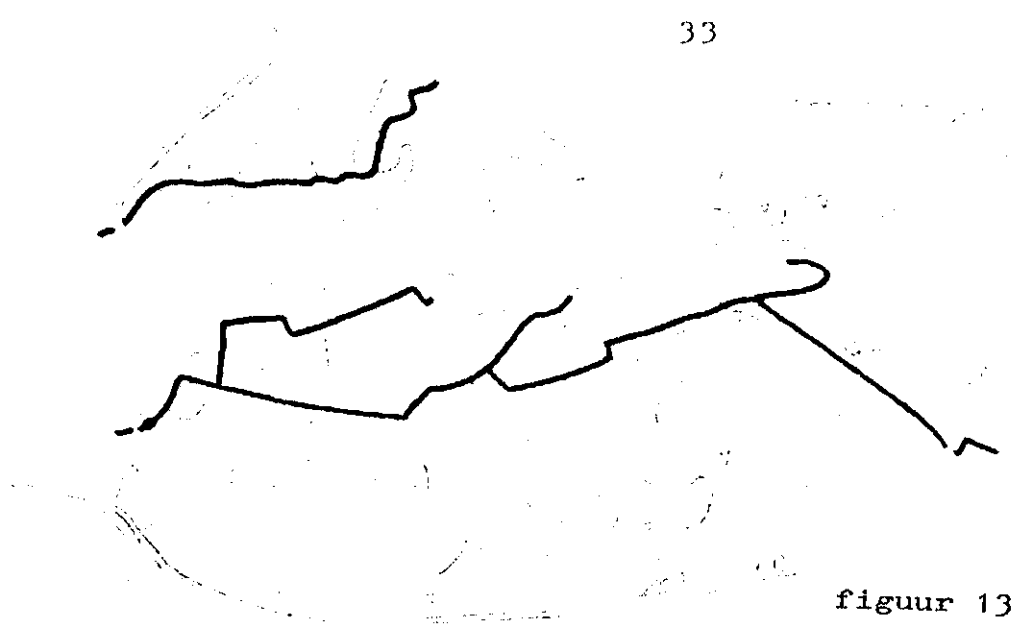


+ Grondwatertrappenkaart 1:25.000 (figuur 13, Stiboka)
Het grootste deel van het gebied rond de Elzenbeek behoort tot de grondwatertrappen IIa en IIIa, wat wil zeggen dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand minder dan 20 cm onder maaiveld komt. De kartering is samen met de bodemkartering door Stiboka uitgevoerd voor de ruilverkaveling Tubbergen (rapport in 1966 uitgebracht). Waarschijnlijk is onder invloed van de grondwaterwinning de situatie sindsdien ook hier wat droger geworden.

+ Landschapsinventarisatie (Figuur 14)
Op 22 juni 1982 is een zeer globale landschapsinventarisatie van de Elzenbeek gemaakt, waarbij ook van de begroeiing erlangs een aantal opvallende soorten zijn genoteerd.
De bosjes ter hoogte van 17^5 en 15^5 waren sterk verruigd; het broekbos $11^5/12^5$ niet, behalve langs de doorsteek in het midden; het bos aan weerszijden van de Possenweg en ter hoogte van $3^6/4^6$ maakte ook een **weinig verstoorde** indruk. Van de trajecten waar bomen afwisselend langs weerszijden van de beek stonden zijn detailkarteringen gemaakt (zie bijlage 1). Er is gewerkt met meterstappen en af en toe geverifiëerd door een meetband op plaatsen waar grotere nauwkeurigheid van belang was.

+ Fotoreeks
Van de Elzenbeek, de koppelleiding 6.1.3 en de 9.2.6 en 9.2.7 zijn door **H. Kampf** ongeveer 80 foto's genomen die tot steun hebben gediend bij het ontwerpen. Van een aantal ervan is een overlay gemaakt en aan dit verslag toegevoegd als bijlage 2.

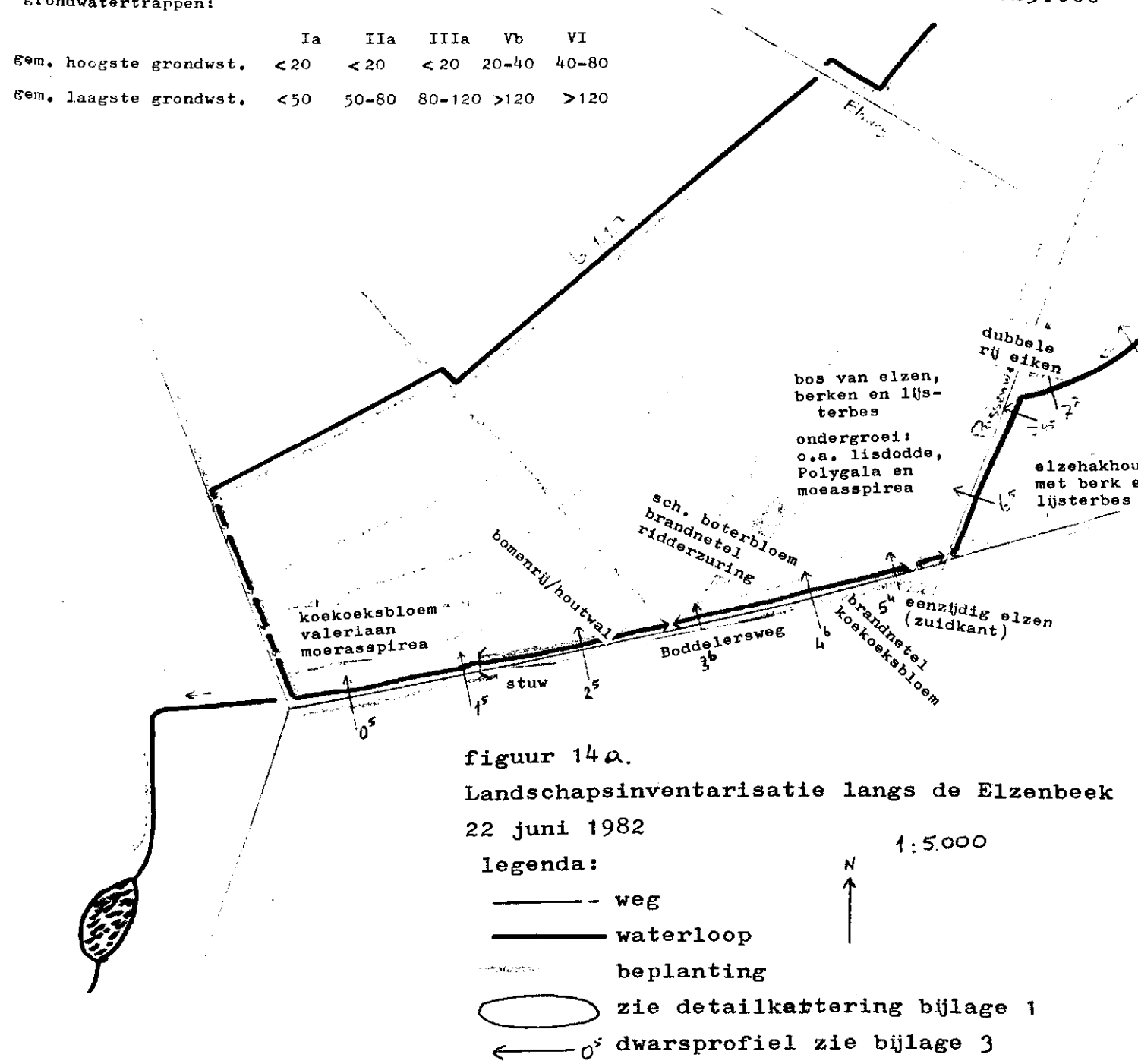
+ Dwars- en lengteprofielen
Van de Elzenbeek zijn door de Heidemij 24 dwarsprofielen en een lengteprofiel gemaakt. Het lengteprofiel is in figuur 15 te vinden, de plaats van de dwarsprofielen in figuur 16. De profielen zijn zo genomen dat ze een representatief beeld geven van het traject waar ze in liggen. De dwarsprofielen zijn de basis geweest voor de uitwerking van de natuurtechnische verbreding.



figuur 13 (Stiboka)
Grondwatertrappenkaart 1:25.000

grondwatertrappen:

	Ia	IIa	IIIa	Vb	VI
gem. hoogste grondwst.	<20	<20	<20	20-40	40-80
gem. laagste grondwst.	<50	50-80	80-120	>120	>120



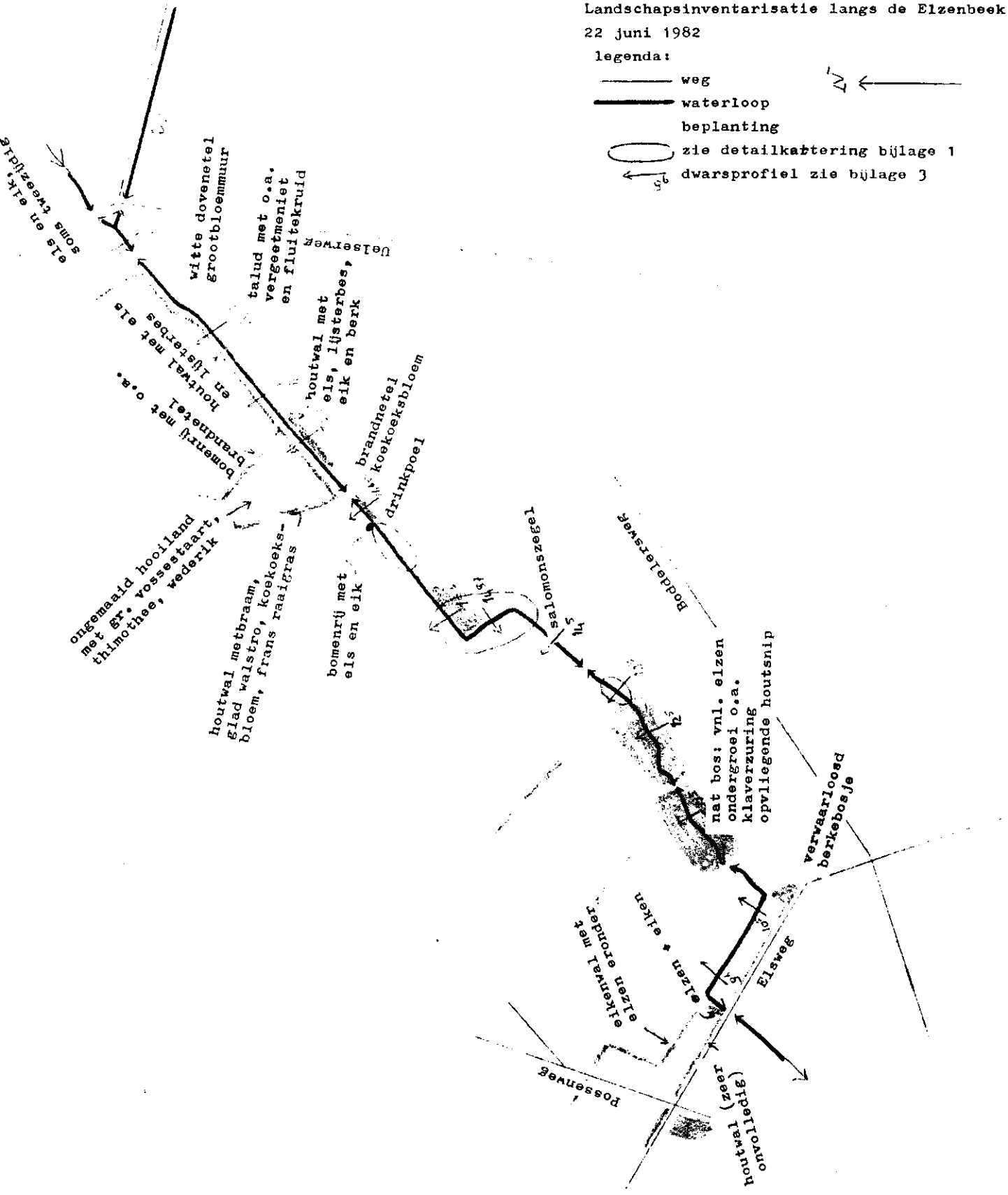
figuur 14a.
Landschapsinventarisatie langs de Elzenbeek
22 juni 1982
1:5.000

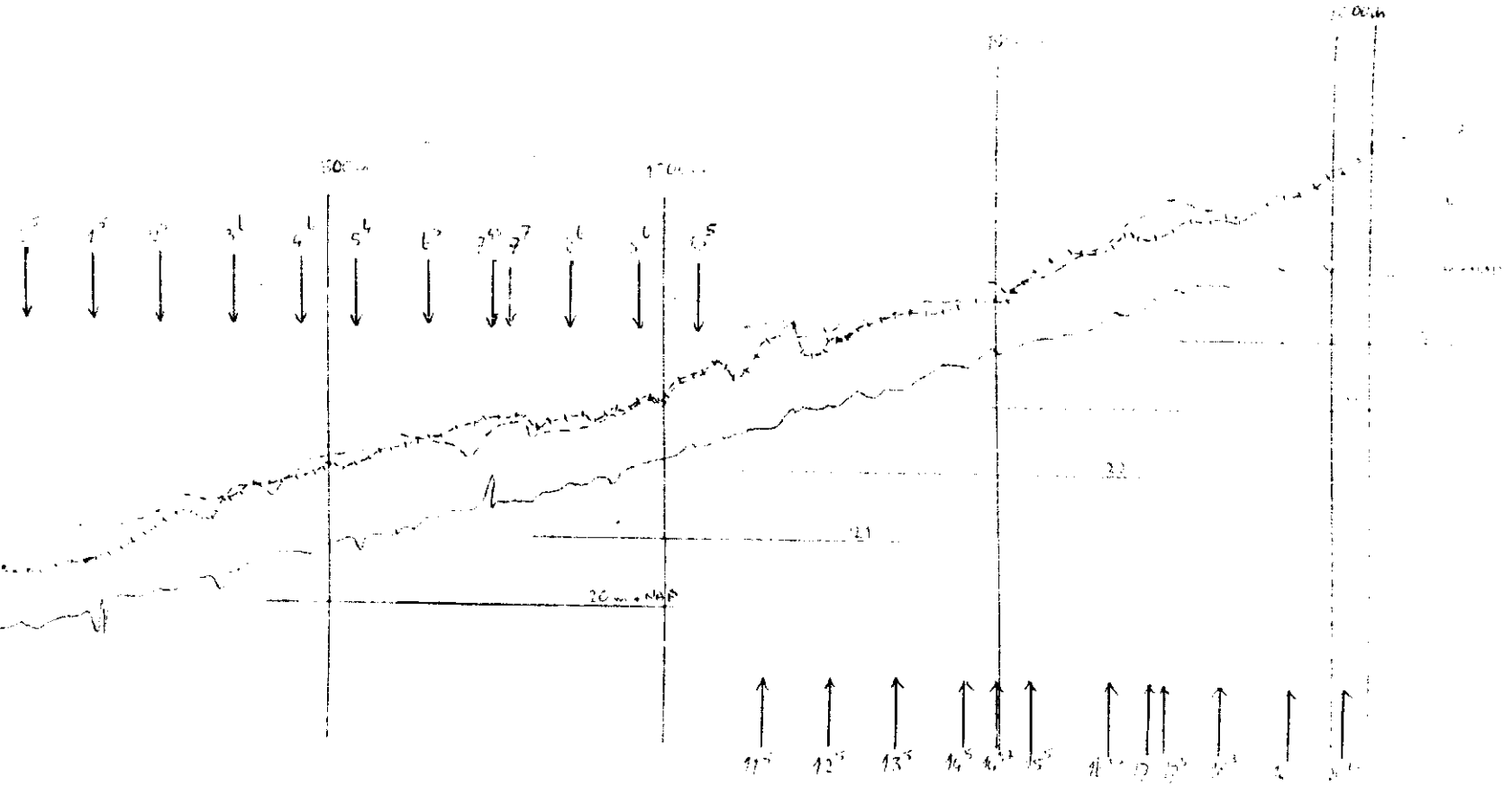
legenda:

- weg
- waterloop
- beplanting
- zie detailkartering bijlage 1
- 0s dwarsprofiel zie bijlage 3

N

figuur 14b
Landschapsinventarisatie langs de Elzenbeek
22 juni 1982





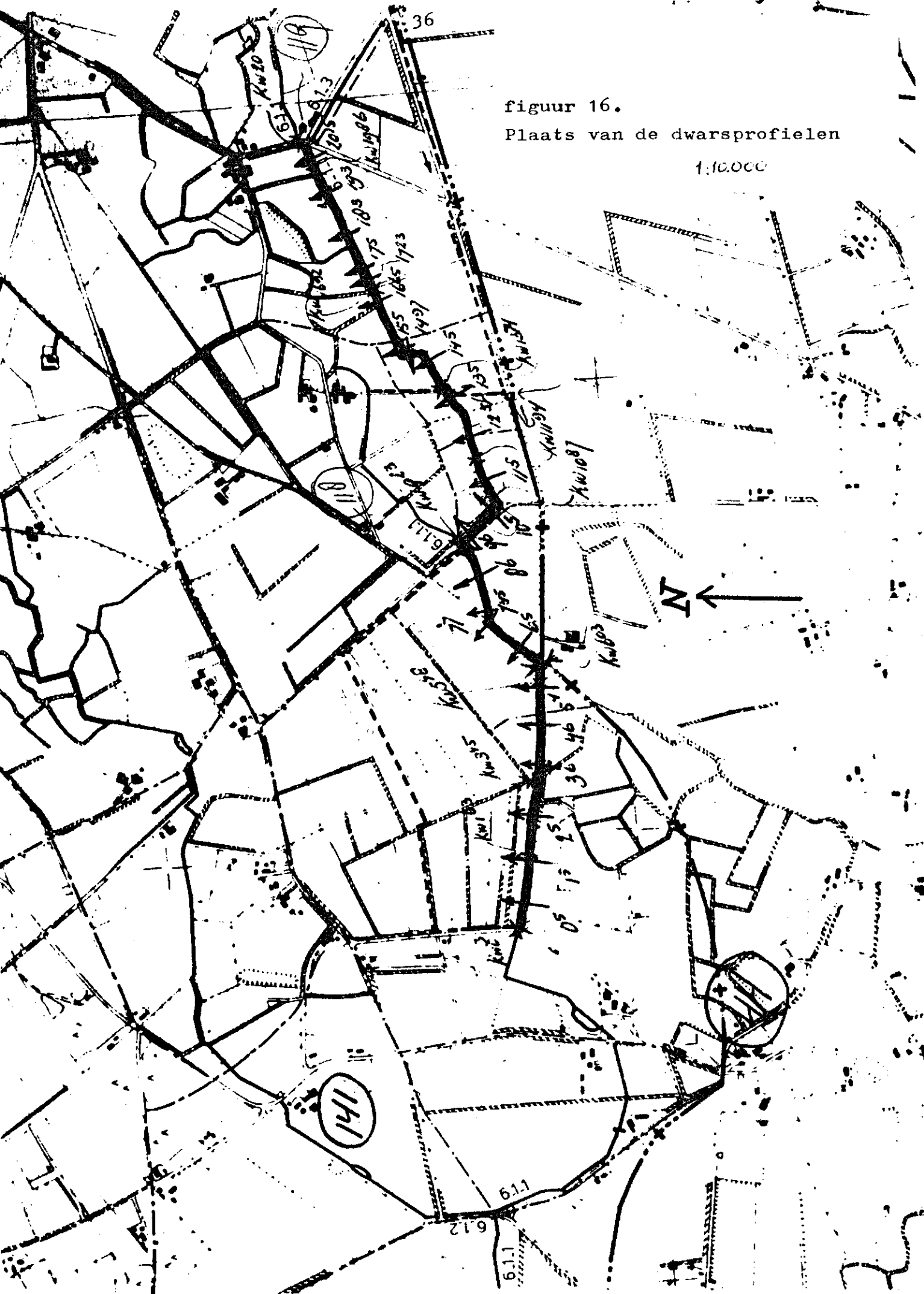
figuur 15.
Lengteprofiel van de Elzenbeek

O^5 dwarsprofiel

\- - - - - maaiveld links

—·—·—·— maaiveld rechts

——— bodem



figuur 16.
Plaats van de dwarsprofielen

1:10.000

De plaats van bijvoorbeeld de dwarsprofielen langs de beek wordt aangegeven door de code: 2^5 wil zeggen op 250 meter van het benedenstroomse eindpunt.

Het beektrajeet is in totaal 2055 m lang. De breedte op maaiveldhoogte varieert van 1,10 tot 1,90 m (uitzonderingen 0,80 tot 3,70 m). De bodembreedte zit voornamelijk tussen 0,70 en 1,40 m(uitzonderingen 0,40 tot 1,70 m). De diepte varieert van 0,60 tot 1,40 m beneden maaiveld.

Direct langs de beek ligt over 31% van de lengte weiland, 20% houtwal of bomenrij, 20 % bos, 20% zandweg, 7% verspreide bomen langs weiland en 2% bouwland (maïs). De helling van de taluds varieert van loodrecht of overhangend tot ongeveer 1:1.

De beek is over het grootste deel van zijn afstand recht, slechts in het deel vanaf 2^0 tot 5^0 zijn meanders te vinden. In het seizoen 1982 werd tot in juni stromend water gezien, dat aangevoerd werd vanuit de oude bovenloop (6.1.1), maar vooral vanuit de 6.1.3. Op 8 augustus leverde alleen de 6.1.3 een beetje water aan de Elzenbeek, maar dat was na ongeveer 200 m weggezakt en verdampt. Half september was meteen na de eerste regenperiode de beek weer van stromend water voorzien. De bodem heeft altijd een extreem roodbruine kleur als gevolg van neergeslagen ijzerdeeltjes.

5.2 Het debiet

5.2.1 De maatgevende afvoer

Voor de dimensionering van de Elzenbeek of het omleidingskanaal erlangs is een aanname omtrent het debiet nodig, de zgn. maatgevende afvoer. Dit is de afvoer die een maal per jaar verwacht wordt op te treden. In het rapport "Alternatieve afwateringsplannen voor de ruilverkaveling Tubbergen" uit 1967 zijn deze maatgevende afvoeren geschat met behulp van de methode De Jager. Deze methode berekent de maatgevende afvoer, uitgaande van de volgende drie parameters:

1. het percentage van het gebied dat aan de snelle afvoer meedoet
2. de reservoir-coëfficiënt (j-waarde), een maat voor het bergend vermogen van het onder 1 bedoelde deel van het gebied.
3. de basisafvoer.

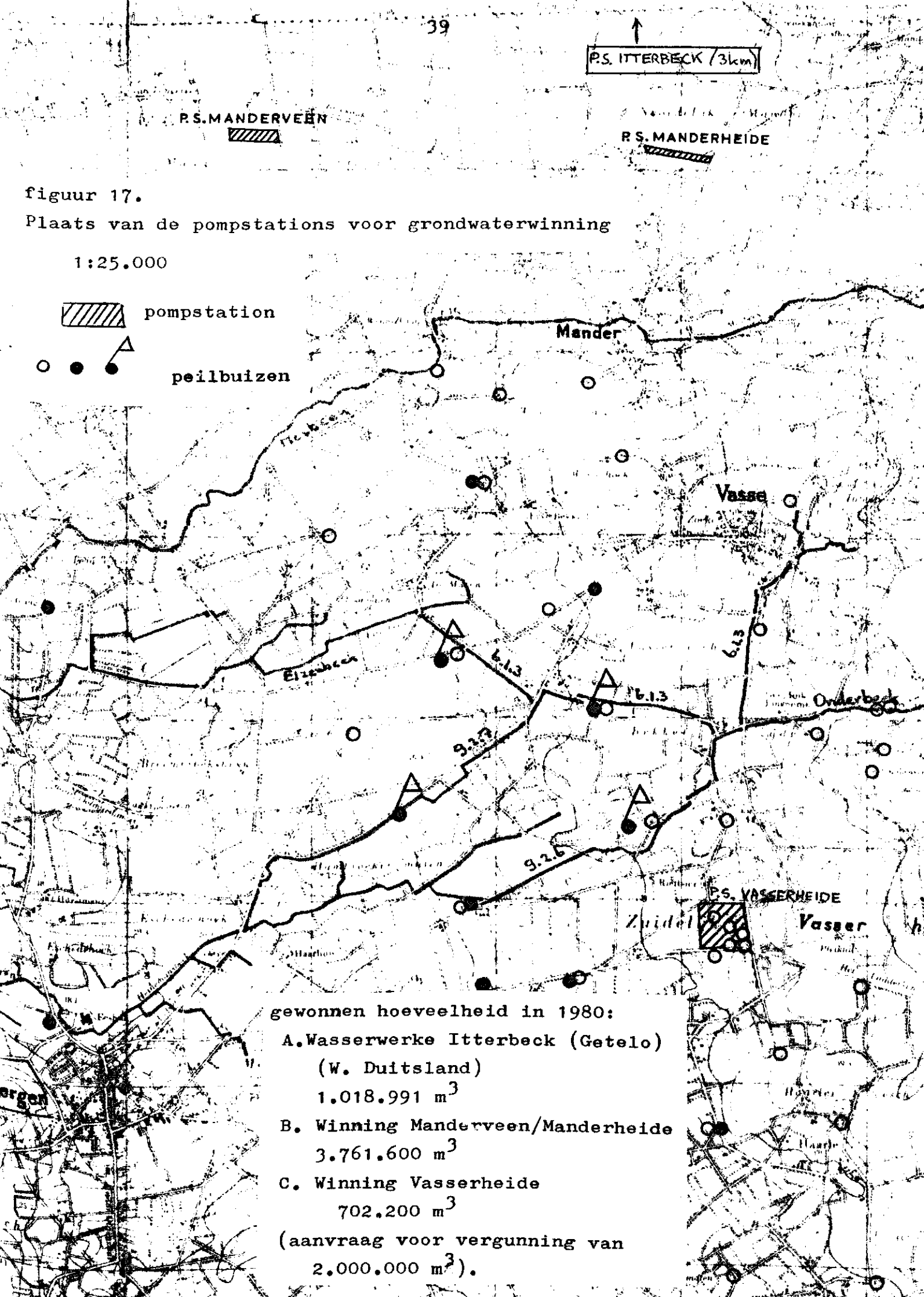
Om deze drie parameters voor een deelgebied te vinden is door De Jager (1965) in de door hem bestudeerde gebieden op een bepaald meetpunt gedurende 14 dagen van het natte jaargetijde elke 8 uur de peilschaal in de betreffende waterloop afgelezen. Door nu met verschillende combinaties van parameters de afvoer op de verschillende tijdstippen te berekenen (simulatie) kan de beste combinatie uitgekozen worden. Door extrapolatie (fig. 18 van De Jager) komt men dan op een schatting van de afvoer die een maal per jaar zal worden overschreden.

Omdat het doormeten van alle waterlopen in het gebied Tubbergen te veel werk is, is er een benaderende methode toegepast. De reservoircoëfficiënt kan geschat worden op grond van de bodemkaart, helling van het gebied en onderhoudstoestand van het ontwateringssysteem; het percentage nat gebied is geschat door per stroomgebied de oppervlaktes met grondwatertrap Ia, IIa, IIIa en Va bij elkaar te nemen, ofwel de gebieden met een hoogste grondwaterstand van 0 - 20 cm beneden maaiveld.

Alles bij elkaar levert dat een schatting voor de maatgevende afvoer (rapport rvk. Tubbergen bijlage 11), die varieert van 0,3 tot 2,7 l/sec/ha en, als aanwijzing voor de betrouwbaarheid, afgerond is op 0,3 nauwkeurig.

Nadat deze schatting is uitgevoerd, is in de omgeving gestart met grondwaterwinning. In figuur 17 is de plaats en de gewonnen hoeveelheden van de diverse winplaatsen aangegeven. In Reutum-Oost is een nieuw winpunt gepland. Deze grondwaterwinning heeft invloed op de maatgevende afvoer, doordat in een aantal van de als "nat" aangemerkte gebieden de grondwaterstand niet meer tot binnen 20 cm onder maaiveld zal stijgen. Zonder een gedetailleerd beeld van de lagen in de ondergrond (vooral van de in figuur 2 aangegeven keileemlaag) is van de invloed zelfs geen grove

figuur 17.
Plaats van de pompstations voor grondwaterwinning



gewonnen hoeveelheid in 1980:

A. Wasserwerke Itterbeck (Getelo) (W. Duitsland)
1.018.991 m^3

B. Winning Manderveen/Manderheide
3.761.600 m^3

C. Winning Vasserheide
702.200 m^3

(aanvraag voor vergunning van 2.000.000 m^3).

schatting te maken. In algemene zin kan slechts gezegd worden dat de grondwaterstand in de winter minder sterk zal dalen dan in de zomer (zie figuur 18).

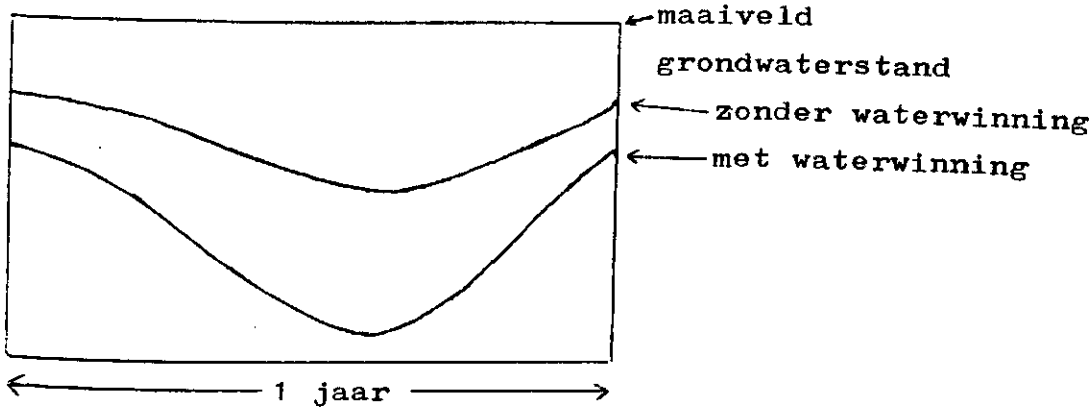
Naast een afname van het percentage nat gebied in de zin van de methode De Jager zal ook de basisafvoer afnemen. Het geheel heeft tot gevolg dat de beken in de zomer eerder droog zullen komen te vallen, hetgeen nadelig is voor de beeklevensgemeenschap. Doordat de daling van de grondwaterstand in de winter minder is, zal de maatgevende afvoer slechts weinig afnemen en daardoor de noodzaak van verbreden van de waterlopen slechts weinig verminderen.

Een methode om enig idee te krijgen van de invloed van de grondwaterwinning is door in het natte seizoen in het gebied te gaan kijken naar de voor de methode gebruikte natte gebieden. Wanneer men dan let op het watervoeren van sloten, voorkomen van plassen etc. kan het percentage nat gebied eventueel aangepast worden. Voor het stroomgebied van de Elzenbeek is dit nog niet gedaan. De gevolgen van een nieuwe waterwinning zijn overigens op deze manier niet te voorspellen

Voor het dimensioneren is bij gebrek aan beter toch uitgegaan van de maatgevende afvoeren uit 1967, waarbij dan wel in het oog gehouden moet worden dat de werkelijke afvoer waarschijnlijk minder zal zijn.

figuur 18. (Commissie Bestudering Waterhuishouding in Gelderland)

Invloed van grondwaterwinning op de grondwaterstand



5.2.2 De Waterverdeling

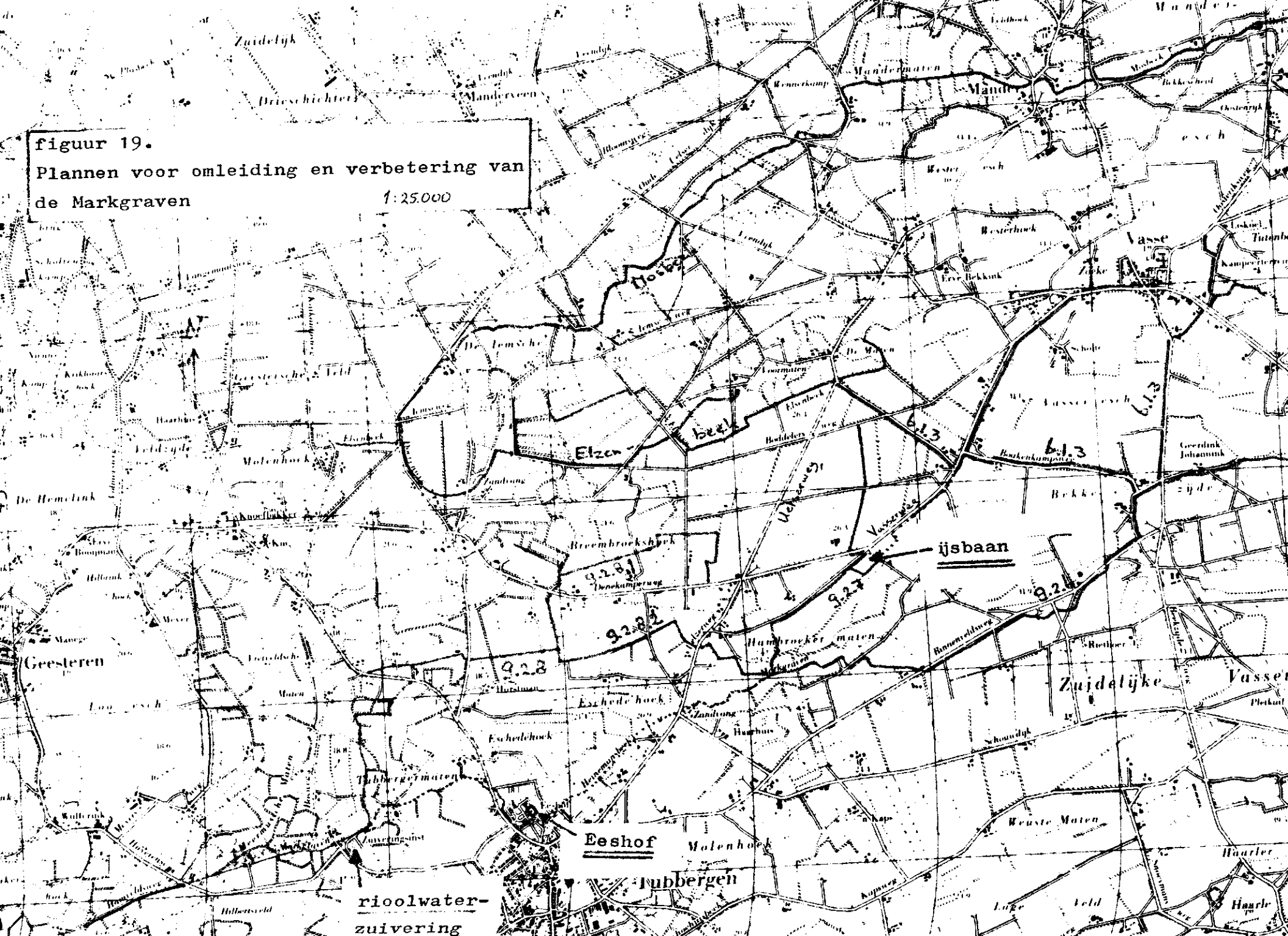
Een tweede factor waardoor het debiet bepaald wordt is de waterverdeling. Zoals in 2.2 al is gezegd wordt op dit moment ongeveer achtnegende van de waterhoeveelheid van de Vasser es en Onderbeek via de 9.2.6 en 9.2.7 afgevoerd (zie ook figuur 4). De plannen van het waterschap zijn om al het water in de wintersituatie in de toekomst naar de Elzenbeek te leiden en daarmee de 9.2.6 en 9.2.7 slechts voor de afvoer van water uit hun directe omgeving te gebruiken.

Bij de vraag of dit inderdaad de ideale oplossing is, of dat een andere verdeling van het water beter zou zijn spelen de volgende argumenten mee:

- In het rapport van De Vries en Van der Mark staat dat er meer water vanaf de Vasser es naar de Elzenbeek gestuurd zou moeten worden (p. 37). Dat gaat dan over de wintersituatie. Door de slechte watervoorziening van dit moment treden hoge stroomsnelheden niet meer op, waardoor het beekkarakter van de Elzenbeek slechts matig is (p. 25)
- Ook voor de Geesterse Molenbeek is een hoog debiet in de winter nodig om de natuurwaarden op peil te houden. Dit kan onder meer door de Elzenbeek aangevoerd worden, maar ook de Mosbeek levert al een redelijke hoeveelheid.
- Voor zowel Elzenbeek als Geesterse Molenbeek geldt dat het toewijzen van het totale winterdebiet van de Vasser es zal leiden tot verbreding of aanleg van omleidingskanalen. Beide soorten maatregelen brengen grote risico's met zich mee voor de beeklevensgemeenschap.
- Voor de bovenloop van de Markgraven (9.2.6) is door het RIN (Higler, Repko en Mol) vastgesteld dat deze waardevol is vanuit natuurbehoudsstandpunt. Er zijm typische soorten voor een beeklevensgemeenschap in gevonden. Belangrijkste voorwaarde voor het behoud lijkt te zijn het zo lang mogelijk behouden van stromend water. De 9.2.6 heeft ter hoogte van de Hambroekermaten ook grote landschappelijke kwaliteiten.
- In de zomersituatie voert de Onderbeek (6.1.3.1) constant water. De hoeveelheid is echter te klein in droge zomers om de drie beken (Elzenbeek, 9.2.6 en 9.2.7) elk een redelijke hoeveelheid water te geven. Wanneer het slechts om

enkele liters per seconde gaat, zal dat vlug weggezakt of verdampt zijn, terwijl dan ook geen voldoende stroomsnelheid wordt bereikt. Daarom verdient het de voorkeur om bij kleine debieten één der loopjes te voorzien ten koste van de andere. Welke van de drie dat moet worden zal nog afhangen van de nieuwe inventarisaties van het RIN in het voorjaar van 1983. Op dit moment wordt de 9.2.6 het beste voorzien en bevat constant stromend water; de 9.2.7 ontvangt ook nog veel water, maar heeft toch in de droge zomer van 1982 een paar weken droog gestaan; de Elzenbeek ontvangt in de zomer nauwelijks water. Deze situatie wordt weerspiegeld in de soortensamenstelling van de beken.

- Langs de 9.2.7 ligt een ijsbaan, die door deze loop wordt gevoed (zie figuur 19). Via het huidige verdeelwerk aan het begin van de 9.2.7 wordt het water in de winter afwisselend via de Elzenbeek en via de 9.2.7 geleid, afhankelijk van de wensen van de beheerders van de ijsbaan. Hierdoor wordt de verhouding 1/3 - 2/3 regelmatig verstoord en is dus van een oorspronkelijk waterregime in deze leiding geen sprake meer.
- Voor het deel van de 9.2.7 ten zuidwesten van de ijsbaan geldt, dat het in ieder geval gevoed zal worden door een nieuw stroomgebied tussen Uelser- en Vasserweg (zie figuur 19). Dat hiermee ook de watervoorziening in de zomer gehandhaafd blijft is zeer onwaarschijnlijk.
- De 9.2.6 en 9.2.7 monden uit in de Markgraven. Deze wordt op dit moment verbreed. De dimensionering is vastgesteld vanuit de veronderstelling dat het water van de Vasser es/ Onderbeek via de Elzenbeek zal worden afgevoerd. Omdat bij de Eeshof (zie figuur 19), een voormalig kasteel, nu bejaardentehuis, bij Tubbergen de Markgraven niet verbreed kan worden is een omleiding ontworpen via de 9.2.8 en 9.2.8.2. Bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie komt het water weer in de oorspronkelijke loop, die van daar af verbreed wordt. Wanneer nu toch het water van de Vasser es via de 9.2.6 en/of 9.2.7 zou worden afgevoerd betekent dat ter hoogte van de rioolwaterzuivering een toename van 52% ten opzichte van de huidige plannen. Dit is de huidige situatie, die voor de landbouw te weinig drooglegging op-



figuur 19.
Plannen voor omleiding en verbetering van de Markgraven

1:25.000

levert. Zelfs na afname tot het nieuwe debiet is de drooglegging zonder verbreding te klein. Voor het waterschap is lozing van alle water in de winterdag op de Markgraven onaanvaardbaar, omdat dat tot nieuwe ver reding van de Mark graven zou leiden. Een hoeveelheid in de orde van grootte van 100 l/sec zou nog net kunnen.

Voor dit onderzoek betekent dat een extra randvoorwaarde, doordat een essentiële beslissing al genomen is en niet meer terug te draaien. Het is bijvoorbeeld denkbaar, dat door verbreding van de 9.2.7, extra verbreding van het omleidingskanaal 9.2.8 en de Markgraven zelf, vergezeld van maatregelen om Elzenbeek en 9.2.6 van voldoende water te voorzien in deze situatie de ideale oplossing zou zijn geweest. Deze mogelijkheid is echter door de al genomen beslissingen uitgeschakeld.

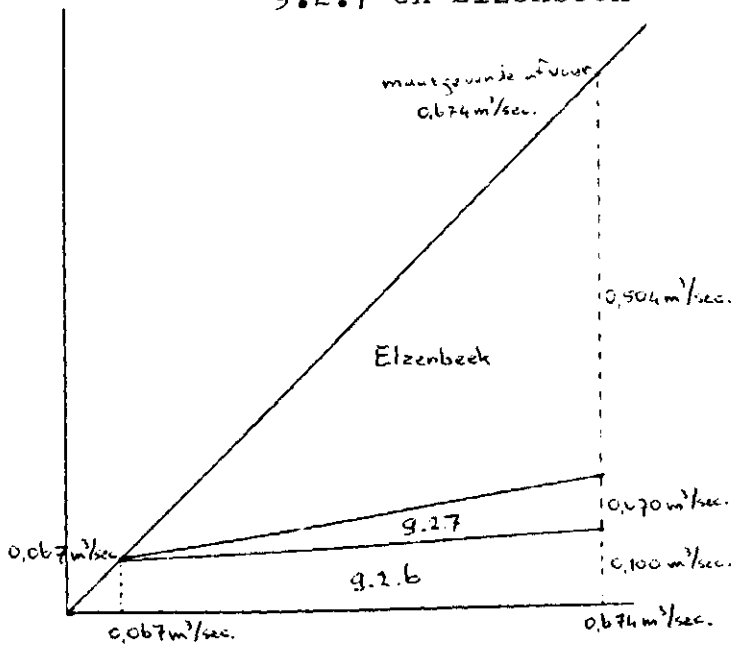
Rekening houdend met bovenstaande opmerking en vooruitlopend op het onderzoek van het RIN, lijkt deze reeks van overwegingen tot de volgende waterverdeling te leiden:

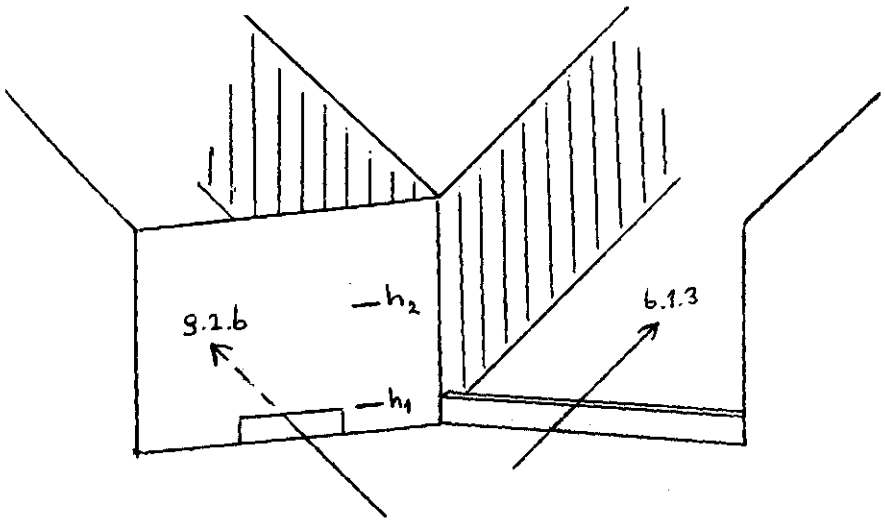
1. in de wintersituatie moet het merendeel van het debiet via de Elzenbeek lopen, zodat alleen het onderzochte deel van de Elzenbeek verbreed hoeft te worden.
2. bij een kleine afvoer in de zomersituatie moet al het water door de 9.2.6 geleid worden (de meest waardevolle); bij wat grotere hoeveelheden ook door de Elzenbeek en 9.2.7.
3. Ten behoeve van de ijsbaan dient de mogelijkheid te bestaan om de9.2.7 in de winter tijdelijk een hoger debiet te geven.

Dit leidt tot een verdeelgrafiek als in figuur 20. Horizontaal staat de hoeveelheid te verdelen water, verticaal de hoeveelheden in de verschillende leidingen. De hoeveelheden zijn slechts een voorstel.

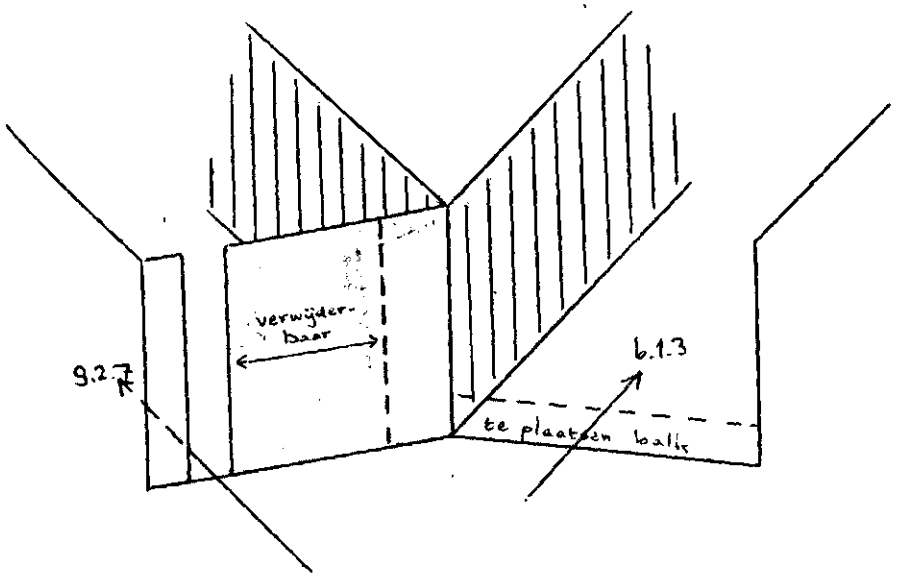
Technisch is dit te realiseren door verdeelwerken als in de figuren 21 en 22. Aan het begin van de 9.2.6 wordt al het water naar deze loop gestuurd, totdat de hoogte h_1 is bereikt (10 % van de maatgevende afvoer); bij hogere afvoeren gaat een steeds groter wordend deel naar de 6.1.3, totdat bij maatgevende afvoer (h_2) 85 % naar de 6.1.3 gaat en nog slechts 15 % naar de 9.2.6. Uit deze twee eisen zijn de hoogte en breedte van het verdeelwerk te bepalen. Aan het begin van de

figuur 20.
Verdeelgrafiek van het water van de Vasser es over 9.2.6, 9.2.7 en Elzenbeek





figuur 21.
verdeelwerk aan het begin van de 9.2.6



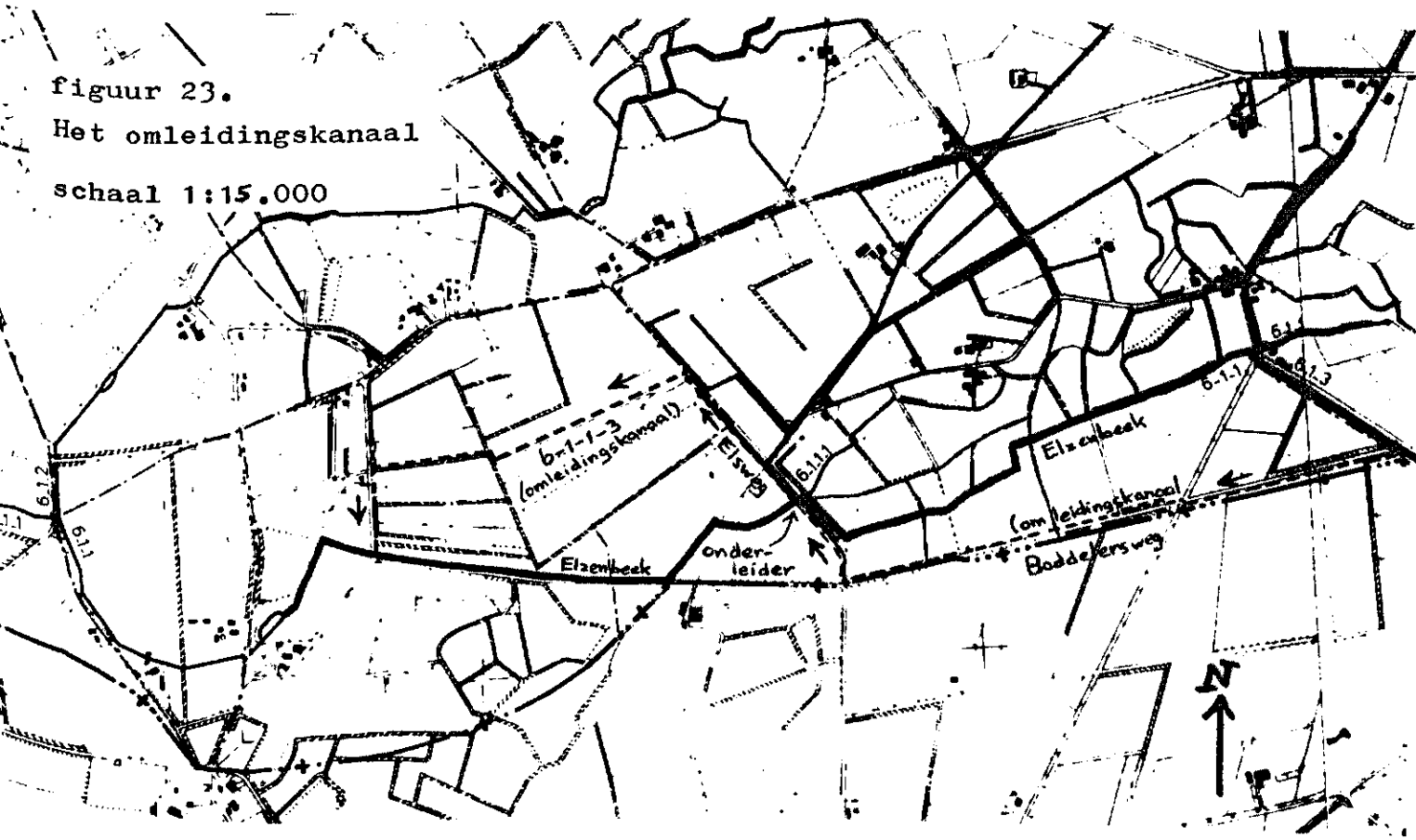
figuur 22.
verdeelwerk aan het begin van de 9.2.7

9.2.7 (figuur 22) is een verdeling van 8:1 gepland, waarbij de instroming van de 6.1.3 tijdelijk afgesloten kan worden ten behoeve van de ijsbaan aan de 9.2.7.

Ook al wordt in de zomer in de eerste plaats de 9.2.6 voorzien, wil dat nog niet zeggen dat de Elzenbeek dan niet meer de moeite waard zou zijn. Bij voldoende stromend water tussen september en bijvoorbeeld eind mei is nog een behoorlijk waardevolle levensgemeenschap te verwachten (Cuppen en Dirkse 1978).

5.3 Alternatief 1: Omleidingskanaal

Bij het begin van dit onderzoek lag er een plan voor een omleidingskanaal, om het onderzochte stuk Elzenbeek te kunnen sparen (zie figuur 23). Voor het deel bovenstrooms van de Elsweg was de enige mogelijkheid om het kanaal ten zuiden van de huidige beek aan te leggen. Aan de noordkant lagen een aantal boerderijen waarvoor een nieuwe leiding door hun huiskavel onaanvaardbaar zou zijn. Het eerste deel van het kanaal loopt daarom langs de Boddelersweg. Voor het benedenstroomse deel kon gebruik gemaakt worden van de



figuur 23.
Het omleidingskanaal

schaal 1:15.000

al bestaande 6.1.1.3, die echter ten noorden vam de Elzenbeek ligt. Vandaar dat het kanaal vanaf de Boddelersweg via de westkant van de Elsweg naar het noorden zou lopen om daar in de 6.1.1.3 uit te komen. De kruising met de eigenlijke beek zou uitgevoerd worden in de vorm van een duiker. Om droogtrekking van de beek ter plaatse te voorkomen (de bodem van het omleidingskanaal zal veel dieper komen te liggen), zou het kanaal over enige afstand vanaf de beek bekleed moeten worden, zodat hij geen water uit het aangrenzende weiland zou kunnen ontvangen.

Bij het begin van het omleidingskanaal zou een verdeelwerk moeten komen, waardoor bij een klein debiet (dus in de zomer) alles naar de Elzenbeek gestuurd zou moeten worden en bij maatgevende afvoer slechts zoveel dat de beek op de smalste punten nog voldoende drooglegging overheeft. Uit de gemaakte dwarsprofielen (figuur 16 en bijlage 3) blijkt dat het smalste punt ligt bij 8^{6}. Daar kan bij een drooglegging van 40 cm slechts 0,052 m^3/sec door ($7\frac{1}{2}$% van de m.a.). Omdat dat debiet veel te weinig is om de natuurwaarde van de beek in stand te houden (dit is een probleem dat door De Vried en Van der Mark ook wordt gesignaleerd) moet af en toe een grotere hoeveelheid water door de beek gestuurd kunnen worden. Dit noemt men doorspoelen. Het verdeelwerk moet deze mogelijkheid bieden.

Het omleidingskanaal krijgt een lengte van 1710 m (exclusief de al bestaande 6.1.1.3). Het hoogteverschil is ongeveer 4.70 m, zodat een verhang ontstaat van 2,75 m/km. Bij uitvoering volgens standaardprofiel(120 cm bodembreedte talud 1:$1\frac{1}{2}$, drooglegging 60 cm) ontstaat zonder kunstwerken een stroomsnelheid van ongeveer 0,63 m/sec. Dit is te hoog volgens de onderhoudstechnische normen, zodat er stuwen aangelegd moeten worden. Volgens een grove berekening zouden dat er vier moeten worden, elk met een hoogteverschil van 0,5 m. De waterdiepte wordt dan 0,64 m en daarmee de insteek ongeveer 5 m breed. Zonder schouwpaden levert dit een totale oppervlakte aan te kopen grond van ongeveer 0,85 ha. Eventueel kan ook bodembekleding gebruikt worden: dan zijn geen stuwen nodig en kan met minder grondoppervlak worden volstaan.

De loop 6.1.1.3 moet verbreed worden. Doordat de bodem daar sterk lemig is (zie 5.1) kan hier het talud met een helling 1:1 aangelegd worden. Bij 60 cm drooglegging leidt dat tot een bovenbreedte van 3,4 tot 3,9 m en daarmee tot een grondaankoop in de orde van grootte van ongeveer 0,1 ha Vlak voor de aansluiting op de Elzenbeek moeten vijf duikers vervangen worden door grotere. Ook langs de Boddelersweg en Elsweg zullen duikers aangelegd moeten worden.

De effecten voor de natuur zullen sterk afhangen van de hoeveelheid water, die nog door de Elzenbeek gestuurd zal worden. Wanneer deze hoeveelheid zo groot mogelijk wordt, hoeft de waarde niet achteruit te gaan. Aanleg van de onderleider bij de Elsweg zal in ieder geval tijdelijk plaatselijke schade opleveren, misschien door wegzijging blijvende schade. Doordat de beek zijn functie kwijtraakt, bestaat het risico, dat deze op de lange duur minder goed onderhouden gaat worden: het omleidingskanaal alleen is ook voldoende voor de afwatering en de beek zelf ligt er alleen nog vanwege zijn natuurwaarde.

Landschappelijk gezien is vooral het deel van het omleidingskanaal langs de Boddelersweg ongewenst. De Boddelersweg is daar de scheiding tussen het stroomgebied van de Elzenbeek en de Markgraven en toont dat ook duidelijk. Het landschap is open, relatief grootschalig en rechtlijnig. Een waterloop van het standaardtype met de nodige stuwen op deze plaats geeft een onlogische en storende indruk. Het beeld van de Elzenbeek zal bij de kruising van het kanaal ook sterk aangetast worden. Verbreding van de leiding 6.1.1.3 is minder bezwaarlijk, omdat deze al ald een kunstmatig aandoend element aanwezig is en met steilere taluds kan worden uitgevoerd.

Financiëel gezien zullen de grootste posten komen voor de beide grote kunstwerken (verdeelwerk en onderleider), de stuwen en de grondaankoop. Ook hier liggen de problemen dus vooral bij het deel langs de Bbddelersweg.

Qua onderhoud zal de situatie er op achteruit gaan. De kosten voor de Elzenbeek blijven wat ze zijn en die voor het omleidingskanaal komen er bij. Dat laatste wordt dan wel mechanisch onderhoud.

5.4 Alternatief 2: Natuurtechnische Beekverbreding

5.4.1 Algemeen

Een alternatief voor het omleidingskanaal werd door ing. H. Kampf van de Heidemij aangedragen. Uitgaande van het gegeven dat veel door de mens aangelegde waterlopen in de loop der jaren waardevolle natuurelementen zijn geworden, moet het mogelijk zijn om met de kennis die we nu van natuurbeheer en hydrobiologie hebben bewust een waterloop te maken die zoveel mogelijk de potentie heeft om natuurwetenschappelijk interessant te worden. In dit geval komt het er op neer een bestaande beek zó te normaliseren dat er na verloop van tijd weer een waardevolle beeklevensgemeenschap te vinden zal zijn.

In het vorige hoofdstuk zijn al een aantal randvoorwaarden genoemd, die hier zo goed mogelijk toegepast zullen worden. Per dwarsprofiel (figuur 16 en bijlage 3) zal naast elkaar een aantal alternatieven uitgewerkt worden om de beek de benodigde dimensies te geven. In de dwarsprofielen (schaal 1:100) is de oude situatie met een dunne lijn ingetekend en de nieuwe met een dikkere. Het af te graven deel van het profiel is gearceerd naar rechtsboven; op te hogen of dicht te gooien stukken naar linksboven. Soms is de bodemdiepte aangegeven in m+NAP; wanneer deze tussen haakjes staat betekent dat, dat de huidige bodem al dieper ligt en er dus niets aan hoeft te gebeuren. Wanneer bomen moeten worden geveld is dat door een dik kruis weergegeven, onderbroken als het er slechts enkele van de hele rij zijn.

Als drooglegginsnorm wordt normaal in het gebied Tubbergen 60 cm gebruikt. Bij het begin van dit onderzoek was nog niet duidelijk of dit aangepast zou kunnen worden, zodat met zowel 60 cm als 40 cm drooglegging gerekend is.

Achter de nummers 1 en 2 van bijlage 3 staan de conventionele oplossingen voor de landbouwkundige normen 60 resp. 40 cm drooglegging. Bij de drooglegging is uitgegaan van de gemiddelde maaiveldshoogte en niet van de laagste punten. Verder kan de snelheid bij maatgevende afvoer oplopen tot 0,78 m/sec. Omdat stuwen in een natuurtechnisch ontwerp niet passen wordt deze snelheid getolereerd. Voor

de conventionele verbreding zouden de stuwen wel geplaatst moeten worden. In zoverre geeft de conventionele verbreding bij de nummers 1 en 2 niet zonder meer een beeld van wat de toepassing van de huidige normen zou opleveren.

Achter de nummers 3 en 4 staan dan de natuurtechnische oplossingen voor 60 resp. 40 cm drooglegging ingetekend. Hierbij worden soms twee mogelijkheden aangegeven, die niet van de drooglegging afhankelijk zijn. Bij het eerste profiel (o^5) kan ook bij 60 cm drooglegging voor een onbeschaduwde loop gekozen worden en bij 40 cm voor beschaduwing.

Bij de nummers 1 t/m 4 is er vanuit gegaan dat alles van de Vasser es/Onderbeek, dat wil zeggen 0,674 m^3/sec door de Elzenbeek moet. Dit is de meest ongunstige situatie voor de natuurtechnische verbreding, omdat dat de meeste ingrepen met zich mee zal brengen. De situatie achter 5 geeft aan hoe de natuurtechnische verbreding zal worden bij een aanvoer van 50% van het water van de Vasser es (0,387 m^3/sec), bij een drooglegging 40 cm en uiteraard vermeerderd met het water uit de directe omgeving van de Elzenbeek. De werkelijke hoeveelheid zal waarschijnlijk tussen beide in zitten omdat ook in de winter een deel via 9.2.6 en 9.2.7 gestuurd zal worden. Daarnaast zal door veldwaarnemingen de invloed van de grondwaterwinningen geschat kunnen worden, waardoor het maatgevende debiet nog verder zal afnemen.

Een steeds terugkerend verschil tussen 1 resp. 2 en 3 resp. 4 is dat bij de eerste twee alternatieven met een talud 1:1½ wordt gewerkt en bij de tweede vaak met 1:1. Hierdoor komt de bodem van 3 en 4 meestal enkele centimeters lager te liggen dan die van 1 en 2.

In het nu volgende zal per dwarsprofiel een toelichting worden gegeven. Daarna wordt het een en ander geëvalueerd.

Door de afdeling onderhoud van het waterschap Regge en Dinkel werd nog als randvoorwaarde gesteld dat het onderhoud niet bewerkelijker moest worden dan op dit moment. Dat betekent dat ook in de toekomst alleen met handkracht aan de beek gewerkt zal worden en er dus geen onderhoudspaden of houtvrije taluds nodig zijn. Uiteraard betekent

dit niet, dat overschakelen op handkracht voor de al genormaliseerde beken ook aanvaardbaar zou zijn voor het waterschap.

5.4.2 Toelichting per dwarsprofiel

0^5 Bij de profielen 3 en 4 is een situatie te zien, die vaker voorkomt. Bij 60 cm drooglegging is voor een veel ingrijpender wijziging van de situatie gekozen dan bij 40 cm drooglegging. In het geval 3 wordt een compleet nieuwe waterloop aangelegd en op de plaats van de oude worden elzen geplant, die als hakhout beheerd kunnen gaan worden. Aangezien dit de zuidkant is (zie figuur 16) krijgt de nieuwe loop zo enige beschaduwing. De bodembreedte is 1,50 m omdat de bodem anders te diep komt te liggen en droogtrekking van het aangrenzende weiland op zou kunnen treden. Om in de zomerdag toch enige stroming van de kleine hoeveelheid water over te houden is een kleine extra geul ontworpen. Deze kan als een V-vorm worden aangelegd, waarna de beek zelf er een natuurlijk profiel van kan maken. Deze zomerbedding wordt meanderend binnen het winterbed aangelegd. Alternatief 4 is minder optimaal, maar brengt veel minder risico voor de natuur met zich mee.

1^5 Hiervoor gelden de zelfde opmerkingen als voor 0^5. Voor het 50% debiet hoeft hier niets aan te gebeuren.

2^5 Alleen bij 60 cm drooglegging is een ingreep noodzakelijk. Uitdiepen van de bestaande loop is genoeg. Overigens moet hier opgemerkt worden dat bij het berekenen geen aandacht is geschonken aan het feit dat de beek hier meandert. Door het kronkelen zal de wandweerstand wat hoger zijn dan bij een rechte leiding, maar de formule van Manning levert hier geen oplossing voor.

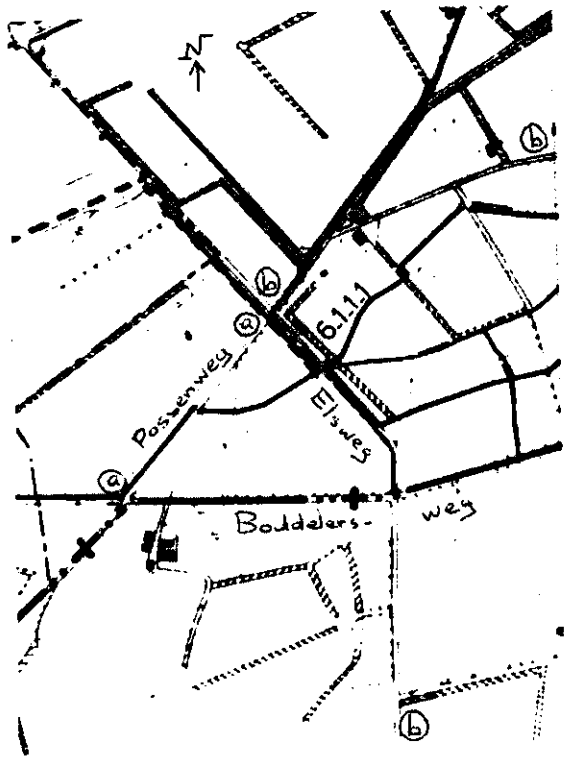
3^6 Hier komt het principe van de verrottende beschoeiing naar voren. Er is te weinig plaats tussen weg en bos om een waterloop met een 1:1 talud aan te leggen. Vandaar dat met behulp van een beschoeiing van normaal hout een steilere helling kan worden gemaakt. De ingeplante elzen hebben na een aantal jaren voldoende wortel geschoten en de beschoeiing kan zonder bezwaar weg-

rotten. Bij een grote onderhoudsbeurt van bv. eens per 10 jaar, kan dat hout gekapt worden om vanaf de weg de waterloop uit te diepen. Of de linker- of rechteroever afgegraven wordt hangt af van de plaats en soort van de bomen en eventueel het voorkomen van interessante plantensoorten.

4[6] Idem als 3[6], behalve dat bij 40 cm drooglegging geen ingreep nodig is.

5[4] Binnen de bestaande insteek kan een beek van de benodigde afmetingen gerealideerd worden(60 cm drooglegging)

6[5] Omdat hier de (Possen-)weg vlak langs de beek ligt is uitbreiding in die richting eigenlijk niet mogelijk. Aan de boskant is echter de meest waardevolle (levermos-)oever van de hele beek te vinden, zodat die als het enigszins mogelijk is gespaard moet blijven. De functie van de weg voor het landbouwverkeer is maar zeer beperkt. Waarschijnlijk maakt alleen de boer aan de zuidkant van de Boddelersweg (zie figuur 24) gebruik van deze verbinding. Omdat er geen enkel bedrijfsgebouw of kavel door dit stukje ontsloten wordt, kan men overwegen de weg uit de openbare wegenlegger te halen en vervolgens te versmallen tot een (onderhouds-)pad van twee in plaats van drie meter breed. In het wegenplan van de gemeente Tubbergen is opgenomen dat de Elsweg (zuidelijk deel) en Possenweg(oostelijk deel) zullen wor-



figuur 24.
Ontsluitingssituatie langs de Possenweg (1:10.000)
ⓐ-ⓐ zou als openbare weg moeten vervallen
ⓑ-ⓑ-ⓑ wordt door de gemmente Tubbergen verhard

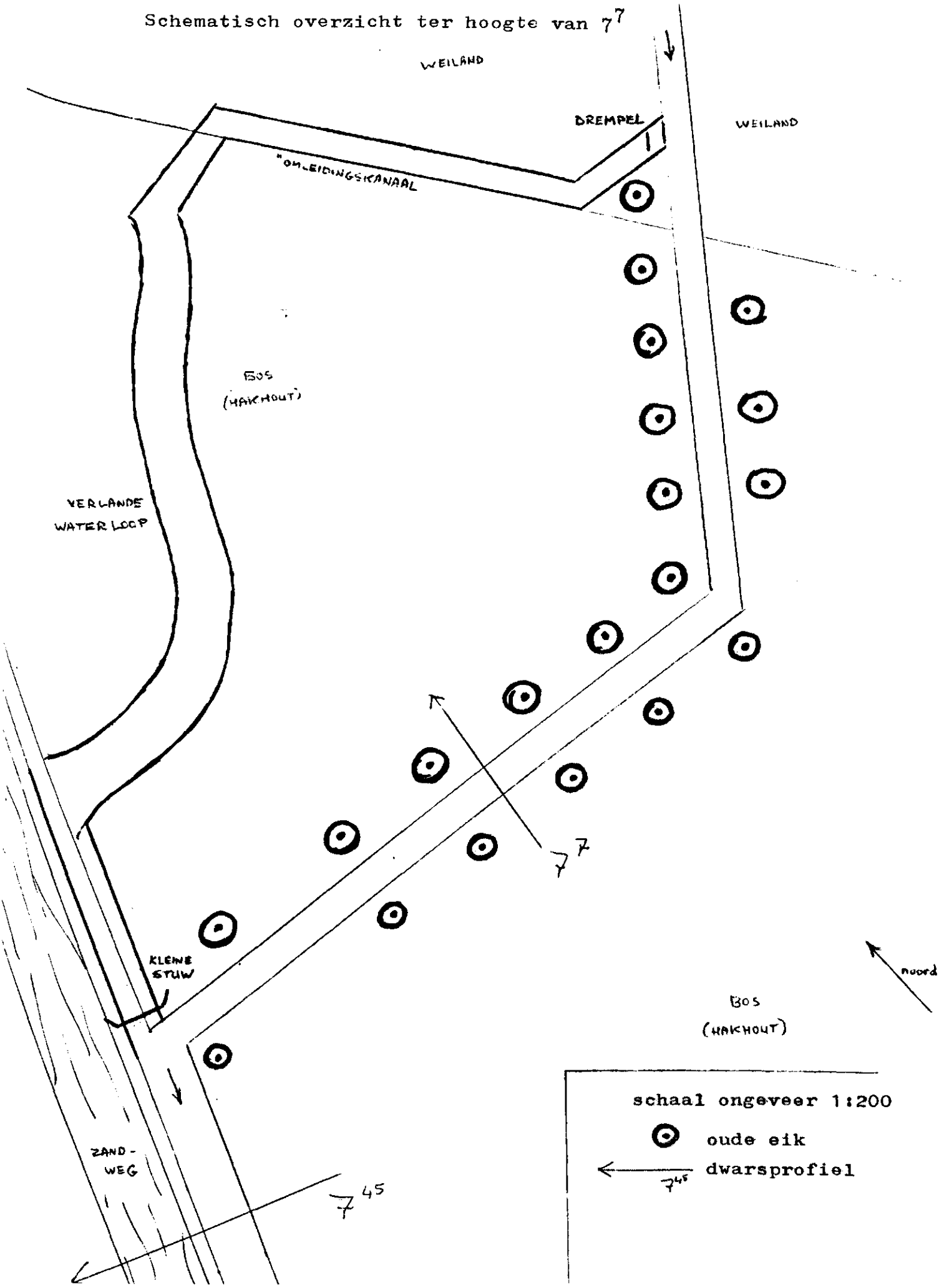
den verhard. (zie weer figuur 24). De alternatieve route voor de betreffende boer zal dus nauwelijks extra moeite voor hem veroorzaken.
Omdat dit deel van het lengteprofiel het kleinste verhang heeft (zie figuur 15) is te verwachten dat het erosiemateriaal vooral hier terecht zal komen. Verder stroomafwaarts is even na het begin van het onderzochte deel een zandvang (zie figuur 16), die daar het erosiemateriaal opvangt. Doordat hier geen beplanting tussen beek en onderhoudspad is gepland, zal de beek eenvoudig regelmatig uitgediept kunnen worden. **Eigenlijk zou de beek nog wat ruimer gedimensioneerd moeten worden om ook na enige sedimentatie nog voldoende af te kunnen voeren.**
Bij 40 cm drooglegging blijft de huidige bodem gehandhaafd en zal het talud aan de boszijde geen gevaar lopen.
Bij 60 cm ontwatering komt de bodem dieper te liggen. Het linkertalud kan dan gevaar lopen om in te zakken. Vandaar dat daar dan weer, waar nodig, gewerkt wordt met tijdelijke bescheeiing en inplant van elzen.

7[45] Idem. Ook hier weer **moeilijkheden vanwege de naastgelegen weg.**

7[7] Hier loopt de beek tussen twee rijen oude eiken van respectabel formaat (zie figuur 25). Vellen hiervan moet absoluut vermeden worden. Een riskant alternatief is bij 3 gegeven. Het is daar de bedoeling om gedurende een aantal jaren steeds een laag van ongeveer 10 cm van het huidige talud af te halen, in de hoop dat de boomwortels zich geleidelijk zullen aanpassen en in andere richtingen voldoende kunnen uitbreiden,

In het bos, een doorgegroeid hakhout met veel minder imposante bomen dan de oude eiken, is echter nog een restant van een oude waterloop te vinden. De gehele Elzenbeek is ooit eens door de mens rechtgetrokken zoals vaak duidelijk te zien is. Waarschijnlijk is de verlande loop een meer oorspronkelijke bedding. Wanneer deze weer wordt uitgegraven (zie profiel 4) kan het water over twee lopen verdeeld worden en hoeft er geen enkele boom te sneuvelen.(zie figuur 25). In de zomer-

figuur 25.
Schematisch overzicht ter hoogte van 7^7



situatie dient alles langs de huidige loop gestuurd te worden, vandaar de drempel aan het begin. Verder moet er dan niet meer droogtrekking optreden dan nu het geval is. In het bosje komt hier en daar lisdodde voor (zie figuur 14), waaruit blijkt dat vocht essentieel is voor de huidige milieuomstandigheden. Om verdroging tegen te gaan kan aan een klein stuwtje gedacht worden dat in het voorjaar (na het maximale debiet) wordt afgesloten.

Bij alternatief 5 is waarschijnlijk zonder veel gevaar de huidige loop voldoende te verbreden.

86 Hier is duidelijk te zien, dat de conventionele aanpak de beek totaal zal verwoesten: het kleine loopje door het weiland wordt een brede bak. Achter deze landschappelijke visie zit in dit geval ook weer een natuurwetenschappelijke redenering zoals in 4.4 is uitgelegd.

Bij nummer 3 wordt de loop beschaduwd en van een zomerbedding voorzien. Bij 4 wordt de beek met ongeveer de oude dimensies opnieuw aangelegd, maar dan 60 cm lager. Dit gebeurt V-vormig, zoals in de andere profielen de zomerbedding: de beek zal dan na verloop van tijd zelf het optimale profiel kunnen realiseren. Vanuit deze insteek loopt het maaiveld met een helling 1:10 op naar het oude niveau. In de zomer zal het water door het het nieuwe beekje kunnen lopen, in de winter zal het weiland over een breedte van ongeveer 8 m geïnundeerd zijn.

Het weiland kan nu over een breedte van 10 m worden aangekocht, hetzij als winterbedding door het Waterschap, hetzij als een te ontwikkelen natuurgebiedje door SBB. Door overlag met de eigenaar aan weerszijden kan geregeld worden dat de beweiding van het laaggelegen stuk door de boer blijft geschieden, onder voorwaarden van SBB, of men kan de strook door rasters afbakenen en zelf een aangepast beheer voeren. De oppervlakte van het stuk is daar wel wat klein voor. Overigens moeten de verwachtingen ten aanzien van de te ontwikkelen vegetatie niet al te hoog zijn, omdat het weiland intensief wordt gebruikt en er zeker een verrijkende invloed vanuit zal gaan. De reden van deze aanleg is wel natuurbouw, maar

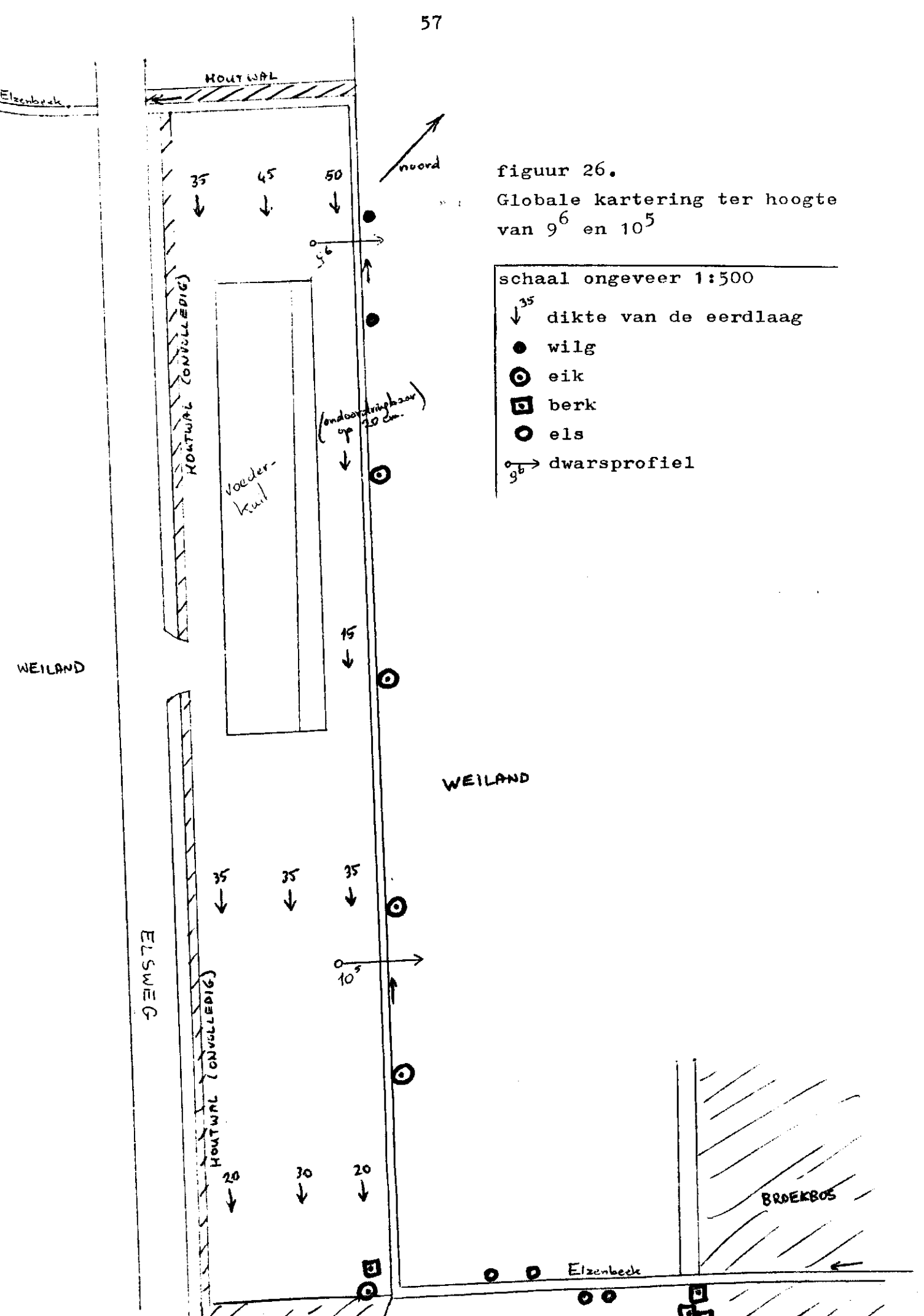
gericht op de hydrobiologie en niet de vegetatie. Wil men daar wel wat aan doen, dan zal aankoop van een groter (breder) gebied noodzakelijk zijn.

Overigens geeft een vergraving als deze problemen met het lengteprofiel. Doordat de bodem hier lager wordt en verder stroomafwaarts niet ontstaat een drempel, waar in de zomer water voor zal blijven staan en erosiemateriaal terecht zal komen. **Er zal dus een geleidelijke overgang gemaakt moeten worden naar 7[7], waarbij de bodem stroomafwaarts gezien niet mag stijgen** (zie ook 5.4.4).

Alternatief 5 vergt hier ook een redelijk grote ingreep. Door de bodembreedte op 50 cm te houden en het talud 1:1 is het karakter nog enigszins te handhaven. Het is de bedoeling dat na verloop van tijd het nieuwe talud door erosie van de beek steiler wordt en ongeveer de zelfde vorm zal bereiken als de oude oever. Hiermee moet bij het onderhoud rekening gehouden worden. Bij aanleg van een talud 1:1½ is op deze ontwikkeling veel minder kans.

9[6] Bij alternatief 3 is voor het eerst voor een bedembreedte van 50 cm gekozen in plaats van 1,50 m. In tegenstelling tot de vorige profielen wordt dan de maximumdiepte van 1,40 m niet meer overschreden. Voordelen zijn de grotere stroomsnelheid in de zomer, maar ook een kleinere aantasting van het toch al smalle perceel links. Door erosie **kan** op den duur weer een steiler talud ontstaan.

Bij alternatief 4 is het de bedoeling het perceel links (zie figuur 26) aan te kopen en te ontwikkelen tot natuurgebied. Doel is een soortenrijk grasland, waar in de winter het water op maaiveldniveau staat en in de zomer zo hoog mogelijk. De beek wordt aan de linkerzijde in de breedte uitgebreid met een winterbed, dat zo breed is, dat de gevraagde 40 cm drooglegging voor het perceel ter rechterzijde gehaald wordt. De rest van het perceel wordt afgegraven, zodat de 20 - 50 cm dikke eerdlaag (beekeerdgrond, zie 5.1) verdwijnt en het mineraalarme moedermateriaal overblijft. Het is aantrekkelijk wanneer



figuur 26.
Globale kartering ter hoogte van 9^6 en 10^5

schaal ongeveer 1:500

↓35 dikte van de eerdlaag

● wilg

◎ eik

▣ berk

○ els

$\circ\!\!\rightarrow^{9^6}$ dwarsprofiel

de afgraving niet een egaal maaiveld oplevert, maar er plaatselijke verschillen in maaiveldshoogte en daarmee in de vochttoestand optreden. Verschillen van 10 - 20 cm zijn dan waarschijnlijk het beste. De waterloop wordt onderhouden met het oog op de doorstroming (niet met chemische middelen). Voor het ontstaan van een soortenrijk grasland is het nodig in de zomer te maaien en af te voeren, eventueel in de eerste jaren meerdere keren, als de voedselrijkdom toch nog te hoog is. Ook de houtwal aan de wegzijde kan dan gerestaureerd worden. De oppervlakte van het perceel is ongeveer 0,25 ha. Op het land ligt op dit moment een voederkuil, zodat het moeilijk kan worden dit perceel te kopen. Omdat het niet functioneel is voor de ontwatering kan het niet onteigend worden.

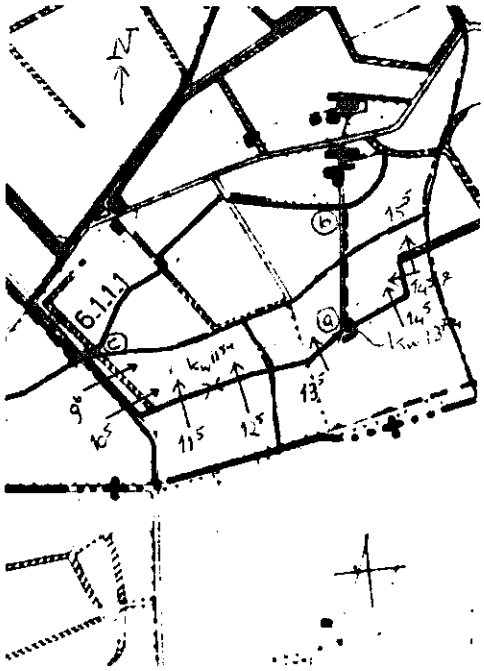
Ook bij nummer 5 is uiteraard dit stukje natuurbouw mogelijk, maar in het dwarsprofiel is alleen aangegeven hoeveel, of liever hoe weinig, er verbreed moet worden voor dit debiet.

10^5 Idem

11^5 Dit deel van de beek loopt door een broekbos (bijlage 2, tek. 5) De drooglegging is genomen ten opzichte van de weilanden aan weerszijden. Daardoor is voor een drooglegging 40 cm hier geen enkele maatregel nodig: het bos zal onderlopen, maar de weilanden aan weerszijden kunnen hun water voldoende kwijt.

Voor 60 cm drooglegging is een complexer ingreep nodig, namelijk een soort omleidingskanaal of overstort. (zie figuur 27), Vanaf kunstwerk 13^{74} langs de perceelsscheiding naar het noorden zou een waterloop moeten komen, die ervoor zorgt dat bij maatgevende afvoer in het bos de drooglegging van 60 cm (uiteraard weer ten opzichte van het weiland) niet wordt overschreden, maar water wordt afgevoerd naar de 6.1.1.1. Daarvoor zou een drempel op de juiste hoogte geplaatst moeten worden.

In beide gevallen verdient het aanbeveling het bosje aan te kopen, maar vooral bij geval 4, omdat dan door de inundaties een extra milieuvoorwaarde is gereali-



figuur 27.
Afkoppeling bij 13^{74} (1:10.000)
(a) drempel
(a)-(b) te graven waterloop
(b)-(c) waterloop 6.1.1.1: te verbreden
9^{6} ⟶ dwarsprofiel

seerd om dit natte broekbos te herstellen in zijn oude staat, namelijk met inundaties. De weidepercelen aan weerszijden vormen een geheel via de duiker 11^{94}. Voor een optimale ontwikkeling zou deze doorsteek moeten verdwijnen en een deugdelijke afscheiding tussen bos en weiland gemaakt moeten worden. Het zal dan wellicht moeilijk zijn om een goede compensatie voor de huidige eigenaar te vinden, omdat het noordelijk weiland voor hem moeilijker bereikbaar wordt. De oppervlakte van het bos is ongeveer 1 ha.

12^{5} Idem

13^{5} In bijlage 1, tek. 1 is een globale situatieschets te zien van het traject op deze plaats. Bij 60 cm drooglegging hoeft er niets te gebeuren vanwege het feit dat het zojuist genoemde omleidingskahaal bovenstrooms vah dit punt begint. In geval 4 wordt eenzijdig verbreed met een bodembreedte van 50 cm en talud 1:1. Het verschil met 60 cm drooglegging en 1,50 m breedte is slecht s 8 cm (dieper), zodat er nauwelijks meer gevaar is voor uitdroging.

Op de situatieschets is aangegeven welke oevers worden afgegraven. Door afwisselend links en rechts te verbreden kan een groot aantal bomen blijven staan. Soms zal van de bomen wel een deel van hun wortelstelsel moeten verdwijnen, wanneer aan weerszijden die

oever afgegraven moet worden. Door de afwisseling kunnen niet alleen meer bomen blijven staan, maar ontstaat ook weer enige meandering in de beek. De buitenbochten worden met elzenbeplantingen (en eventueel tijdelijke beschoeiing) vastgelegd, zodat er voor het aangrenzende weiland geen gevaar voor verdere aanvreting bestaat. Het inplanten van de elzen dient bij voorkeur op de insteek te geschieden (zie figuur 10). De zuidkant wordt geheel van een houtsingel voorzien om zo veel mogelijk beschaduwing te krijgen.

Welke boom gekapt moet worden hangt af van de plaats, maar ook van de omvang: de oudste bomen worden bij voorkeur gespaard. Door de bomen wordt de meandering vastgelegd. Uit het oogpunt van natuurbeheer is het steeds weer afkalven en aangroeien van de oevers van de beek ideaal, maar onder de huidige omstandigheden is een dergelijke gang van zaken alleen in een reservaat haalbaar. Ook vastgelegde kronkels geven al een belangrijke verrijking van het milieu door de verschillen in stroomsnelheden, substraat etc.

14[5] Deze situatie is vrijwel gelijk aan 8[6]. Er is voor ongeveer dezelfde oplossing gekozen. Bij 4 is alleen een duidelijker grens tussen winterbed en weiland aangehouden. De breedte binnen het raster is 10 m.

Een onbeschaduwd deel in een overigens beschaduwde beek , zoals hier, heeft in principe de mogelijkheid voor een eigen type macrofauna. Ook voor deze organismen zal echter sprake zijn van een minimumareaal: voor een levenskrachtige populatie moet minimaal een bepaalde oppervlakte of volume van een geschikt milieutype beschikbaar zijn. Hoe groot dat is, is voor deze organismen onbekend, zodat niet zeker is of in dit kleine stukje een afwijkende soortensamenstelling zal optreden.

Historisch gezien zijn de Twentse beken altijd van begin tot eind begeleid geweest door bomen. Wat dat betreft zou een onbeschaduwd deel landschappelijk gezien niet passen. Het is echter de vraag of deze redenering zo moet worden toegepast. Ook visueel gezien

[illegible], zodat een open stuk als [illegible].

[illegible] bij 14^{5} en 15^{5} [illegible], waar door de vegetatie [illegible] bij de onbegroeide pro-[illegible].

15^{5} [illegible] weer ongeveer gelijk aan 13^{5}. Zoals uit bijlage 1, tek. 2 blijkt komen hier ook andere bomen voor als elders, zoals eiken, berken, beuken en essen. Wanneer gekozen moet worden tussen het kappen van de ene of de andere soort, kan men elzen het beste laten staan. Door hun diepe wortelstelsel zijn ze moeilijk te verwijderen, maar om die reden geven ze ook de meeste stevigheid aan de bodem. Verder is de els hier landschappelijk op zijn plaats, vooral omdat het om de Elzenbeek gaat.

Ter afscherming van het bouwland wordt die oever over de gehele lengte voorzien van beplanting. Deze moet zowel ondergroei bevatten, dat de drijfmest tijdens het verspreiden op het veld niet in de beek terechtkomt.

15^{5} Zelfde situatie als hiervoor. Wanneer gekozen moet worden tussen het kappen van een boom in het bos of langs het veiland, wordt voor het eerste gekozen. Het bos is in slechte conditie, daarnaast is een boom tussen bos en veiland een belangrijker element in het landschap dan een boom in een bos. Verder gelden de zelfde afwegingen als bij 13^{5}. Aankoop van het bosje is gewenst.

Tussen 15^{5} en 16^{65} is geen dwarsprofiel genomen, maar wel een detailkartering gemaakt (bijlage 1, tek. 3). De situatie is ongeveer gelijk aan die bij 14^{97}. De zoete kers dient in ieder geval behouden te blijven. Wanneer het wortelstelsel gevaar kan lopen, dan kan beter de eik aan de overkant ook nog verdwijnen. Verder is ook hier weer afscherming van het bouwland gewenst.

16^{65} Volgens het dwarsprofiel moet hier voor 60 cm drooglegging nog wat aan gebeuren. Intussen is echter in

de droge zomer van 1982 de loop door een particulier ver uitgediept, om water voor het vee te krijgen. Een dergelijke actie vernietigt niet alleen het leven dat zich nog in de bodem ter plaatse bevindt, maar zorgt ook voor uitdroging van de bedding stroomop- en -afwaarts. Om dit soort ingrepen te voorkomen zouden pompjes kunnen worden geplaatst voor het geval de beek droogvalt en er geen poel met water blijft staan. In de westhoek van het perceel lag voor de vergraving een poel. Deze vormt een extra milieu en herbergt een eigen type fauna. Herstel van zo'n poel is alleen zinvol wanneer op de interesse van de gebruiker van het aangrenzende weiland gerekend kan worden.

17^{23} Behalve voor de gevallen 1 en 3 is hier geen ingreep nodig. Wanneer het mogelijk is, kan een strook land tussen beek en bouwland worden beplant, maar het gaat hier slechts om een kort traject, zodat de noodzaak niet zo groot is.

17^{5} Hier blijkt nog eens duidelijk wat de helling van het talud voor verschil maakt. Bij 1 verdwijnt 30% van de breedte van het bosje, bij 3 is dat 20%. De bodem hoeft er nauwelijks dieper voor te liggen. Optimaal is uiteraard 4, waar geen enkele boom hoeft te sneuvelen. Overigens kan men bij ingrepen van deze omvang overwegen de maatregel voorlopig achterwege te laten en pas in te grijpen als er moeilijkheden ontstaan. Het effect van de ingreep is kleiner dan de nauwkeurigheid waarmee de effecten berekend kunnen worden. De ingreep kan dus heel goed overbodig zijn.

$18^{3}/19^{3}/20^{15}$ Toen de koppelleiding 6.1.3 werd aangelegd is het eerste deel van de Elzenbeek al verbreed om geen overlast van de extra hoeveelheid water te krijgen. Als gevolg daarvan is het deel vanaf 18^{3} tot de instroming van de 6.1.3 voldoende voor de totale hoeveelheid water. In 20^{15} is in geval 1 aangegeven hoe men op een standaardprofiel terecht zou komen. De huidige beek is echter voldoende groot, zodat een ingreep achterwege kan blijven. Op plaatsen waar verzakking van de (zuid)oever dreigt kan met elzen en tijdelijke beschoeiing worden gewerkt. Omdat het

om de noordkant van het weiland gaat, heeft dit geen nadelige landbouwkundige gevolgen.

In de beek zit een stuw (1^{63}) en negen duikers. De stuw is aan de bovenstroomse zijde vrijwel dichtgeslibd. In de winter is de stuw niet meer dan een kleine stroomversnelling; functioneel voor het laten afnemen van de stroomsnelheid is hij nauwelijks meer. Wanneer aan dat traject niets hoeft te gebeuren (alternatief 5) kan de stuw gewoon blijven liggen; wanneer wel verbreding nodig is, kan de stuw opgeruimd worden.

Van de negen duikers zijn er twee die onder een openbare weg door gaan (6^{03} en 9^{23}) en twee die een kavel vanaf de weg ontsluiten (3^{45} en 5^{48}). De afmetingen hiervan zijn niet bekend, maar als ze niet groot genoeg zijn, moeten ze worden vervangen. Duiker 11^{94} zou volgens het voorstel (zie onder 11^{5}) moeten verdwijnen, zodat het bos een aaneengesloten geheel kan worden. De duiker 10^{87} wordt nu niet veel gebruikt, maar zal waarschijnlijk de functie van 11^{94} over moeten nemen, dus deze moet blijven of eventueel vervangen worden. Duiker 13^{74} wordt kennelijk nooit gebruikt en kan dus weg. Kw 16^{92} en 19^{86} zijn verbindingen tussen kavels die nog wel af en toe gebruikt worden en dus vervangen of behouden moeten worden.

Er kunnen dus waarschijnlijk twee duikers verdwijnen en zeven worden behouden of vervangen.

5.4.3 Evaluatie

In figuur 28 is aangegeven welke stukken verbreed moeten worden bij respectievelijk 60cm en 40 cm drooglegging (100% van het debiet vanaf de Vasser es) en 40 cm drooglegging (50% debiet). Bij 60 cm drooglegging moet vrijwel alles worden aangepast; voor 40 cm is dat al heel wat minder. Door het waterschap werd tijdens dit onderzoek toegezegd, dat men met de wat minder hoge eis van 40 cm drooglegging akkoord kon gaan. Dit betekent onder andere dat langs het broekbos $11^{5}/12^{5}$ geen omleidingskanaal hoeft te komen en dat het meanderende deel langs de Boddelersweg grotendeels gehandhaafd kan blijven.

figuur 28.

Overzicht van de te verbreden trajecten bij verschillend debiet en drooglegginsseis



te verbreden bij 100% debiet vanaf de Vasser es, drooglegging 60 cm

zelfde debiet, drooglegging 40 cm

50% debiet, drooglegging 40 cm

Daarentegen staat vast, dat bij de keuze voor (natuurtechnische) verbreding in ieder geval (d.w.z. bij een debiet van 50%) het traject $14^{97}/14^{5}$ (het noord-zuid lopende deel tussen de bomen door en het daaropvolgende stuk door het weiland), het traject vanaf 9^{6} tot en met 6^{5} (het natuurbouwperceel, het tweede smalle loopje door het weiland, de "eikenlaan" en het deel langs de Possenweg) en het traject 0^{5} (laatste stukje langs de Boddelersweg) moeten worden verruimd. In tegenstelling tot het alternatief met het omleidingskanaal liggen nu dus de grootste problemen stroomafwaarts van de Elsweg. Wat er verder nog moet worden verruimd hangt af van de waterverdeling tussen Elzenbeek, 9.2.6 en 9.2.7 én van het effect van de grondwaterwinning.

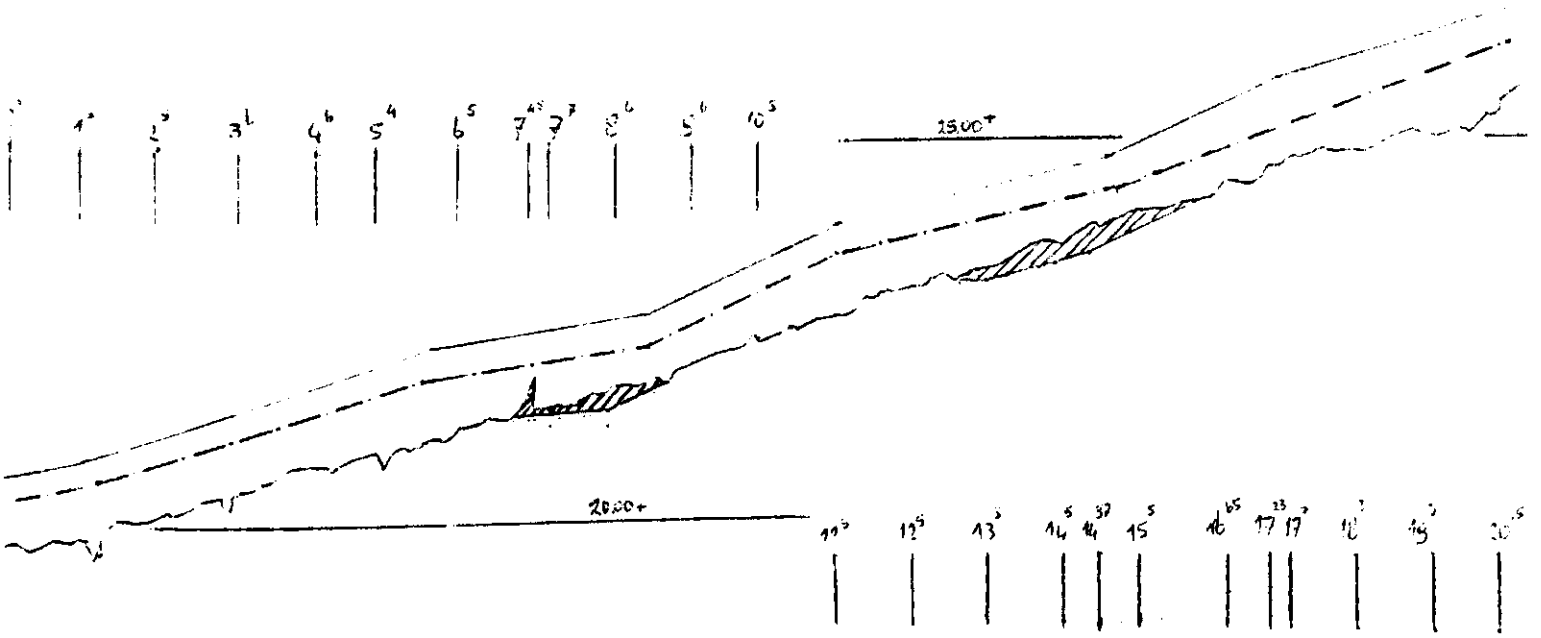
Zoals in 4.2 al gezegd was, wordt voor de landbouw nog een tweede norm aangehouden, namelijk dat de dubbele maatgevende afvoer binnen de boorden moet blijven. Bij controle bleek, dat slechts bij 15^{5} en 14^{97} wat dat betreft problemen te verwachten zijn. Dit geldt voor alternatief 4.

In het lengteprofiel in figuur 29 is nog aangegeven wat de verhanglijnen zijn, en hoe het lengteprofiel verandert voor alternatief 4. Meestal gaat het slechts om een verbreding en komt de bodem niet dieper te liggen dan nu het geval is. Dit is wel het geval bij de twee open smalle stukjes 8^{6} en 14^{5}.

Tenslotte volgt nog een afweging van de gevolgen van conventionele en natuurtechnische beekverbreding, gerangschikt per aspect:

Winstpunten voor het natuurbeheer ten opzichte van conventionele verbreding zijn:

- er zijn geen schouwpaden nodig, waardoor er veel meer hout kan blijven staan en worden bijgeplant.
- er komen geen stuwen, dus de stroomsnelheid blijft hoog en migratie blijft mogelijk.
- de bodembreedte blijft over het algemeen gelijk, dus ook in de zomer zijn er relatief hoge stroomsnelheden mogelijk.
- grote delen van de beek blijven onaangetast.
- door de steile taluds hoeven minder bomen te sneuvelen.
- er is altijd sprake van eenzijdige verbreding, soms afwisselend, waardoor kronkels ontstaan of worden versterkt.



figuur 29.
Veranderingen in het lengteprofiel bij alternatief 4:
100% debiet vanaf Vasser es/Onderbeek, droogleggging 40 cm

——— gemiddeld maaiveld
—·—·— verhanglijn bij maatgevende afvoer
——— oude bodem
..... nieuwe bodem
▨ te vergraven

- er komt afscherming van het bouwland om organische belasting te weren.

Winstpunten voor het landschap zijn:
- de beek blijft liggen op de plaats waar hij nu ligt, dus passen in het landschap.
- de bovenbreedte blijft beperkt.
- de taluds kunnen bij een juist beheer na verloop van tijd weer een natuurlijk aanzien krijgen.
- er blijven veel bomen staan en er komen er veel bij.

Verschillen voor het onderhoud zijn:
- er zal, vooral in de eerste jaren na aanleg meer onderhoud aan de taluds nodig zijn.
- er zal meer zandtransport plaatsvinden, dat ten dele op ongewenste plaatsen neer zal komen.

- door de beschaduwing zal er minder plantengroei optreden en de weerstand dus niet zo vlug toenemen.
- mechanisch onderhoud is niet mogelijk.

Nadelen voor de landbouw zijn:

- de drooglegging is niet optimaal. Hier kan bij aangetekend worden dat die drooglegging met het huidige debiet in de huidige beek ongeveer even groot zal zijn, hoewel op sommige plaatsen minder. De landbouwkundige situatie zal hier gelijk blijven, maar door de verbreding kan hij in het stroomgebied van de Markgraven verbeterd worden. Dit kan mogelijk slecht overkomen bij de boeren langs de Elzenbeek.
- het verstoppen van de beek als gevolg van taludinzakken of omvallen van bomen zal eerder kunnen voorkomen, waardoor ook de detailontwatering gevaar kan lopen.

Verschillen voor de financiering zijn;

- er hoeft minder grond aangekocht te worden voor de verbreding
- er hoeven geen kunstwerken als stuwen te worden aangelegd.
- verbreding zal voor een groot deel met handkracht of kleine machines moeten gebeuren.
- natuurtechnische verbreding zal over een aantal jaren verdeeld moeten worden (gefaseerde aanpak). Bovendien zullen de onderhoudskosten in de eerste jaren hoger zijn.
- het werk kan niet openbaar aanbesteed worden, maar zal in regie uitgevoerd moeten worden.

5.5 Afwegingen

In deze paragraaf zullen de alternatieven 1. Omleidingskanaal en 2. Natuurtechnische beekverbreding tegen elkaar worden afgewogen. Daarna wordt een keuze gemaakt.

Natuurbeheersaspecten:

- bij een omleidingskanaal hoeft aan de beek geen directe schade te worden toegebracht. Bij natuurtechnische verbreding is het risico van de schade groter, vooral omdat dit de eerste keer zal worden dat dit principe zal worden toegepast.
- de beek verliest bij een omleidingskanaal zijn landbouwkundige functie en kan als gevolg daarvan op de lange termijn verwaarloosd en in verval raken.

- door een omleidingskanaal verliest de beek zijn topafvoeren en blijven bijvoorbeeld de inundaties van het bos achterwege.
- op de lange duur zal de natuurwaarde van de beek in beide gevallen bij een goed beheer (onderhoud) hoog kunnen worden of blijven.
- aanleg van een omleidingskanaal veroorzaakt het verkleinen van twee bosjes langs de Elsweg. Verder is er nauwelijks directe schade te verwachten.

Landschappelijke aspecten:

- natuurtechnische verbreding geeft een tijdelijke aantasting van het landschap, een omleidingskanaal blijvende schade, vooral het oostelijke deel langs de Boddelersweg en de onderleider langs de Elsweg.
- bij natuurtechnische verbreding kan meer geld aan de beek zelf worden besteed dan bij een omleidingskanaal.

Onderhoudsaspecten:

- de onderhoudskosten van een omleidingskanaal plus de oorspronkelijke beek zullen waarschijnlijk hoger zijn dan van de natuurtechnisch verbrede beek, in ieder geval na een aantal jaren.

Agrarische aspecten:

- de landbouwkundige functie van de natuurtechnisch verbrede beek zal niet altijd optimaal zijn, maar wel over de grootste oppervlakte aanvaardbaar.
- bij aanleg van een omleidingskanaal wordt de situatie voor de percelen langs de beek ook niet optimaal.

Kostenaspecten:

- de natuurtechnische verbreding zal goedkoper zijn: er is geen grond nodig voor de nieuwe leiding en er hoeven geen grote kunstwerken (verdeelwerk, stuwen, onderleider) te worden aangelegd.
- er moet bij de verbreding wel meer met handkracht worden uitgevoerd.
- gedurende de eerste jaren geeft de natuurtechnische verbreding extra begeleidingskosten.

5.6 Keuze

Bij nadere bestudering blijkt dat de voornaamste bezwaren tegen de natuurtechnische verbreding in het benedenstroomse

deel zitten. Vooral de profielen 6^5 t/m 7^7 vragen om ingrijpende of riskante maatregelen. De voornaamste bezwaren tegen het omleidingskanaal liggen daarentegen in het bovenstroomse deel. Daar moet het meeste grond worden aangekocht en treedt de grootste landschappelijke schade op. Bovendien zal het broekbosje $11^5/12^5$ in het geval van een omleidingskanaal minder water krijgen.

Vandaar dat de uiteindelijke keuze neerkomt op het natuurtechnisch verbreden van de Elzenbeek bovenstrooms van de Elsweg, de aanleg van een overstort plus afvoerkanaal vanaf de duiker onder die weg naar de 6.1.1.3 en vervolgens verbreden van de 6.1.1.3

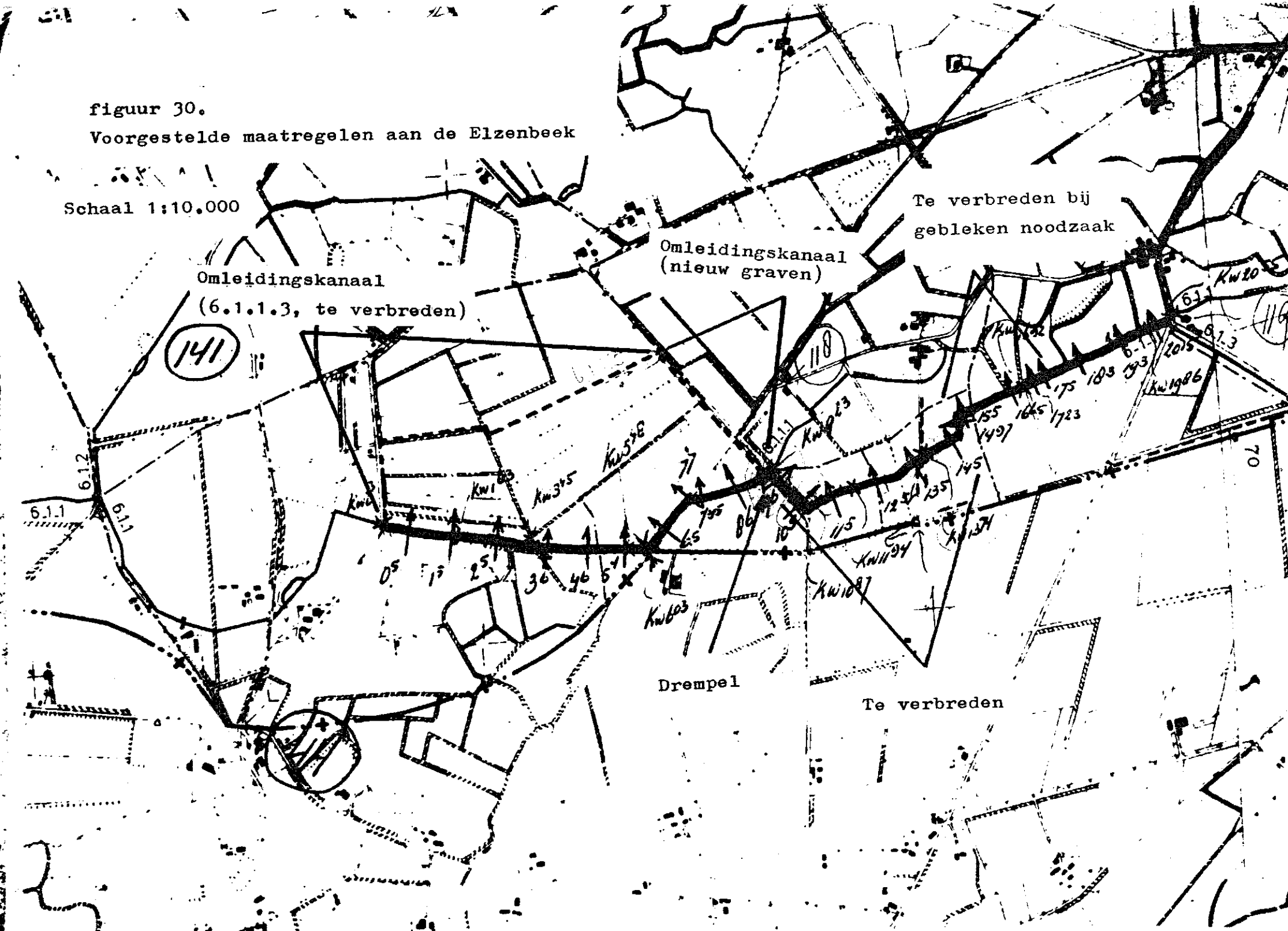
Hoe ingrijpend de natuurtechnische verbreding zal moeten worden hangt zoals gezegd af van de waterverdeling en de invloed van de grondwaterwinning. Wanneer de waterverdeling in de winter ongeveer uitkomt op 80% van de Vasser es/Onderbeek (zie fig. 20)via de Elzenbeek af te voeren, lijkt het het beste om vóór die afkoppeling plaatsvindt die plaatsen te verbreden waar ook met 50% debiet de 40 cm drooglegging niet wordt gehaald (zie figuur 28 en figuur 30). De verbreding moet dan uitgevoerd worden volgens alternatief 4, aangepast aan het 80% debiet, zodat in een keer voldoende dimensie is bereikt. Het gaat dan om de trajecten bij $14^{97}/14^5$ en 9^6. Bij het laatste punt moet toch ingegrepen worden om de overstort te installeren.

Wanneer na de aansluiting blijkt dat op andere plaatsen waar de beek te smal is inderdaad moeilijkheden optreden, kan daar alsnog verbeterd worden. Dat kunnen dan onder andere de profielen 17^5, 15^5 en 13^5 zijn. Wanneer deze twee series ingrepen enkele jaren na elkaar plaatsvinden is daarmee meteen een gefaseerde uitvoering bereikt, die op het eind van 4.4 werd bepleit.

Bij duiker 9^{23} is de splitsing gepland. Het hierna volgende deel van de beek heeft een kleine capaciteit (8^6), in feite de kleinste van het benedenstroomse deel. Wanneer de waterhoeveelheid hier binnen de perken blijft, zal hij verderop geen problemen meer veroorzaken. Daardoor zullen er in het stroomafwaartse deel geen ingrepen meer nodig

figuur 30.
Voorgestelde maatregelen aan de Elzenbeek

Schaal 1:10.000



zijn.

De bedoeling is om via de drempel te bewerkstelligen dat normaal al het water door de beek blijft stromen, maar bij hogere afvoeren het surplus via het omleidingskanaal wordt afgevoerd. Er is gekozen voor een drempel van 6m lengte. Bij een lange drempel zal een geringe toename van de waterstand een grote toename aan overstortend water tot gevolg hebben. Dat blijkt uit de daarvoor gebruikte formule:

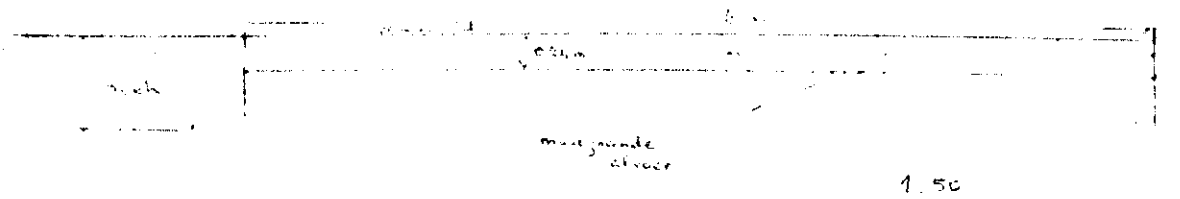
$Q = 1{,}9\ B\ h^{3/2}$ (Korte inleiding tot de hydraulica, p.39: schotbalkstuw)

waarin B de breedte van de drempel is en h de waterhoogte. De diepte onder het maaiveld is daarna bepaald door aan te nemen dat bij dubbele maatgevende afvoer (100% van de Vasser es: 1,664 m^3/sec) de waterstand zowel in de beek als bij de drempel aan het maaiveld zou staan. (zie figuur 31). Door de beek stroomt dan 0,325 m^3 /sec; dus moet over de drempel 1,339 m^3/sec, wat neerkomt op een waterhoogte van 0,24 m. Omdat de beek ter plekke een diepte heeft van 0,61 m betekent dit, dat tot een hoogte van 0,37 m boven de beekbodem al het water door de beek zal stromen en daarboven het omleidingskanaal water krijgt (zie figuur 32).

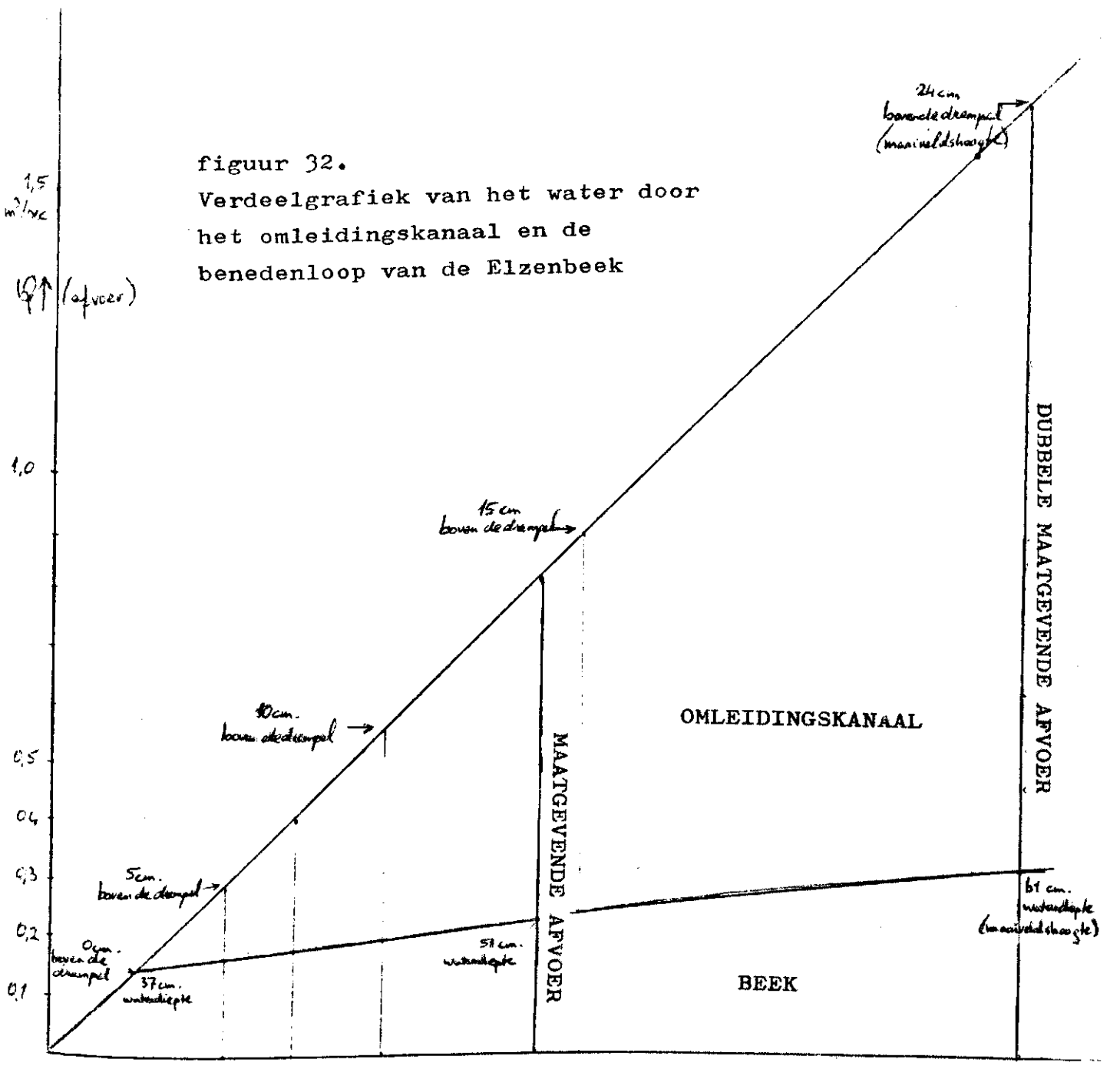
Bij maatgevende afvoer is de waterdiepte 10 cm onder maaiveld en de debietverhouding beek : omleidingskanaal als 1:2. De verbreding van de beek in het bovenstroomse deel was ontworpen op een drooglegging van 40 cm onder maaiveld, zodat voor de drempel opstuwing plaats zou vinden. Voor het geplande natuurbouwterrein en het broekbos zou dit geen bezwaar opleveren, maar wel voor het oostelijk van 9^6 gelegen perceel. Voor het perceel aan de noordzijde van 8^6 maakt het niet uit, dat de drooglegging in de beek slechts 10 cm bij maatgevende afvoer is, omdat op het omleidingskanaal langs de Elsweg afgewaterd kan worden. Voor het weiland ten zuiden van dit stukje ligt de zaak moeilijker, maar mogelijk kan dit perceel via de bermsloot langs de Boddelersweg afwateren. Voor het resterende stuk beek is een redelijk groot debiet essentiëel en drooglegging van 40 cm in het traject 8^6 is daar niet mee verenigbaar.

In figuur 33 is aangegeven hoe de overstort in dat deel

figuur 31.
Afmetingen van het verdeelwerk bij de Elsweg

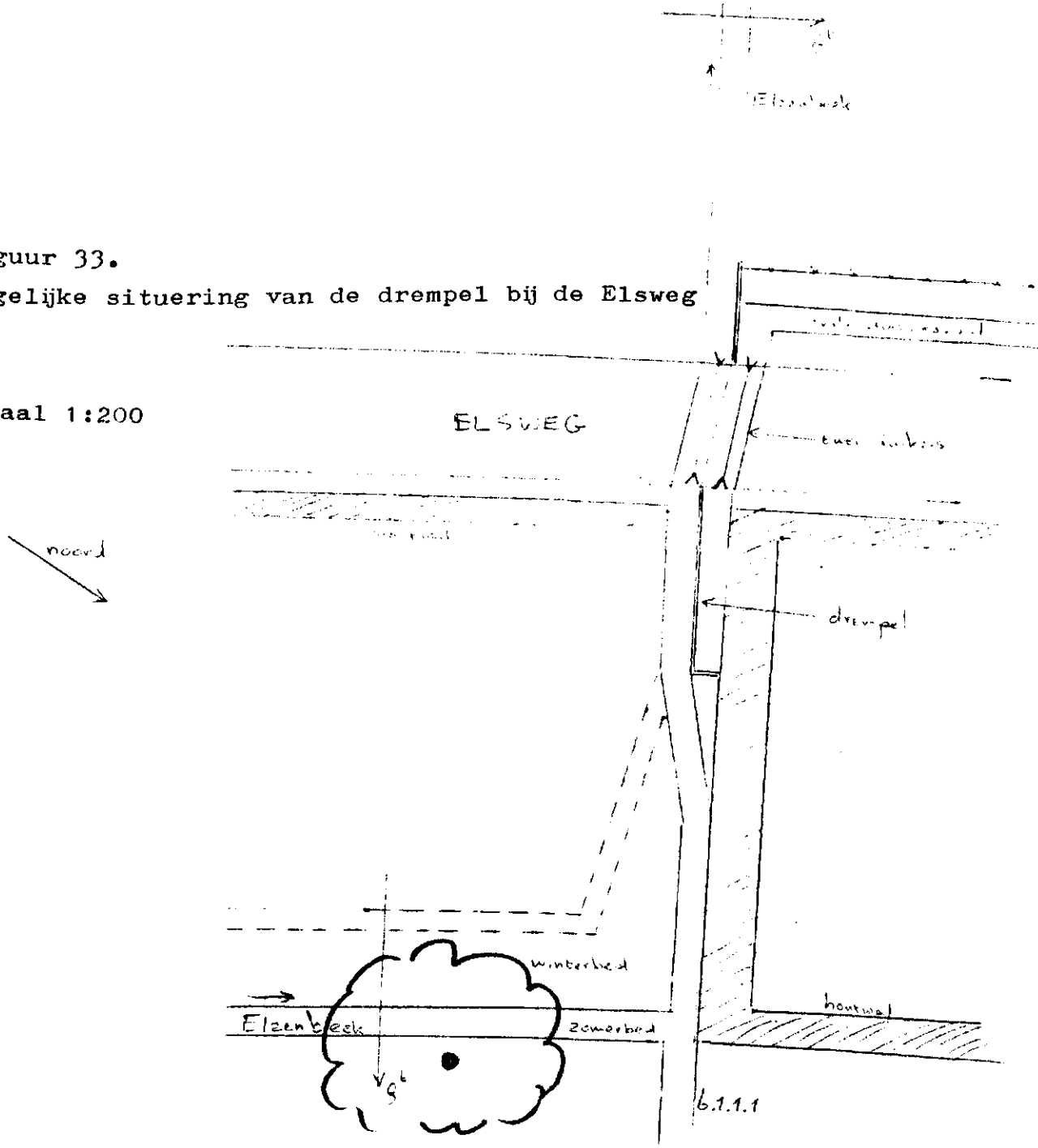


figuur 32.
Verdeelgrafiek van het water door het omleidingskanaal en de benedenloop van de Elzenbeek



figuur 33.
Mogelijke situering van de drempel bij de Elsweg

schaal 1:200



van de beek is in te passen. Vlak voor de duiker liggen dan evenwijdig de drempel en de beek met het juiste dwarsprofiel en verhang. Om deze twee factoren vast te leggen zou de bedding ter plaatse in beton moeten worden uitgevoerd, eventueel met stortsteen of grasbetontegels. Het zou landschappelijk fraaier zijn wanneer het verdeelwerk in de duiker onder de Elsweg door ingebouwd zou kunnen worden, maar dat geeft waarschijnlijk te grote technische ofwel financiële problemen.

Ten aanzien van de drooglegging van het perceel langs 8[6] kan nog worden opgemerkt, dat dit perceel wat opgehoogd

kan worden met grond verkregen van het natuurbouwperceel. De oppervlakteverhouding van beide is echter zo ongelijk dat dit weinig effect zal hebben.

De nieuwe leiding langs de Elsweg krijgt een langte van 350 m (zie figuur 30) en komt langs de westkant van de weg te liggen. Langs de oostkant ligt ten zuiden van de Possenweg een smal perceel tussen twee houtwallen. Wanneer daar nog een waterloop in komt te liggen is het perceel helemaal onbruikbaar en de houtwal gedoemd te verdwijnen. Langs de westkant van de Elsweg ligt de punt van de lange strook bos langs de Possenweg en wat noordelijker nog een bosje. Van beide zal een strook moeten verdwijnen.

Omdat deze nieuwe waterloop loodrecht op de helling van dit gebied ligt zal er niet veel verhang in te vinden zijn. Het maaiveld bij de duiker van de Elzenbeek is op 22.69 m+NAP en bij de duiker van de 6.1.1.3 ongeveer 22.60 m+NAP; de maaiveldhoogte ertussenin is niet bekend. Door de verhanglijn te laten lopen van 40 cm droogleggging bij de drempel naar 60 cm bij de 6.1.1.3 kan een verhang van 48 cm over de 350 m of 1,37 m/km verkregen worden.(zie figuur 34). Bij een debiet van 0,642 m^3/sec (maatgevende afvoer, zie figuur 32), talud 1:1 en bodembreedte 1,50 m is dan een diepte van 0,62 m nodig. De totale breedte van de insteek is afhankelijk van de maaiveldshoogte, maar zal ongeveer tussen 3,50 en 4,00 m inliggen.

In de 6.1.1.3 is een groter verhang aanwezig. De "dubbele maatgevende afvoer" is nu gelijk aan 1,339 m^3/sec (zie weer figuur 32) plus het eigen debiet van de 6.1.1.3, ofwel 1,444 m^3/sec. Dit past in de profielen van figuur 34.Daar zijn ook de verhanglijn en de oude en nieuwe bodem van de 6.1.1.3 aangegeven.

Wat de grondaankopen voor dit plan betreft zijn er verschillen in prioriteit aan te geven. Essentieel voor het plan zijn aankoop van een strook langs de Elsweg voor het omleidingskanaal en de stroken die voor de verbreding van de waterloop nodig zijn. Belangrijkste gebieden uit het oogpunt van natuurbe-

kan worden met grond verkregen van het natuurbouwperceel. De oppervlakteverhouding van beide is echter zo ongelijk dat dit weinig effect zal hebben.

De nieuwe leiding langs de Elsweg krijgt een langte van 350 m (zie figuur 30) en komt langs de westkant van de weg te liggen. Langs de oostkant ligt ten zuiden van de Possenweg een smal perceel tussen twee houtwallen. Wanneer daar nog een waterloop in komt te liggen is het perceel helemaal onbruikbaar en de houtwal gedoemd te verdwijnen. Langs de westkant van de Elsweg ligt de punt van de lange strook bos langs de Possenweg en wat noordelijker nog een bosje. Van beide zal een strook moeten verdwijnen.

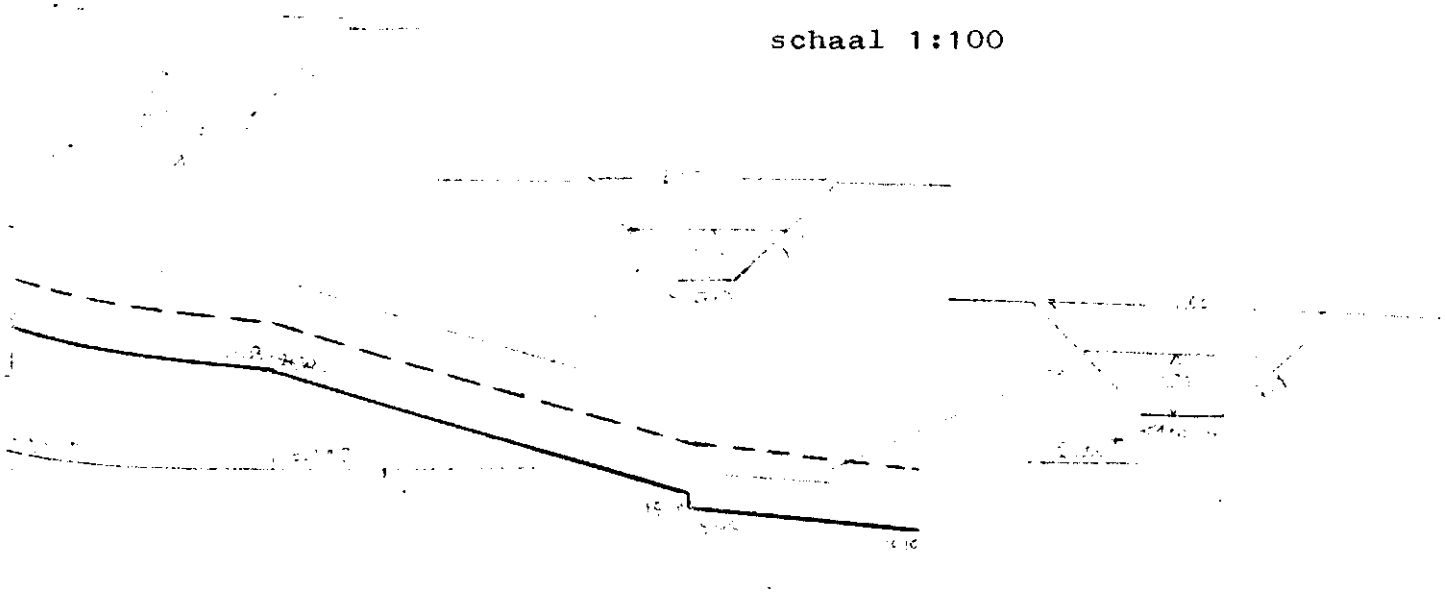
Omdat deze nieuwe waterloop loodrecht op de helling van dit gebied ligt zal er niet veel verhang in te vinden zijn. Het maaiveld bij de duiker van de Elzenbeek is op 22.69 m+NAP en bij de duiker van de 6.1.1.3 ongeveer 22.60 m+NAP; de maaiveldhoogte ertussenin is niet bekend. Door de verhanglijn te laten lopen van 40 cm droogleggging bij de drempel naar 60 cm bij de 6.1.1.3 kan een verhang van 48 cm over de 350 m of 1,37 m/km verkregen worden.(zie figuur 34). Bij een debiet van 0,642 m^3/sec (maatgevende afvoer, zie figuur 32), talud 1:1 en bodembreedte 1,50 m is dan een diepte van 0,62 m nodig. De totale breedte van de insteek is afhankelijk van de maaiveldshoogte, maar zal ongeveer tussen 3,50 en 4,00 m inliggen.

In de 6.1.1.3 is een groter verhang aanwezig. De "dubbele maatgevende afvoer" is nu gelijk aan 1,339 m^3/sec (zie weer figuur 32) plus het eigen debiet van de 6.1.1.3, ofwel 1,444 m^3/sec. Dit past in de profielen van figuur 34.Daar zijn ook de verhanglijn en de oude en nieuwe bodem van de 6.1.1.3 aangegeven.

Wat de grondaankopen voor dit plan betreft zijn er verschillen in prioriteit aan te geven. Essentieel voor het plan zijn aankoop van een strook langs de Elsweg voor het omleidingskanaal en de stroken die voor de verbreding van de waterloop nodig zijn. Belangrijkste gebieden uit het oogpunt van natuurbe-

figuur 34.
Lengteprofiel en dwarsprofielen van het omleidingskanaal

schaal 1:100



——————— gemiddeld maaiveld
— — — — — verhanglijn (m.a.)
——————— bodem (oud)
——————— bodem (nieuw)

heer zijn: 1. het bosje bij $11^5/12^5$ ongeveer 0,75 ha
2. beplantingsstroken bij de eenzijdige verbreding tussen 15^5 en 16^{65}, 14^{97} en 15^5 en bij 13^5 ongeveer 0,05 ha
3. het winterbed bij 14^5 ongeveer 0,12 ha

Op de tweede plaats komen dan:
1. het bosje bij 17^5 ongeveer 0,04 ha
2. idem bij $15^5/14^{97}$ - 0,03 ha
3. het "natuurbouwperceel" bij $9^6/10^5$ - 0,26 ha
4. de stroken van het vorige lijstje breder zien te maken.

Wanneer er dan nog mogelijkheden over zijn, is te denken over:
1. een beplantingsstrook langs $18^3/20^{15}$ aan de zuidkant
2. idem bij 17^{23}

totaal ongeveer 0,92 ha (min.)
- 1,70 ha (max.)

6. De koppelleiding 6.1.3

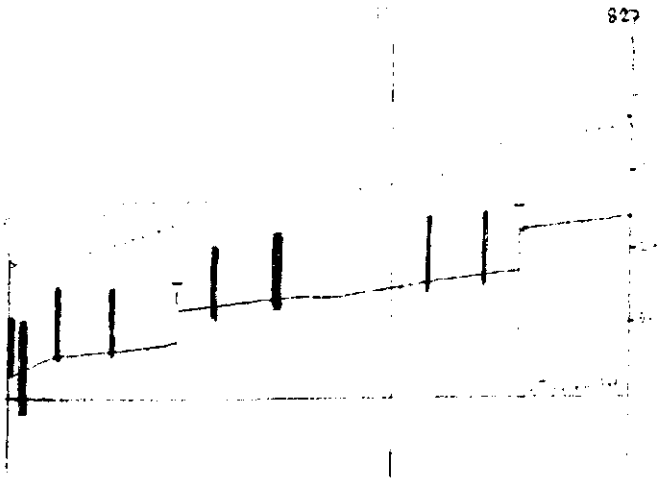
6.1 Beschrijving van de watergang

In de nieuwe situatie zal het onderzochte deel van de Elzenbeek een onderdeel vormen van een waterloop, die begint op de stuwwal van Ootmarsum. De Onderbeek is dan een van de bovenlopen, de Elzenbeek kan als middenloop getypeerd worden en de Geesterse Molenbeek is de benedenloop. De verbinding tussen de Onderbeek en de Elzenbeek wordt gevormd door de 6.1.3 (zie figuur 4). Zowel Onderbeek als Elzenbeek zijn natuurwetenschappelijk en landschappelijk waardevol; de 6.1.3 is daarentegen een waterloop zonder beekkarakter. Door het waterschap werd gevraagd of aan deze situatie wat te verbeteren valt, zodat het systeem Geesterse Molenbeek-Elzenbeek-Onderbeek meer een geheel gaat vormen.

De 6.1.3 begint bij de samenstroming van twee kleinere lopen ten zuidoosten van Vasse (zie figuur 4) en loopt vandaar eerst in zuidwestelijke, later zuidelijke richting naar het punt waar de Onderbeek in de 6.1.3 uitmondt. Dit eerste deel is eigenlijk te zien als een zijtak van de Elzenbeek-Onderbeek en er is verder geen aandacht aan besteed. Vrijwel meteen volgt dan de afsplitsing van de 9.2.6; de 6.1.3 loopt dan verder langs de Boakenkampseweg. Op deze plaats liep ook vroeger al een beek (zie figuur 3) en de 6.1.3 is hier betrekkelijk smal en beschaduwd. De waterkwaliteit en het beekkarakter zijn in dit deel nog gelijk aan de Onderbeek; beide uitstekend (zie figuur 6). Na de afsplitsing van de 9.2.7 loopt de leiding langs een zandweg naar de Elzenbeek. In dit deel van de loop werd een matige waterkwaliteit en een slecht beekkarakter gevonden, zodat dit deel het meest in aanmerking komt voor verbeteringsmaatregelen.

In figuur 35 is het lengteprofiel van het desbetreffende stuk gegeven. Tussen Uelserweg en Vasserweg is de 6.1.3 827 m lang; er zitten twee stuwen in en een aantal duikers. Een dwarsprofiel is gegeven in figuur 36. Er zijn nog meer dwarsprofielen van genomen, maar die zien er allemaal ongeveer hetzelfde uit: 1,20 m bodembreedte, talud 1:1½ en twee schouwpaden (zie ook bijlage 2 tek.1)

De oorzaak van de slechte waterkwaliteit ligt in de ver-



figuur 35.
Lengteprofiel van het laatste deel van de 6.1.3

figuur 36.
huidig dwarsprofiel van de 6.1.3



vuiling (o.a. de rottende appels die ook in 1982 weer waargenomen zijn), maar daarnaast ook in de dimensionering. Door de grote bodembreedte en het geringe verval neemt de stroomsnelheid bij lage debieten af tot vrijwel nul. Ook de twee stuwen werken daaraan mee. Een ander nadeel van de stuwen is, dat ze een barrière vormen voor de organismen in de waterloop. Voor de organismen die hun gehele levenscyclus in het water doorbrengen betekent dat, dat er geen migratie meer mogelijk is naar hoger gelegen beekdelen.

Doordat er geen beschaduwing is, kan de temperatuur op zonnige dagen hoog oplopen: op 2augustus om 15.00 uur was het water 30.6°C. Afgezien nog van het feit dat deze temperatuur voor veel organismen te hoog is, veroorzaakt die ook een snelle verdamping, waardoor de stroomafwaarts gelegen beek minder water krijgt en daardoor eerder in het seizoen

zal uitdrogen. De zuurstofhuishouding wordt slecht door de hoge temperatuur en ook als gevolg van de lage stroomsnelheid en de overmatige plantengroei door het gebrek aan beschaduwing.

Om deze milieuomstandigheden wat te verbeteren zijn een aantal maatregelen voorgesteld.

6.2 Aanbevolen ingrepen

Bij de verbetering van al genormaliseerde waterlopen dienen andere maatstaven te worden aangelegd dan bij verbreding van nagenoeg natuurlijke waterlopen.

Vanuit het oogpunt van natuurbeheer mogen de verwachtingen niet al te hoog zijn. Enerzijds is het onmogelijk om de oude situatie weer te herstellen, anderzijds ligt tussen het huidige milieu en het wenselijke milieu een veel groter verschil dan bij een natuurtechnische verbreding aan een oorspronkelijke beek. Dit betekent dat er drastischer ingegrepen moet worden en er dus meer risico bestaat dat bij uitvoering iets mis gaat. Daarnaast is niet bekend welke factoren veranderd moeten worden om weer een enigszins interessante macrofauna te krijgen. Omdat de huidige levensgemeenschappen in genormaliseerde waterlopen minder waardevol zijn en er meer dan voldoende van voor handen zijn, kan men overwegen om bij wijze van proef één bepaalde maatregel telkens in een aantal beken uit te voeren: bijvoorbeeld in een paar beken de stuwen door cascades vervangen, in een paar beken de bodembreedte kleiner te maken, een paar beken te beschaduwen, etc. Door de veranderingen in de soortensamenstelling te bekijken kan bepaald worden welke maatregel het meeste effect heeft. Door verschillende methodes toe te passen ontstaat meteen een variatie in milieu's en zijn we van het ene standaardtype genormaliseerde waterloop af. Dit zou op zich al een verrijking zijn, ook landschappelijk gezien.

Vanuit dat landschappelijke standpunt is variatie tussen en in de waterlopen het belangrijkste. De "onafzienbaarheid" van watergangen (zie bijlage 2, tek.1) die ontstaat door het rechte tracé en gebrek aan onderbrekingen is met de eenvormige taluds de belangrijkste visuele tekortkoming, met name in het Twentse landschap. Met behulp van beplantingen kan daar al wat aan veranderd worden.

Onderhoudstechnisch gezien zijn beplantingen enerzijds wenselijk, anderzijds niet. Aan de zuidkant van de loop geven ze beschaduwing en gaan daardoor overmatige plantengroei tegen. De andere kant moet voor het mechanisch onderhoud houtvrij blijven. Een enkele onderbreking is dan niet zo'n probleem, maar wanneer er bv. om de 20 m een boom staat is met de huidige apparatuur (korfmaaiers) geen mechanisch onderhoud meer mogelijk. Voor smalle waterlopen (bodembreedte ongeveer 1 m) zou een apparaat ontwikkeld kunnen worden om bij lage waterstand de beekbedding van bladafval en planten te reinigen, zonder dat tweezijdige beplanting een bezwaar zou zijn: het zou iets van het formaat grasmaaier of net iets groter moeten worden, waarmee dan iemand door de beek zou kunnen lopen. Wanneer dit inderdaad een haalbaar idee zou zijn, kan beplanting zonder moeilijkheden aan weerszijden worden aangelegd, waardoor o.a. de beschaduwing nog zou toenemen.

Vanuit de landbouw gezien is volgens de gangbare opvattingen de situatie bij een genormaliseerde waterloop optimaal. Die situatie zal slechts marginaal mogen veranderen. Wanneer de drooglegging of de watervoerende functie min of meer wezenlijk aangetast gaan worden zal dit voor het waterschap en de boeren onaanvaardbaar zijn.

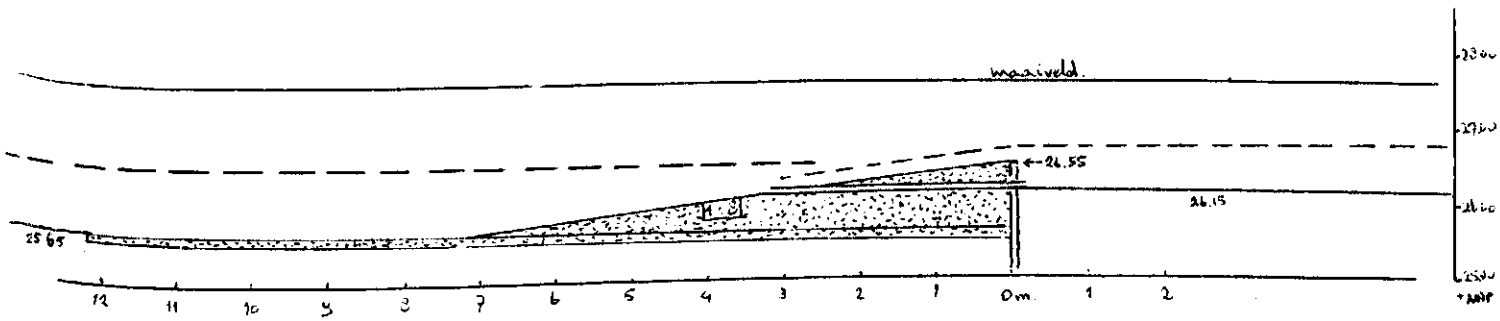
Voor de waterloop 6.1.3 zijn een aantal kwaliteitsverbeterende maatregelen uitgewerkt, die de watervoerende functie niet zullen aantasten, het onderhoud niet wezenlijk belemmeren en financiëel lijken.

Bij deze waterloop waren drie gunstige omstandigheden aanwezig, die de kosten en negatieve bijverschijnselen sterk beperkten. In de eerste plaats is al een brede strook grond eigendom van het waterschap (figuur 36: tussen de rasters). Hierbinnen zijn veldoende mogelijkheden voor beplanting etc. In de tweede plaats ligt aan de noordzijde van de watergang een weg, zodat beschaduwing van de beek geen beschaduwing van een aangrenzend perceel tot gevolg heeft. In de derde plaats hoeft er waarschijnlijk minder water door de leiding dan het debiet waar hij oorspronkelijk voor ontworpen is (zie 5.2.2) Bij de berekeningen voor dit hoofdstuk is nog wel gewerkt met 100% water vanaf de Vasser ee, maar waarschijnlijk kunnen de afmetingen na de beslissing over de waterverdeling nog wat

kleiner worden, waardoor meer speelruimte ontstaat.

Belangrijkste bezwaar tegen de stuwen was de onoverbrugbaarheid voor organismen en het ontbreken van stroming. Om dit te verbeteren zouden de stuwen door cascades vervangen moetten worden. Onder een cascade wordt verstaan een plaatselijke stroomversnelling, uitgevoerd met behulp van puin, kolen- of natuursteen (zie figuur 37).

figuur 37.
zijaanzicht van de cascade kw 2^{18} in de koppelleiding 6.1.3

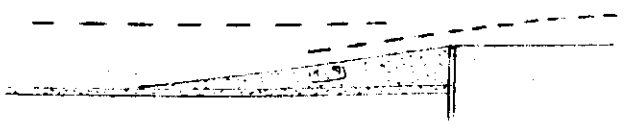


Zonder stuwen zou de stroomsnelheid in de 6.1.3 bij maatgevende afvoer ongeveer 0,65 m/sec worden. Met één cascade (hoogteverschil 0,50 m) wordt dat 0,58 m/sec, met twee cascades is het teruggebracht tot 0,48 m/sec (afzuigingseffect niet meegerekend, zie daarover later). Het resterend verhang is dan 94 cm over 827 m ofwel 1,14 m/km. Het ligt dan voor de hand om de twee stuwen die er nu inliggen om te bouwen tot cascades.

De cascade wordt over de hele breedte van de loop uitgevoerd, dat wil zeggen een breedte van ongeveer 1,50 m en krijgt een helling van 1:8. Bij een k_M van 15 zal de waterdiepte ongeveer 22 cm zijn en de stroomsnelheid dientengevolge 1,7 m/sec. De werkelijk optredende waterdiepte en stroomsnelheid zullen sterk afhangen van de ruwheid van het gestorte materiaal. Hier is uitgegaan van een gelijke ruwheid als in een normale onbegroeide waterloop (k_M = 25 bij waterdiepte 1m, d.w.z. 15 bij waterdiepte 0,2 m). De cascade zal waarschijnlijk uitgevoerd worden in kolen- of natuursteen, waardoor

de weerstand wel wat groter kan worden.

Wanneer de cascade als overgang van het ene bodemniveau naar het andere wordt uitgevoerd (zie figuur 38) ontstaat door de hoge stroomsnelheid een afzuigingseffect, waardoor het water stroomopwaarts van de stuw ook harder gaat stromen en daarmee over de normsnelheid heenkomt. Om dit te voorkomen wordt het begin van de helling op 40 cm boven het bovenstroomse bodemniveau aangelegd (in figuur 37 op 26.55 m+NAP) Het afzuigingseffect is dan veel minder. Halverwege de twee stuwen zal de waterdiepte slechts 9 cm lager liggen dan zonder de stuw (stroomsnelheid 0,57 m/sec in plaats van 0,48 m/sec



figuur 38.
cascade met aaneengesloten bodemniveau

1:100

Vlak voor de cascade is de stroomsnelheid 0,79 m/sec. Voor de berekening is gebruik gemaakt van banadering van een stuwkromme via een parabool (Werkgroep waterlopen van de cultuurtechnische vereniging, 1958, pag. 69).

Om van terugschrijdende erosie geen last te krijgen kan van de oude stuw gebruik gemaakt worden. Deze ligt op de juiste hoogte (26.55 m+NAP) en kan dus zonder aanpassingen ingezet worden. Stroomafwaarts daarvan kan puin gestort worden. De stroomsnelheid zal nog een eind stroomafwaarts van de cascade hoog blijven, vandaar dat de bodemverdediging (nylondoek met stenen erover) nog zo'n 5 meter voortgezet moet worden.

Een nadeel van het omhooghalen van het begin van de cascade is dat bij kleine debieten het water voor de stuw vrijwel tot stilstand zal komen. Om dat te voorkomen kan een buisje worden aangebracht vanaf het bovenstroomse bodemniveau door de oude stuw en de cascade heen. De kleine zomerdebieten kunnen hier dan doorheen blijven stromen.

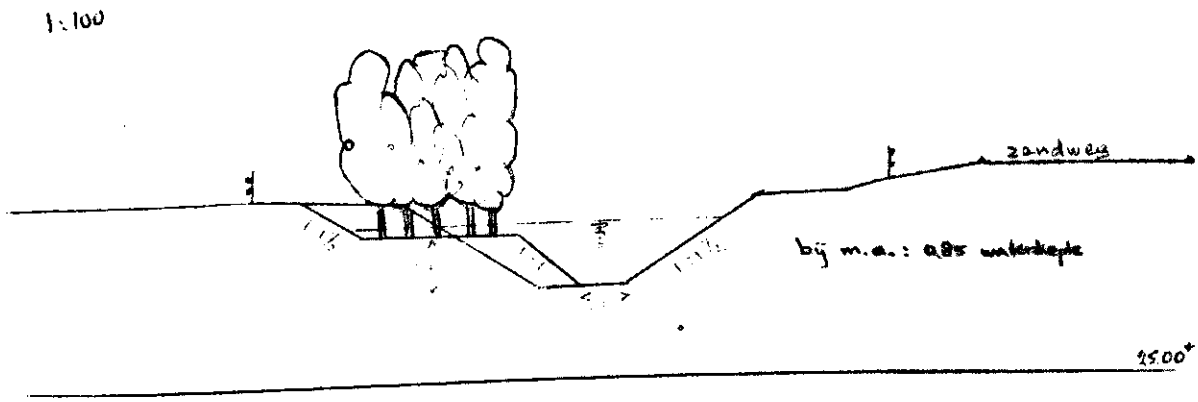
De ingrepen bij de stuw blijven dus beperkt tot het aanbrengen van een buis en het storten van kolen- of natuursteen.

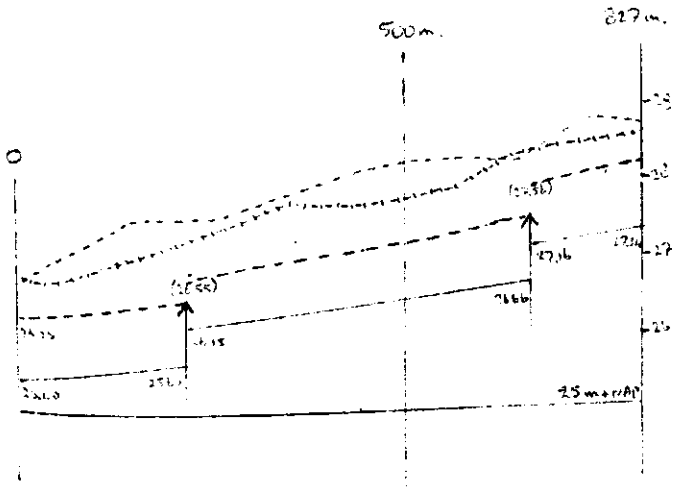
Bij het ontwerp van de rest van de waterloop is uitgegaan

van het volgende:- debiet (maatgevende afvoer) 0,699 m^3/sec
- de bodemdiepte blijft gelijk
- de bodembreedte wordt teruggebracht tot 0,5 á 0,65 m
- aan de zuidkant (linkerkant) wordt een begeleidende houtwal of bomenrij geplant.

Bij een bodembreedte van 65 cm en een talud van 1:1½ (oude rechteroever) en 1:1 (nieuwe linkeroever) is een waterdiepte te verwachten van 0,85 m (zie figuur 39). De plasberm met hakhout, dat wil zeggen er zijn takken en bladeren meteen boven het maaiveld, zal bij de maatgevende afvoer 10 cm onder water staan, maar geen bijdrage leveren aan de afvoer, omdat de stroomsnelheid er vrijwel nul zal zijn. Door de afzuigende werking van de cascades zal over de gehele leiding een drooglegging van 60 cm worden gehaald (zie lengteprofiel in figuur 40).

figuur 39.
nieuw dwarsprofiel van de 6.1.3, eerste mogelijkheid





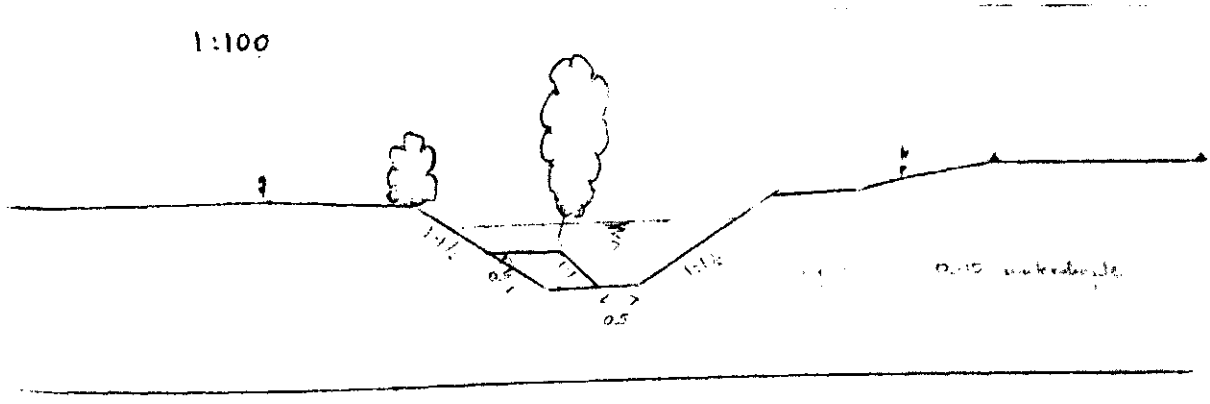
figuur 40.
nieuw lengteprofiel van de 6.1.3

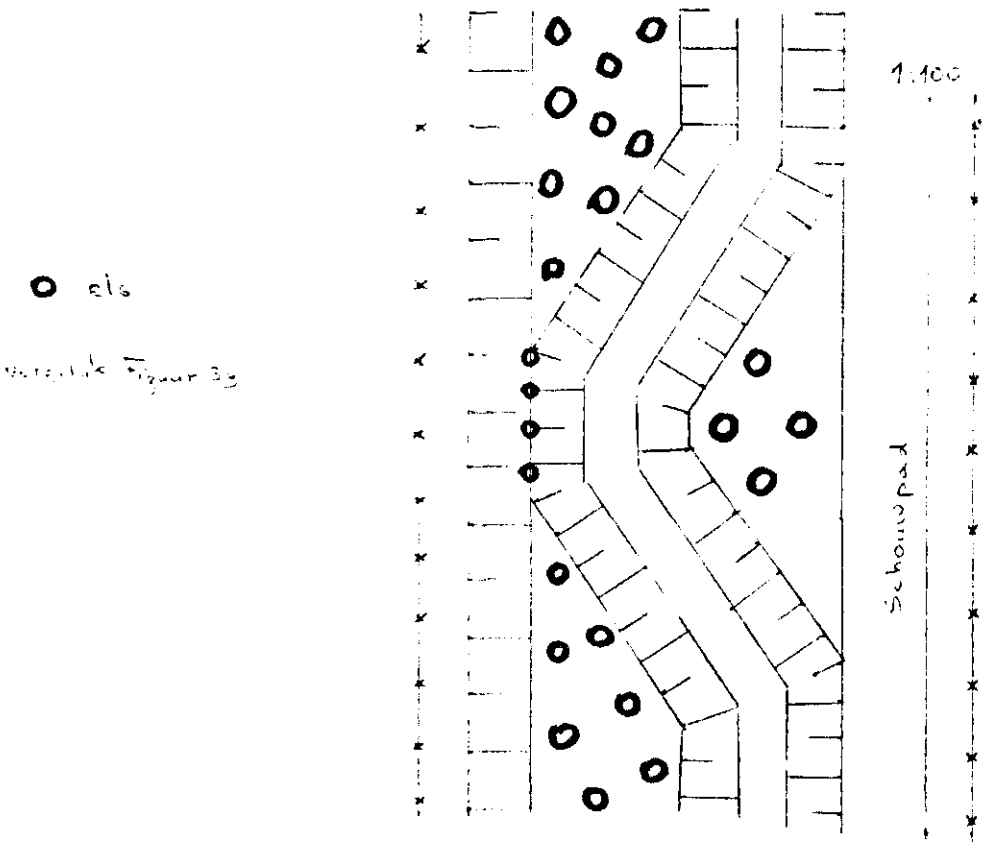
- maaiveld links
- maaiveld rechts
- nieuwe bodem
- cascade
- verhanglijn (gecorrigeerd op afzuigingseffect)

Een alternatief is het dwarsprofiel van figuur 41, waar met een lagere plasberm en alleen een rij bomen op de insteek van het zomerbed ook een waterdiepte van 0,85 m te verwachten is. Bij de berekening is uitgegaan van een breedte van de plasberm van 0,5 m. In werkelijkheid is die 1 m breed, maar de bomenrij zorgt ervoor dat niet over de gehele breedte de stroomsnelheid optimaal zal zijn. Het effect van de beschaduwing is met een bomenrij met kale stammen uiteraard veel minder dan dat met het vorige profiel.

Wanneer op enkele plaatsen een boom langs schouwpad en waterloop staat is dat voor het onderhoud geen bezwaar. Op twee of drie plaatsen kan dus een constructie als in figuur 42. worden aangebracht. Dit geeft dan meandering van het zomerbed binnen het winterbed. De boom heeft weer een oeverbeschermende functie in de bocht. In de tekening zijn er vier neergezet, om met uitvallen rekening te houden. Landschappelijk gezien heeft deze constructie het voordeel dat de "onafzienbaarheid" van de leiding wordt opgeheven zonder dat de aanliggende percelen een onregelmatige vorm krijgen.

figuur 41.
nieuw dwarsprofiel van de 6.1.3, tweede mogelijkheid





figuur 42.
onderbreking in het rechtlijnig karakter van de 6.1.3

Literatuurlijst

ANSELM, R. Analyse der Ausbauverfahren, Schäden und Unterhaltungskosten van Gewässern, 1976

-, Der Ausbau offener Gewässer, unter besonderes Beachtung der Gewässersicherung durch Lebendbau und der Unterhaltungskosten, ?

-, Naturnaher Gewässerausbau und Standsicherheit in der Unterwasserzone, 1976

BLESS, R., Untersuchungen zum Einfluss von gewässerbaulichen Massnahmen auf die Fischfauna in Mittelgebirgsbachen, Natur und Landschaft 1981 (7/8) p. 243

BÖTTGER, K., Ökologischer Gewässerschutz eines norddeutschen Tieflandsbaches, Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein, Bd. 48 p. 1 - 12, 1978

COMMISSIE BESTUDERING WATERHUISHOUDING GELDERLAND, Een systeembenadering voor de waterhuishouding van Gelderland, 1982.

CULTUURTECHNIEK, afdeling LH, Waterbeheersing, herziene tekst 1975.

CULTUURTECHNISCHE DIENST, Provinciale Directie Overijssel, Alternatieve afwateringsplannen voor de ruilverkaveling Tubbergen, intern rapport W11, juni 1967.

CUPPEN, H. P. J. J. en G. M. DIRKSE, Biologisch onderzoek van de watergangen in het Woold, RIN rapport 1978.

DAHL, H. J., Biotopgestaltung beim Ausbau kleiner Fliessgewässer in Niedersachsen. Natur und Landschaft 51 (7/8) p. 200-204, 1976.

ENGELHARDT, W., Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?, 1962.

GERAATS, P. J. H., Alternatieve methodes voor gewoon onderhoud open waterlopen. Waterschapsbelangen 1982 (7 en 8).

HEIJDEMAN , B.en A. PETERS, Twente - een hydrobiologisch onderzoek van beken, III en IV, Zwolle 1981.

HIGLER, L. W. G. en F. F. REPKO, Excursieverslag Hydrobiologisch Onderzoek in enige beekjes in het rvk-gebied Tubbergen 17-11-1982, Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

HIGLER, L. W. G., F. F. REPKO en A. W. M. MOL, Hydrobiologisch onderzoek in enige beekjesin het rvk-gebied Tubbergen 28-07-1982, Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

DE JAGER, A. W., Hoge Afvoeren van enige Nederlandse Stroomgebieden, 1965.

KLAUSING, O., Vegetationsbau an Gewässern, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden 1973.

KRAIJENHOFF VAN DER LEUR, D. A. en H.H. PITLO, Korte inleiding tot de hydraulica, Hydraulica en Afvoerhydrologie LH, 1977.

KURATORIUM FÜR WASSER UND KULTURBAUWESEN, Naturnaher Gewässerausbau, 1977.

LOHMEYER, W. en KRAUSE, A. Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation in Wasser und an den Böschung im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer, Schriftenreihe für Vegetationskunde 9, 1975.

NEUMANN, H., Auswirkungen wasserbaulichen Massnahmen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften und das Selbstreinigungsvermögen von Fliessgewässern, Osnabrück, 1979.

SCHINDLER, T., Ausbau und Unterhaltung der Gewässer: naturnah oder pflegeleicht?,?

STICHTING VOOR BODEMKARTERING, De Bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Tubbergen, Wageningen 1968.

VERDONSCHOT, P. F. M., Enkele opmerkingen over (ecologische) watertypen en waterkwaliteit, lezing themadag "Water in Twente", november 1982.

VRIES, H. P. de, en C. M. van der MARK, Hydrobiologisch onderzoek naar de invloed van beekregulatie, LH Natuurbeheer, 1982.

WATERSCHAP REGGE EN DINKEL, Raamplan Waterlopen - gebied Tubbergen, 1980.

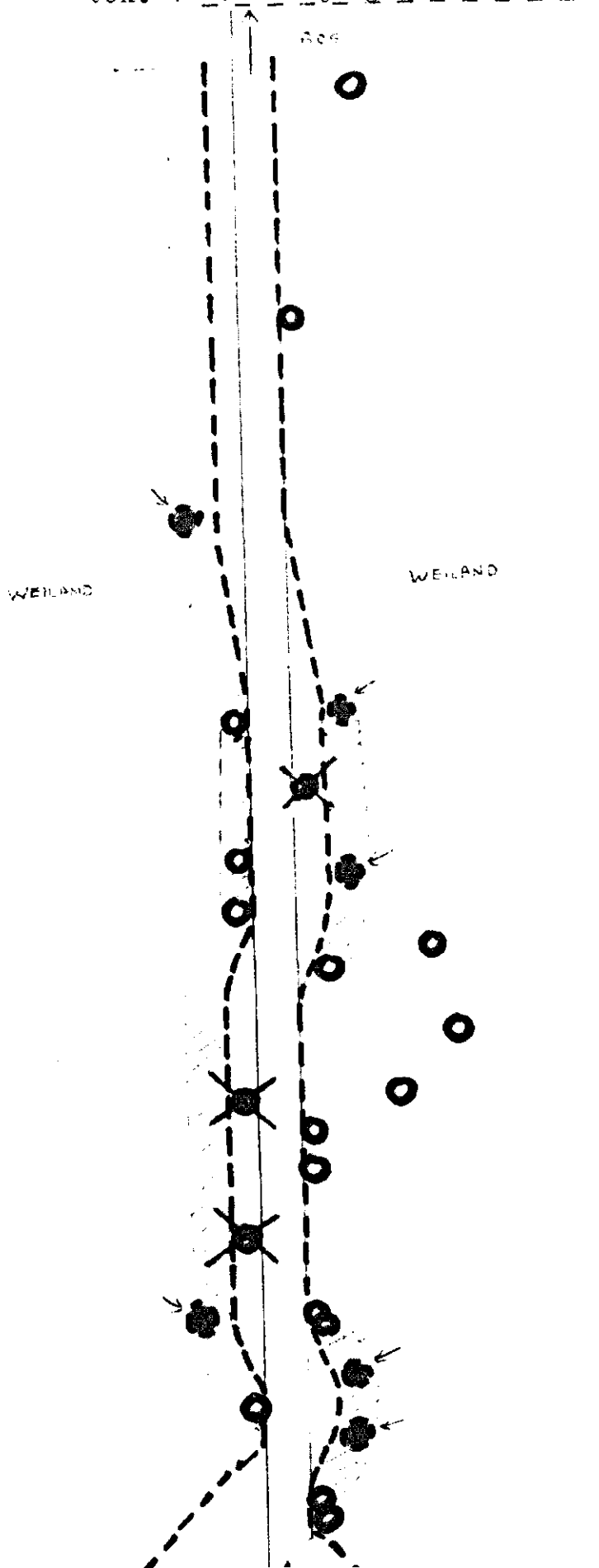
WERKGROEP AFVOERBEREKENINGEN, Richtlijnen voor het berekenen van afwateringsstelsels in landelijke gebieden

WERKGROEP WATERLOPEN van de Cultuurtechnische Vereniging, Richtlijnen voor het ontwerpen van open waterlopen en van sommige bijbehorende kunstwerken, 1958.

ZUCCHI, H. en A. GOLL, Untersuchungen zum Einfluss wasserbaulicher Massnahmen auf Süsswasserfische an Abschnitten der oberen Hase (krs, Osnabrück), Natur und Landschaft 56, (11) p. 430-436.

Bijlage 1. Detailkarteringen langs enkele trajecten van de Elzenbeek

tek. 1 De eenzijdige verbreding ter hoogte van 13[5]



huidige breedte (incl. talud)
ca. 1.40 m

ontwerp:
bodembreedte 0.50 m.
diepte t.o.v. maaiveld 1.20m
taluds 1:1 (nieuwe oever) en
ca 1:0 (bestaande oever)
breedte op maaiveld: ca. 2.30m

- de kartering is globaal
bv. : de huidige loop is
niet geheel recht
- buitenbochten worden vast-
gelegd met elzen, evt. met
tijdelijke beschoeiing

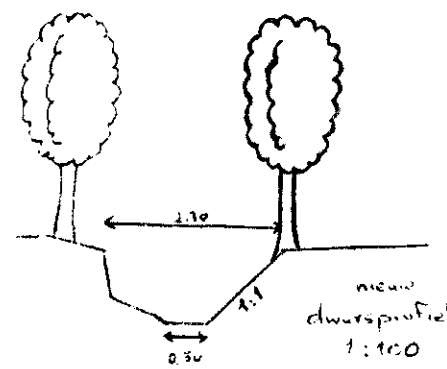
huidige beek (incl. taluds)
ontworpen beek

els (plaats van de stam)
els (verdwijnt)
els (nieuw geplant)
nieuwe beplanting

schaal ca 1:200

noord

(40 cm drooglegging)

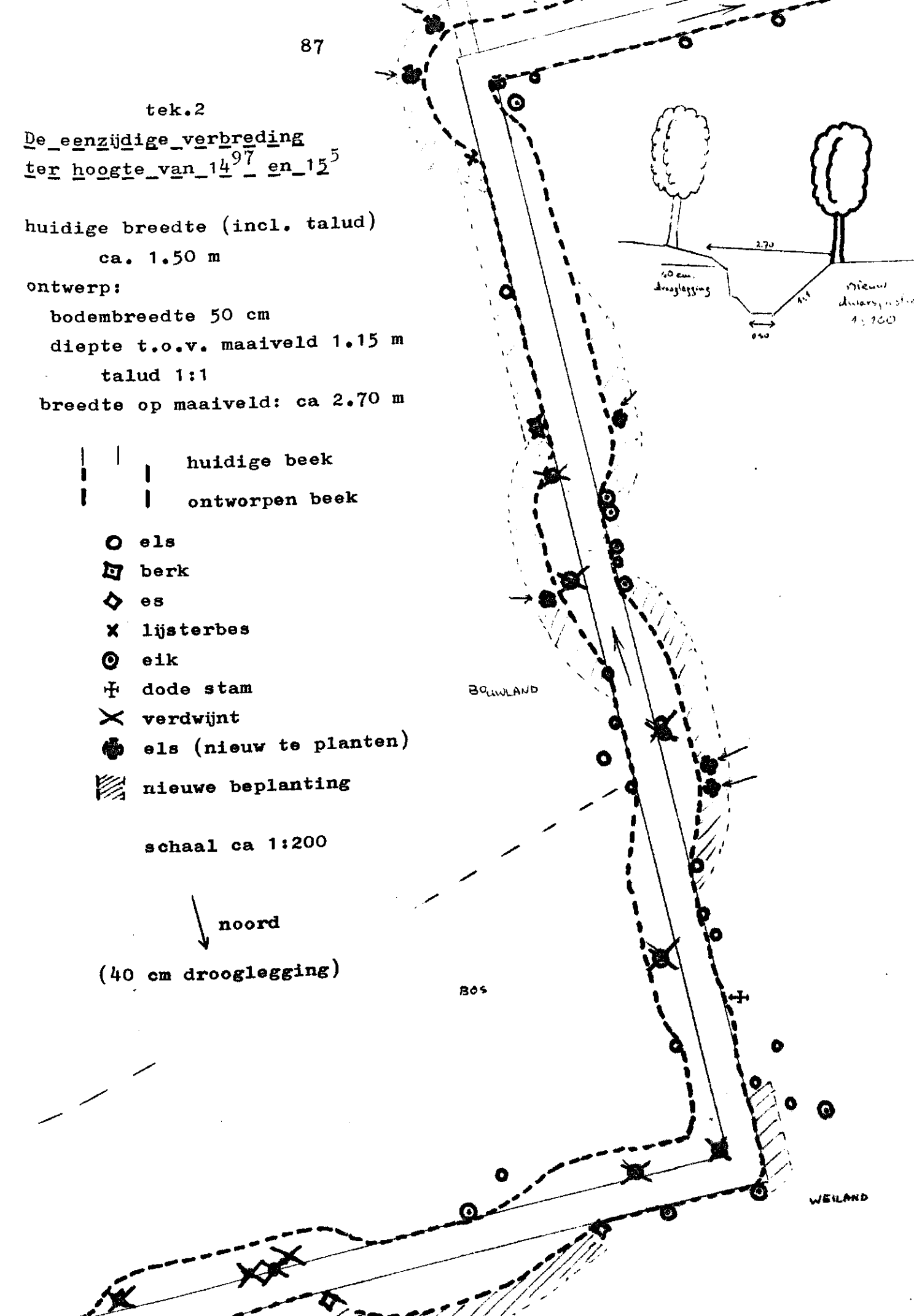


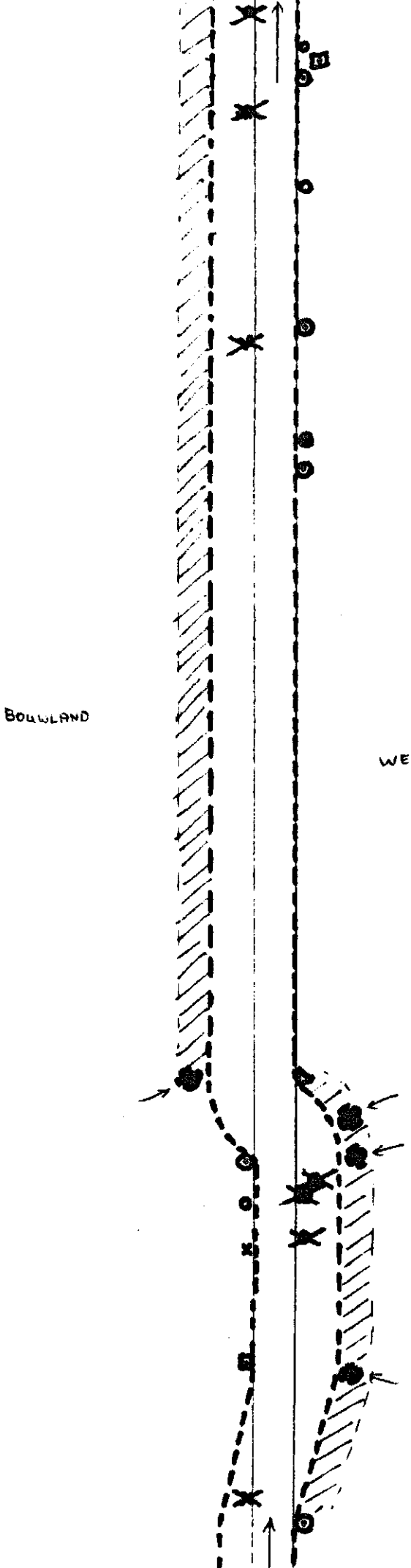
tek.2

De_eenzijdige_verbreding
ter hoogte_van_14^{97}_ en_15^{5}

huidige breedte (incl. talud)
ca. 1.50 m

ontwerp:
bodembreedte 50 cm
diepte t.o.v. maaiveld 1.15 m
talud 1:1
breedte op maaiveld: ca 2.70 m





tek. 3

De eenzijdige verbreding tussen 15^{5} en 16^{65}

huidige breedte en ontwerpbreedte zie tek. 2

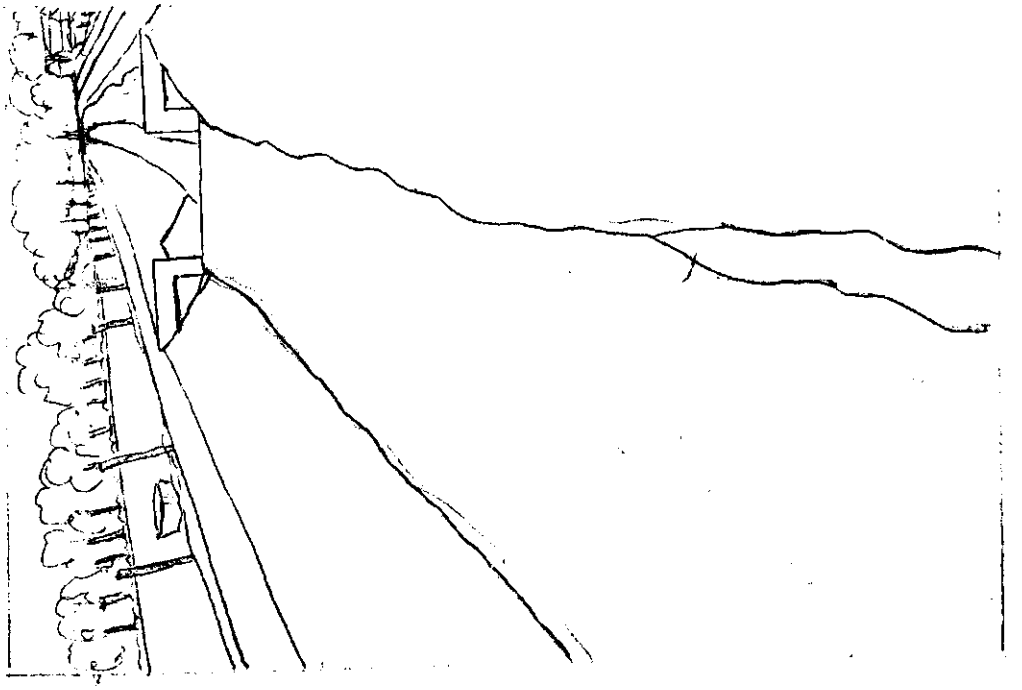
- huidige beek
- ontworpen beek
- els
- eik
- berk
- lijsterbes
- kamperfoelie
- vlier
- zoete kers
- verdwijnt
- els (nieuw te planten)
- nieuwe beplanting

schaal ca 1:200

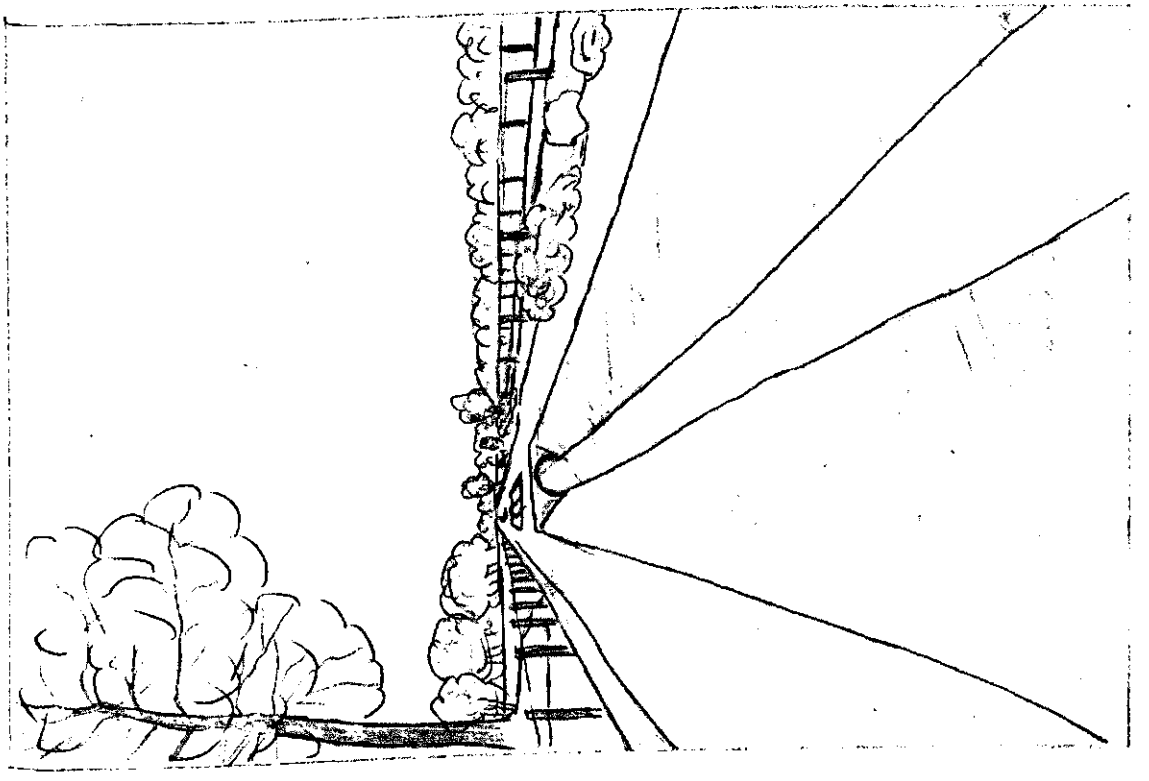
noord →

(40 cm drooglegging)

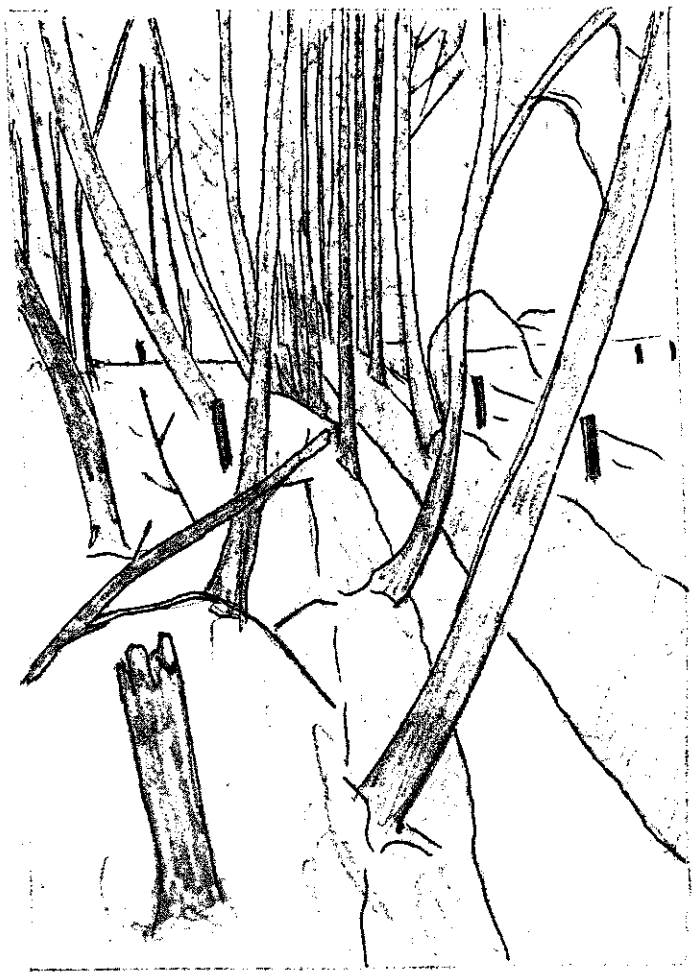
Bijlage 2. Overlay's van een aantal foto's van 6.1.3 en Elzenbeek



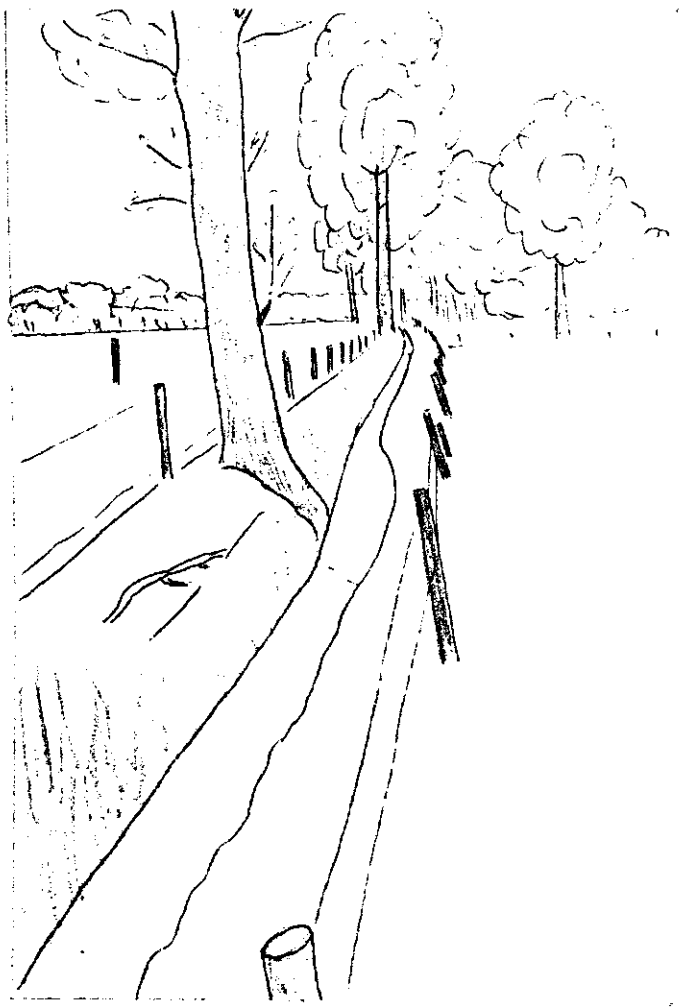
tek. 2 Koppelleiding 6.1.3 - stuw



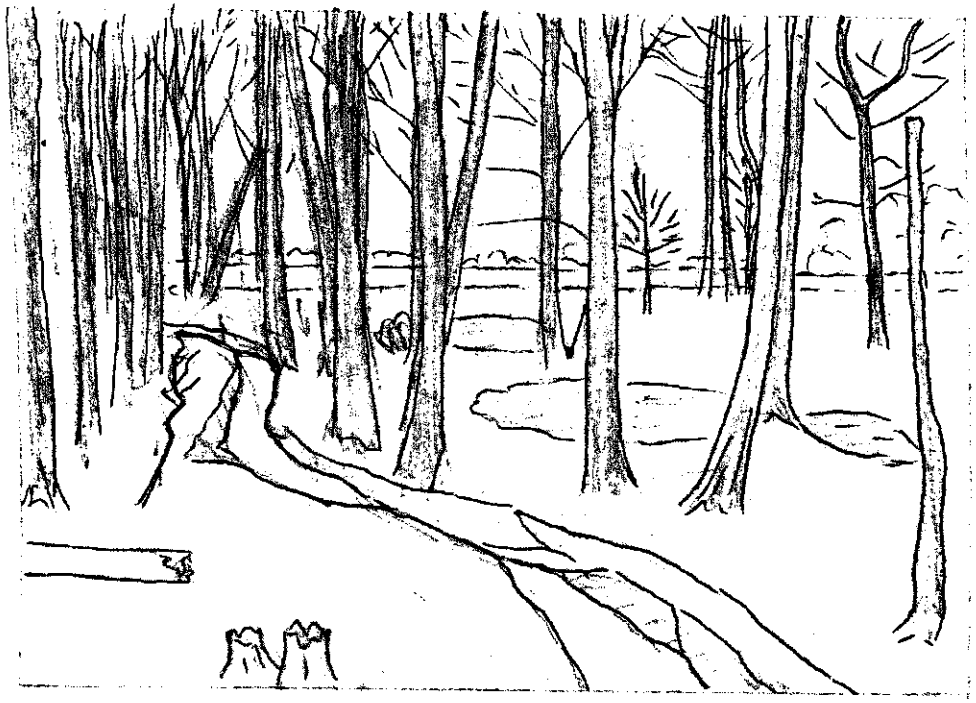
tek. 1 Koppelleiding 6.1.3 - totaaloverzicht



tek. 3 Elzenbeek - vanaf 15^5 stroomafwaarts



tek. 4 Elzenbeek - onbeschaduwd stuk bij 14^5



tek. 5 Elzenbeek - broekbos bij 12^5



tek. 6 Elzenbeek - langs de Possenweg bij 7^{45}

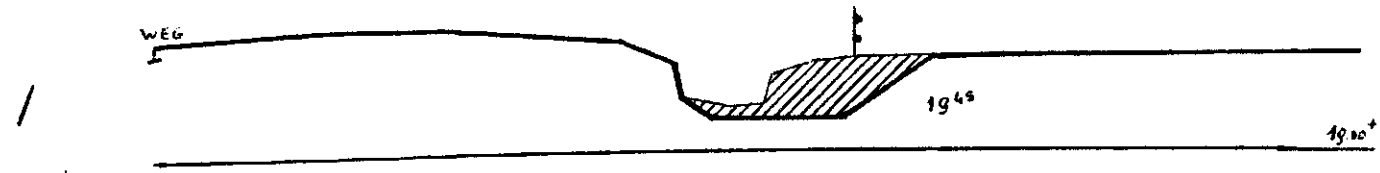


tek. 7 Elzenbeek - langs de Boddelersweg bij 3[6]

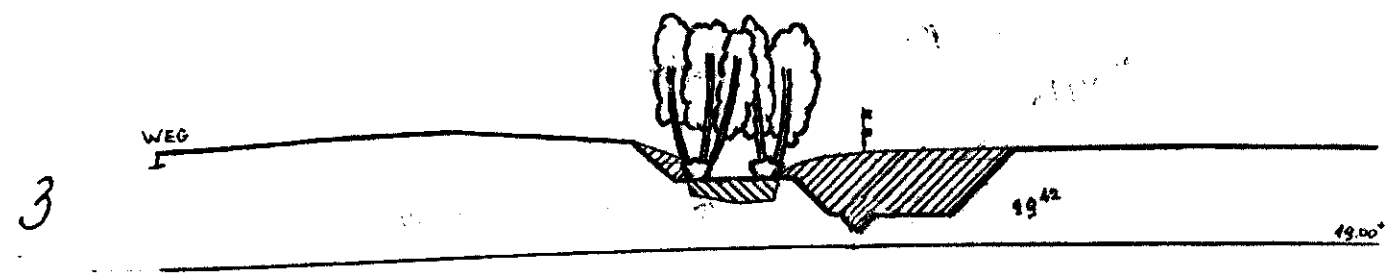
Bijlage 3. Dwarsprofielen van de Elzenbeek

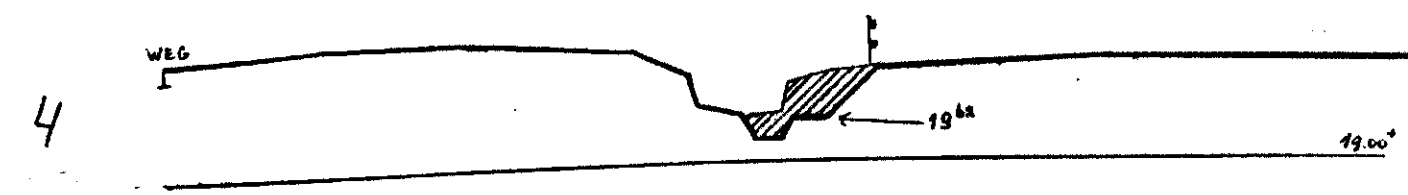
Voor toelichting zie p. 49 e.v. van het verslag

05


1
WEG
19⁴⁵
19.00⁺


2
WEG
19⁶⁵
19.00⁺

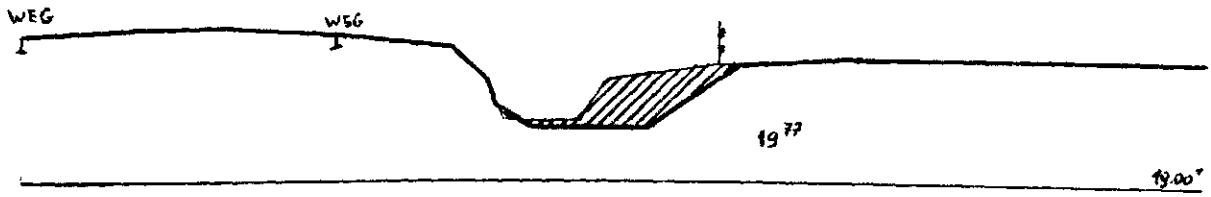

3
WEG
19⁴²
19.00⁺


4
WEG
19⁴²
19.00⁺

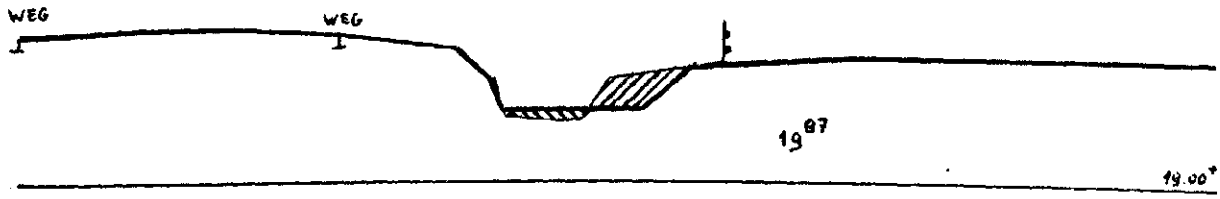

5
WEG
19⁵⁶
19.00⁺

15

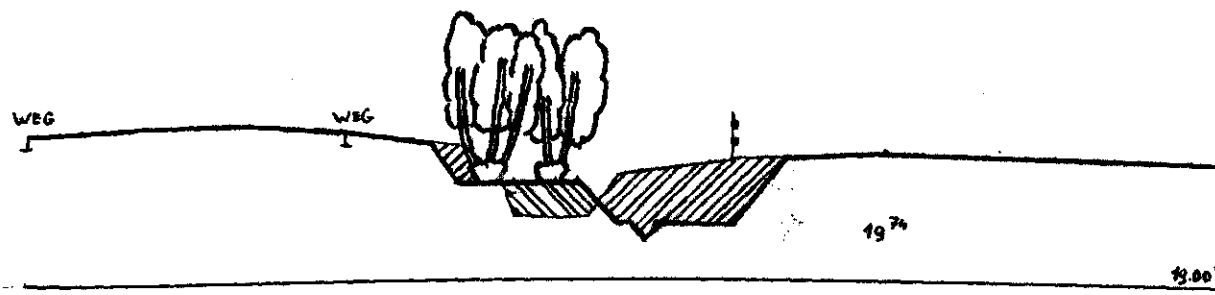
1


WEG
WEG
19 77
19.00*

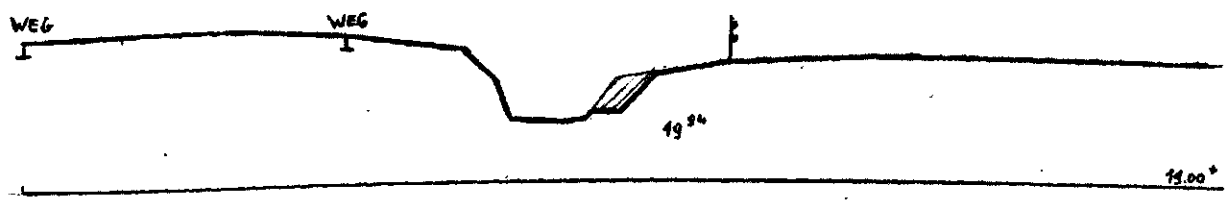
2


WEG
WEG
19 87
19.00*

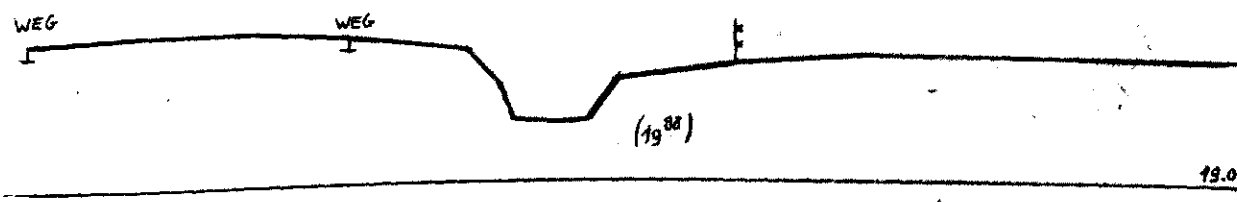
3


WEG
WEG
19 74
19.00*

4

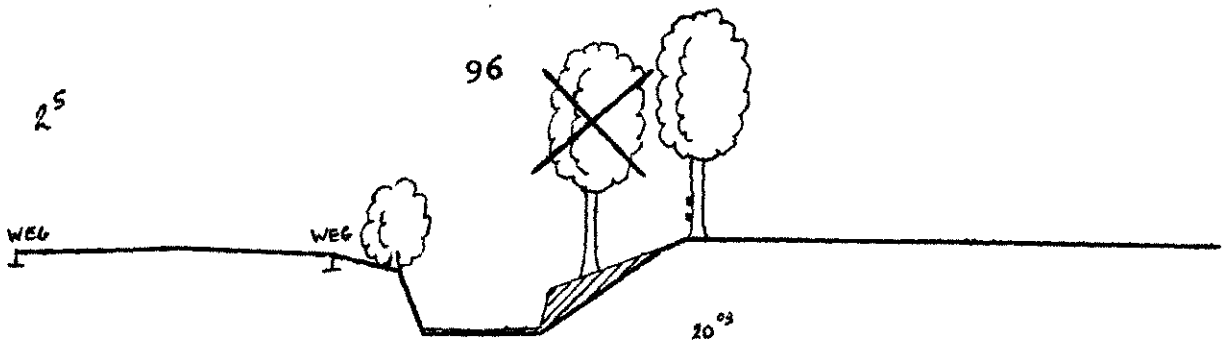

WEG
WEG
19 94
19.00*

5

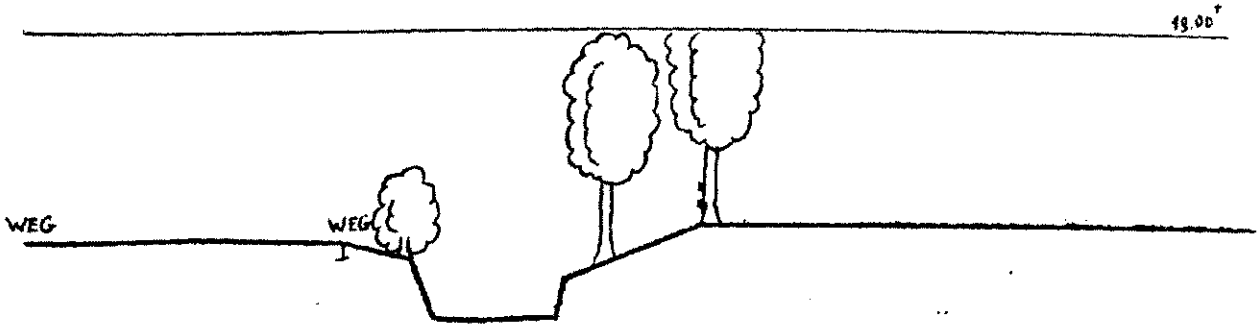

WEG
WEG
(19 88)
19.00*

96

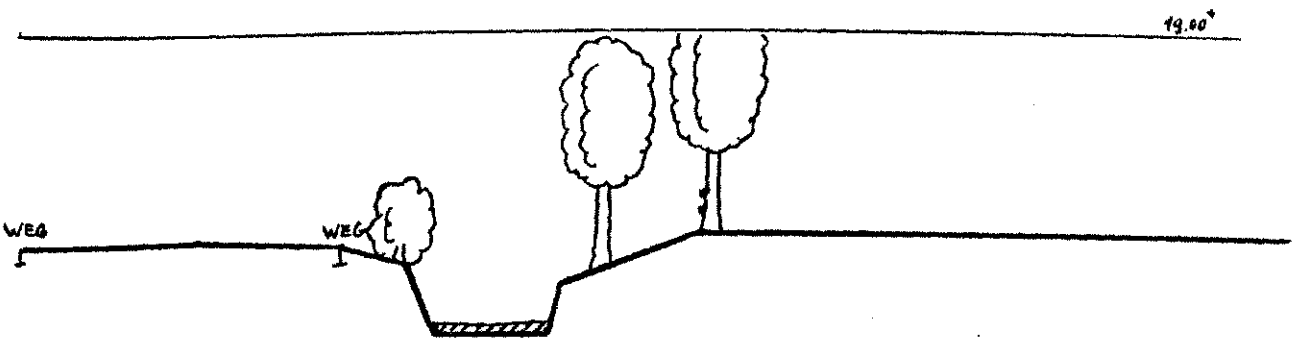
2⁵


WEG
WEG
20⁰³

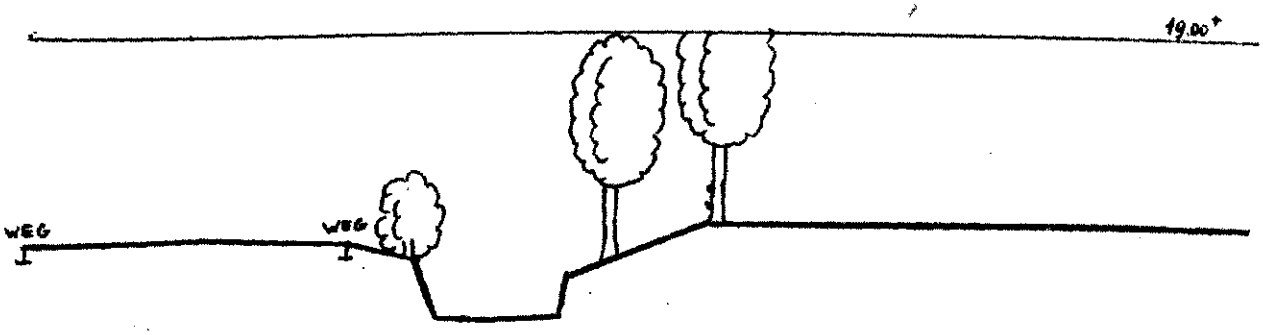
1


19.00
WEG
WEG

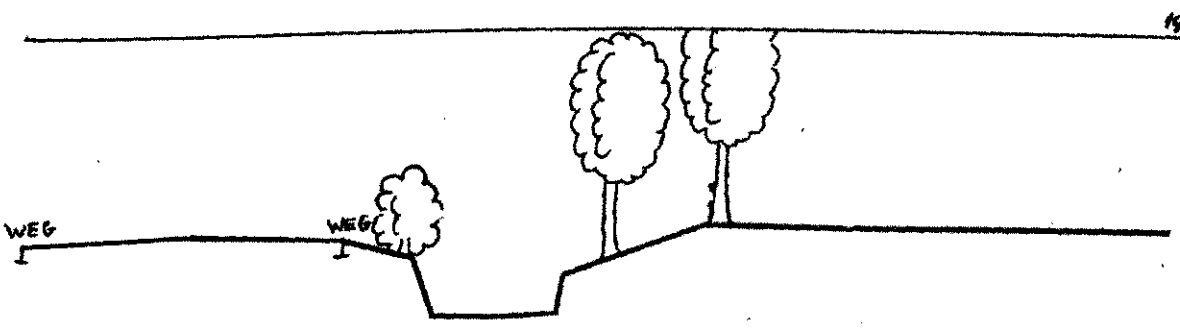
2


19.00
WEG
WEG

3


19.00
WEG
WEG

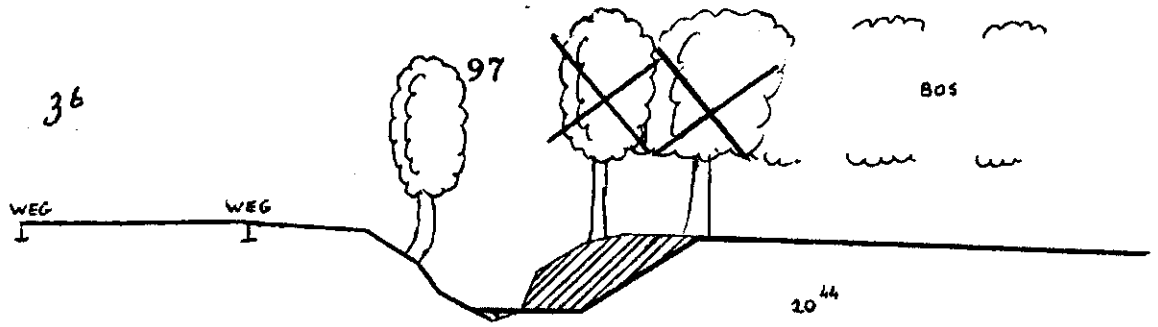
4


19.00
WEG
WEG

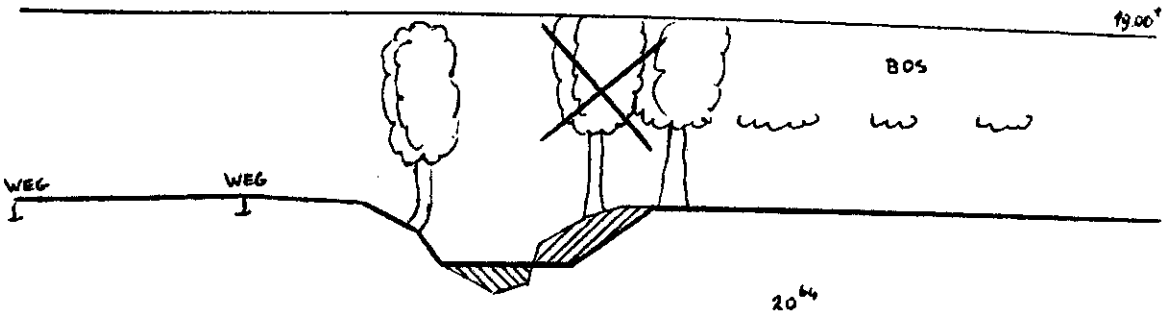
5

36

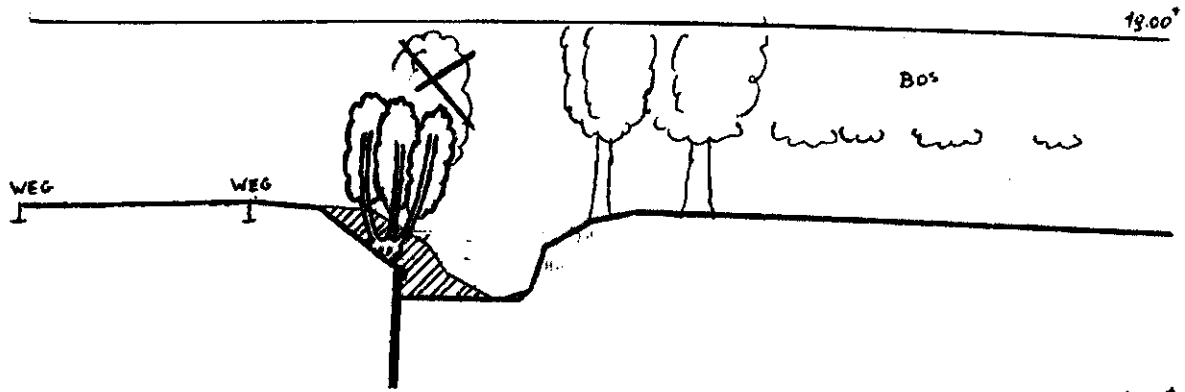
97


WEG
WEG
BOS
20 44

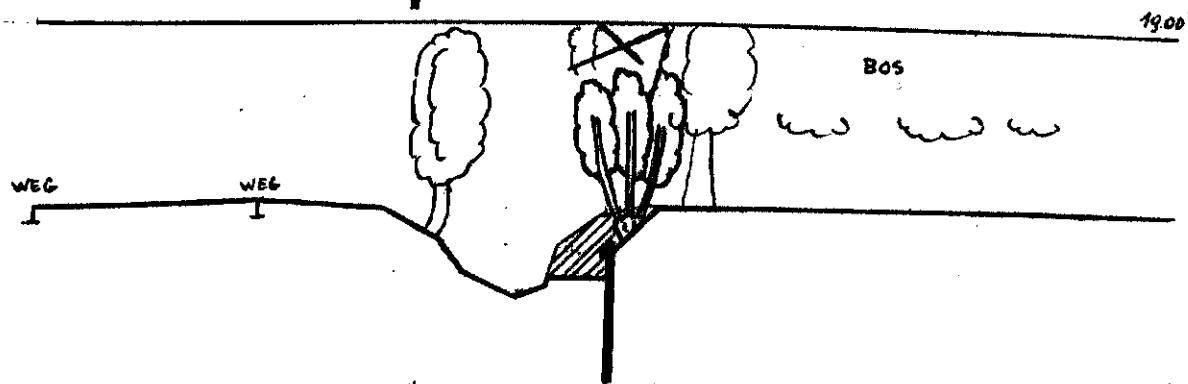
1


19.00+
WEG
WEG
BOS
20 64

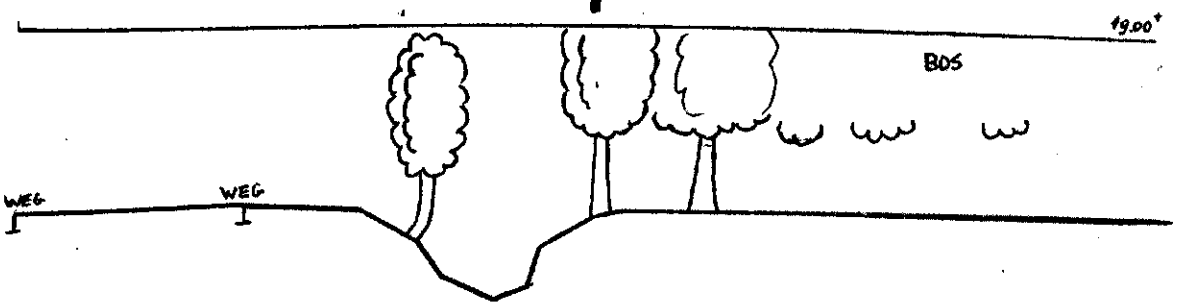
2


19.00+
WEG
WEG
BOS

3


19.00+
WEG
WEG
BOS

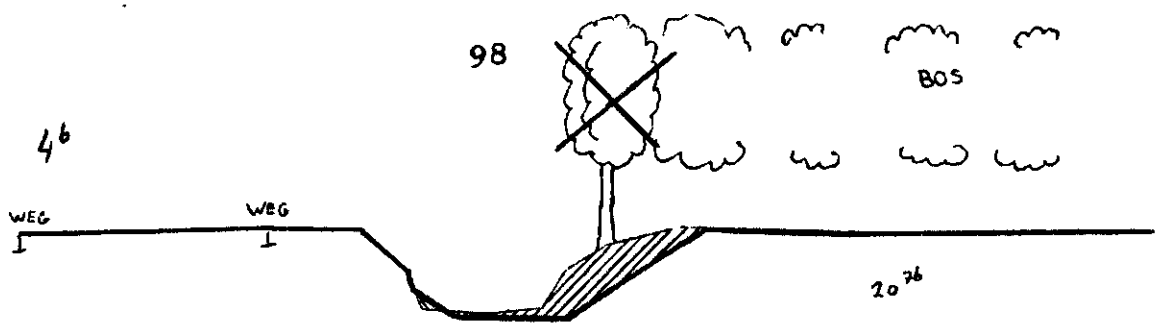
4


19.00+
WEG
WEG
BOS

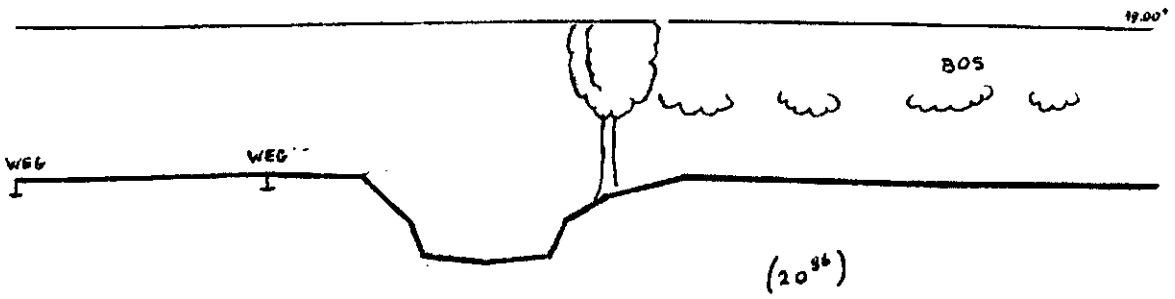
5


19.00+

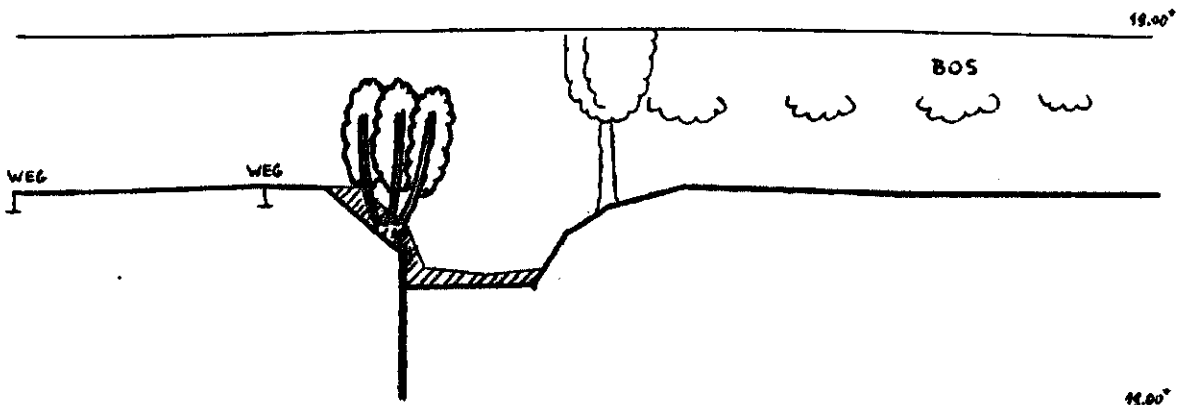
4b


BOS
WEG
WEG
20.76

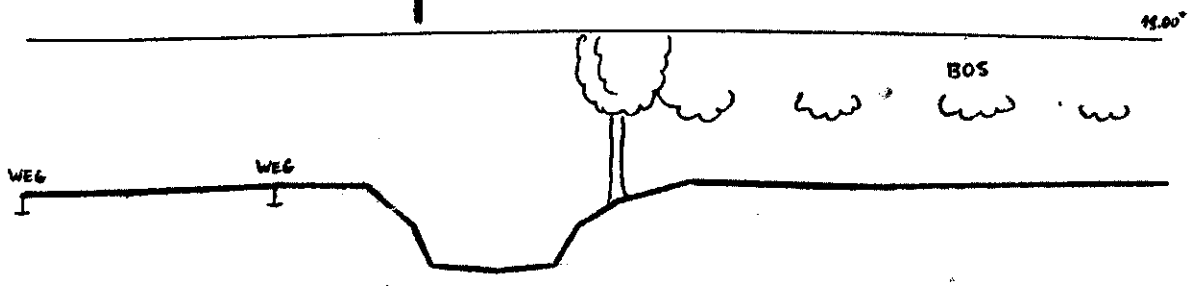
1


19.00
BOS
WEG
WEG
(20.96)

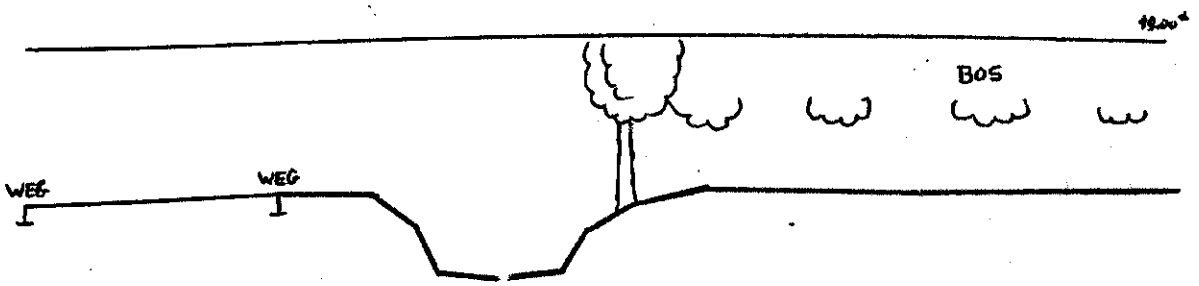
2


19.00
BOS
WEG
WEG

3


19.00
BOS
WEG
WEG

4

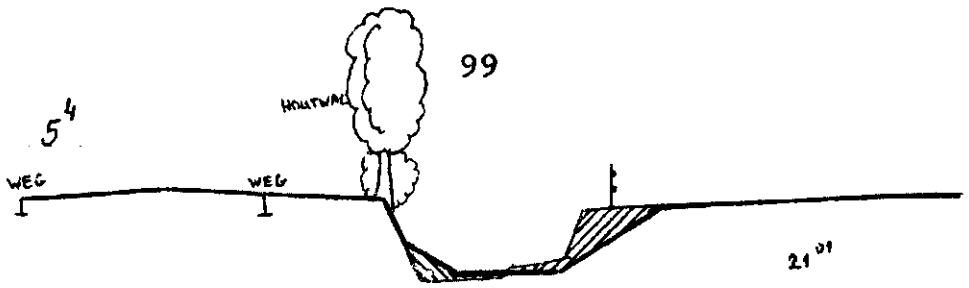

19.00
BOS
WEG
WEG

5

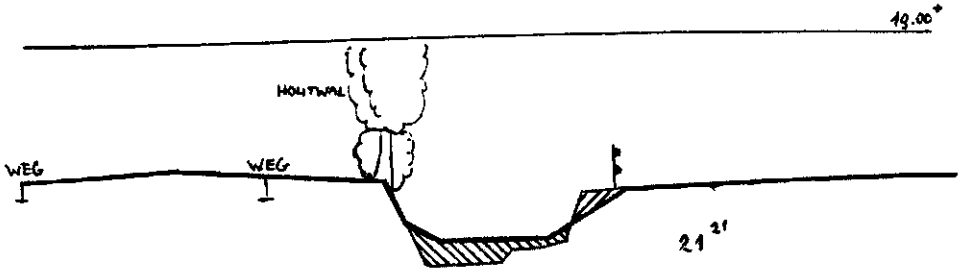

19.00

99

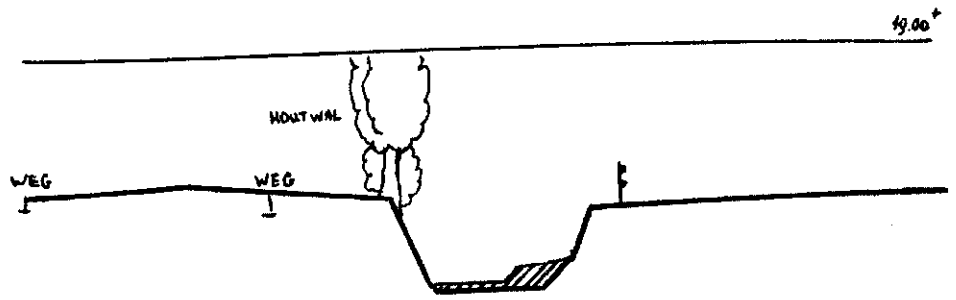
5[4]


HOUTWAL
WEG
WEG
21.01

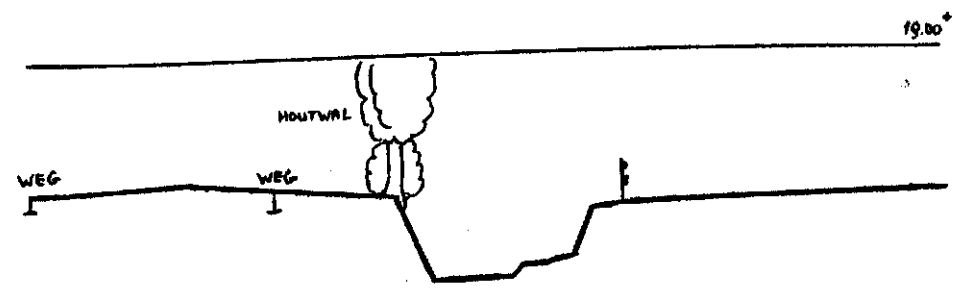
1


19.00+
HOUTWAL
WEG
WEG
21.21

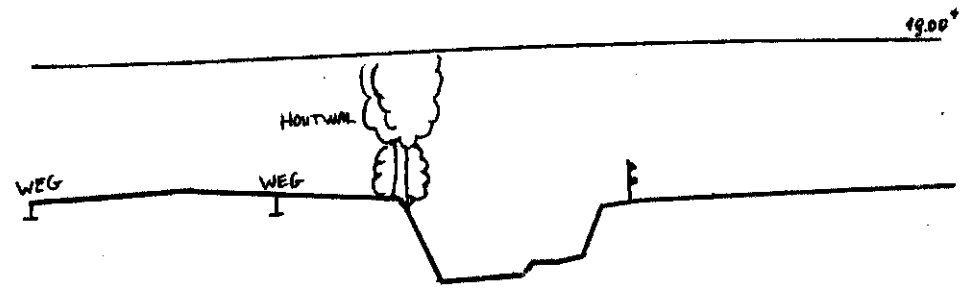
2


19.00+
HOUTWAL
WEG
WEG

3

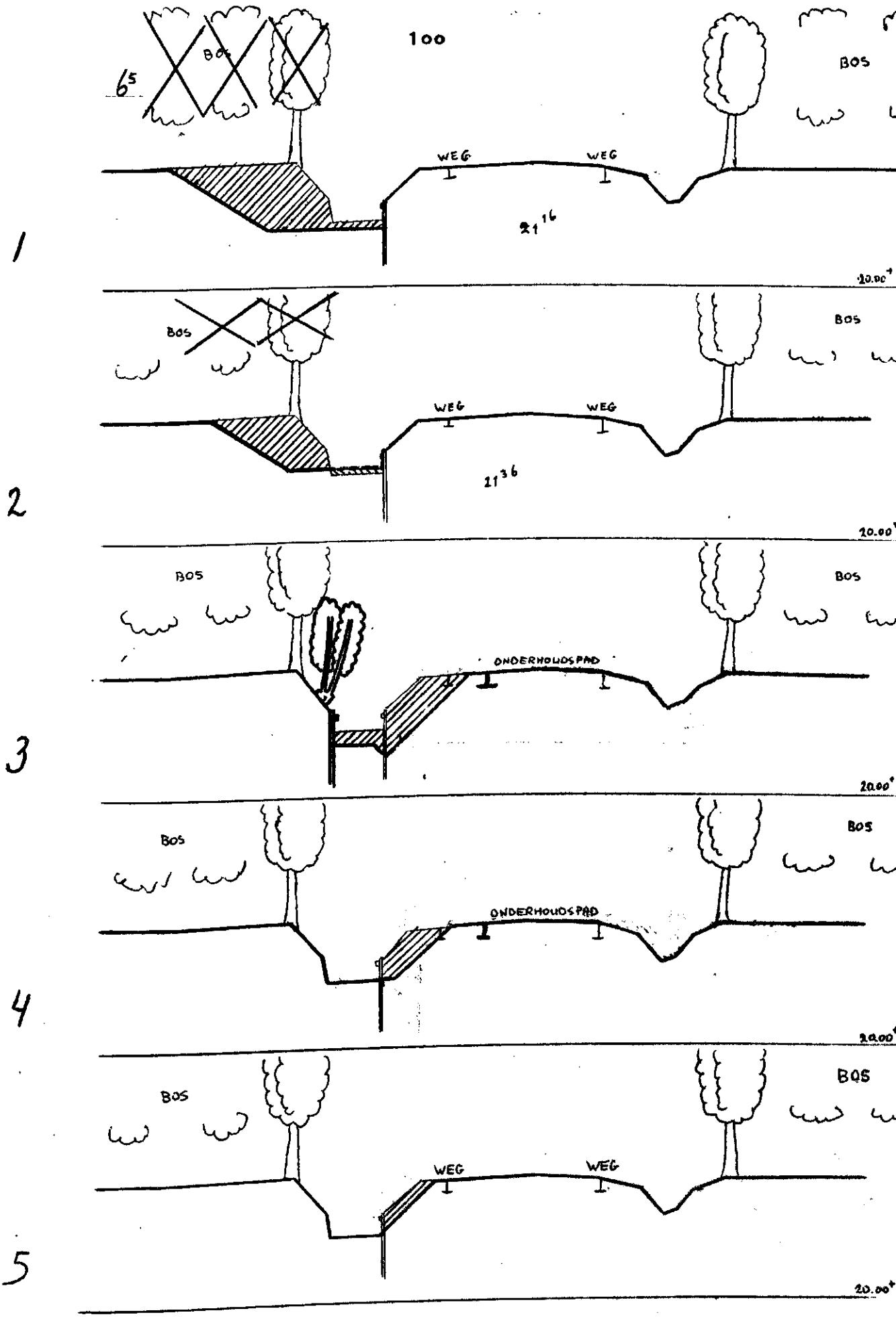

19.00+
HOUTWAL
WEG
WEG

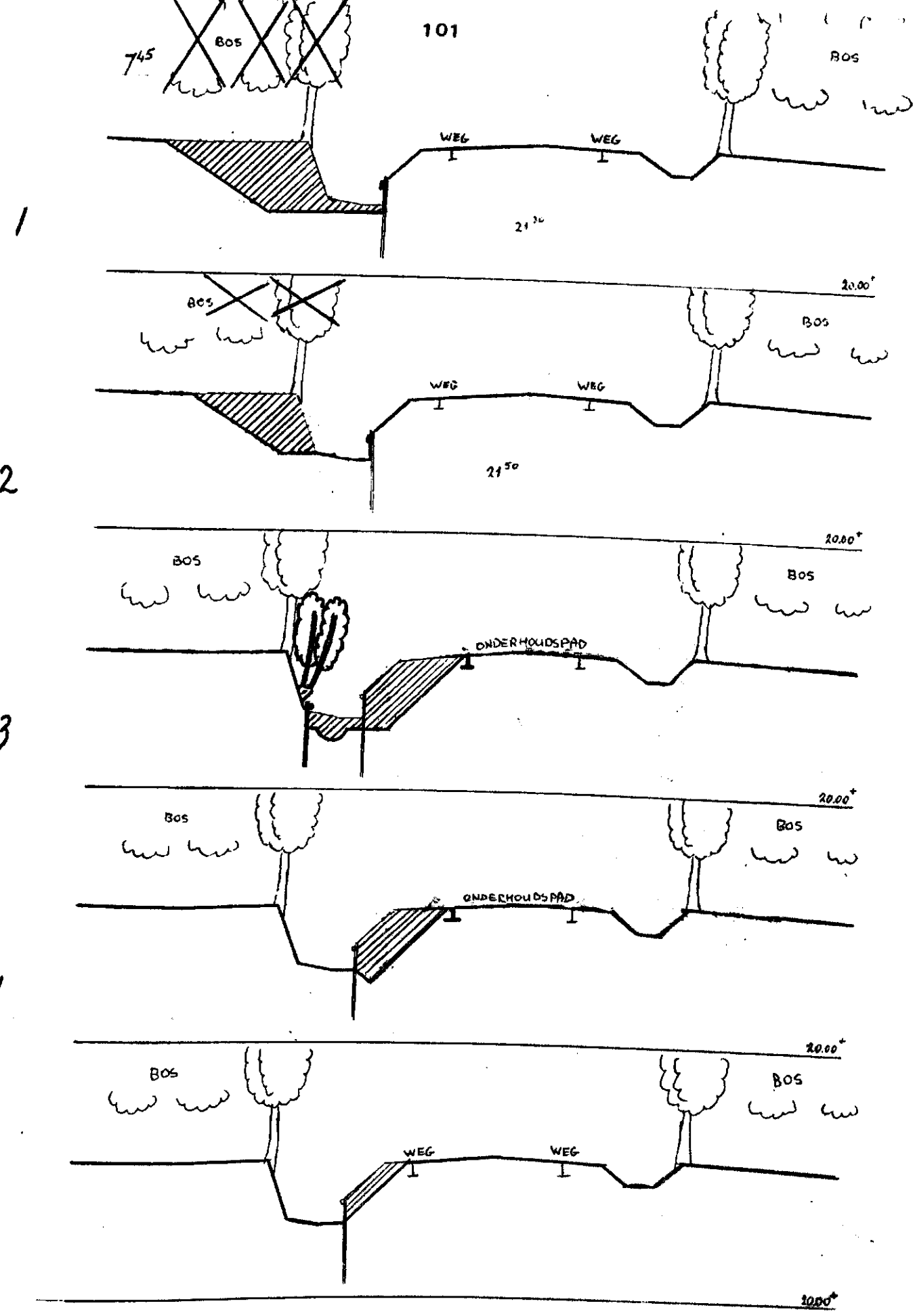
4

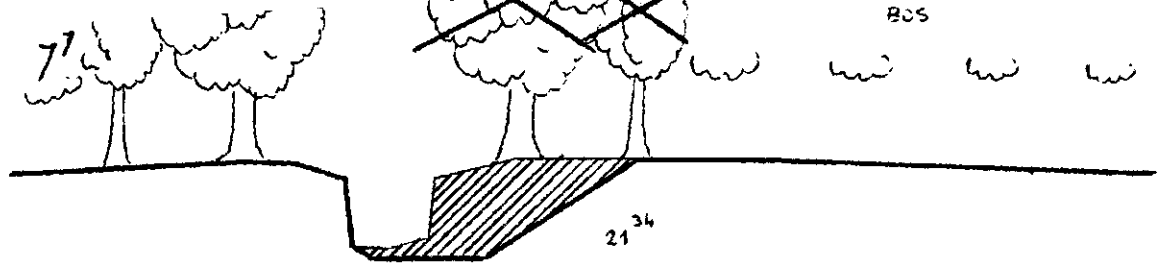

19.00+
HOUTWAL
WEG
WEG

5

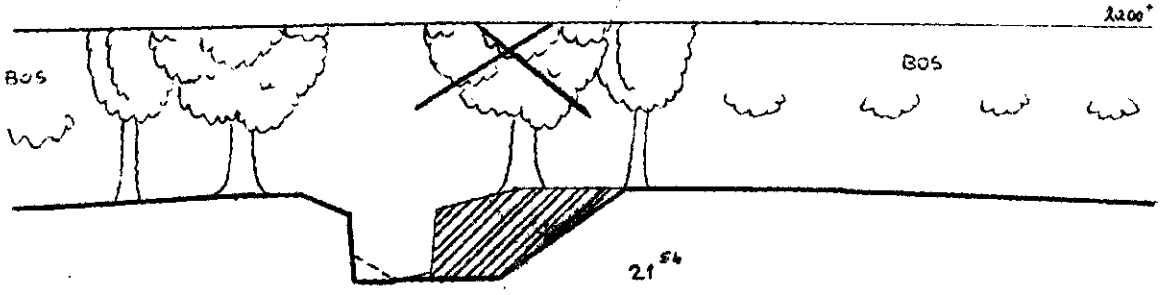

19.00+


100
BOS
6.5
WEG
WEG
21.16
1
20.00
BOS
BOS
WEG
WEG
21.36
2
20.00
BOS
BOS
ONDERHOUDSPAD
3
20.00
BOS
BOS
ONDERHOUDSPAD
4
20.00
BOS
BOS
WEG
WEG
5
20.00

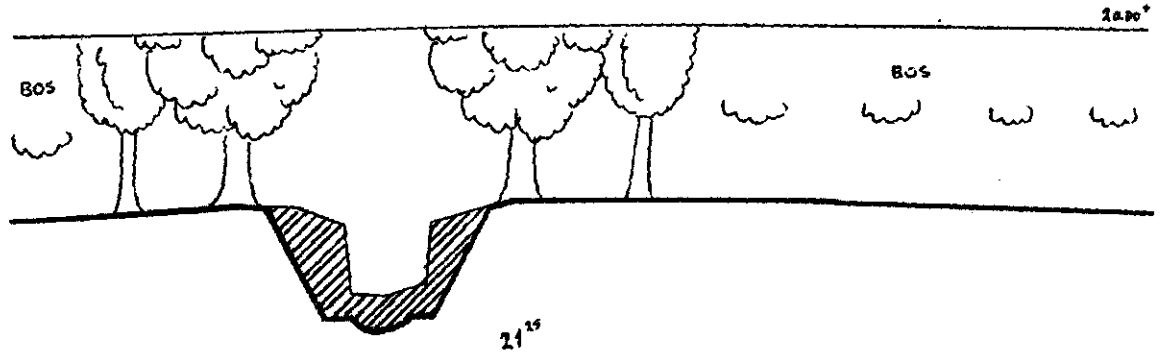

7.45
Bos
Bos
WEG
WEG
21.30
1
20.00+
Bos
Bos
WEG
WEG
21.50
2
20.00+
Bos
Bos
ONDERHOUDSPAD
3
20.00+
Bos
Bos
ONDERHOUDSPAD
4
20.00+
Bos
Bos
WEG
WEG
5
10.00+



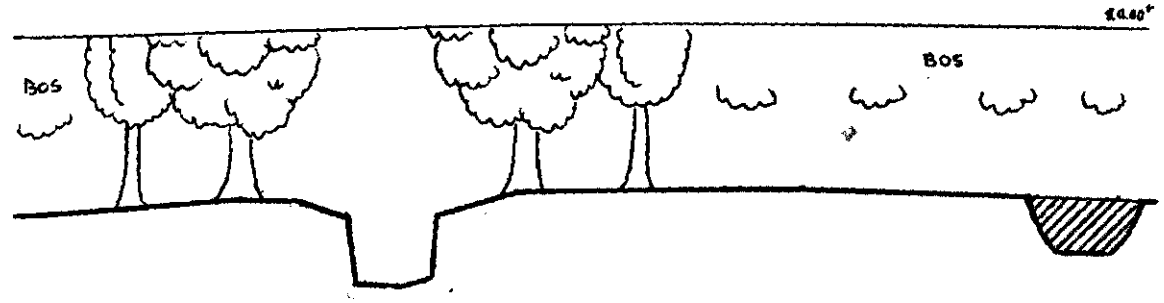
1



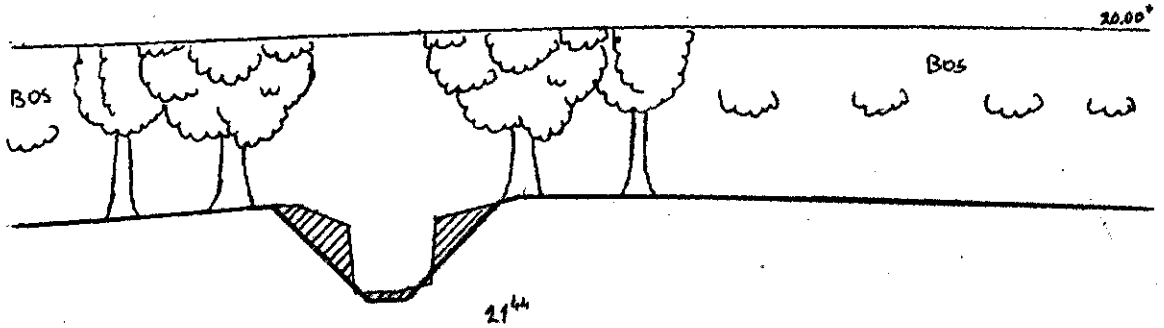
2



3



4



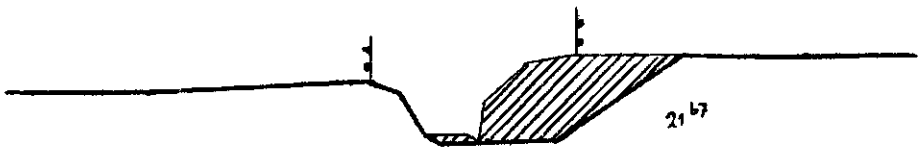
5

86

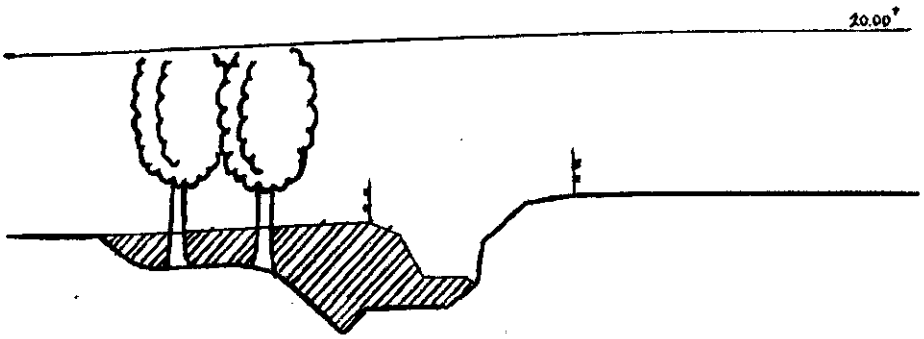


1



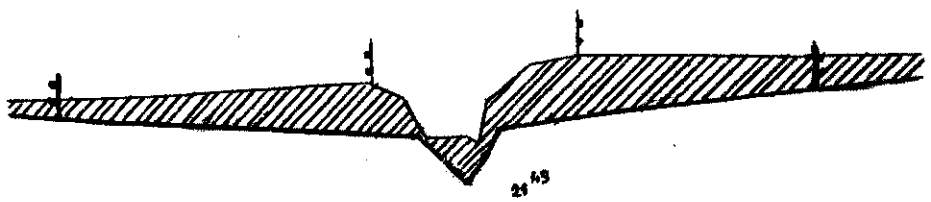


2

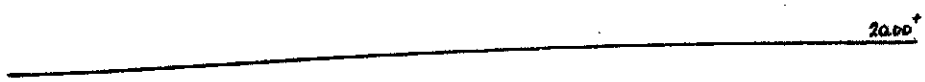


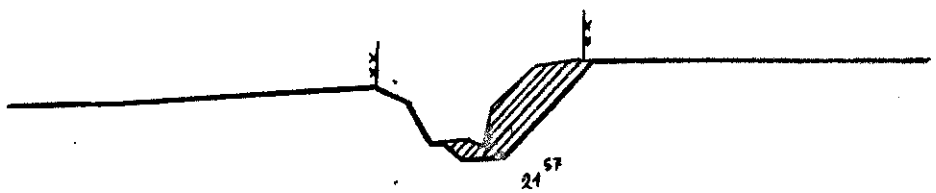
3



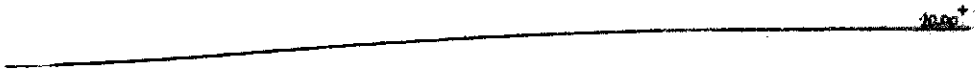


4

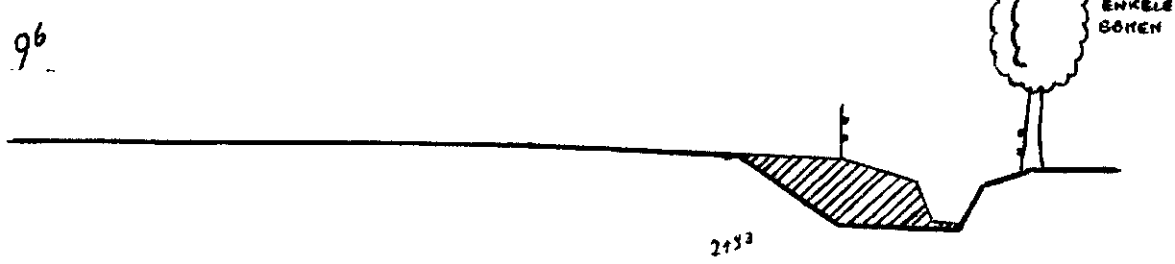




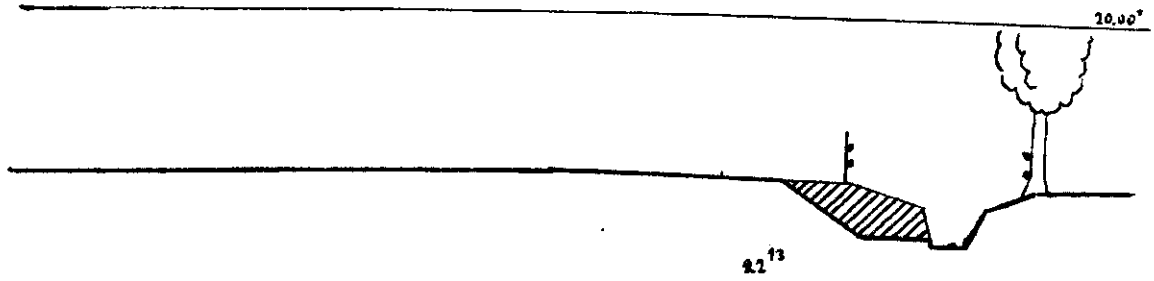
5



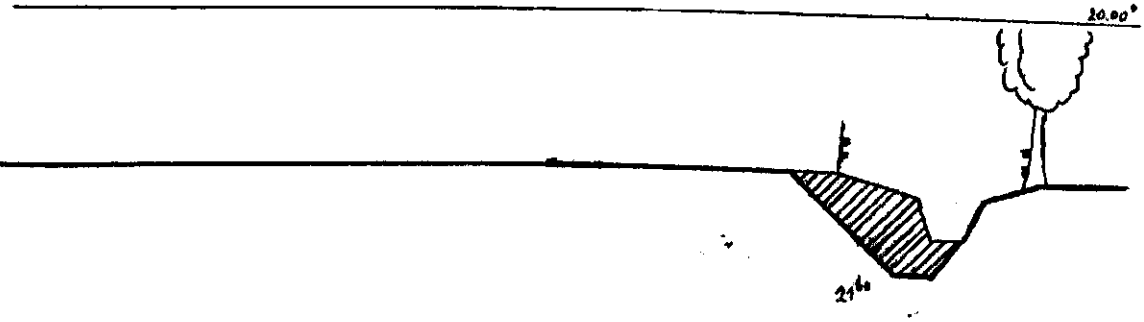
96

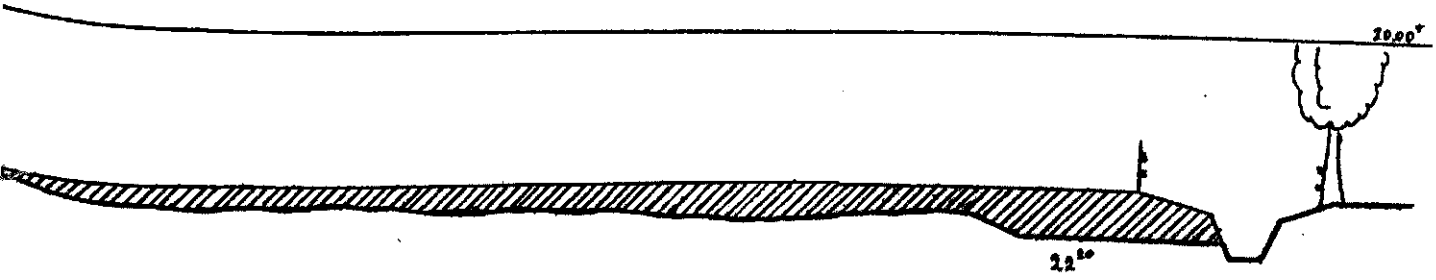

ENKELE
BOMEN
21.53

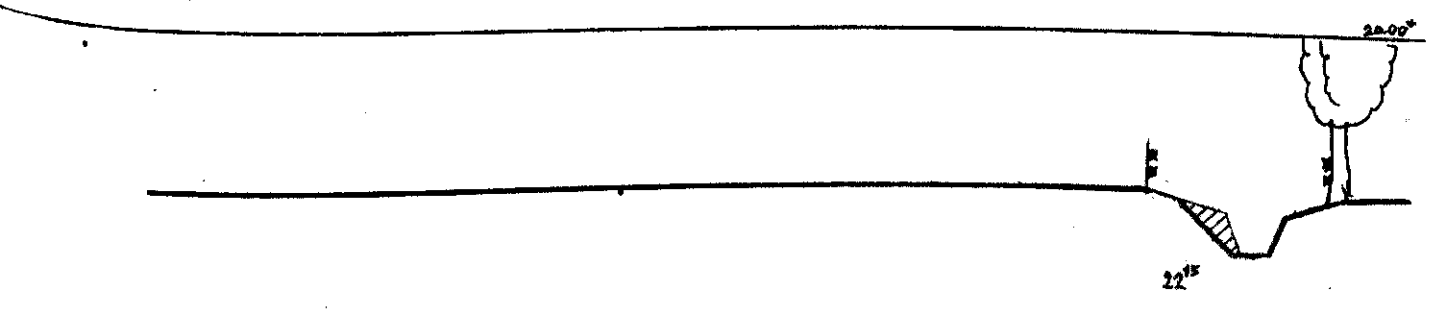
1


20.00
22.13

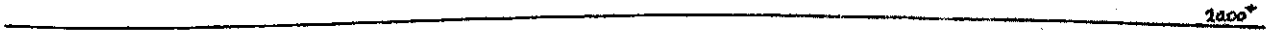
2


20.00
21.40

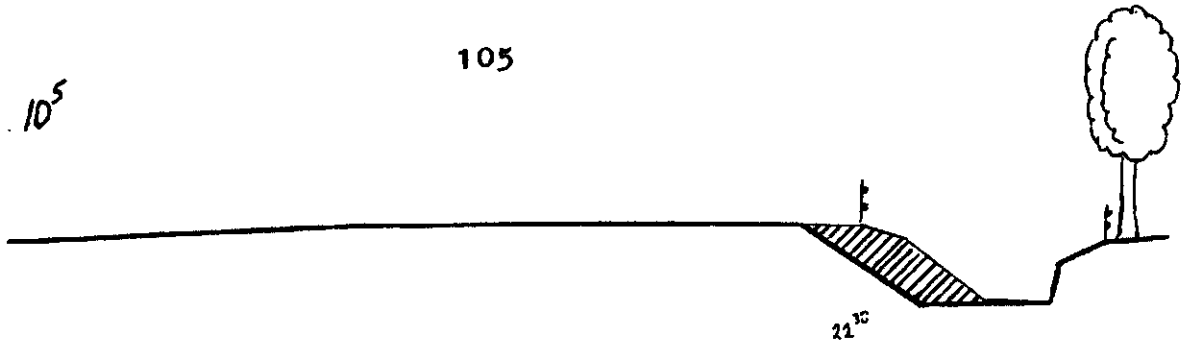

20.00
22.20


20.00
22.15

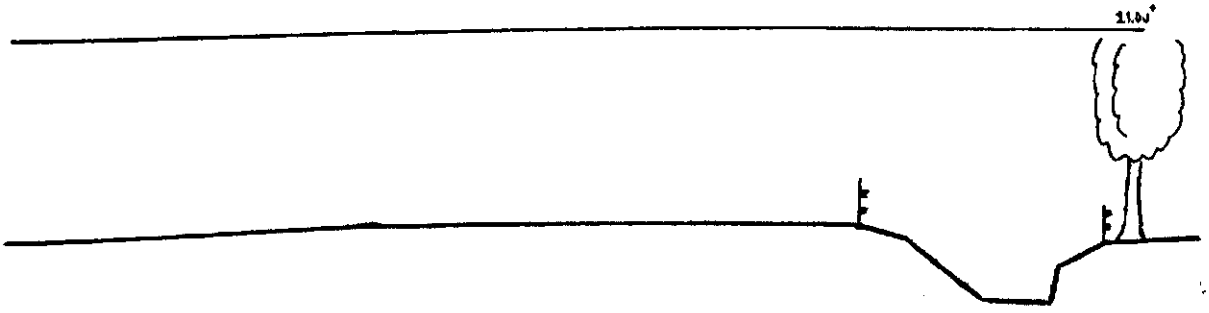
5


20.00

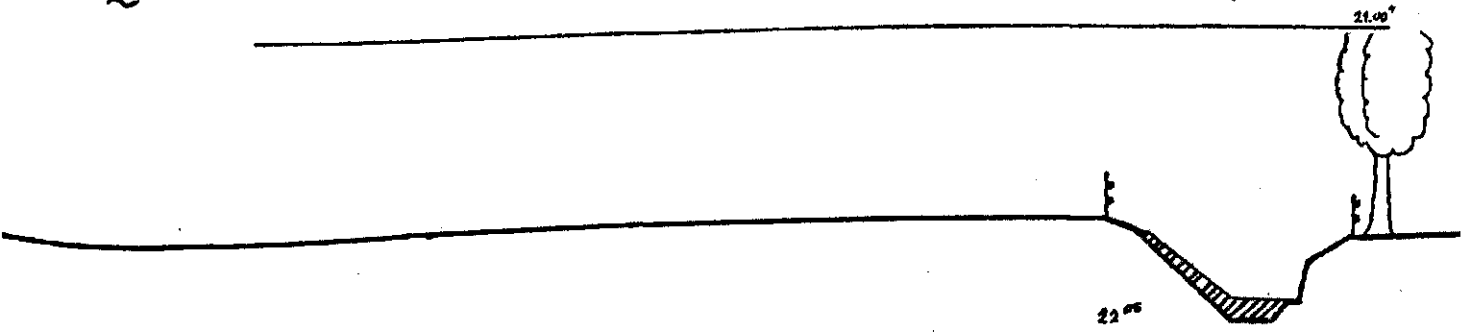
10^5

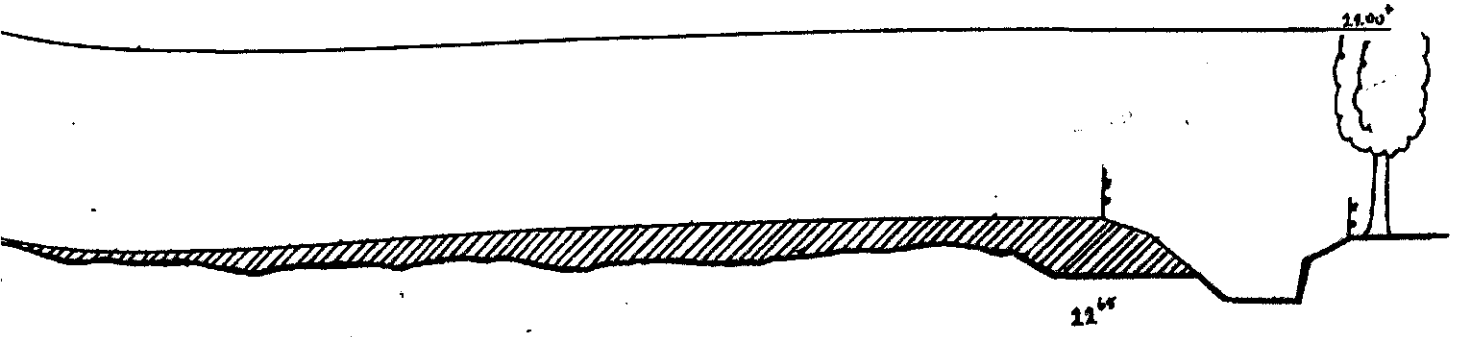


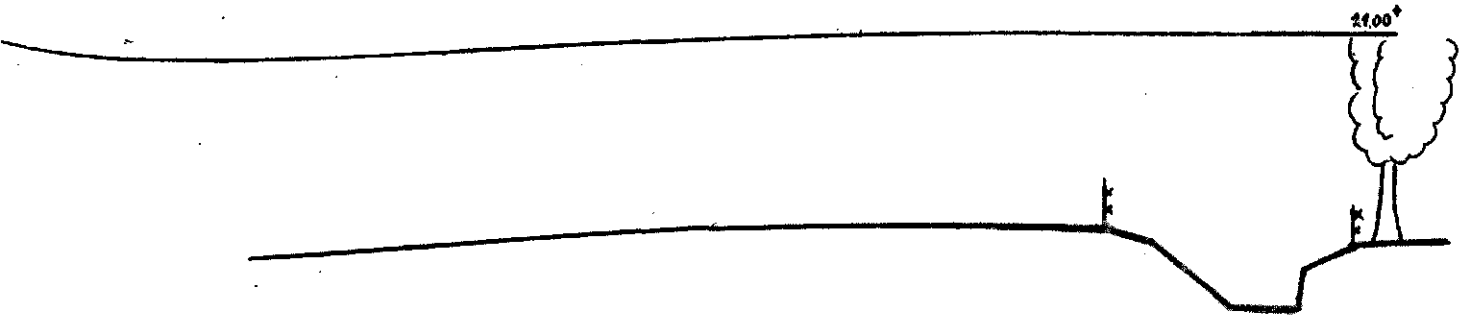
1



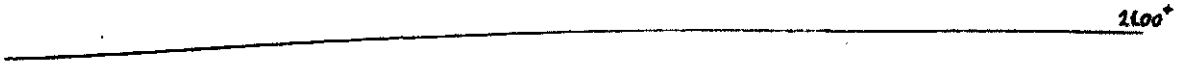
2

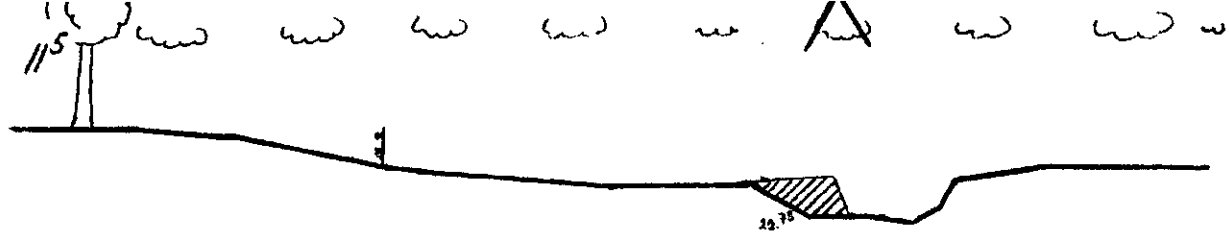




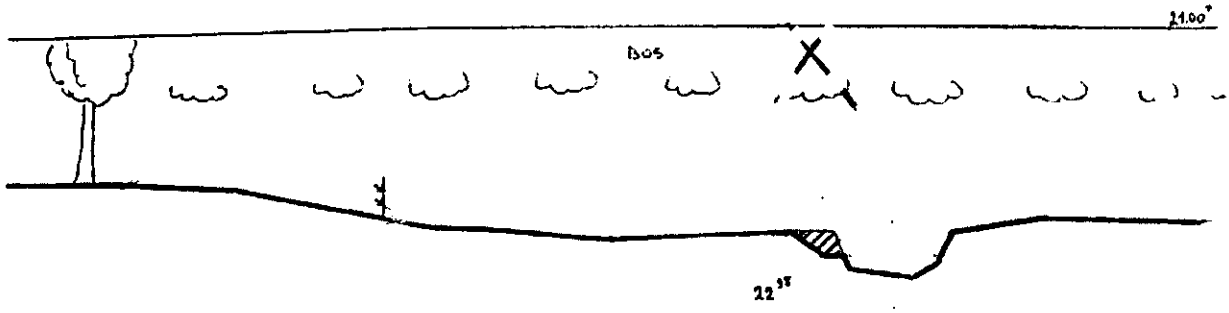


5

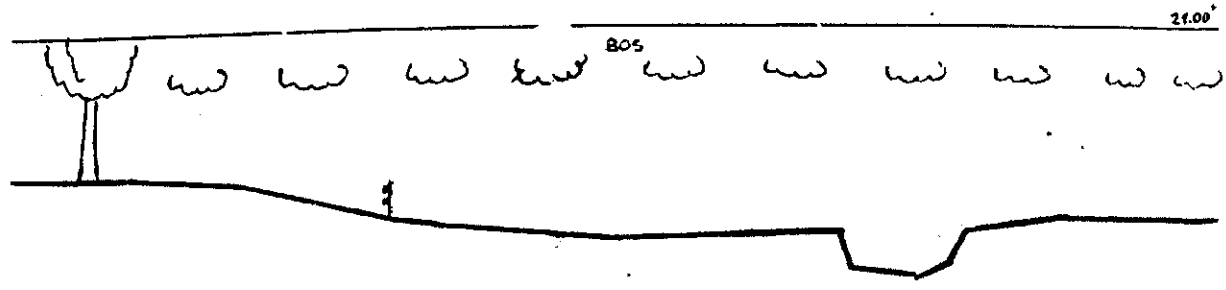




1

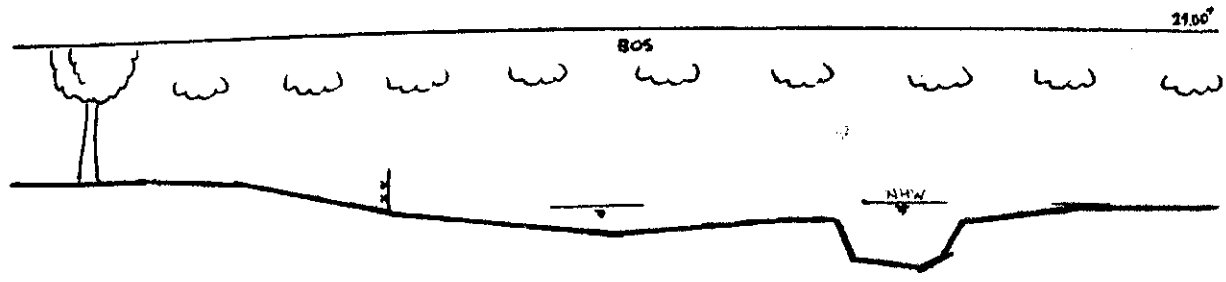


2

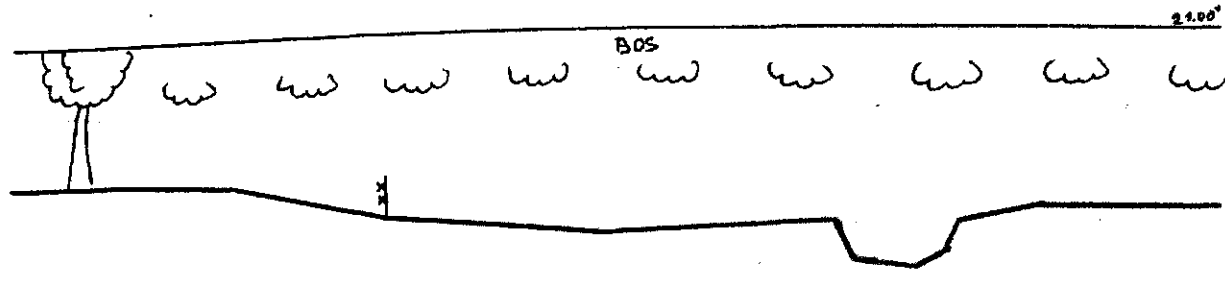


(OMLEIDINGSKANAAL)

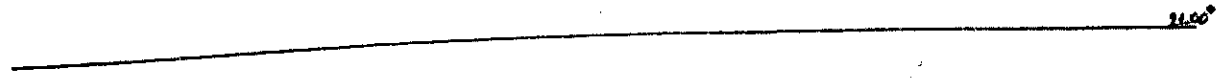
3

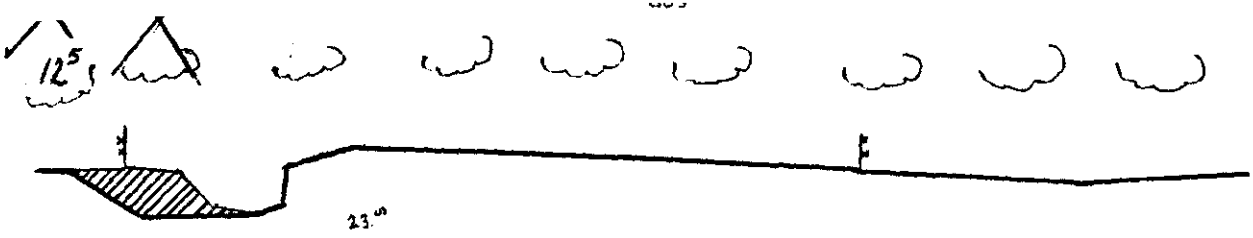


4

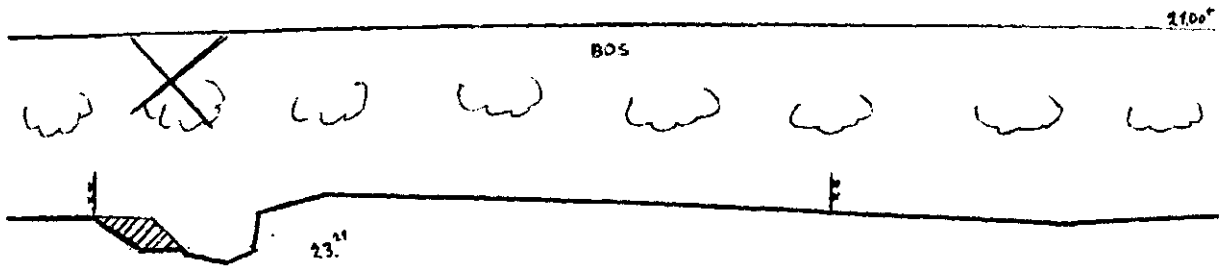


5

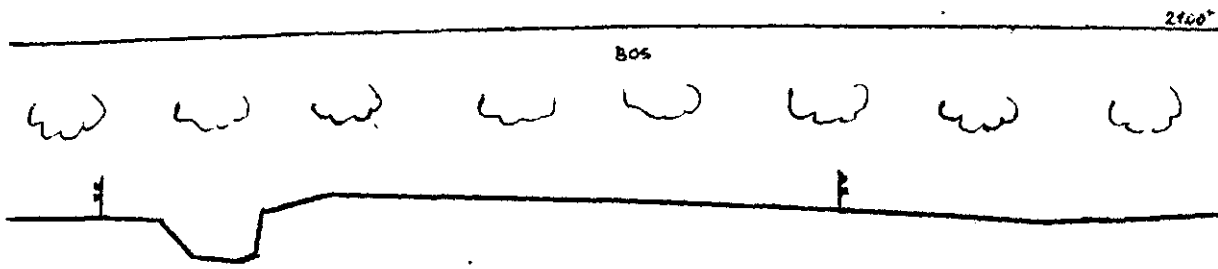




1

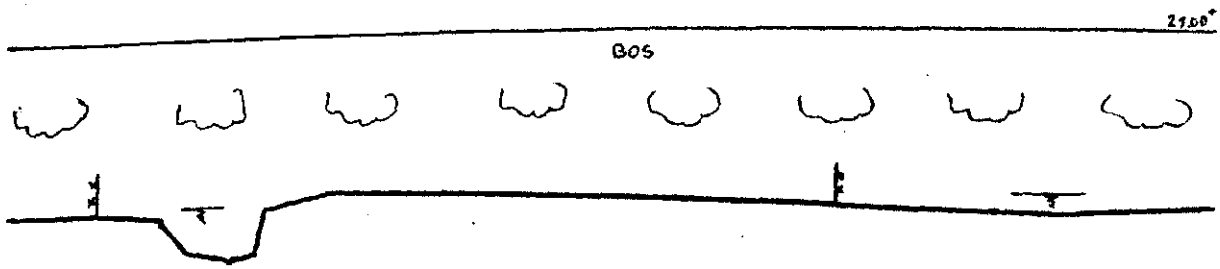


2

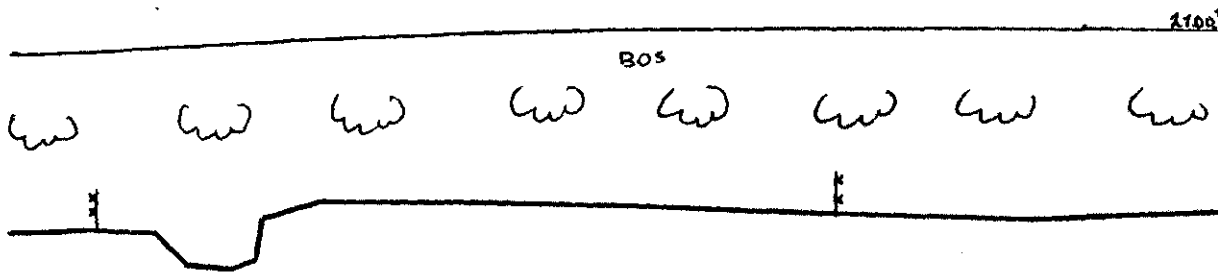


(OMLEIDINGSKANAAL)

3

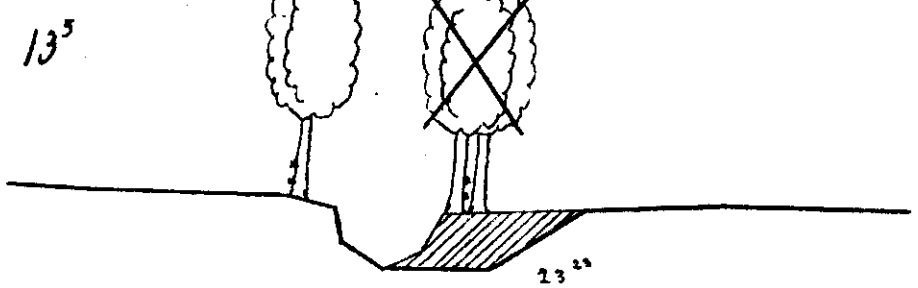


4

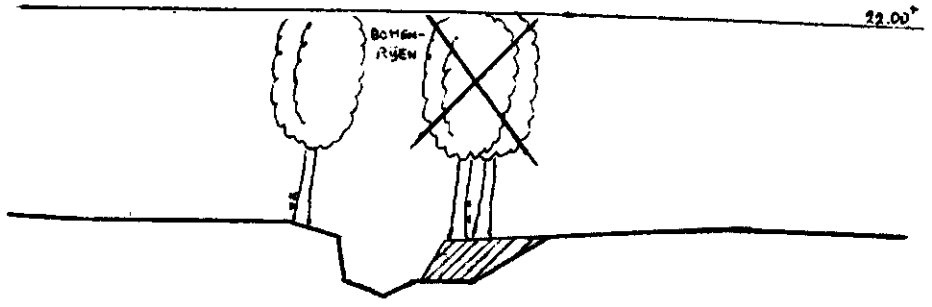


5

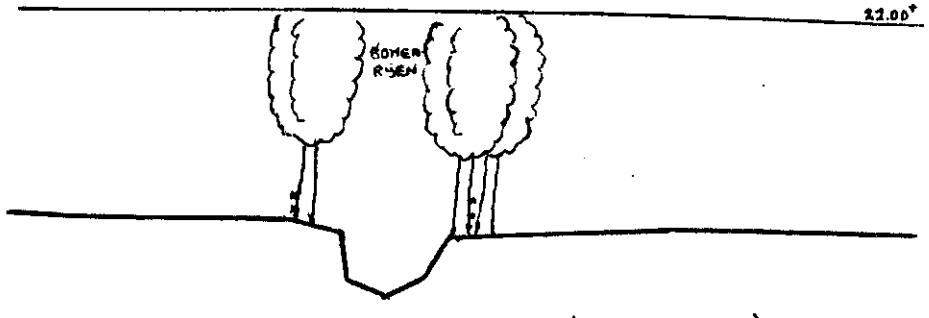



13⁵
23 ²⁵

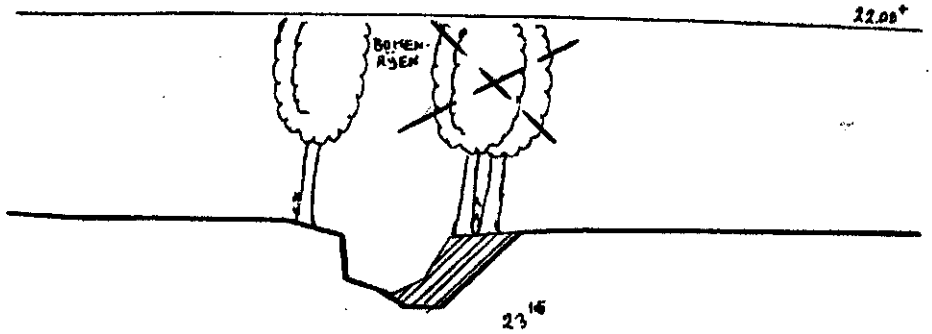
1


22.00⁺
BOMEN-
RYEN
23 ⁴²

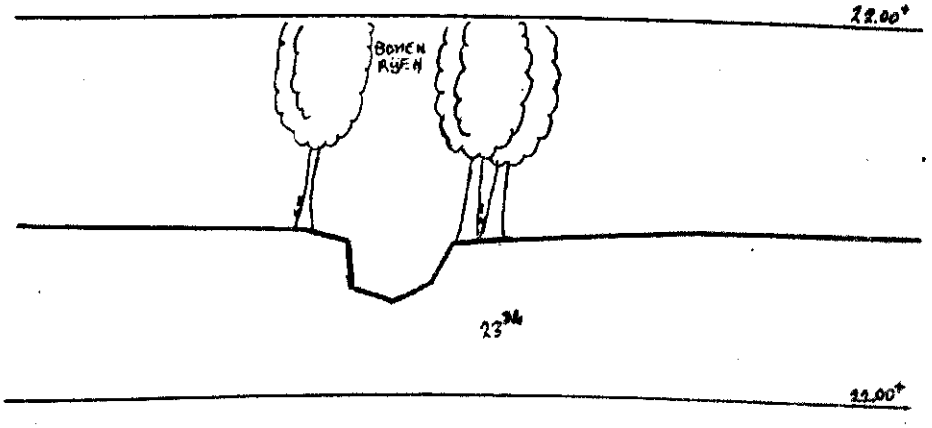
2


22.00⁺
BOMEN-
RYEN
(ONTBIJNGSKANAAL)

3

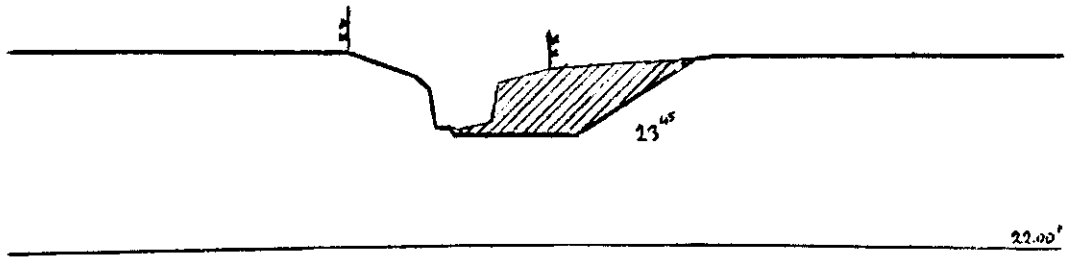

22.00⁺
BOMEN-
RYEN
23 ¹⁶

4

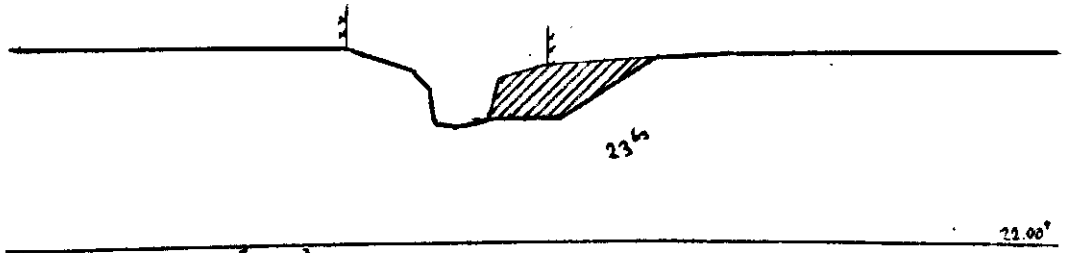

22.00⁺
BOMEN
RYEN
23 ³⁴
22.00⁺

5

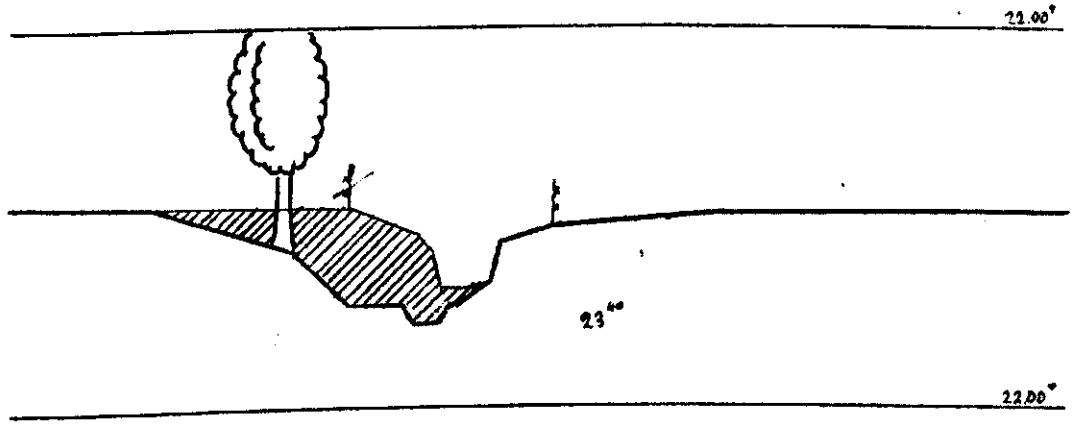
1



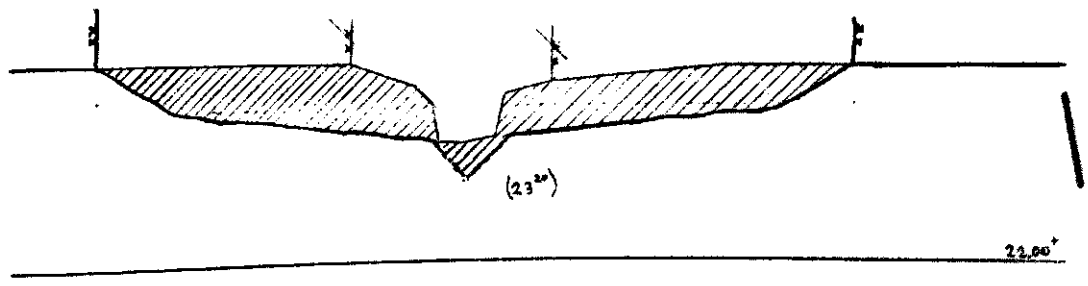
2



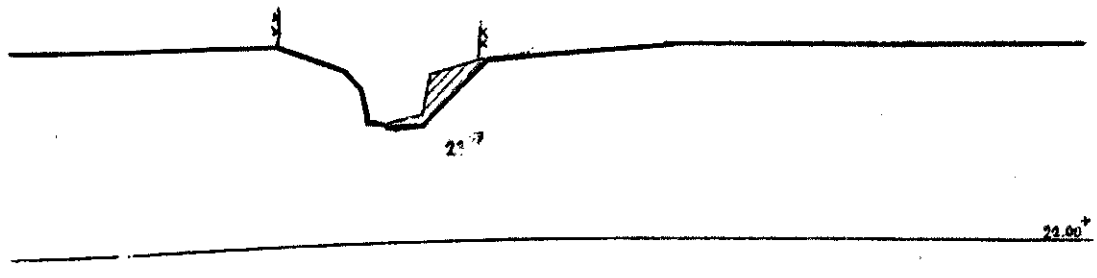
3

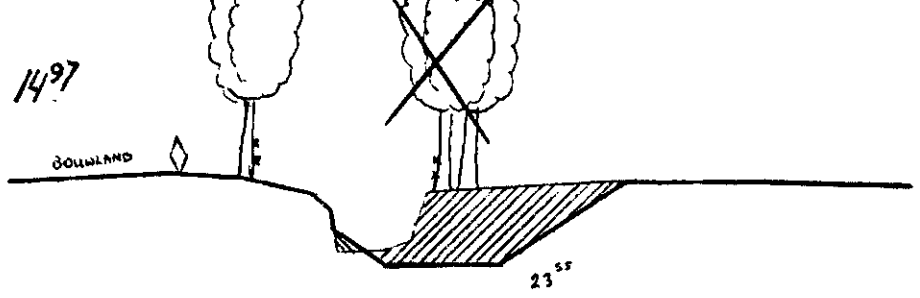


4

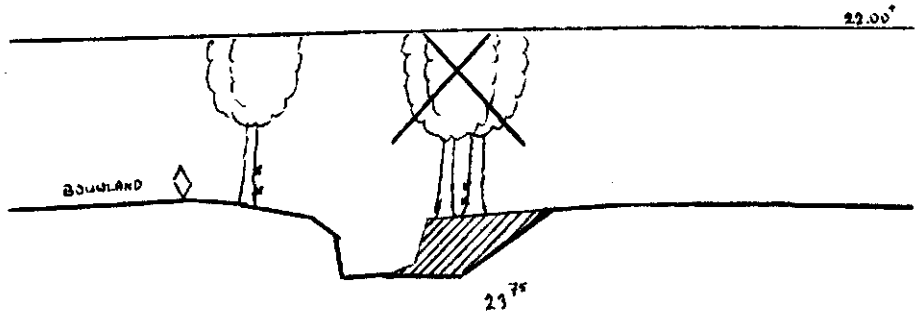


5

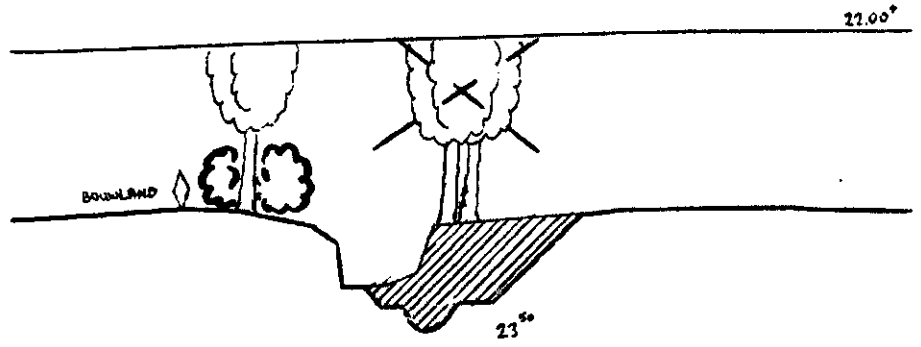



1497
BOWLAND
23.55

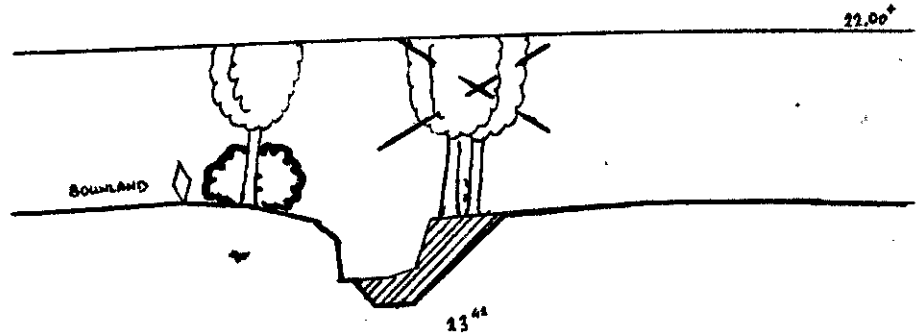
1


22.00
BOWLAND
23.75

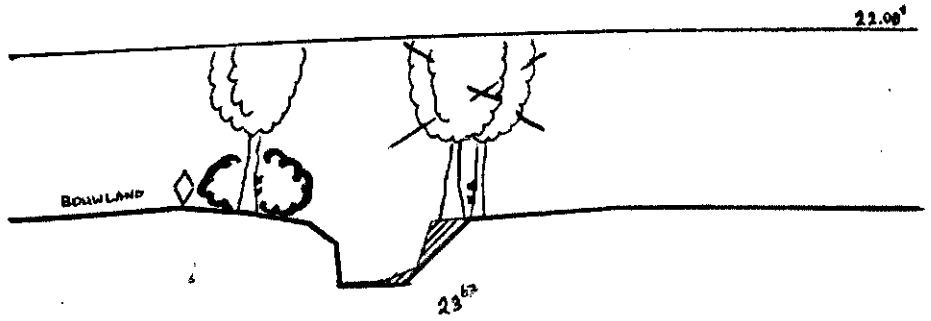
2


22.00
BOWLAND
23.50

3

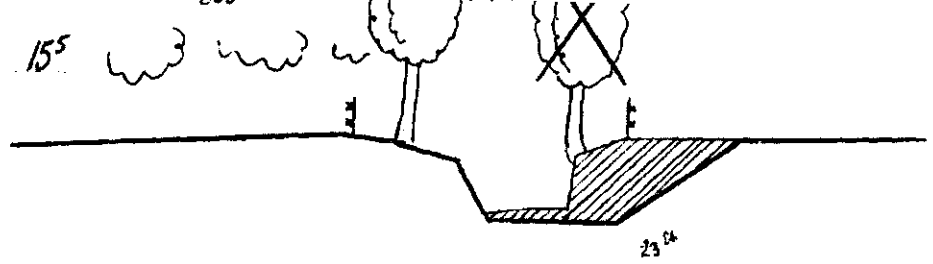

22.00
BOWLAND
23.44

4

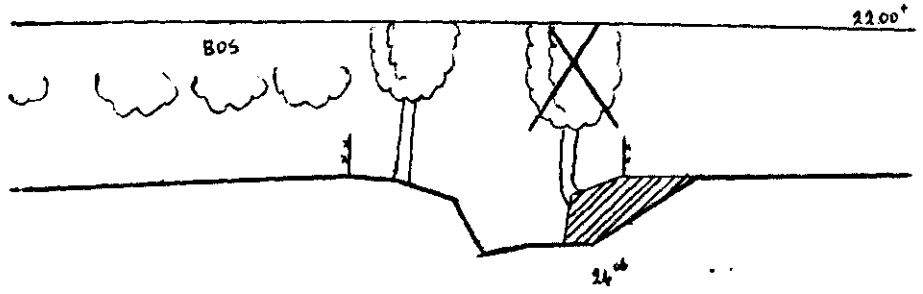

22.00
BOWLAND
23.67

5

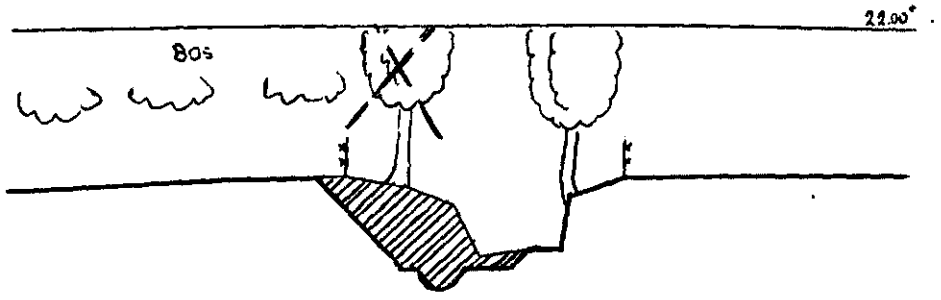

22.00



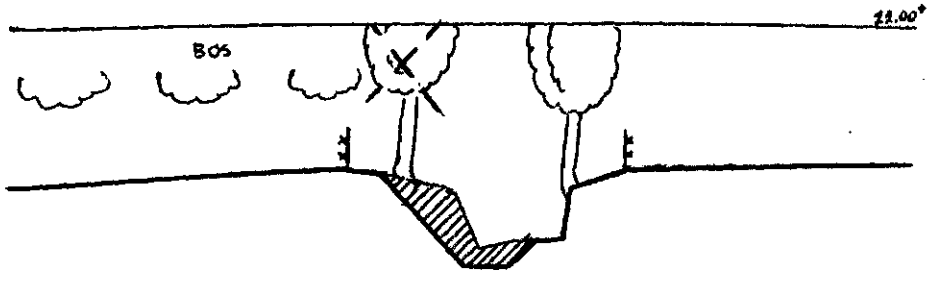
1



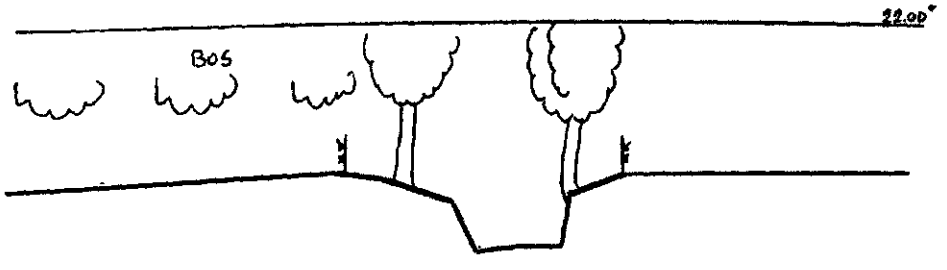
2



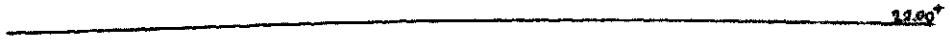
3

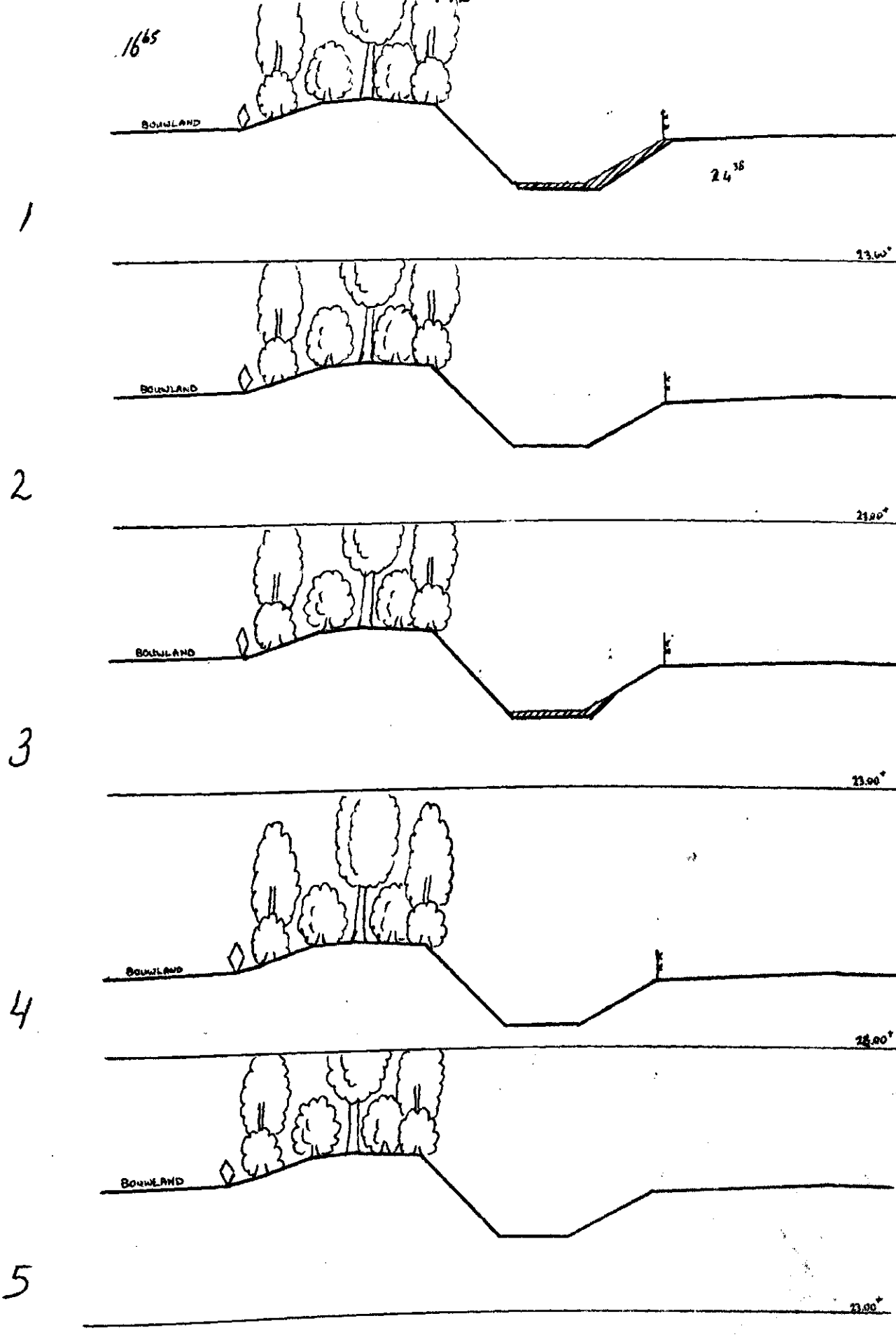


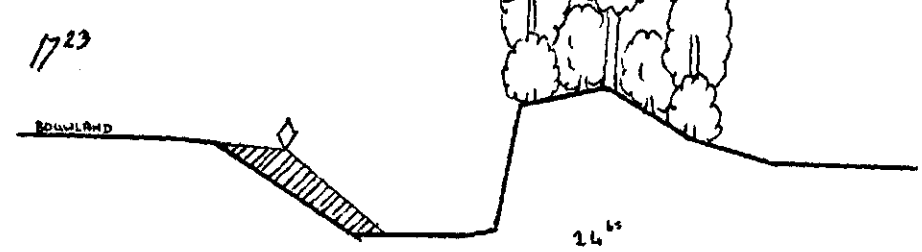
4



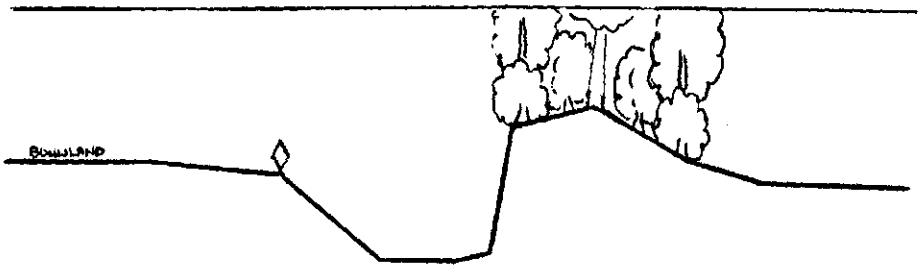
5



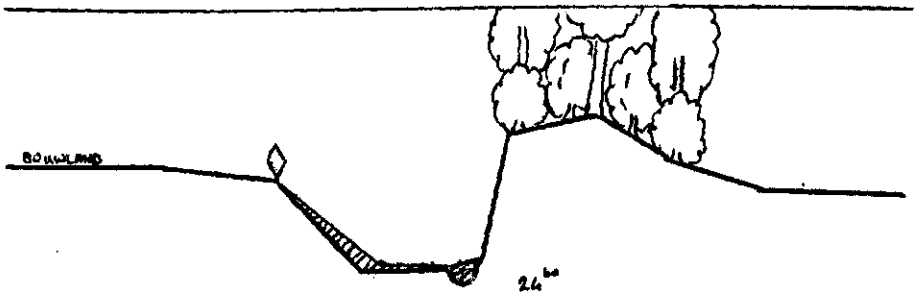

16⁶⁵
BOUWLAND
24³⁸
1
23.00
BOUWLAND
2
21.00
BOUWLAND
3
23.00
BOUWLAND
4
23.00
BOUWLAND
5
23.00



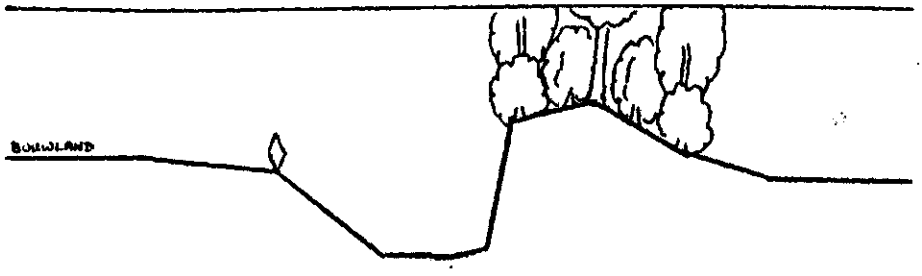
1



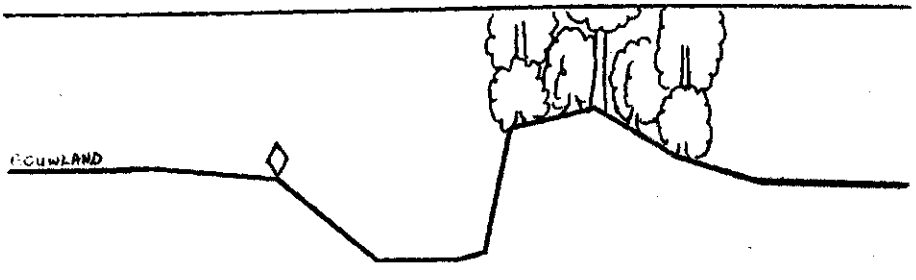
2



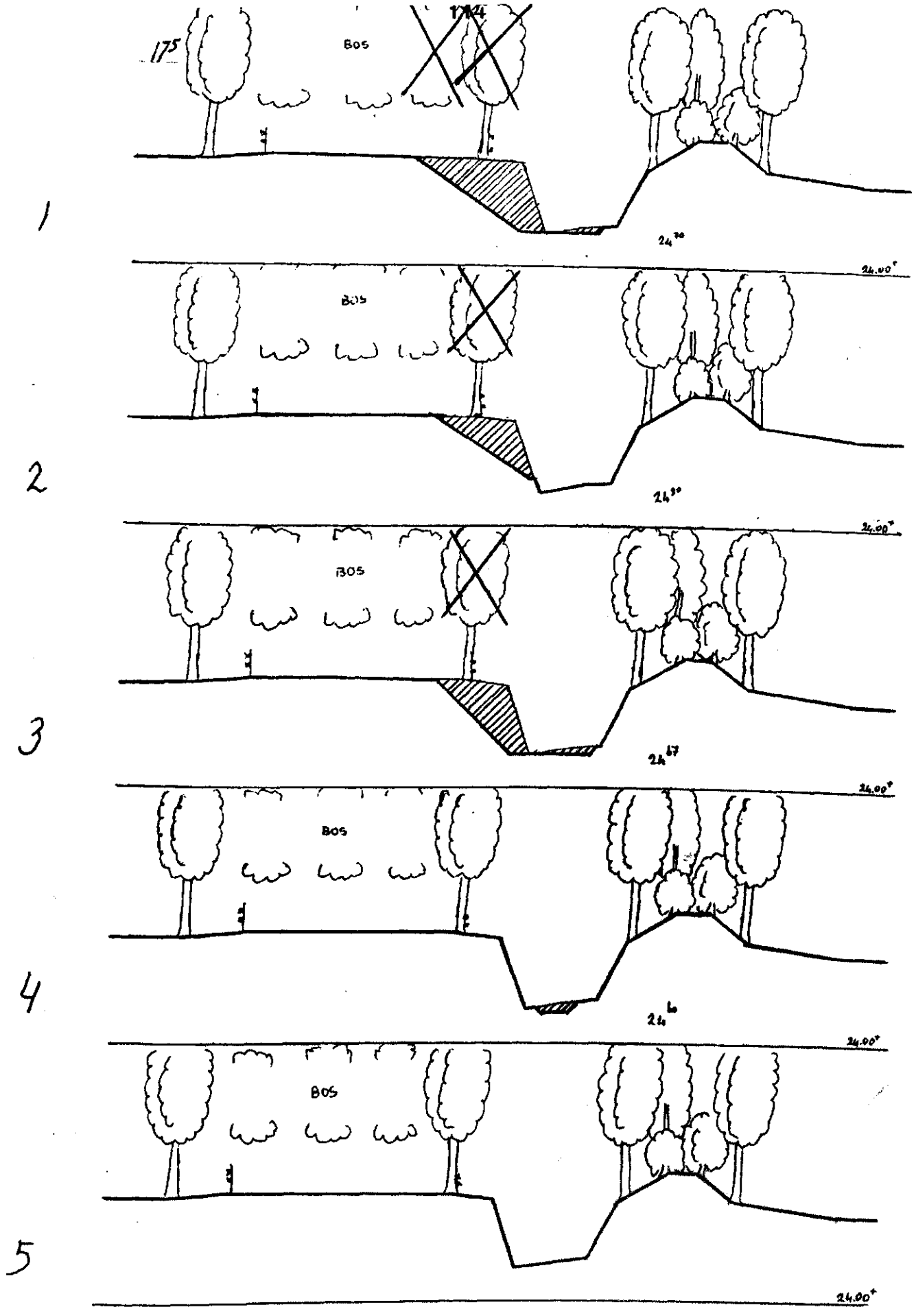
3



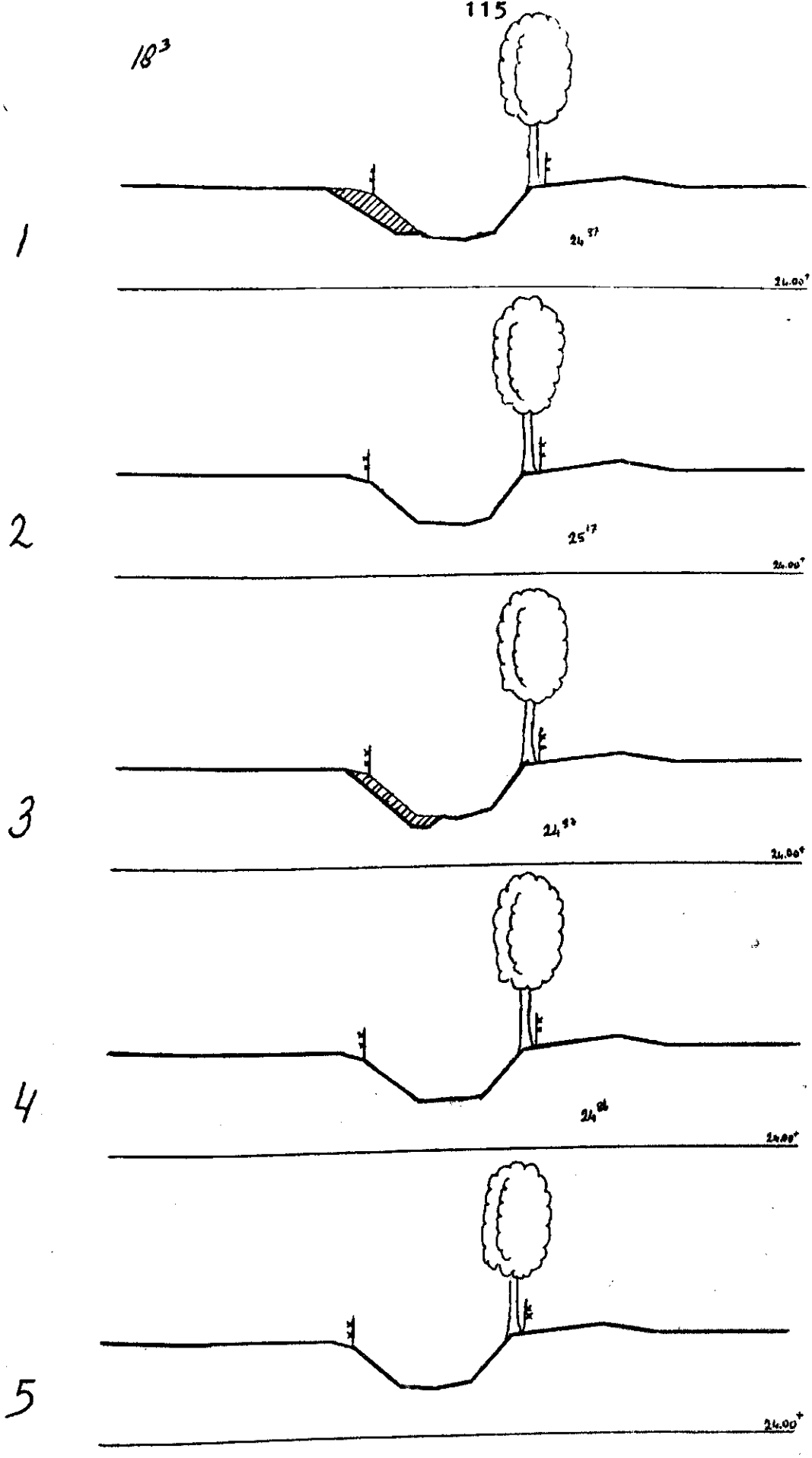
4



5

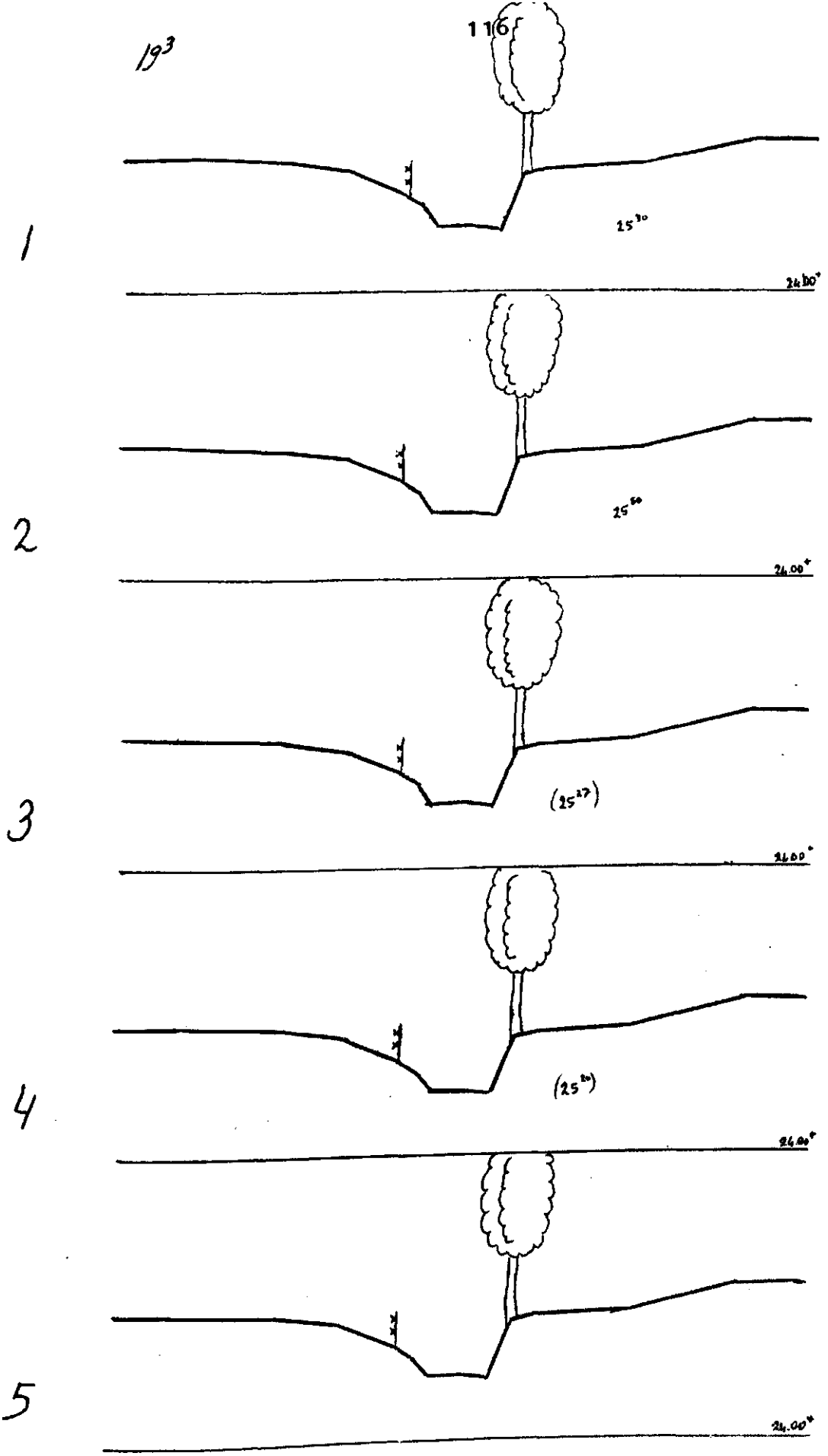

175
Bos
1
24.30
24.00+
Bos
2
24.30
24.00+
Bos
3
24.67
24.00+
Bos
4
24.46
24.00+
Bos
5
24.00+

18³

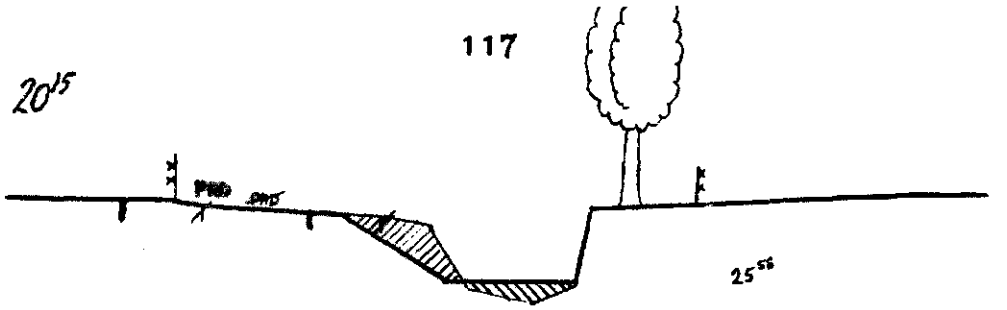


193

116

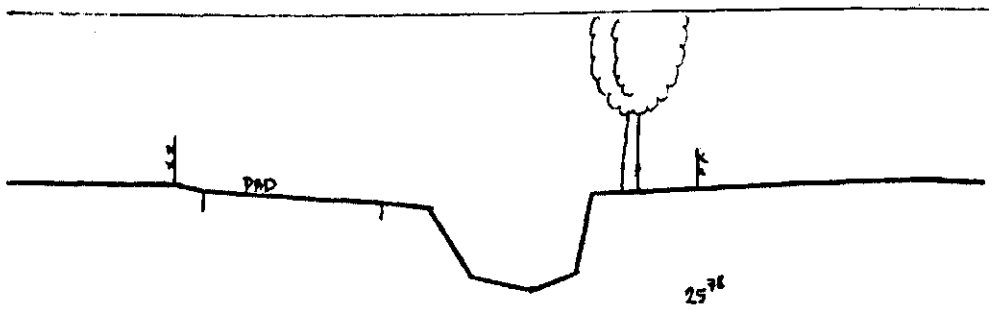


20^{15}



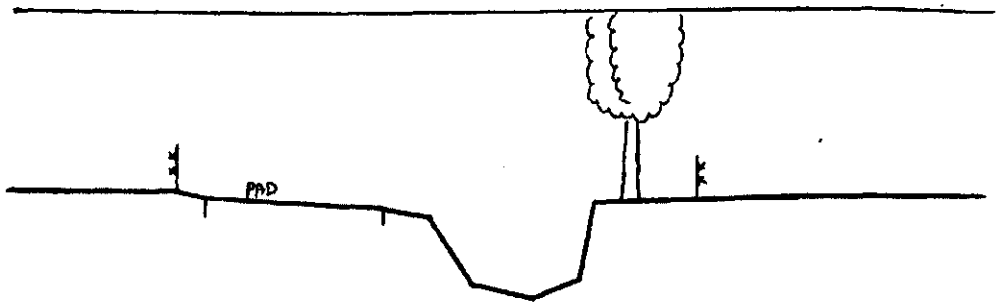
25^{56}

1

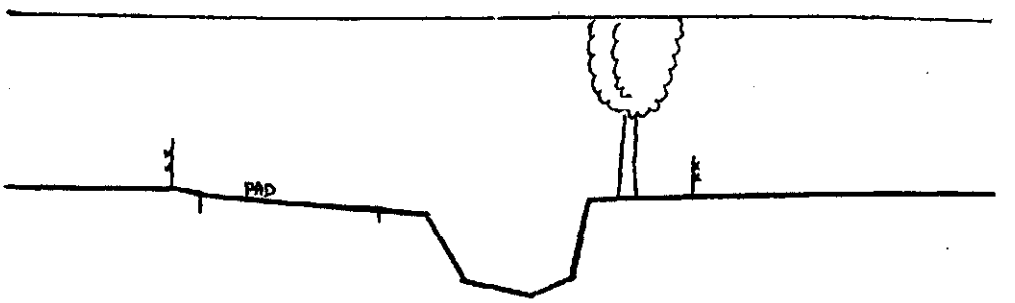


25^{36}

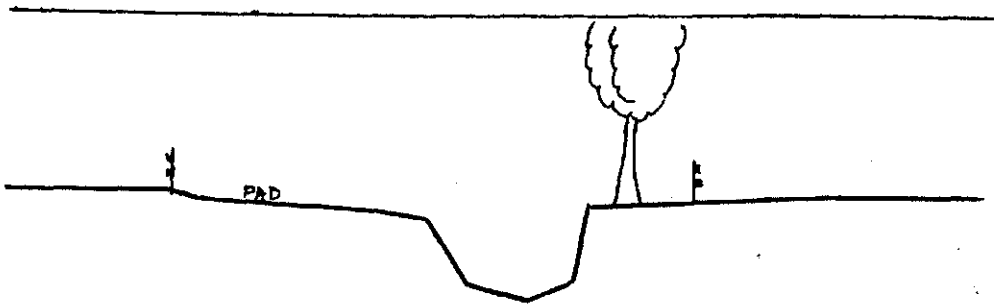
2



3



4



5