

HET EFFECT VAN PEILVERLAGING IN HET
LANDBOUWGEBIED, OP DE WATERHUISHOUDING
VAN, VOOR HET NATUURBEHEER BESTEMDE,
TERREINEN IN HET RUILVERKAVELINGSGEBIED
GIETHOORN - WANNEPERVEEN.

Doctoraalscriptie J. van Roestel 1980.

Inhoud
Lijst van figuren en bijlagen
Voorwoord

I. Inleiding

II. Doel en opzet van het hydrologisch onderzoek

III. Gebiedsbeschrijving

- 3.1. Geologie en bodem
 - 3.1.1. geologie
 - 3.1.2. bodem
- 3.2. geohydrologische beschrijving
- 3.3. waterstaatkundige situatie
- 3.4. geschiedenis van het grondgebruik
- 3.5. vegetatie en fauna

IV. Methoden van onderzoek

- 4.1. bodem
- 4.2. grondwaterstanden
- 4.3. doorlatenheidsmetingen
- 4.4. waterkwaliteit
- 4.5. waterpassing

V. Gegevens uit het veldwerk

- 5.1. bodem
- 5.2. grondwaterstanden
- 5.3. doorlatendheidsmetingen
- 5.4. waterkwaliteit

VI. Gegevens uit andere bronnen

- 6.1. waterverzet dieselmemaal
- 6.2. waterkwaliteit
- 6.3. neerslag- en verdampingscijfers

VII. Bewerking en interpretatie van de gegevens

- 7.1. tijdstijghoogtelijnen
- 7.2. idohypsen
- 7.3. raaien slootpeil grondwaterstand
- 7.4. C-waarde en drainageweerstand
- 7.5. KD-waarde uit waterbalans
- 7.6. waterkwaliteit

VIII. Gevolgen van peilverandering

- 8.1. Het effect van de peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding in het natuurgebied
- 8.2. Vergelijking met reeds eerder uitgevoerd onderzoek

IX. Waterbalans van het gebied van onderzoek voor een "gemiddeld" jaar

- 9.1. Variatie slootpeil in een jaar
- 9.2. Variatie grondwaterstanden
- 9.3. Bespreking resultaten.

Conclusies en aanbevelingen

Samenvatting

Literatuur

Lijst van figuren en bijlagen.

figuur	1	algemene oriëntatie
	2	begrenzing studiegebied
	3	chronostratigrafie en lithostratigrafie
	4	positie gemalen en inlaat
	5	begrenzing bemalen gebied gemaal Schutsloot
	6	positie stijghoogtebuizen
	7	doorsnede dwarsprofiel ter plaatse van raai A
	8	doorsnede dwarsprofiel ter plaatse van raai B
	9	route waterpassen
	10	positie bemonsteringspunten waterkwaliteit
	11	verloop tijdstijghoogtelijnen
	12	isohypsen
	13	schema geohydrologische opbouw
bijlage	1	bodem- en grondwatertrappenkaart Stiboha
	2	beschrijving bodem en dieptefilter van de stijghoogte- buizen
	3	neerslag en verdamping
	4	afleiding formule voor berekening $\phi_2(0)$
	5	berekening berging in het studiegebied.

I. Inleiding

Het onderzoek waarvan hier verslag wordt gedaan is opgezet naar aanleiding van plannen om in het kader van de ruilverkaveling Giethoorn - Wanneperveen te komen tot een verandering van bestemming van landbouwgronden ten behoeve van het natuurbeheer in het ruilverkavelingsblok Giethoorn - Wanneperveen.

Bij de uitvoering van de ruilverkaveling zal het voor de landbouw in te richten gebied de grondwaterstand veelal verlaagd worden om een intensiever landbouwkundig gebruik mogelijk te maken. Een verlaging van de grondwaterstand in het landbouwgebied heeft invloed op de grondwaterstand in de aangrenzende natuurgebieden.

Ter compensatie van de schade die in de natuurgebieden aangericht wordt door een verlaging van de grondwaterstand in het landbouwgebied bestaan plannen om een blok landbouwgrond te bestemmen tot grond ten behoeve van natuurbeheer. Dit blok vormt het gebied van onderzoek en wordt verder in dit verslag het studiegebied genoemd. Het studiegebied ligt ten zuiden van Wanneperveen en wordt begrensd door de Veldweg aan de noordkant, de Lozedijk aan de oostkant, de Reënweg aan de zuidkant en grenst aan de westkant onmiddellijk aan het natuurgebied langs het Belterwijde (figuren 1 en 2).

De oppervlakte bedraagt ca. 61 ha. Een groot deel van het studiegebied is eigendom van Natuurmonumenten. Het land wordt intensief agrarisch gebruikt en onderbemalen.

Er bestaan plannen om de waterstand in dit gebied op te zetten. De redenen zijn vooral van waterhuishoudkundige aard en niet primair gericht op het verkrijgen van een bepaalde gewenste vegetatieontwikkeling. Het gebied ligt ingeklemd tussen twee natuurgebieden met een hoge waterstand; het Belter Wijde aan de westkant en het Kiersche Wijde onmiddellijk aan de oostkant van de Lozedijk.

In het kader van de ruilverkaveling wordt in diverse gebiedsdelen grenzend aan deze twee natuurgebieden een peilverlaging uitgevoerd. Een peilverhoging in het studiegebied wordt uitgevoerd ten compensatie van de grotere wegzijging van natuurgebied naar landbouwgebied. Omdat intensief agrarisch bij een peilverhoging niet meer mogelijk is, krijgt het gebied een beheer dat gericht is op vergroting van de biologische rijkdom. Aanvankelijk was de bedoeling het onderzoek niet alleen te richten op de hydrologische aspecten van de grondwaterstandsverlaging in het landbouwgebied maar ook op de relatie tussen grondwaterstandsverandering, bodem, vegetatie en het beheer in het studiegebied. Met name de processen die in de bodem optreden, de vochtleverantie aan de vegetatie en mogelijke aanpassingen in het beheer zouden dan bestudeerd worden.

Omdat in het onderzoek naar de hydrologische aspecten van grondwaterstandsverlaging al veel tijd ging zitten is geen aandacht besteed aan de overige genoemde factoren. Studieobject is geworden de hydrologische relatie van de natuurgebieden en het studiegebied met het landbouwgebied en met name de wegzijging en/of kwel bij verschillende peilen.

En in verband hiermee de eventueel noodzakelijke aanvoer van water naar het studiegebied ter handhaving van een hoger peil.

Optimaal is de situatie als alleen voeding met regenwater plaatsvindt, omdat toegevoerd water altijd voedselrijker is. Als water toegevoerd wordt moet dit komen uit de boezem. Dit water is voor landbouwkundig gebruik van redelijke kwaliteit. De hoeveelheid plantenvoedende stoffen in het water is echter groot. Als de vegetatie dit water opneemt zullen niet waardevolle gedifferentieerde levensgemeenschappen ontstaan van voedselarme milieus. Of wateraanvoer wel of niet plaats vindt hangt samen met plannen omtrent een gewenste vegetatieontwikkeling en het beheer. Als in het studiegebied zonder kunstmatige aanvoer van water het slootpeil voldoende hoog blijft, is het niet nodig een peilenplan op te stellen en is het stopzetten van de bemaling voldoende. In dit onderzoek wordt doorgerekend wat het slootpeil in het studiegebied zal zijn na de ruilverkaveling als de bemaling stopgezet wordt en geen water van de boezem aangevoerd wordt. In dit verslag wordt niet besproken welke maatregelen nodig zijn om een ander peil in te stellen en welke consequenties dit heeft voor vegetatie en beheer.

De resultaten van dit onderzoek worden vergeleken met voorgaand hydrologisch onderzoek voor zover dit betrekking heeft op het studiegebied.

II. Doel en opzet van het hydrologisch onderzoek.

Het doel van dit onderzoek is het inzicht in de hydrologische eigenschappen van het studiegebied te vergroten. Hiervoor moeten parameters bepaald worden zoals de doorlatendheid van verschillende bodemlagen, de KD-waarde van het watervoerend pakket en de stijghoogten van het water in de zandondergrond.

Met deze gegevens is het beter mogelijk de huidige grondwaterstroming in het gebied te analyseren en te voorspellen wat er gebeurd bij peilveranderingen. Tevens kan een vergelijking gemaakt worden met eerder gemaakte berekeningen die gedaan zijn zonder nauwkeurige bepaling van deze parameters.

Voor de inrichting van het studiegebied was het van belang onderzoek te verrichten naar de waterkwaliteit. Dit omdat toevoer van water nodig zou kunnen zijn.

Het veldwerk bestond uit het plaatsen van grondwaterstandbuizen, het waarnemen van de stijghoogten in de buizen, het waterpassen, doorlatendheidsmetingen en onderzoek naar de waterkwaliteit. Tevens heeft enig bodemonderzoek plaatsgevonden.

Bij diverse instanties zijn voor dit onderzoek gegevens verzameld, zoals bij Natuurmonumenten, de landinrichtingsdienst te Zwolle, de technische dienst van het waterschap Vollenhove, het zuiveringsschap West-Overijssel en Stiboka.

III. Gebiedsbeschrijving

3.1. Geologie en bodem

3.1.1. geologie (figuur 3)

De geologische ontstaanswijze van het gebied wordt behandeld vanaf het Pleistoceen. In het vroege Pleistoceen vond in het gebied mariene sedimentatie plaats. De mariene sedimenten liggen nu op ca. 130 m diepte. Op de mariene sedimenten ligt een pakket matig grove en grove fluviatiële zanden, dat tot de formaties van Harderwijk en Enschede behoort. De bovenkant van deze twee formaties ligt op een diepte tussen 40 en 60 meter.

De ~~F~~ormatie van Harderwijk ligt onderaan en bestaat uit een dik pakket grove, grindhoudende zanden. Soms komen leemlagen voor met een dikte van maximaal 0.50 meter.

✓ Op de formatie van Harderwijk ligt ^{de Formatie van} Enschede. De dikte bedraagt 10 tot 15 m. Het zijn meestal grofzandige fluviatiële rivierafzettingen, die grind bevatten.

✓ Op de ~~F~~ormatie van Enschede liggen fluviatiële ~~R~~ijnafzettingen. Deze zijn in één formatie, de Formatie van Urk, ondergebracht. De diepte van de basis varieert van 40 tot 60 meter. De bovenkant van de formatie ligt vrij uniform op een diepte van 15 tot 20 m beneden maaiveld.

{ In de Saalien- vergletchering (Formatie van Drenthe) werden door de Rijn grove, slecht gesorteerde grindhoudende zanden afgezet die door latere erosie nu slechts zeer plaatselijk aanwezig zijn. Deze formatie is aan de oever van de Beulaker Wijde een keer aangeboord op een diepte van 18 meter.

✓ Gedurende tenminste een deel van het Eemien werden fluviatiële kleien en mogelijk ook fluviatiële zanden afgezet. Ze bestaan dan uit grijze, soms humeuze kleien met plantenresten, de Formatie van Kreftenkleye II.

✓ Na het Eemien kwam de laatste ijstijd, het Weichselien. Het landijs heeft Nederland toen niet bereikt. In deze perioden zijn afzettingen van lokale afkomst gevormd onder periglaciale omstandigheden. Deze afzettingen vormen de Formatie van Twente. Aanvankelijk werden in het Weichselien fluvioglaciale zanden afgezet en plaatselijk werd veen gevormd. Later veranderden de omstandigheden en begonnen rivieren en beken zich in te snijden. In deze fase vond erosie plaats. Weer later werd het dalsysteem opgevuld met grovere fluviatiële sedimenten. ^{behoorlijk} ^{of} ~~F~~ormatie van Kreftenkleye II, jonger dan Eemien. De bovenkant van deze formatie ligt op 4 tot 6 m -N.A.P. De afzettingen bestaan meestal uit grove, slecht gesorteerde zanden. Grind komt vrij regelmatig voor, tevens kleine bemlaagjes van 0.10 á 0.20 m dikte.

^{leem}

Het jongste Pleistoceen behoort tot de Formatie van Twente. Voor het grootste deel zijn dit fluvio-periglaciaal afzettingen, ze bestaan uit fijne zanden die detritus bevatten. Plaatselijk afgewisseld met leem- en veenlaagjes. Later werden de dekzanden afgezet. De dekzandvorming heeft in het algemeen egaliserend gewerkt. Het is een min of meer glooiende vlakte die vanaf Meppel via het Kiersche Wijde (1.00 m-N.A.P.) afdaalt naar het Belter Wijde (2.00 m- N.A.P.).

Op het dekzand kan zich in afgesloten laagten soms een meerbodem ontwikkeld hebben (zeer fijn humeus zand) of tussen zand en meerbodem ligt een laagje veen. Veenvorming vond dus reeds in het Pleistoceen plaats.

In het Holoceen werd het klimaat warmer. De zeespiegel rees en ook de grondwaterspiegel steeg door de grotere neerslag. Er werd nu veen gevormd. Het betrof hier het meso- en eutrofe veen (rietzeggeveen en mosveen) terwijl op geïsoleerde plaatsen het oligotrofe veenmosveen kon ontstaan. ± 300 na Christus kwam een eind aan de veengroei door een sterke transgressiefase van de zee. De vereningen vanaf de 13^e eeuw hebben het gebied zijn huidige aanzien gegeven.

3.1.2. bodem

De topografie van het gebied van onderzoek wordt bepaald door de ligging van het dekzand. Dit dekzand wordt in het vervolg de zandondergrond genoemd omdat zich hierop een veenpakket heeft gevormd. De zandondergrond is over het algemeen vrij vlak. In de oostelijke helft van het studiegebied komen echter zandruggen voor. Hier liggen dan ook zandgronden. Voor het overige betreft het veengronden. De plaatselijke hoogteverschillen bedragen minder dan 50 cm, terwijl het algehele verschil in hoogte van het oosten van het studiegebied naar het westen ongeveer 30 cm bedraagt. In het oosten ligt het maaiveld op 15 à 25 cm -N.A.P. terwijl in het westen het maaiveld op 40 à 60 cm- N.A.P. ligt. In de natuurgebieden aan weerszijden van het landbouwgebied ligt het maaiveld op 50 à 80 cm- N.A.P.

Door Stiboka (Stichting Bodemkartering) is intensief bodemonderzoek verricht in het studiegebied. (zie bijlage 1). De veendikte in de veengronden is max. 90 cm en wordt naar het oosten toe, in de richting van de zandopduiking, dunner. Op het veen is een zanddek opgebracht van 20 à 30 cm dikte om de draagkracht te vergroten. De zandondergrond ligt nergens dieper dan ± 110 cm - N.A.P.

De veengronden behoren voor het overgrote deel tot de legenda eenheid zVp. Dit zijn meerveengronden, gerijpte veengronden met een zanddek. In het veen komt volgens deze indeling geen gliedelaag voor. Wel is in de zandondergrond humus ingespoeld welke een humuspedzol - B heeft gevormd. De veengronden behoren tot voornamelijk grondwatertrap II terwijl de zandgronden (die iets hoger liggen) grondwatertrap III hebben.

Van de natuurgebieden is het grootste deel niet gekarteerd. Hier bevindt zich dan rietland, moeras, ruigte of water. De graslanden zijn wel gekarteerd. Het betreft hier voornamelijk veengronden zonder zanddek. De veenlaag is hier wat dikker. Wel ligt de zandgrond binnen 150 cm - maaiveld.

Het bovenste pakket van de zandondergrond, dat 2 à 3 m dik is, bestaat uit leemarm, matig fijn zand met een M50 van $\pm 160 \mu\text{m}$ en $\pm 8\%$ $< 50 \mu\text{m}$.

3.2. geohydrologische beschrijving

In het studiegebied zijn geen boringen verricht of geo- elektische metingen gedaan. Een beschrijving van de geohydrologische situatie moet dan ook geschieden aan de hand van de gegevens van vergelijkbare gebieden.

Door de landinrichtingsdienst is al eens hydrologisch onderzoek verricht in het gebied ("Het effect van peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding in het natuurgebied", Utrecht/Zwolle, 1978).

Hierbij werd uitgegaan van het rapport van de "Werkgroep regionaal geohydrologisch onderzoek in de provincie Drenthe", uitgebracht door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening in 1978. De geohydrologische bodemconstanten zijn zoveel mogelijk aan dit rapport ontleend. Onder 8.2. staat het door de Landinrichtingsdienst gebruikte model vermeld.

In de Weerribben, waar de situatie vergelijkbaar is met het studiegebied, is ook een onderzoek verricht naar de geohydrologische situatie (Huysmans en Zwietering, 1980). Enkele belangrijke verschillen met het model gebruikt door de Landinrichtingsdienst zijn:

- Door de Landinrichtingsdienst worden twee watervoerende pakketten onderscheiden. Deze twee watervoerende pakketten worden gescheiden door de Eemienlaag van enkele meters dikte. In de Weerribben werd deze Eemienlaag niet overal aangetroffen. Het gehele pakket van 3 tot 200 m werd aldaar als een watervoerende laag beschouwd. Hier werd met een K.D. waarde van $3000 \text{ m}^2/\text{etm.}$ gerekend.
- Het eerste watervoerende pakket (ca. 15 m dik) had volgens de landinrichtingsdienst een K.D. waarde van $100 \text{ m}^2/\text{etm.}$ In het onderzoek van de Weerribben werd voor de laag tussen 3 en 14 m op grond van pompproeven een K.D. waarde van $150 \text{ m}^2/\text{etm.}$ aangehouden.

Een onderzoek waarvan de gegevens waarschijnlijk nog beter toepasbaar zijn op het studiegebied dan het onderzoek in de Weerribben is verricht door Perk en Smit in 1975. Het gebied van onderzoek lag aan de oostkant van St. Jansklooster, d.v. aan de westkant van de Wieden.

Ook zij vonden geen afsluitende Eemienlaag in het gebied. De c-waarde van de Eemienlaag stelden zij op 100. Voor de K.D. waarde van het diepe watervoerende pakket werd een waarde van $4000 \text{ m}^2/\text{etm.}$ gevonden. De K.D. waarde van het ondiepe watervoerende pakket werd op basis van boorproeven gesteld op $50 \text{ m}^2/\text{etm.}$

3.3. waterstaatkundige situatie (figuren 1, 4 en 5)

Het studiegebied ligt in het waterschap Vollenhove. De afwatering van het landbouwgebied vindt plaats op boezemwater. Deze boezem wordt bemalen door het gemaal "A.F. Stroink", dat zich bevindt tussen Vollenhove en Blokzijl. Het streefpeil van de boezem in de winter is 0,80 m - N.A.P. en in de zomer 0,70 m - N.A.P. Door het lozen van overtollig water van het in de provincie Drenthe gelegen "gebied van Nijeveen-Kolderveen" (2750 ha) (zie figuur 1) en door opwaaiing en hevige regenval kan het peil van bovengenoemd boezemwater aanzienlijk oplopen. Voor 1893 kwam de Ettenlandse sluis gereed. Vanaf 1910 werd in de boezem een peil van 0,30 m - N.A.P. ingesteld. Bij storm kon dit peil oplopen tot 0,09 m + N.A.P.

Toen het gemaal "A.F. Stroink" werd gesticht werden de peilen als volgt:

1919 :	0,50 m - N.A.P.
1930 :	0,70 m - N.A.P.
1942 :	zomer 0,70 - N.A.P.
	winter 0,80 - N.A.P.

Het waterschap Vollenhove kan zonodig water inlaten vanuit het Meppelerdiep, bij het gemaal Stroink uit het Vollenhover Meer d.i., IJsselmeerwater, vanuit de Friese boezem.

Het Meppelerdiep ligt zo'n 900 m ten zuiden van het gebied van onderzoek. Het peil in het Meppelerdiep schommelt gemiddeld over de jaren rond N.A.P.

Omdat in het waterschap een peilbeheer plaatsvindt kan ook in het studiegebied gebruik gemaakt worden van ingelaten water. De natuurgebieden liggen gemeen met de boezem. Zo staan Kiersche Wijde en Belter Wijde in verbinding met elkaar via het Bovenwijde dat ruim 3 km ten noorden van het studiegebied ligt.

Het studiegebied en de landbouwgebieden ten noorden en ten zuiden hiervan worden echter bemalen. Dit water wordt uitgeslagen op het Belter Wijde. In de huidige toestand wordt het studiegebied en het gebied ten zuiden daarvan bemalen door een gemaal aan de Reënweg. (het gemaal schutsloot). Het gebied ten noorden van het studiegebied wordt bemalen door een gemaal aan de Veldweg. (het gemaal kerkgracht). Het bemalen gebied waarin het studiegebied ligt staat aangegeven op figuur 5. Inlaat is ook mogelijk. De plaatsing van de gemalen en de inlaat staat aangegeven op figuur 4.

In het kader van de ruilverkaveling zullen de bestaande peilen gewijzigd worden. In tabel 1 staat aangegeven wat het huidige peil is en wat het in de toekomst zal worden na de ruilverkaveling.

Tabel 1 Peilveranderingen in het kader van de ruilverkaveling
Giethoorn - Wanneperveen in meters - N.A.P. in het studie-
gebied en omgeving (uit het rapport voor de rvk. Giethoorn -
Wanneperveen, C.C.C. 1978).

Gebiedsomschrijving	huidige peil		toekomstige peil		peilverandering	
	zomer	winter	zomer	winter	zomer	winter
1. het deel ten noorden van het studiegebied en de Veldweg	1.10	1.40	1.10	1.40	-	-
2. het studiegebied tussen de Veldweg en Reëenweg	1.10	1.40	onderwerp van studie		hoger dan hui- dig peil	
3. het gebied tussen de Reëenweg en Zomerdijk tot ca. 600 m ten wes- van de Lozedijk	1.40	1.80	1.60	2.00	-0.20	-0.20

3.4. Geschiedenis van het grondgebruik

3.4.1. Algemeen

Het studiegebied ligt in N.W. Overijssel en maakte $\pm$ 1000 jaar voor Christus deel uit van een groot veenmoeras dat zich uitstreckte van de Hollandse kust tot aan de hogere zandgronden in het oosten. Vanaf $\pm$ 1100 werd het gebied bewoond. In de 13^e eeuw is men begonnen met de bedijking van het gebied. Eerst rooide de mens vermoedelijk Elzen- en Berkenbroekbos waarna het land gebruikt werd voor de landbouw, extensieve beweiding en hooiland. Brandstof werd aanvankelijk door hout geleverd.

In de 13^e eeuw kwam ook het **vervenings**proces op gang. Deze activiteit ging het aanzien van N.W. Overijssel bepalen.

Het hoogveen werd afgegraven waarna een ontoegankelijk gebied overbleef. Vanaf de Middeleeuwen heeft men ook ontginningen tot stand gebracht ten behoeve van de landbouw. Dit gebeurde met name vanaf de hoger gelegen gedeelten, waar het veenpakket te dun was om dit uit te venen. Mogelijk is dit ook op de zandgronden in het studiegebied het geval geweest.

Na $\pm$ 1700 kwam men tot de ontdekking dat uit de moerasgrond baggerturf gemaakt kon worden. Hierbij ontstonden trekaten, petgaten of weren, gescheiden door min of meer evenwijdige legakkers, ribben of zetwallen, voor het drogen van veen.

Voor het transport waren in het gebied sloten en kanalen gegraven. Door stormen sloegen legakkers weg waardoor grote en kleine plassen ontstonden, de wieden genoemd.

Na de turfwinning nam het proces van verlanding een aanvang. Zo ontstonden rietkraggen op de trekaten. De eerste rietsnijders vonden er een karig bestaan. Na 1900 liep de vervening sterk terug en kwam in 1920 vrijwel tot stilstand toen nabij Vollenhove het gemaal A.F. Stroink werd gesticht. Door verlaging en beheersing van de waterstand werd het toen mogelijk grote delen van het kraggenland in te polderen en om te zetten in landbouwgrond.

3.4.2. grondgebruik in het studiegebied

Voor 1930 was het studiegebied in gebruik als rietland. Waar de bodem water was kwam hooiland voor. (bijv. op de zandopduikingen). Tussen 1930 en 1955, met het zwaartepunt in de crisisjaren, zijn veel sloten gegraven. Het zand uit die sloten werd in handkracht op de percelen gebracht. De dikte van het zanddek was afhankelijk van de dikte van de veenlaag en de breedte van het perceel. In het algemeen werd ervan uitgegaan dat met een dikker zandpakket beter land verkregen werd. In ieder geval werd zo'n 10 à 20 cm opgebracht. Geleidelijk kreeg men zo beter weiland.

Het gebruik in de jaren '30 en '40 was erg extensief. De percelen waren schraal door het opgebrachte voedselarme zand. Bovendien was het door de slechte ontwatering een koude grond. Omdat een zanddek opgebracht was, werd het mogelijk vee te gaan houden. De veedichtheid was destijds laag. (± 1 G.V.E. per ha). Voor de oorlog werd nagenoeg geen kunstmest opgebracht. Na de oorlog werd met slakkemeel, superfosfaten kalizout bemest. Er werd toen per jaar zo'n 100 kg N/ha opgebracht.

In 1964 is de Veldweg aangelegd. Voor 1965 waren in het gebied slechts enkele windmolens aanwezig. In 1965 werd de onderbemaling met diesel-gemalen in het studiegebied en de landbouwgronden in de omgeving ingevoerd. Een intensief landbouwkundig gebruik werd daardoor mogelijk. Ongeveer 10 jaar geleden is men begonnen met het scheuren van grasland ten behoeve van de teelt van snijmais waarbij de grond vrij diep bewerkt werd. Dit werd met name gedaan op die percelen die op een zandrug lagen.

Het huidige bodemgebruik houdt in dat op de percelen aan de oostkant van het studiegebied mais verbouwd wordt of grasland ligt. Het grasland wordt soms gescheurd en opnieuw ingezaaid. Op de veengronden (in het midden en aan de westkant van het studiegebied) ligt grasland dat niet gescheurd is. Omdat dit grasland in het voorjaar lang nat blijft en daardoor weinig draagkrachtig is wordt het pas vrij laat in het seizoen in gebruik genomen.

Als de bodem eenmaal draagkrachtig genoeg is vindt een "normaal" intensief landbouwkundig gebruik plaats. Er wordt gehooïd en melkvee geweid.

3.5. Vegetatie en fauna

In het kader van dit onderzoek zijn geen inventarisaties verricht van de flora. De samenstelling van de vegetatie is sterk beïnvloed door het intensieve landbouwkundige gebruik. De grootste botanische rijkdom wordt vertegenwoordigd door soorten op slootkanten.

Om een idee te geven van de omgeving van het studiegebied en de bijzondere waarden aan te geven van de gebieden die worden beheerd door Natuurmonumenten worden hieronder on kort bestek enkele kenmerken aangeduid van de vegetatie van de natuurgebieden het Belter Wijde en het Kiersche Wijde. (ruilverkavelingsrapport C.C.C. 1978). Deze gebieden zijn oorspronkelijk op grote schaal uitgeveend. Hierbij ontstonden trekgaten en legakkers. Door water en wind werden de ribben weggeslagen en ontstonden de meren.

Nu zijn in het gebied allerlei stadia van verlanding te vinden.

- Grote plassen en open trekgaten:

afhankelijk van de windwerking zijn hier verschillende verlandingsseries te vinden. De grote plassen zijn rijke visgronden en belangrijk als fourageergebied voor het waterwild. De open petgaten zijn vooral hydrobiologisch van belang door de grote rijkdom aan waterorganismen.

- Drijftillen:

deze los in de modder wortelende of drijvende gemeenschappen zijn in Europa zeldzaam. Veel vogelsoorten vinden hier een uitstekende broedplaats.

- Rietlanden:
deze vegetaties worden in de winter gemaaid. Door onttrekking van voedingsstoffen gaan ze uiteindelijk over in zgn. veenmos rietlanden. Soms ontstaan trilvenen. Als waterinlaat plaatsvindt treedt geen verschralling op. De rietlanden herbergen zeldzame vogelsoorten als bruine kiekendief, roerdomp, grote karekiet en ook zoogdieren zoals de visotter.
- Trilvenen: dit zijn nauwelijks beloopbare, zeggenrijke moerasvegetaties met o.a. verschillende orchideeën, zeldzame zeggensoorten, waterdrieblad, parnassia en moeras kartelblad. Ze hebben een grote betekenis voor oecologisch onderzoek. Bij jaarlijks in de nazomer maaien gaan ze over in schrale hooilanden en vegetaties met gemeenschappen die men ook in hoogveen aantreft. Deze vegetaties zijn gevoelig voor wegzijging van water naar ontwaterde gebieden. Regenwater heeft dan een kortere verblijftijd in de vegetatie. Het als compensatie toestromende boezemwater is voedselrijker zodat gradiëntzones opschuiven of verdwijnen.
- Schrale hooilanden:
dit zijn niet bemeste hooilanden met een groot aantal zeldzame plantensoorten. De vegetatie staat bekend als blauw grasland. Waar blauw grasland aan een trilveen grenst vinden we een overgangssituatie die zeer bijzondere milieus scheppen voor zeldzame plantensoorten. Deze vegetaties zijn zeer gevoelig voor ontwatering.
- Licht bemeste graslanden:
graslanden met een grote variatie in floristische samenstelling door verschillen in vochtuishouding, bemestingstoestand en agrarische gebruikswijze. Deze gebieden zijn rijk aan wijdevogels, zowel in soorten als in individuenrijkdom. Intensivering van de landbouw en ontwatering hebben dit milieu zeldzaam gemaakt.
- Ruigten:
uit riet-, hooi- en weilanden kunnen bij het achterwege blijven van maaien en beweiding ruigten ontstaan. Doordat ze plaatselijk optreden dragen ze bij aan de differentiatie van het gebied.
- Bossen en struwelen:
deze ontstaan als het maaien gestopt is. Zwarte elsen, wilgensoorten en zachte berk slaan dan op. In de oude eendenkooibossen is de vegetatie rijker ontwikkeld met epifytische mossen en korstmossen. Deze eendenkooibossen zijn echter vooral waardevol om hun avifauna. Naast typische bosvogels komen er de kolonievormende zeer zeldzame aalscholver, blauwe reiger en roek voor. In of bij deze bossen broeden roofvogels als ransuil, toren- en boomvalk.

Voor het studiegebied zal een beheer als schraal hooiland of licht bemest grasland in aanmerking komen. Bij het achterwege blijven van maaien en/of beweiding ontstaan ruigten, bossen en struwelen.

Gezien het huidige karakter van het studiegebied, dat deel uit maakt van het open weidelandschap ten zuiden van Wanneperveen, verdient het geen aanbeveling om bossen en/of struwelen te laten opslaan.

IV Methoden van onderzoek

4.1. bodem

Het bodemonderzoek heeft zich beperkt tot profielbeschrijvingen bij de geplaatste potentiaalbuizen. Het betreft een aanvulling op de gegevens van Stiboka en concentreert zich vooral op de toestand waarin de veenlaag verkeert. Afhankelijk van de mate van rijping en de dikte van de veenlaag kan de doorlatendheid sterk variëren. Dit is van belang bij de interpretatie van de verkregen gegevens bij de doorlatendheidsmetingen, met name wat betreft de geldigheid voor een groter gebiedsdeel. Het bodemonderzoek is gedaan in combinatie met het zetten van buizen voor metingen van stijghoogten van het grondwater.

4.2. grondwaterstanden

Om een beeld te krijgen van de grondwaterstroming in en buiten het gebied zijn grondwaterstandbuizen zowel in het gebied van onderzoek als in de omgeving geplaatst. De buizen staan met hun filter in de zandondergrond beneden de "podzollaag". De stand werd 1x in de twee weken opgenomen. De podzollaag is een inspoelingslaag. Het betreft hier een organische stof die afkomstig is uit de veenlaag en door benedenwaarts transport terecht gekomen is in de zandondergrond. De relatie tussen slootwaterstand en grondwaterstand werd bestudeerd door het plaatsen van buizen in twee raaien: één op een perceel met veengrond en één op een perceel met zandgrond. De buizen op veengrond staan met hun filter in de "podzollaag" van de zandondergrond. Bij de raaien werden piketten in de sloten geplaatst. De twee raaien werden meestal 1x per week opgenomen. Bij de raai op veengrond staat ook een buis in de zandondergrond beneden de podzollaag. Dit om een eventueel kwel of wegzijging te constateren.

De opnameperiode liep van 28 februari t/m 29 juni 1980. De plaats en nummering van de buizen en de raaien is weergegeven in figuur 5. In figuur 7 en figuur 8 staan de twee raaien op resp. veengrond en zandgrond uitgetekend met de aanduiding van de buizen en piketten. In bijlage 2 staat beknopt de bodembeschrijving en de diepte van de filters vermeld.

4.3. doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd op de percelen waar zich ook de raaien bevinden, die dienen voor het meten van de relatie tussen slootwaterstand en grondwaterstand. Alle lagen van het bodemprofiel zijn gemeten: het opgebrachte zanddek, de veenlaag, de ingespoelde humuslaag in de zandondergrond en de zandondergrond beneden de "podzollaag" zelf.

Van de veenlaag is zowel de verticale als de horizontale doorlatendheid gemeten. Bij de zandlagen is er van uitgegaan dat ze isotroop doorlatend zijn.

Bij de doorlatendheidsmetingen zijn de boorgatenmethode, de piëzometer-methode en de tubemethode gebruikt. De boorgatenmethode levert vooral de horizontale doorlatendheid evenals de piëzometer-methode. De tubemethode is geschikt voor het meten van de verticale doorlatendheid.

4.4. waterkwaliteit

Voor het meten van de waterkwaliteit zijn EC- en pH metingen verricht. De elektrische geleidbaarheid is gemeten met een door batterij gevoede geleidbaarheidsmeter. De elektrische geleidbaarheid van een vloeistof is de inverse waarde van de specifieke weerstand van een kubus water ter grootte van 1 cm³.

De pH metingen zijn uitgevoerd met een door een batterij gevoede pH-meter. De pH kan een indruk geven van de direkte invloed van regenwater op de waterkwaliteit. Regenwater heeft een pH van 4,5. Een hoge pH duidt op een sterke algengroei (hoge pH ten gevolge van opname van koolzuurgas voor fotosynthese van algen).

Overigens zijn de EC- en pH metingen voornamelijk gedaan om verschillen in waterkwaliteit tussen het gebied van onderzoek en de aangrenzende natuurgebieden na te gaan. Ook binnen de natuurgebieden kan de waterkwaliteit aanzienlijk uiteenlopen.

In het gebied van onderzoek zijn veel monsters genomen om na te gaan of er een invloed te bespeuren valt van een stroming uit de natuurgebieden. De meeste monsters zijn genomen aan de noordkant van het gebied omdat dit het verst van de bemaling afligt en dus de meeste differentiatie in waterkwaliteit zal vertonen. Bij de bespreking van de resultaten zijn ook bemonsteringen door het zuiveringschap West-Overijssel in de beschouwing betrokken.

4.5. waterpassing

Bij de waterpassing is uitgegaan van een vast punt in de gemeente Wanneperveen.

Om buis 4 op te nemen is geen doorgaande waterpassing verricht van Wanneperveen naar buis 4, maar is gebruik gemaakt van het referentieniveau dat gevormd wordt door de waterspiegel in de Haagjesgracht die langs de Lozedijk loopt.

Op figuur 9 staat aangegeven welke route bij het waterpassen is gevolgd.

V Gegevens verkregen uit veldwerk.

5.1. bodem

Bij het zetten van de buizen is gelet op de aard van de veenlaag die op verschillende plaatsen voorkwam. Geconstateerd werd dat de toestand waarin de veenlaag verkeert binnen een perceel enigszins en tussen de percelen onderling sterk kan variëren.

In het studiegebied komt voor het overgrote deel rietzeggeveen voor. Dit veen is overal gerijpt. Soms zijn op een perceel de plantenresten nog duidelijk herkenbaar en is het veen rood/bruin, terwijl elders amorf veen voorkomt. Dit is bruin/zwart veen waar weinig of geen herkenbare plantenresten voorkomen. De lucht is dan toegetreden en het veen is aangetast door chemische en biologische processen. Het wordt dan op den duur omgezet in een amorfe, modderachtige humus. Het amorfe veen is ontstaan door recente vertering na 1965 toen het studiegebied onderbemalen werd. Onder 5.3. wordt verslag gedaan van doorlatendheidsmetingen in het amorfe veen. Hierbij bleek de verticale doorlatendheid zeer klein te zijn. De horizontale doorlatendheid is iets groter. Te verwachten valt dat het veen dat niet in amorfe toestand verkeert, een grotere doorlatendheid heeft. De doorlatendheid van dit veen is echter niet gemeten. Feitelijk had dit wel moeten gebeuren. Omdat allerlei overgangstoestanden naar amorf veen mogelijk zijn, zou dit echter uitgebreid veldonderzoek vergen.

In de natuurgebieden komt door de hoge waterstanden onder een gerijpte bovenlaag ongerijpt veen voor. Omdat hier een afwisseling van verlande trekpaten en zetwallen voorkomt, zal de doorlatendheid plaatselijk sterke verschillen vertonen.

5.2. grondwaterstanden

Hieronder staan in tabel 2 de gegevens van potentiaalbuisopnamen vermeld. Deze gegevens dienen voor het bestuderen van de relatie tussen grondwaterstand in het studiegebied en grondwaterstand in de omgeving.

Tabel 2: Potentiaalbuisgegevens in cm -N.A.P.

buisnr.	top basis (cm -N.A.P.)	maaiveld (m -N.A.P.)	data								
			28/2*	13/3	18/3*	25/3	1/4*	15/4*	22/4	29/4*	6/5
1	49	± 0.50	103		99		97	101		101	
2	60	± 0.45	104		103		102	105		103	
3	70	± 0.55	108(?)		107		106	108		106	
4	36	± 0.20	98	89	97(?)	98	94	98	95	96	100
5	41	± 0.60	100		98		92	97		98	
6	71	± 0.80	103		97		88	96		96	
7	61	± 0.45	114	106	113		112	113		111	
8	40	± 0.45	115		114		112	115		114	

buisnr.	data					gemiddelde stijghoogte der data gemerkt met *
	13/5	27/5*	30/5	3/6	19/6	
1	109	103			100	102
2	110	102			99	104
3	112	103				107
4	104	98	90	92	94	98
5	105	99				99
6	115	107			98	101
7	117	108	99	103	104	113
8	117	109			106	114

* gemiddelde grafisch bepaald uit verloop stijghoogtelijnen.

(?) cijfers geïnterpoleerd, niet waargenomen.

buisnr. 4 is buis midden raai Lozedijk (zie tabel 4)

buisnr. 7 is buis west diep raai Reënweg (zie tabel 3).

Tabel 3: Gegevens buizen en piketten in raai A in cm -N.A.P.

	cm -N.A.P.		data													
buis	top buis maaiveld		28/2	13/3	25/3	1/4	15/4	22/4	29/4	6/5	13/5	27/5*	30/5	3/6	5/6	19/6
west diep	61	51	114	106		112	113		111		117	108	99	103		104
west	63	51	113	105	115	110	113	111	112	114	116	108	100	104	102	104
midden	61	47	115	106	115	111	114	111	112	114	118	109	101	103	102	104
oost	60	42	118	108	115	111	114	112	113	115	119	109	101	104	102	104
piket	meetpunt piket															
west	34		58	57	64	64	64	66	70	78	81	81	81	81	81	81
oost	60		116	113	117	115	116	115	115	117	120	108	103	104	104	104

Tabel 4: Potentiaalbuisgegevens en gegevens van piketten in raai B in cm -N.A.P.

buis	cm -N.A.P.		data												
	top	buis maaiveld	28/2	13/3	25/3	1/4	15/4	22/4	29/4	6/5	13/5	27/5*	30/5	3/6	19/6
west	40	23	101	91	100	96	99	97	98	101	105	99	90	93	95
midden	36	20	98	89	98	94	98	95	96	100	104	98	90	92	94
oost	49	20										(97)	89	92	95
piket	meetpunt piket														
west	100		114		117	116	116	115	116	116	117	109		104	104

() : afgelezen 8 uur na plaatsing buis.

27/5* : water ingelaten vanaf deze datum.

De gegevens van de potentiaalbuizen en piketten in sloten, die staan in twee raaien op twee percelen voor het onderzoek naar de relatie tussen grondwaterstand en slootwaterstand, staan vermeld in tabel 3 en tabel 4.

De gegevens betreffende de hoogten van de peilen in de natuurgebieden, het Belter Wijde en het Kiersche Wijde, en in het landbouwgebied staan vermeld in tabel 5.

Het betreft hier waarden die zijn afgelezen op de peilschalen bij de gemalen (zie figuur 4) en gecorriceerd zijn voor de afwijking van de verrichte waterpassing.

Tabel 5: Gecorriceerde waarden afgelezen op de peilschalen bij de gemalen van het Belter Wijde en het Kiersche Wijde in cm -N.A.P.

peilschaal	data								Toegepaste correctie*
	28/2	18/3	1/4	15/4	29/4	13/5	27/5	19/6	
gemaal I boezem		80	76	77	77	86	76		-
gemaal II boezem**	69	77	70	71	70	80	69	73	+2,1
gemaal II landb.						160	148	149	-1,3
gemaal III boezem***	70	73	70	71	70	80	73	75	+6,4
gemaal III landb.						145	127	161	+5,9

*: gemaal I boezem niet gecorrigeerd

correctie + wil zeggen hoger waterpeil dan afgelezen

correctie - wil zeggen lager waterpeil dan afgelezen

** : gemaal Belter Wijde aan de Schutsloot

***: gemaal Kiersche Wijde.

5.3. doorlatendheidsmetingen.

De doorlatendheidsmetingen zijn verricht op de percelen waar ook de buizen staan voor het meten van de relatie tussen slootwaterstand en grondwaterstand.

In tabel 6 staan de diverse gemeten waarden van de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen vermeld.

Ook wordt vermeld welke methode van meting gebruikt is. De cijfers met (L) betreffen metingen op het perceel aan de Lozedijk bij raai B. De overige cijfers betreffen metingen op het perceel aan de Reënenweg (bij raai A).

Tabel 6. Resultaten van doorlatendheidsmetingen in het gebied van onderzoek in m/etm.

gebruikte methode	auger hole	inversed auger hole	tube methode	piezometer
K- waarde				
zanddek 30 à 40 cm		1,48		
veenlaag ca. 40 cm		0,04 0,08 0,114	0,01 0,006	
podzol in zandondergrond	0,25 0,17			
zandondergrond			1,75 (L) 1,18 (L)	2,09 2,09 (L)
zandlaag boven de podzol in de zandgrond aan de Lozedijk		0,19 (L) 0,42 (L) 0,38 (L)		

5.4. pH en E.C. - waarden.

De punten waar de pH en de E.C. - waarde is opgenomen staan vermeld op figuur 10.

De gevonden waarden staan vermeld in tabel 7.

Tabel 7. pH en E.C. - waarden van het open veld op punten aangegeven op kaart

Punt	Omschrijving punt	pH	E.C. (in μ mhos/cm bij 25°C.)
1	smal slootje landbouwgebied	7,1	570
2	brede waterloop Belter Wijde	7,5	500
3	slootje Belter Wijde langs weg	6,4	400
4	laagte met regenwater	5,7	108
5	diepere slenk	6,4	235
6	sloot aan rand rietland	7,2	450
7	slootje Belter Wijde langs weg	7,0	350
8	grenssloot B.W.-landbouwgebied	6,0	250
9	breed open water landbouwgebied	7,3	670
10	sloot landbouwgebied	7,1	580
11	sloot intensief bemest perceel	7,1	1000
12	sloot landbouwgebied	7,0	550
13	sloot landbouwgebied	8,0	420
14	sloot landbouwgebied	7,8	580
15	sloot landbouwgebied	7,1	600
16	sloot landbouwgebied	6,5	640
17	Haagjesgracht	7,5	560
18	slootje Kiersche Wijde	6,8	390
19	sloot landbouwkant gemaal	7,1	600
20	brede waterloop Kiersche Wijde	7,4	550
21	afwateringsloop naar gemaal langs Reënweg	6,9	650

VI. Gegevens uit andere bronnen.

6.1. waterverzet dieselgemaal.

De technische dienst van het waterschap Vollenhove verschaftte de volgende informatie over het waterverzet van het dieselgemaal dat het gebied bemaalt waarin ook het gebied van onderzoek ligt. De opvoerhoogte van het gemaal is ca. 70 cm.

bemalen gebied	256 ha
capaciteit	23 m/min
gasolieverbruik	3,012 l/u

verbruikte gasolie:	1967	6.250 liter	
	1968	8.800 liter	
	1969	12.240 liter	
	1970	12.950 liter	
	1971	8.930 liter	
	1972	11.340 liter	
	1973	10.740 liter	
	1974	12.607 liter	————→ 16.000 m ³ /etm.
	1975	10.840 liter	
	1976	11.453 liter	
	1977	13.058 liter	
	1978	15.255 liter	
	1979	16.905 liter	————→ 20.000 m ³ /etm.

- de capaciteitsmeting van de gemalen heeft vermoedelijk plaatsgevonden in proefopstelling
- de gasolie-verbruiken zijn gemeten op 8 december 1965 ?
- de peilen die in 1967 en 1968 gehandhaafd werden lagen wat hoger dan de peilen in 1969 en later. Dit verklaart het lagere gasolie-verbruik. }

6.2. Waterkwaliteit.

Door het zuiveringschap West - Overijssel werd informatie verschaft over de kwaliteit van het oppervlaktewater in het gebied van het zuiveringschap over de periode april 1979 tot oktober 1979.

De bemonstering op enkele punten is van belang voor dit onderzoek. Met name de kwaliteit van het oppervlaktewater en Belter Wijde en Kiersche Wijde.

In het Kiersche Wijde is slechts een éénmalige bemonstering verricht op 2-6-'78. De resultaten van deze bemonstering worden vergeleken met een bemonstering op hetzelfde tijdstip in de Venematen. Dit is een geïsoleerd gedeelte van het Belter Wijde en heeft daarom een betere waterkwaliteit dan het grote open water van het Belter Wijde. In tabel 8 wordt het gemiddelde analyseresultaat van 6 bemonsteringen in de periode april 1979 - oktober 1979 op het monsterpunt K 125 (Beulaker Wijde, Belter Wijde, stroomduiker in weg Ronduite - Blauwe Hand) vermeld. Daaronder wordt het analyseresultaat van de eenmalige bemonstering in het Kiersche Wijde en de Venematen op 2-6-'78 gegeven.

Uit tabel 8 kan de indicatie gehaald worden dat de waterkwaliteit in het Kiersche Wijde wat minder goed is dan de waterkwaliteit in de Venematen, maar ook dat de waterkwaliteit van het Kiersche Wijde beter is dan die van het Belter Wijde. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat het Kiersche Wijde verder verwijderd is van de inlaatpunten van de Wijden in het waterschap Vollenhove. Overigens zijn te winig monsters genomen om vaststaande uitspraken te kunnen doen.

Niet vermeld in de tabel is de sterke zuurstofverzadiging overdag en de hoge pH van het water in het Belter Wijde bij monsterpunt K 125. Dit is het gevolg van sterke algengroei in het Belter Wijde. Niet bekend is of ook in het Kiersche Wijde de algengroei groot is.

02/2

Tabel 8. Analyseresultaten van bemonsteringen in Belter Wijde, Venematen en Kiersche Wijde

Monster- punt	datum bemonste- ring	B.Z.V. $\frac{20}{5}$ mg Op /l	tot. Kjeld mg N/l	NH ₄ mg N/l	NO ₂ + NO ₃ mg N/l	tot. PO ₄ mg P/l	Cl $\frac{Cl}{L}$ mg Cl /l	soort bemonstering
K 125	apr./okt '79	13	3,0	0,3	0,4	0,14	51	gem. v. 6 bem.
Venematen	2-6-'78	7	2,0	0	0,1	0,07	69	eenmalige bem.
Kiersche Wijde	2-6-'78	6	2,3	0,2	0,1	0,09	51	eenmalige bem.

B.Z.V. $\frac{20}{5}$ is het biochemisch zuurstofverbruik in 5 dagen.
 tot. Kjeld mg N/l is totaal Kjeldahl stikstof.

* bem. betekent bemonstering.

6.3. Neerslag- en verdampingscijfers.

De cijfers van neerslag en verdamping zijn verkregen uit waarnemingen te Giethoorn, Dedemsvaart en Lelystad. De neerslaggegevens kwamen uit Giethoorn. Voor de cijfers van verdamping (volgens Penman) is het gemiddelde genomen van de berekende cijfers van Lelystad en Dedemsvaart. In bijlage 3 staan de gebruikte cijfers vermeld.

VII. Bewerking en interpretatie van de gegevens.

7.1. tijdstijghoogtelijnen.

Met behulp van gegevens over stijghoogten in de buizen 1 t/m 8 (tabel 2) zijn tijdstijghoogtelijnen van iedere buis getekend op figuur 11. Behalve deze tijdstijghoogtelijnen zijn ook de peilen van het Belter Wijde, het Kiersche Wijde en het slootpeil in het studiegebied aangegeven. Het slootpeil in het studiegebied betreft het gemeten slootpeil bij de raai aan de Reënweg (zie tabel 3). De peilen van het Belter Wijde en Kiersche Wijde zijn gemeten bij de gemalen II en III (tabel 5 en figuur 4).

Ten aanzien van de stijghoogtelijnen van de buizen 4 en 7 kan het volgende opgemerkt worden. Deze buizen zijn frequenter waargenomen dan de overige buizen. Daarom wijkt hun verloop nogal af. Met potlood (gestippelde lijn) zijn ze gecorrigeerd voor het geval de data van waarneming zou samenvallen met de data van de overige buizen. Verder dient opgemerkt te worden dat vanaf 27/5 water werd ingelaten in het studiegebied. Aan de hand van het verloop van de tijdstijghoogtelijnen wordt zoveel mogelijk puntsgewijs opgemerkt over de hydrologische aspecten van het gebied. Daarna volgt een korte samenvatting.

- De stijghoogten van alle buizen vertonen relatief weinig fluctuaties. Alleen kort na hevige regenval komen uitschieters voor die echter ook snel verdwenen zijn. (buizen 4 en 7). Dit is een indicatie dat de afvoerintensiteit van het studiegebied groot is. De buizen in de natuurgebieden hebben in het algemeen een iets groter fluctuatie.
- De stijghoogten in de buizen aan de rand van het studiegebied (2 en 4) liggen in het algemeen hoger dan de stijghoogten in de buizen in het centrum van het gebied (3 en 7). Bij een slootpeil dat overal hetzelfde is, wijst dit op kwel.
- De buizen in de natuurgebieden (11 en 6) hebben in de winter niet een stijghoogte die duidelijk hoger ligt dan in de zomer. Dit zou wel verwacht worden omdat de verdamping in de winter klein is. Dit wijst op wegzijging.

Samenvattend kan gesteld worden dat in de huidige situatie een kwelstroom van natuurgebieden naar studiegebied gaat. Om dat de buizen in de zandondergrond staan is vooralsnog niet precies te zeggen wat dit betekent voor de vochthuishouding van het veen. Door de slechte doorlatendheid van de overgangslaag naar de zandondergrond wordt het effect van wegzijging afgezwakt. Dit blijkt uit meerdere onderzoeken (zie ook Smit en v.d. Perk, 1975, en Huysmans en Zwietering, 1979). Voor concrete uitspraken zijn waarnemingen nodig in het veen van de natuurgebieden.

7.2. Isohypsens (fig. 12).

Met behulp van de gegeven stijghoogten in de buizen zijn isohypsens (lijnen van gelijke stijghoogten) getekend. Het betreft hier de stijghoogte van het water in het bovenste pakket matig fijn zand van de zandondergrond. De isohypsens geven een idee van de richting van de grondwaterstroming. Deze is loodrecht op de isohypsens.

7.3. Verband slootpeil - grondwaterstand.

In sommige polders doet zich het verschijnsel voor dat er slechts een gering of in het geheel geen verband bestaat tussen het slootpeil en de grondwaterstand. Dit verschijnsel kan zich voordoen bij zwaardere kleigronden en bij zeer fijnzandige gronden terwijl men het ook aantreft in veengebieden. De oorzaak kan zowel liggen bij de slechte doorlatendheid van de grond als bij een slecht doorlatende zône direct langs de sloot. Dit laatste geval wordt wel aangeduid als "slootkanteffect".

In het studiegebied kunnen bij het verband tussen slootpeil en grondwaterstand de eigenschappen van de veenlaag alsmede de doorlatendheid van de zandondergrond een belangrijke rol spelen.

Met doorlatendheidsmetingen is een indruk verkregen van de doorlatendheid van zowel de veenlaag als de zandondergrond (zie 5.3).

Uit een verhanglijn van het grondwater kunnen ook aanwijzingen verkregen worden. Bij een slechte doorlatendheid van de grond zal de verhanglijn vanaf de sloot het perceel in een steil maar regelmatig verloop tonen. Bij het "slootkanteffect" zal de verhanglijn van het grondwater vanaf de sloot het perceel in, steil maar onregelmatig verlopen. (Sonneveld, 1954). De vorm van de verhanglijn is te construeren uit stijghoogten in buizen die in een raai loodrecht op de sloot staan.

In het studiegebied staat een raai buizen op veengrond (op een perceel langs de Reënweg, raai A) en een raai buizen op zandgrond (op een perceel langs de Lozedijk, raai B).

Een profielschets van de beide percelen met raaien staat aangegeven op de figuren 7 en 8. In raai A staan de buizen (drie buizen) van west naar oost tussen een greppel die niet onder invloed staat van de bemaling en een sloot die wél onder invloed staat van de bemaling.

De filters van de buizen staan in de podzollaag van de zandondergrond. Om kwel of wegzijging te meten is bij de buis west een diepere buis met de filter in de zandondergrond beneden de podzollaag geplaatst. Dit is buis 7 en tabel 2. Deze staat niet aangegeven op figuur 7.

In raai B (fig. 8) waren oorspronkelijk twee buizen geplaatst van oost naar west loodrecht op de sloot aan de westkant van het perceel. Toen bleek dat de Haagjesgracht en het Kiersche Wijde vermoedelijk ook een rol speelden bij de grondwaterstroming in het perceel is nog een buis aan de oostkant van het perceel geplaatst valk bij de ondiepe greppel die daar ligt om wat meer te kunnen zeggen over de kwelstroom onder de Lozedijk door. Deze buis was echter te laat geplaatst om goe gebruik van de waarnemingen te kunnen maken. Verhanglijnen van beide raaien zijn getrokken op de figuren 7 en 8. Deze verhanglijnen vertegenwoordigen extreme situaties.

Eerst wordt het verloop van de verhanglijn in raai A besproken. Daarna het verloop in raai B. Tot slot worden de belangrijkste punten samengevat.

Raai A: de vorm van de verhanglijnen tussen de greppel en buis west is hypothetisch en gebaseerd op het feit dat de bodem van de greppel slecht doorlatend is. Dit laatste blijkt uit het feit dat in het voorjaar lang water in de greppel blijft staan bij overigens lage grondwaterstanden. De hoge waterstanden in de greppel worden ook in belangrijke mate veroorzaakt door oppervlakkige afvoer van het perceel boven de slecht doorlatende veenlaag.

Eén verhanglijn is getekend in de tijd dat water in het studiegebied ingelaten werd. De twee overige verhanglijnen geven de hoogst gemeten grondwaterstand en de laagst gemeten grondwaterstandaan in de periode dat geen inlaat van water plaatsvond. Uit de drie verhanglijnen blijkt dat er een nauw verband bestaat tussen slootwaterstand en grondwaterstand. De verhanglijn van het grondwater stijgt in geen gevallen steil op vanaf de sloot het perceel in. De grondwaterstand komt niet beneden de slootwaterstand, ook niet als het slootpeil opgezet is.

raai B: Op fig. 8 zijn verhanglijnen van dezelfde data ingetekend als op figuur 7. Het verschil met de verhanglijnen ingetekend op fig. 7 wordt gevormd door een verschil tussen grondwaterstand en slootwaterstand dat tenminste 9 cm bedraagt.

Hier kunnen 2 factoren een rol spelen:

? } Enerzijds is de gemeten doorlatendheid van de zandondergrond aan de Lozedijk wat kleiner dan die gemeten aan de Reënweg. (ca. 1 m/etm. tegen ca. 5 m/etm.) Anderzijds speelt de aanwezigheid van het Kiersche Wijde en de Haagjesgracht een rol. Een continu doorgaande kwelstroom kan zorgen voor een hogere grondwaterstand. Ook bij aanwezigheid van kwelinvloed kan gesteld worden dat er een duidelijk verband is tussen slootwaterstand en grondwaterstand op de zandgronden en op de veengronden waar de onderkant van de veenlaag ligt in de buurt van de ontwateringsbasis.

7.4. Drainageweerstanden van natuurgebieden en landbouwgebied.

Om de stroming in de zandondergrond van natuurgebieden naar het landbouwgebied te berkenen op basis van peilverschillen is het noodzakelijk in de daarvoor gebruikte formules een drainageweerstand in te voeren.

Deze drainageweerstand is in het natuurgebied anders dan in het landbouwgebied. Voor het landbouwgebied is de waarde van de drainageweerstand redelijk te benaderen via berekening. Voor de natuurgebieden is dit moeilijker omdat slootafstand, slootdiepte en doorlatendheid van de veenlaag niet voldoende bekend zijn. Door de situatie te vergelijken met die in het landbouwgebied is de drainageweerstand globaal te schatten.

De drainageweerstand van het studiegebied wordt eerst berekend. Deze zal niet veel afwijken van de drainageweerstand van de landbouwgronden in de omgeving.

De drainageweerstand van het oostelijk deel van het studiegebied is eenvoudig te berkenen omdat hier zandgronden liggen. De formule waarvan uitgegaan wordt, is:

$$S = \frac{8 k d m_0}{L^2} \quad (\text{Hooghoudt})$$

Hierin is : s: de waterafvoer (m/dag)

k: de doorlaatfactor (m/dag)

d: de equivalentfactor v.h. doorstromende pakket (m)

m_0 : het hoogteverschil tussen het grondwaterstand midden op het perceel en de slootwaterstand (m)

L: de afstand tussen de sloten.

Voor de berekening van de drainageweerstand wordt deze formule in de volgende vorm gebruikt:

$$\frac{m_0}{s} = \frac{L^2}{8 k d} = 4$$

Voor L wordt 40 (m) ingevuld. K is ongeveer 1m/etm. d is bij een natte omtrek van de sloot van 1,5 m ongeveer 4,8.

De drainageweerstand wordt dan: $\frac{1}{4} \approx 40$ dagen.

Hierbij is geen rekening gehouden met het pakket grovere zand beneden het pakket matig fijn zand dat ca. 4 m dik is. In de praktijk wordt dit wel meer gedaan als L niet te groot is. Als L groot is gaat de stroming in het diepere pakket een belangrijke rol spelen.

In het westelijk deel van het studiegebied komt veen voor. Bij de berekening van de grootte van de drainageweerstand is deze veenlaag vooral van belang als deze beneden de ontwateringsbasis voorkomt. De doorstroomde dikte van de veenlaag vormt dan een extra weerstand. De weerstand van de veenlaag gaat een rol spelen als het veen dieper dan 60 à 70 cm - m.v. voorkomt. Tegen het Belter Wijde aan komt het veen voor tot op een diepte omstreeks 1m - m.v., dat is 1,50 à 1,60m -N.A.P. Bij een slootpeil van 1,15m -N.A.P. geeft dit een doorstroomde dikte van zo'n 40 cm. Bij de drainageweerstand komt dan een waarde van $\frac{d}{k} = \frac{0,40}{0,01} = 40$ etmalen.

waarbij d: doorstromende dikte van het freatisch vlak tot het vlak door de bodem van de sloten

en k: de doorlatendheid van deze laag.

De drainageweerstand bedraagt hier dus ca. 80 etmalen.

Samenvattend wordt gesteld dat de drainageweerstand in het landbouwgebied tussen de 40 en 80 etmalen ligt, afhankelijk van het feit of het zand- dan wel veengrond betreft. In de natuurgebieden is de drainageweerstand moeilijker te schatten. Niet alleen omdat de slootafstand en de slootdiepte nauwelijks bekend zijn maar ook omdat de drainageweerstand binnen het natuurgebied sterk kan variëren door de gevarieerde opbouw van het gebied.

Op grond van de volgende argumenten mag voor het Belter Wijde aangenomen worden dat de drainageweerstand aanzienlijk hoger ligt dan in het landbouwgebied:

- de veenlaag reikt tot een grotere diepte dan in het landbouwgebied. Tot zo'n 1,60 à 2,00 m -N.A.P. Bij een boezempeil van ca. 0,75 m - N.A.P. betekent dit een doorstroomde dikte van de veenlaag van ca. 1 meter. De betekenis hiervan voor de drainageweerstand hangt sterk af van de doorlatendheid van de veenlaag. Aannemelijk is dat d/kv ligt tussen de 50 en 100 etm.

Vaak zullen sloten niet tot de zandondergrond reiken omdat de veenlaag vrij dik is. De sloten krijgen bovendien niet het onderhoud dat de sloten wel krijgen. Vaak zullen ze dus gedeeltelijk verland zijn. De radiale weerstand van de sloot wordt dan aanzienlijk groter. Om een idee te krijgen van de orde van grootte wordt deze als volgt berekend:

Stel dat de doorlatendheid van de laag waarin de slootbodem ligt 0,1 m/etm. (k_1) bedraagt. Stel dat de dikte van de laag onder de slootbodem 0,2 m (a) is en de natte omtrek van de sloot 2,5 m (u) is. De doorlatendheid van de zandondergrond is op 1 m/etm gesteld (k_2). De volgende formule kan dan gebruikt worden omdat $k_2/k_1 < 20$ (Ernst, 1964):

$$k_1 W_{\text{rad}} = k_1 W^1 + \frac{1}{\pi} \ln \frac{\pi a}{4u}$$

($k_1 W^1$ moet in bijlage ? opgezocht worden). ✓

Invullen levert op: $W_{\text{rad}} \approx 2$ (etm./m).

Het aandeel van de radiale weerstand in de totale drainageweerstand kan berekend worden uit $\Delta h = N.L. W_{\text{rad}} \rightarrow \frac{\Delta h}{N} = L W_{\text{rad}} = 40 \times 2 = 80$ dagen (etm.)

In deze formule is L de slootafstand in het natuurgebied.

De totale drainageweerstand wordt berekend uit de som van verticale, horizontale en radiale weerstand. De eerste termen in het rechterlid staat voor de verticale stroming, de tweede term staat voor de horizontale stroming en de derde term voor de radiale stroming.

$$\frac{m_0}{s} = \frac{d}{k_v} + \frac{L^2}{8kD} + L.W. \quad (\text{Ernst, 1964})$$

d = doorstroomde dikte veenlaag (m)

k = doorlaatfactor doorstroomde dikte veenlaag (m/etm.)

L = slootafstand in meters

k_2 = doorlaatfactor zandondergrond (m/etm.)

D^2 = dikte doorstroomde pakket

W = radiale weerstand sloot.

De afzonderlijk gevonden waarden voor de weerstand worden dus gewoon opgeteld; $\frac{d}{k_v}$ ligt tussen de 50 en 100 etm.; $\frac{L^2}{8k_2 D}$ is niet meer dan

10 etm.; $L.W.$ is ongeveer 80 etm.

In het vervolg worden bij de berekeningen de volgende waarden voor de drainageweerstanden aangehouden:

$J_L = 75$ (etm.) is de drainageweerstand van het landbouwgebied.

$J_{kW} = 75$ (etm.) is de drainageweerstand van het Kiersche Wijde. Hier zijn veel goed onderhouden sloten terwijl slechts een dunne veenlaag of geen veenlaag voorkomt aan de westkant tegen de Lozedijk aan.

$J_{BW} = 150$ (etm.) is de drainageweerstand van het Belter Wijde.

7.5. KD - waarde uit waterbalans.

In het gebied is geen pompproef uitgevoerd om de KD - waarde van het watervoerend pakket en de C- waarde van een eventueel aanwezige slecht doorlatende Eemienlaag na te gaan. Het is echter mogelijk om uit de waterbalans van de polder waarin het studiegebied ligt de kwelstroom te berekenen vanuit omliggende gebieden (figuur 5). Daarmee kan ook een uitspraak gedaan worden over de KD - waarde van het watervoerend pakket.

Omdat de gegevens over het waterverzet van het gemaal aan de Schutsloot (gemaal II) bekend zijn is het mogelijk een waterbalans op te stellen voor het bemalen gebied. De KD - waarde kan als onbekende factor in de vergelijking opgelost worden.

De waterbalans ziet er als volgt uit:

$$N - V + K = A \quad (\text{waarbij } \Delta B = 0)$$

N = de neerslag in een jaar

V = de verdamping

K = de hoeveelheid kwelwater

A = de afvoer, gemeten door het gemaal

B = de verandering van de berging.

De waterbalans is berekend voor het jaar 1979 omdat toen geen inlaat van water plaatsvond.

De neerslagcijfers betreffen metingen van de neerslag in Giethoorn. Voor de verdamping is het gemiddelde genomen van de cijfers van de KNMI - stations te Lelystad en te Dedemsvaart. Dit is de open water verdamping.

K is berekend a.d.h.v. de peilverschillen van het bemalen gebied met de omgeving. Deze post wordt als sluitpost met invulling van een passende KD - waarde berekend.

A is het waterverzet van het diesel gemaal. Hiervoor zijn twee waarden aangehouden omdat over de nauwkeurigheid van de opgave van het waterverzet te weinig bekend is.

Uit de volgende gegevens is het neerslagoverschot (N - V) berekend:

$$N = 777 \text{ mm}$$

$V \sim E \text{ pot} = 620 \text{ mm}$. Dat hier de open waterverdamping is genomen i.p.v. de gewasverdamping maakt voor het uiteindelijk resultaat van de berekening weinig uit omdat het waterverzet zeer groot is.

$$N - V = 157 \text{ mm}; \text{ Bij een oppervlakte van } 256 \text{ ha is dit } 4 \cdot 10^5 \text{ m}^3.$$

Het waterverzet van het gemaal volgens opgave in 1979 (zie 6.1.):

bemalen gebied	: 256 ha
capaciteit	: 23 m ³ /min.
gasolieverbruik	: 3,012 l/u.
gasolieverbruik in 1979	: 16.905 liter
alternatieve waarde gasolieverbruik	: 12.000 liter

De alternatieve waarde van het gasolieverbruik ligt lager dan het opgegeven verbruik omdat bij onnauwkeurigheid van gegevens over het dieselgemaal het waterverzet eerder lager zal liggen dan hoger i.v.m. slijtage.

Resultaat:

Aantal m³ waterverzet dieselgemaal in 1979 (± 17.000 liter gasolieverbruik): $77 \cdot 10^5 \text{ m}^3$

Aantal m³ waterverzet bij een gasolieverbruik van 12.000 liter:
 $55 \cdot 10^5 \text{ m}^3$.

Voor K geldt: $K = 73 * 10^5/\text{jaar} = 20.000 \text{ m}^3/\text{dag}$
 $K = 55 * 10^5/\text{jaar} = 15.000 \text{ m}^3/\text{dag}.$

De berekening van K gaat als volgt:

De peilverschillen van het bemalen gebied met de omgeving is:

- a₁. grens met Belter Wijde over een lengte van 1000m : 0,42m
- a₂. grens met Belter Wijde over een lengte van 3300m : 0,70m
- b₁. grens met Kiersche Wijde over een lengte van 900m : 0,42m
- b₂. grens met Kiersche Wijde over een lengte van 650m : 0,70m
- c. grens met Meppeler Diep over een lengte van 3000m : 1,40m
- d. grens met kanaal tussen Belter Wijde en 450m : 0,70m.
Meppeler Diep. Dit kanaal heet de Beu-
kersgracht.

De breedte van het bemalen gebied blijkt later ook van belang te zijn.

Eerst wordt voor elk van de punten a t/m d het debiet uitgerekend dat per m¹ de grens passeert.

Daarna wordt elk debiet vermenigvuldigt met de bijbehorende grenslengte.

Voor het uitrekenen van de debieten worden de volgende formules gehanteerd:

$$\begin{aligned}
 a_1 \text{ en } a_2 : \Delta H &= \frac{q_o}{\beta_L} + \frac{q_o}{\beta_{BW}} \\
 b_1 \text{ en } b_2 : q_o &= \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{2 + B/\lambda_L} \\
 c \text{ en } d : \Delta H &= q_o \cdot w + \frac{q_o \cdot B}{K.D.} + \frac{q_o}{\beta_L}
 \end{aligned}$$

Hierin is: ΔH = het peilverschil (in meters)

q_o = het debiet dat de grens van het bemalen gebied passeert (m³/m etm.)

$$\beta_L = \sqrt{K.D. \cdot (f_L + c)} \text{ (m/etm.)}$$

$$\beta_{BW} = \sqrt{K.D. \cdot (f_{BW} + c)} \text{ (m/etm.)}$$

$$\lambda_L = \sqrt{K.D. \cdot (f_L + c)} \text{ (m)}$$

B = de breedte van de dijk, weg of dijk en uiterwaarden (m)

w = de radiale weerstand (etm./m)

f_L = de drainageweerstand landbouwgebied en Kiersche Wijde (etm.)

f_{BW} = de drainageweerstand Belter Wijde (etm.)

c = de weerstand van het bovenste pakket dekzand. Deze waarde wordt verwaarloosd.

De waarden die ingevuld worden voor f_L en f_{BW} worden ontleend aan 7.4. Voor f_L wordt 75 genomen.

f_{BW} wordt op 150 gesteld. B wordt bij b_1 en b_2 op 10 gesteld, bij c op 70 en bij d op 15 (meters). De radiale weerstanden van het Mepelerdiep en de Beukersgracht zijn moeilijker te bepalen. De bodemgesteldheid onder deze wateren is niet precies bekend. Daarom wordt een getal gesteld op basis van vergelijking met de rivier de Aa (N. Br.) Dit getal wordt gesteld op 0,1 etmalen/meter.

Voor de rivier de Aa* werd een radiale weerstand van 0,08 etm./m gevonden onder de volgende omstandigheden (Ernst, 1962):

Onder de bodem van de** rivier de Aa ligt een zandpakket dat 2½ meter dik is. De K.D.-waarde van dat zandpakket bedraagt 1200 m²/dag. Het zandpakket bestaat van maaiveld tot 5 meter onder maaiveld uit fijn zand. Metingen in geroerde monsters leverden een doorlatendheid op van 4,5 m/etm. Onder deze laag komt grof zand en grond voor.

* tussen Gemert en Erp in het zuidwestelijk gedeelte.

**van dit gedeelte van de rivier.

De opbouw van de bodem rond het Meppelerdiep en de Beukersgracht is te vergelijken met die rond de rivier de Aa. Bovenin een pakket, dat hiet "matig fijn zand" genoemd wordt, met een dikte van ca. 4 meter. De doorlatendheid die hierin gemeten is bedraagt 1 à 2 m/etmaal. Daaronder kom grover zand. De diepte van het watervoerende pakket en de K.D.- waarde moeten hier als onbekend worden beschouwd.

9 * Het is mogelijk om uit de hiervoor gegeven formules en peilverschillen de kwelstroom naar het bemalen gebied te berekenen bij verschillende waarde voor K.D. Geprobeerd wordt zodanige waarde voor K.D. te kiezen dat de resulterende kwelstroom overeenkomt met het gegeven waterverzet van het dieselgemaal. Uit de gevonden K.D.- waarde kan afgeleid worden wat de invloed van een aanwezige Eemienlaag is.

Na het invullen van een K.D.- waarde van $1500 \text{ m}^2/\text{etm.}$ werd voor K (= hoeveelheid kwelwater) een waarde gevonden van $18900 \text{ m}^3/\text{etm.}$ Voor een K.D.- waarde van $1000 \text{ m}^2/\text{etm.}$ is K $15.600 \text{ m}^3/\text{etm.}$ en voor een K.D.- waarde van $2000 \text{ m}^2/\text{etm.}$ is K $21.400 \text{ m}^3/\text{etm.}$

Op basis hiervan kan gesteld worden dat bij het kiezen van een K.D.- waarde tussen de 1000 en $2000 \text{ m}^2/\text{etm.}$ de beschouwde kwelstroom overeenkomt met de gegevens van het dieselgemaal. Het is nu mogelijk om dit resultaat te vergelijken met gegevens over de geologische en geohydrologische opbouw (2.1.1. en 2.2.). Het gehele pakket tot 130 m beneden maaiveld kan een rol spelen in de grondwaterstroming. De mariene afzettingen beneden 130 m kunnen beschouwd worden als een ondoorlatende basis. In het pakket tot 130 m ligt een Eemienlaag die wel of niet afsluitend is. In het eerste geval gaat de grondwaterstroming via het eerste watervoerende pakket terwijl bij afwezigheid van een afsluitende Eemienlaag het gehele pakket als watervoerend beschouwd moet worden. Uit eerder gedaan hydrologisch onderzoek (zie 2.2.) bleek dat de K.D.- waarde van het watervoerende pakket rond de $100 \text{ m}^2/\text{etm.}$ ligt. Hiermee is echter niet de grote hoeveelheid kwel in de polder te verklaren.

Anderzijds ligt de gevonden K.D.- waarde van het totale watervoerende pakket dat hier op basis van eerder gedaan onderzoek gesteld kan worden op ca. $3500 \text{ m}^2/\text{etm.}$ (Landinrichtingsdienst. ca. $3000 \text{ m}^2/\text{etm.}$; Perk en Smit, 1975, ca. $4000 \text{ m}^2/\text{etm.}$).

De gevonden K.D.- waarde ligt laag omdat:

- a. In de berekeningen geen rekening is gehouden met het feit dat de polder smal is zodat midden in de polder de kwelstromen met elkaar interfereren. In de oplossing komen dan hyperbolische functies voor en K.D.- waarde valt hoger uit.
- b. Voor de Eemienlaag (hoewel niet afsluitend aanwezig) moet een c-waarde ingevoerd worden. Een variatie van deze c-waarde heeft grote invloed op de grootte van berekende kwelstroom.

Vanwege de Eemienlaag is er in feite sprake van een vierlagenpakket en moet de stroming met een computermodel gelijktijdig voor het ondiepe en diepe watervoerende pakket in rekening worden gebracht. In het kader van dit onderzoek was dit echter niet mogelijk en is de stroming berekend alsof deze geheel via het diepe watervoerende pakket plaatsvindt.

Nu wordt de waterbalans voor de polder opnieuw doorgerekend, rekening houdend met de onder a en b genoemde feiten. In de gebruikte formules wordt een term voor de hyperbolische functie gebracht. Voor KD wordt een waarde van 3500 m²/etm. ingevuld. De c-waarde van de Eemienlaag, die een grote invloed heeft op de uitkomst, wordt als enige onbekende parameter in de berekening van de waterbalans opgelost.

Stroming via het diepe watervoerende pakket.

Het bemalen gebied kan voor een groot deel beschouwd worden als een smalle polder met aan weerszijden langs de randen gebieden met een hoger peil.

In de oplossing komen hyperbolische functies voor.

De formules voor a₁, a₂, b₁, b₂, c en d moeten als volgt omgevormd worden:

$$a_1 \text{ en } a_2: \Delta H = \frac{q_o}{\beta_{BW}} + \frac{q_o}{\beta_L} * \operatorname{cotanh} (d/\lambda_L)$$

$$b_1 \text{ en } b_2: q_o = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{1 + \operatorname{cotanh} (d/\lambda_L)}$$

$$c: \Delta H = q_o \cdot w + \frac{q_o}{\beta} + \frac{q_o \cdot B}{KD} + \frac{q_o}{\beta_L} * \operatorname{cotanh} (d/\lambda_L)$$

d: de oorspronkelijke gebruikte formule blijft in ongewijzigde vorm gehandhaafd.

De legenda moet nu uitgebreid en enigszins gewijzigd worden.

$$\beta_L = \sqrt{KD/(\beta_L + c)} \quad (\text{m/etm.})$$

$$\beta_{BW} = \sqrt{KD/(\beta_{BW} + c)} \quad (\text{m/etm.})$$

$$\lambda_L = \sqrt{KD \cdot (\beta_L + c)} \quad (\text{m})$$

$$\beta = \sqrt{KD/c}$$

β_L = drainageweerstand landbouwgebied Kiersche Wijde (etm.)

β_{BW} = drainageweerstand Belter Wijde (etm.)

c = de weerstand van de Eemienlaag (etm.)

d = halve breedte van de polder (m)

λ_L = spreidingslengte, geeft aan hoever de kwelstroom de polder indringt (m)

w = radiale weerstand (etm./m)

B = breedte van de dijk en uiterwaarden (m)

ΔH = peilverschil in meters

q_o = het debiet dat de grens van het bemalen gebied passeert (m³/m, etm.)

? β = staat voor de verticale stroming vanuit het Meppelerdiep door de Eemienlaag.

Omdat de polder in de breedte varieert moet dezelfde formule soms meerdere malen bij verschillende waarden voor d gehanteerd worden. De waarden voor d met de bijbehorende randlengten en het peilverschil staan vermeld op bladzijde 29. Een speciaal geval betreft het deel van de polder tussen het Meppelerdiep en het Belter Wijde. In de polder is peil lager dan aan weerszijden van de polder. De peilen van het Meppelerdiep en het Belter Wijde ligt hoger. De kwelstroom is hier benaderd door voor het Meppelerdiep eerst uit te gaan van een peil dat gelijk is aan dat van het Belter Wijde en met de formule onder c de kwelstroom te berekenen. Vervolgens wordt apart voor het Meppelerdiep de kwelstroom ten gevolge van het hogere peil berekend. Ook dan wordt uitgegaan van de formule onder c met dien verstande dat de hyperbolische functie $\cotanh(d/\lambda_L)$ gesteld wordt op 1. Er vindt dan geen interferentie plaats.

Voor ΔH wordt het peilverschil genomen tussen Meppelerdiep en Belter Wijde (0,7 m). De gevonden oplossing waarbij de peilen in het Meppelerdiep en het Belter Wijde aan elkaar gelijk gesteld werden.

Invullen van een KD- waarde van 3500 en een c- waarde van de Eemienlaag van 50 etmalen geeft een kwelstroom door het diepe watervoerende pakket van ca. 16.000 m³/etm. Dit komt ongeveer overeen met de gegevens van het dieselgemaal.

Bij de berekeningen wordt in het vervolg uitgegaan van een KD- waarde van 3500 m²/etm. en een c- waarde van 50 etmalen voor de Eemienlaag.

7.6. Waterkwaliteit

Uit het onderzoek naar de waterkwaliteit onder 5.4 en 6.2 is een indicatie te krijgen over de waterkwaliteit in het studiegebied en de omgeving. Het Belter Wijde is op meerdere tijdstippen bemonsterd. Monsters zijn hier genomen op diverse plaatsen. Van het Kiersche Wijde is door het zuiveringsschap slechts 1 maal een monster genomen, terwijl het eigen onderzoek naar pH- en E.C. waarden slechts betrekking heeft op één datum. Een betere indicatie zou zijn verkregen door op meerdere tijdstippen monsters te nemen en dan niet alleen de E.C.-waarde maar ook de zoutgehalten, het zuurstofverbruik en het verzadigingspercentage afzonderlijk te bepalen. Omdat dit niet mogelijk was wordt uitgegaan van de indicaties die uit de beschikbare gegevens te destillieren zijn en worden de consequenties daarvan voor de inrichting nagegaan. Tevens worden de richtlijnen gegevens voor verdergaand onderzoek naar de waterkwaliteit.

Uit de beschikbare gegevens blijkt dat in het Belter Wijde een sterke algengroei plaats heeft. Dit is het gevolg van de rijkdom aan plantenvoedende stoffen maar ook andere factoren schijnen een rol te spelen. Dit blijkt uit het feit dat sommige wateren van het zuiveringsschap Vollenhove plantenvoedende stoffen wél rijkelijk aanwezig waren, maar geen overmatige algengroei geconstateerd werd.

Het gevolg van sterke algengroei is dat een grote variatie ontstaat in zuurstofgehalte en zuurgraad van het water. Met behulp van de onder 5.4 vermelde gegevens over eigen metingen van de pH, is het mogelijk een aanwijzing te krijgen of veel algen voorkomen in verschillende wateren.

De hoogste pH kwam voor bij de Blauwe Hand tussen Belter Wijde en Beulaker Wijde. De hier gevonden pH van 8,8 mag representatief geacht worden voor het grote open water van de Wijden. De pH gemeten in een waterloop die in open verbinding staat met het Belter Wijde (langs de Veldweg, punt 2) blijkt echter al beduidend lager te liggen. Verwacht mag worden dat, naarmate een waterloop meer geïsoleerd ligt t.o.v. het Belter Wijde, de waterkwaliteit beter is. De invloed van regenwater zal dan in belangrijke mate bepalend zijn voor de waterkwaliteit*. In laagten en geïsoleerd gelegen sloten worden de laagste pH. en E.C. waarden in het Belter Wijde gemeten (punten 4, 5, 7, 8, en 18)**. De waterkwaliteit in het studiegebied wordt voornamelijk bepaald door het intensieve landbouwkundige gebruik. Op de punten 9, 11, 21 en 22 kwamen de hoogste E.C. waarden voor. In het Kiersche Wijde zijn te weinig metingen gedaan om een duidelijke uitspraak te kunnen doen over de waterkwaliteit.

* Ideaal is oligotroof water. Dit water heeft een E.C. $< 100 \mu\text{S/cm}$

VV
** Toch lagen de E.C. waarden hier ~~alleen~~ ^{veel} boven de $100 \mu\text{S/cm}$. Een vegetatie van voedselarme milieus ~~kan~~ zich toch ontwikkelen omdat de vegetatie niet direct afhankelijk is van slootwater maar van voeding door grondwater.

Uit de pH- en E.C. metingen viel geen duidelijk verschil met de waterkwaliteit in het Belter Wijde te constateren. (Vergelijk punten 17 en 20 met punt 2). Door het zuiveringsschap is hier 1 bemonstering verricht waaruit bleek dat de gevonden waarden overeenkwamen met de waarden gemeten in min of meer geïsoleerde gedeelten van het Belter Wijde. De waterkwaliteit is dus beter dan die in het Belter Wijde. Deze bevinding verdient echter contrôle.

Er viel geen invloed van een kwelstroom vanuit de natuurgebieden op de waterkwaliteit te bespeuren. De E.C.-waarde van het water in het natuurgebied verschilt daarvoor ook te weinig van de E.C.-waarde van het landbouwwater.

Concluderend kan gezegd worden dat de waterkwaliteit van het slootwater en boezemwater ten behoeve van het natuurbeheer onvoldoende is. De hoeveelheid plantenvoedende stoffen in het water is groot. De grote variatie in zuurstofgehalte en zuurgraad van het water ten gevolge van de algengroei leidt tot ontregeling van de levensgemeenschappen in het water. De kwaliteit van het water in de sloten kan ook van belang zijn voor de kwaliteit van het grondwater dat ter beschikking staat van de planten. Bij de wegzijging van grondwater naar gebieden met een lager peil wordt dit aangevuld door slootwater. Dit water is minder van kwaliteit en zal nadelige invloed hebben op een bestaande of zich ontwikkelende waardevolle vegetatie.

Als men in het studiegebied het slootpeil wil opzetten door invoer van boezemwater zal rekening gehouden moeten worden met het voornoemde effect dat door wegzijging van grondwater naar het landbouwgebied teweeg gebracht wordt. Misschien verdient het om die reden dan ook aanbeveling het slootpeil op een lager niveau te handhaven zodat toevoer van boezemwater niet nodig is.

Door meer onderzoek te verrichten naar de waterkwaliteit in het Kiersche Wijde is het mogelijk aan te geven of een aanvoer vanuit het Kiersche Wijde (wegens de meer geïsoleerde ligging t.o.v. de inlaatpunten) de voorkeur verdient boven aanvoer van water vanuit het Belter Wijde. Beiden zijn boezemwateren met een vrij hoge E.C.-waarde en voedselrijk.

VIII. Gevolgen van peilverandering.

8.1. Het effect van de peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding van het natuurgebied.

De natuurgebieden het Belter Wijde en het Kiersche Wijde liggen aan weerszijden van het landbouwgebied dat als één eenheid bemalen wordt en waarin ook het studiegebied ligt. Deze bemaling is begonnen in 1965 met de oprichting van het gemaal aan de Schutsloot. Sinds 1965 is dan ook een stroming aanwezig van de natuurgebieden naar het tussenliggende landbouwgebied. Dat deze stroming al effect heeft op de grondwaterstanden in het Belter Wijde blijkt uit het verloop van de stijghoogtelijnen in de grondwaterstandsbuizen aldaar (zie 7.1.)

In het kader van de ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen zijn plannen ontwikkeld om in de bemalen eenheid, waarin ook het studiegebied ligt, het slootpeil verder te verlagen. Ook in het studiegebied wilde men het slootpeil verlagen. Van de kant van Natuurmonumenten is er toen op gewezen dat een verlaging van het slootpeil in het landbouwgebied tot gevolg heeft dat in de natuurgebieden de bestaande wegzijging van voedselarm water naar het landbouwgebied vergroot wordt. Dit leidt tot een verlaging van de grondwaterstanden in de natuurgebieden*. Om de schadelijke gevolgen van een peilverlaging in het landbouwgebied in ieder geval gedeeltelijk te compenseren, is voorgesteld om het studiegebied niet meer te bemalen. Het slootpeil op een hoger niveau vast te stellen en het beheer te extensiveren. Aan deze wens van natuurbeheerszijde wordt tegemoet gekomen in het ruilverkavelingsplan.

In het kader van de besluitvorming is door de Landinrichtingsdienst onderzoek gedaan naar het effect van de peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding van het natuurgebied. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in een notitie van de Landinrichtingsdienst Utrecht/Zwolle, 30 november 1978 (zie literatuurlijst). De waarden van de parameters waarop deze berekening gebaseerd is en de resultaten staan vermeld onder 8.2.

In deze paragraaf wordt volgens dezelfde methode het effect van een peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding van het natuurgebied bestudeerd. De parameters die worden ingevuld zijn echter bepaald door eigen onderzoek.

Uitgegaan wordt van het volgende schema van de grondwaterstroming:

- een verticale wegzijging van water in de natuurgebieden door een minder goed doorlatende laag naar het watervoerend pakket in de zandondergrond
- een horizontale stroming door het watervoerend pakket van het natuurgebied met een hoger peil naar het landbouwgebied met een lager peil
- Een verticale kwelstroom door een minder goed doorlatende laag in het landbouwgebied.

* Terwijl het wegzijgende voedsel arme water deels vervangen wordt door boezemwater met een voor het natuurbeheer slechtere kwaliteit.

Dit schema met de waarde van de verschillende parameters (drainageweerstanden, plaatselijk minder goed doorlatende Eemienlaag, KD- waarden, ondoorlatende laag) is aangegeven op figuur 13. Het watervoerende pakket wordt feitelijk enigszins gescheiden door de plaatselijk afgezette Eemienlaag (c- waarde = 50).

Bij de berekening wordt uitgegaan van de situatie dat de stroming geheel plaatsvindt via het diepe watervoerende pakket. Bij de berekening van de K.D.- en c- waarde via de waterbalans zijn hiermee ook goede resultaten verkregen.

De berekening is gebaseerd op een door Ernst (I.C.W.) ontwikkelde methode. Zijn methode is gebruikt voor het natuurgebied "De Mortelen". De situatie in het studiegebied is anders. Het studiegebied ligt als een smalle polder tussen gebieden met een hoger peil. In de oplossing komt een hyperbolische functie voor. De volgende formules worden gebruikt:

Bij een peilverlaging in het studiegebied wordt de potentiaal in het diepe zandpakket (ϕ_2) bij $x = 0$ (zie fig. 2):

$$\phi_2(0) = \frac{\lambda_n}{\lambda_n + \lambda_L \cdot \coth(d/\lambda_L)} * H$$

$$\lambda_n = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + s_n)}$$

$$\lambda_L = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + s_L)}$$

$$\phi_2(x) = \phi_2(0) \cdot e^{-\frac{x}{\lambda_n}} \quad (-\infty < x < 0)$$

grondwaterstands daling $h(x)$ in het reservaat:

$$h(x) = \frac{s_n}{c_2 + s_n} * \phi_2(x)$$

In bijlage 4 staat vermeld hoe de formule voor de berekening van $\phi_2(0)$ is afgeleid voor de situatie in het studie gebied. De overige formules komen overeen met de methode van Ernst. De gebruikte symbolen zijn, voor zover ze hier niet toegelicht worden, dezelfde als die bij de berekening van de waterbalans voorkomen.

Omdat de drainageweerstanden van het Belter Wijde en het Kiersche Wijde onderling verschillen vertonen, wordt voor beide gebieden apart een grondwaterstands daling $h(x)$ doorgerekend ten gevolge van een peilverlaging in het studiegebied.

De berekende verlaging van de grondwaterstand betreft de verlaging van de grondwaterstand midden tussen de sloten ten gevolge van de wegzijging uit het reservaatgebied.

Tabel 9 geeft de grondwaterstands daling weer, die volgens de berekeningen zal optreden in het Belter Wijde op verschillende afstanden tot de grens met het studiegebied.

Tabel 9. Verlaging grondwaterstand in het Belter Wijde (m).

	Afstand tot grens (m)							
peilver-schil (m)	1	50	100	200	300	400	600	900
1,10	0,30	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,15	0,11
0,90	0,25	0,23	0,22	0,20	0,17	0,16	0,13	0,09
0,70	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,10	0,07
0,40	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04

Tabel 10 geeft de grondwaterstandsverlaging die volgens de berekeningen zal optreden in het Kiersche Wijde, op verschillende afstanden tot de grens met het studiegebied.

Tabel 10. Verlaging grondwaterstand in het Kiersche Wijde (m).

peilverschil (m)	Afstand tot grens (m)						
	1	50	100	200	300	400	600
1,10	0,20	0,19	0,18	0,15	0,13	0,11	0,08
0,90	0,16	0,16	0,15	0,12	0,11	0,09	0,07
0,70	0,13	0,12	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05
0,40	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03

De verlaging van de grondwaterstand is berekend voor het geval een peilverlaging plaatsvindt in een smalle polder tussen twee natuurgebieden met een hoog peil. De situatie is echter zeer goed voorstelbaar dat de polder breed is en géén interferentie van twee tegengesteld gerichte grondwaterstromen midden onder de polder plaatsvindt. De wegzijging uit de natuurgebieden is dan maximaal. Uit de eerder gebruikte formules verdwijnt de term $\cothanh(d/\lambda_L)$. Deze wordt gelijk aan 1 als $d \gg \lambda_L$.

De tabellen 9 en 10 kunnen nu opnieuw berekend worden. De tabellen 11 en 12 geven dan de maximale grondwaterstandsvaling weer, die volgens de berekeningen zal optreden in het Belter Wijde en het Kiersche Wijde, op verschillende afstanden tot de grens met een brede polder.

Tabel 11. Verlaging grondwaterstand in het Belter Wijde (m).

peilverschil (m)	Afstand tot grens (m)							
	1	50	100	200	300	400	600	900
1,10	0,46	0,43	0,41	0,37	0,32	0,38	0,22	0,16
0,90	0,38	0,35	0,34	0,30	0,26	0,23	0,18	0,13
0,70	0,29	0,27	0,26	0,24	0,20	0,18	0,14	0,10
0,40	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,08	0,06

Tabel 12. Verlaging grondwaterstand in het Kiersche Wijde (m).

peilverschil (m)	Afstand tot grens (m)						
	1	50	100	200	300	400	600
1,10	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,13
0,90	0,29	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,11
0,70	0,22	0,20	0,18	0,16	0,13	0,11	0,08
0,40	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05

Omdat in de tabellen 9 en 10 de grondwaterstandsvaling in de natuurgebieden berekend is bij verschillen in slootpeil tussen het studiegebied en natuurgebied kan direct afgelezen worden wat de huidige daling van de grondwaterstanden in de natuurgebieden is ten gevolge van de huidige bemaling van het studiegebied.

In het studiegebied ligt het slootpeil 40 cm beneden het boezempeil (= het slootpeil in de natuurgebieden). De grondwaterstandsvaling in de natuurgebieden op verschillende afstanden tot de grens met het studiegebied kan dus direct afgelezen worden achter peilverschil 0,40 (m).

8.2. Vergelijking met reeds eerder uitgevoerd onderzoek.

In een eerder uitgevoerd onderzoek door de Landinrichtingsdienst is uitgegaan van het hieronder volgende geohydrologische schema. Hierbij werd uitgegaan dat de sloten met de bodems in de veenlaag liggen. De Eemienlaag werd als een slecht doorlatende laag beschouwd met een hoge c -waarde.

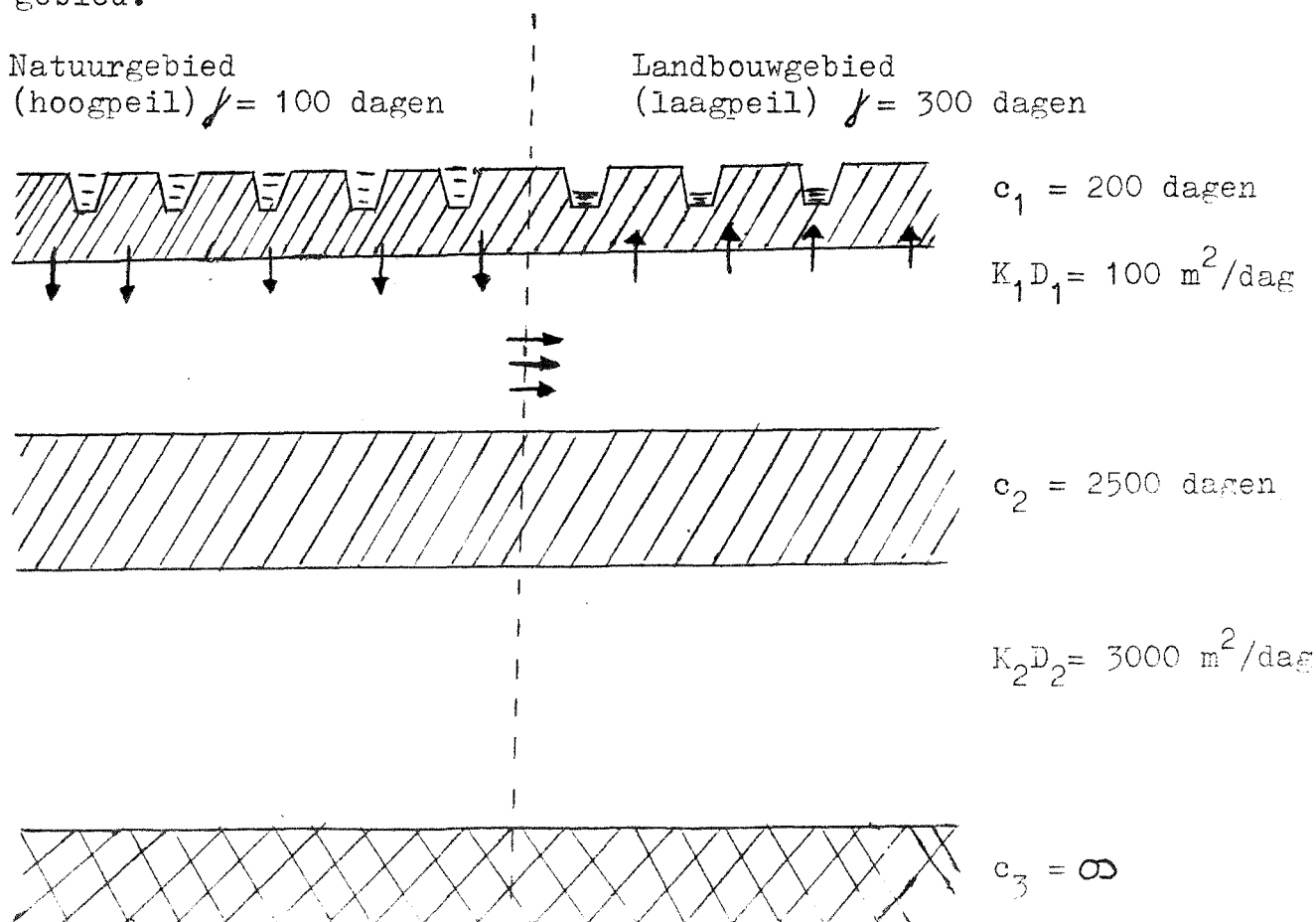
De wegzijging uit het natuurgebied is berekend bij een stroming door het eerste watervoerende pakket dat reikt tot 15 à 20 (m) -N.A.P. De wegzijging uit het natuurgebied zal leiden tot een verlaging van de grondwaterstand tussen de sloten.

Tabel 13 geeft de grondwaterstandsverlaging weer, die volgens de berekeningen van de Landinrichtingsdienst zal optreden in het natuurgebied op verschillende afstanden tot de grens met het landbouwgebied, bij 3 waarden voor het peilverschil en stroming door het eerste watervoerende pakket.

Tabel 13. Verlaging grondwaterstand in natuurgebied (m)

peilverschil (m)	Afstand tot grens (m)			
	1	50	100	200
1.10	0.17	0.12	0.09	0.06
0.90	0.13	0.10	0.07	0.05
0.55	0.08	0.06	0.04	0.03

Bij de berekening van de stroming via het tweede watervoerend pakket wordt de invloed van de peilverlaging door de slecht doorlatende Eemienlaag over een groot gebied uitgespreid. Dit leidt tot een grondwaterstandsval van slechts enkele centimeters in het natuurgebied.



Het door de Landinrichtingsdienst gebruikte model voor de geohydrologische opbouw van het gebied kan nooit de sterke kwel verklaren in het gebied dat bemalen wordt door het gemaal aan de Schutsloot en waarin ook het studiegebied ligt.

Het gemaal draait 4438 uur/jaar terwijl voor een normaal neerslagoverschot in een jaar van 250 mm bij een capaciteit van 10 mm/etm. slechts 600 draaiuren nodig zijn. Het gemaal maakt dan ook abnormaal veel draaiuren.

In het verslag van het onderzoek van de Landinrichtingsdienst stonden de volgende opmerkingen bij de berekende grondwaterstandsverlaging in de natuurgebieden:

- a. Uitgegaan is van de verschillen tussen de situatie na de ruilverkaveling en de huidige situatie in de zomer, omdat eventuele nadelige gevolgen van de wegzijging in de zomerperiode het sterkst tot uitdrukking zullen komen.
- b. In de huidige situatie worden grote delen van het gebied al bemalen. In het kader van de ruilverkaveling zal een extra peilverlaging plaatsvinden. Het schadelijk effect moet feitelijk alleen gerekend worden voor deze extra peilverlaging.
- c. De berekende grondwaterstandsverlagingen gelden voor het gebied midden tussen twee sloten. De gemiddelde verlaging tussen de sloten is geringer.
- d. In de berekeningen wordt voorbijgegaan aan het feit dat de wegzijging uit de natuurgebieden vaak beperkt wordt door een wederzijds tegengesteld gerichte stroming door de ligging van natuurgebieden aan weerskanten van een smalle polder die een lager peil heeft.
- e. Op veel plaatsen in het natuurgebied komen zeer slappe gronden voor (bv. trilvenen) die op en neer gaan met de verandering van de grondwaterstand. Omdat de doorlatendheid groot is, kan het boezemwater gemakkelijk toetreden. Dan treedt vrijwel geen grondwaterstandsval op.
- f. De situatie die zal ontstaan na uitvoering van de ruilverkaveling is goed vergelijkbaar met de al 20 tot 30 jaar bestaande situatie in het nabijgelegen gebied Dwarsgracht/Otterskooi. Hier heeft de peilverlaging in het landbouwgebied geen aanleiding gegeven tot verdroging van het natuurgebied.

De punten b, c, d, e en f zouden volgens de Landinrichtingsdienst pleiten voor een kleinere grondwaterstandsverlaging als berekend in tabel 14.

Op deze punten kan de volgende kritiek gegevens worden:

- ad a. In de winterperiode speelt wegzijging ook een belangrijke rol in die zin dat dan het overschot aan voedselarm regenwater afgevoerd wordt. Hiervoor in de plaats komt voedselrijk boezemwater.

- ad c. Dit argument is niet correct omdat aan de zijkanen van het perceel voedselrijk water toegevoerd wordt. Ook dit kan, evenals grondwaterstandsdeling, de botanische samenstelling beïnvloeden.
- ad d. Bij de berekening van de grondwaterstandsdelingen in de tabellen 12 en 13 is wel rekening gehouden met een tegengesteld gerichte stroming in het diepe watervoerende pakket als peilverlaging in een smalle polder plaatsvindt.
- ad e. Het toetreden van een voedselrijk boezemwater heeft juist een nadelige invloed op de vegetatie.
- ad f. Volgens Natuurmonumenten is in het gebied Dwarsgracht/Otterskooi wél verdroging opgetreden. Bovendien gaat het niet alleen om verdroging maar ook om het feit dat voedselarm water wegrijgt en vervangen wordt door voedselrijk water. Dit heeft weer een nadelige invloed op de aanwezige of zich ontwikkelde waardevolle plantengemeenschappen van voedselarme milieus.

IX. Waterbalans van het studiegebied voor een 'gemiddeld' jaar.

9.1. Variatie slootwaterstand in een jaar.

Het studiegebied zal in het kader van de ruilverkaveling uit de bemaling genomen worden. In het landbouwgebied ten zuiden van het studiegebied zal daarentegen het slootpeil verlaagd worden. In het landbouwgebied ten noorden van het studiegebied wordt het huidige peil gehandhaafd. De peilen staan vermeld in tabel? .

Omdat het studiegebied uit de bemaling genomen wordt, zal zich een hogere slootwaterstand instellen. Zonder aanvoer van oppervlaktewater zal de slootwaterstand zich instellen tussen het slootpeil in de natuurgebieden en het slootpeil in de landbouwgebieden zodanig dat de wegzijging van water naar het landbouwgebied gecompenseerd wordt door de kwelstroom vanuit de natuurgebieden en het neerslagoverschot. De slootwaterstand in het studiegebied zal variëren door de wisselende verdeling van neerslag en verdamping over een jaar en omdat in het landbouwgebied een hoog zomerpeil en een laag winterpeil wordt gehandhaafd. Dit geeft een variatie in wegzijging.

De waterbalans van het studiegebied ziet er als volgt uit:

$$N - V + K = W + B \text{ waarbij: } \begin{aligned} N &= \text{neerslag} \\ V &= \text{verdamping} \\ K &= \text{kwelstroom} \\ W &= \text{wegzijging} \\ B &= \text{berging in perceel en sloten.} \end{aligned}$$

De waterbalans wordt doorgerekend voor een 'gemiddeld' jaar. Dit wil zeggen dat uitgegaan wordt van gemiddelde cijfers van neerslag en verdamping over 30 jaar.

Voordat de waterbalans doorgerekend kan worden moet eerst de som van kwelstroom en wegzijging doorgerekend worden bij verschillende slootwaterstanden in het studiegebied. Dit dient apart te geschieden voor de situatie waarin een zomerpeil en een winterpeil in het landbouwgebied gehandhaafd wordt.

De volgende formules worden hierbij gebruikt:

- voor de kwelstroom vanuit de Belter Wijde naar het studiegebied:

$$\Delta H = \frac{q_o}{\beta_{BW}} + \frac{q_o}{\beta_L} \cdot \cotangh(d/\lambda_L) \quad (1)$$

- voor de kwelstroom vanuit het Kiersche Wijde naar het studiegebied:

$$q_o = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{1 + \cotangh(d/\lambda_L)} \quad (2)$$

- voor de wegzijging van het studiegebied naar het landbouwgebied ten zuiden van het studiegebied:

$$q_o = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{1 + \cotangh(d/\lambda_L)} \quad (3)$$

en ten noorden van het studiegebied:

$$q_o = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{2}$$

$$\lambda_L = \sqrt{KD (c_2 + \lambda_L)}$$

$$\beta_{BW} = \sqrt{KD / (c_2 + \lambda_{BW})}$$

$$\beta_L = \sqrt{KD / (c_2 + \lambda_L)}$$

ΔH = peilverschil in m

q_0 = het debiet dat per m¹ grenslengte en per etmaal de betreffende grens passert (m³/m etm.)

λ_{BW} = drainageweerstand Belter Wijde (150 etm.)

λ_L = drainageweerstand landbouwgebied (75 etm.)

c_2 = weerstand Eemienlaag (150 etm.)

KD = 3500 m²/etm.

d = halve breedte polder, bij (1) en (2): 325 (m); bij (3) 450 (m)

De debieten die voor de verschillende grenzen gevonden worden moeten met de grenslengte vermenigvuldigd worden. Vervolgens wordt de som van kwel en wegzijging uitgerkend (m³/etm.). Dit getal wordt omgerekend in mm/maand. Het resultaat staat vermeld in tabel 15.¹⁴ In deze tabel is voor verschillende slootpunten in het studiegebied aangegeven hoe groot het verschil is tussen aanvoer van kwelwater vanuit de natuurgebieden en wegzijging naar het landbouwgebied. Dit verschil is aangegeven in mm/maand.

In het vervolg wordt van afvoer gesproken als het verschil tussen wegzijging en kwel waarbij de wegzijging groter is en van aanvoer als de kwelstroom groter is.

De slootwaterstand in het studiegebied wordt bepaald als een evenwicht tussen neerslag, verdamping en aanvoer of wegzijging. Als $N - V$ niet verandert in de tijd wordt uiteindelijk een evenwicht bereikt waarvoor geldt $N - V = A$ waarbij:

N = neerslag

V = verdamping

A = aan- of afvoer.

Omdat $N - V$ echter wel verandert in de tijd is het noodzakelijk om een factor voor verandering in de berging, ΔB , in te voeren. ΔB is dan het verschil in berging bij evenwichtstoestand in de oude en nieuwe situatie. De vraag kan dan gesteld worden: welke tijdsperiode moet na een verandering van $N - V$ genomen worden, waarbij aan het eind van de tijdsperiode geldt dat $N - V = A$. Om dit na te gaan is het noodzakelijk het verloop van de berging bij verschillende slootpeilen te kennen en dit te vergelijken met het verloop van A in tabel 15.¹⁴

In bijlage 5 staat de berekening van de berging beschreven. Hier uit blijkt dat de bergingsfactor benaderd wordt bij een waarde van 0,2. Een bergingsfactor van 0,2 wil zeggen dat bij verandering van het slootpeil met 10 cm de verandering in berging 20 mm is.

Uit tabel 14 blijkt dat bij een verandering van het slootpeil van 10 cm in een maand, A ongeveer 38 mm verandert. Als na die 10 cm peilverandering het evenwichtsniveau bereikt is, kan gesteld worden dat A in die maand gelegen heeft tussen 38 mm/maand juist na de peilverandering en 0 mm/maand na het bereiken van het evenwichtsniveau.

Het gemiddelde van de afvoeren bij de doorlopen peilen is dus 19 mm/maand geweest. Dit wil zeggen dat in één maand het door verandering van $N - V$ veroorzaakt bergingsverschil wordt afgevoerd. Voor elke laatste datum van de maand kan dus de slootwaterstand worden berekend uit $N - V = A$ waarbij N en V de neerslag en verdamping in de betreffende maand zijn en de slootwaterstand gevonden kan worden in tabel 15 voor de gevonden waarde van A. Volgens deze methode zijn de slootwaterstanden aan het eind van iedere maand in het studiegebied berekend, uitgaande van gemiddelde cijfers van neerslag en verdamping over 30 jaar. Het resultaat staat vermeld in tabel 16.

Tabel 14. De aanvoer van water náár of afvoer uit het studiegebied in mm/maand, berekend uit het verschil tussen een kwelstroom vanuit het natuurgebied en wegzijging naar het landbouwgebied.

Slootwaterstand studiegebied (m -N.A.P.)	Aanvoer naar of afvoer uit het studiegebied*	
	Zomerpeil in het landbouwgebied	Winterpeil in het landbouwgebied
0,75	+75	+120
0,80	+57	+101
0,85	+38	+ 82
0,90	+19	+ 63
0,95	0	+ 45
1,00	-18	+ 26
1,05	-37	+ 7
1,10	-55	- 12
1,15	-72	- 31

* + = afvoer
- = aanvoer

Tabel 15. Sloopwaterstanden in het studiegebied na de ruilverkaveling aan het eind van elke maand als geen aan- of afvoer van oppervlaktewater plaatsvindt.

	$\bar{N}$	$\bar{E}_{pot}$	$\bar{V}$	$\bar{N} - \bar{V}$ $= \bar{A}$	sloopwaterstand eind maand (m -N.A.P.)
jan (w.p.)	58	5	5	+53	0,93
feb (w.p.)	46	16	16	+30	0,99
mrt (w.p.)	39	40	40	- 1	1,07
april (z.p.)	48	76	61	-13	0,99
mei (z.p.)	51	108	86	-35	1,04
juni (z.p.)	57	125	100	-43	1,07
juli (z.p.)	87	117	94	- 7	0,97
aug (z.p.)	90	97	78	+12	0,92
sept (z.p.)	72	62	50	+22	0,89
okt (w.p.)	67	28	28	+39	0,97
nov (w.p.)	71	10	10	+61	0,90
dec (w.p.)	57	3	3	+54	0,92

$\Delta B ?$

$\bar{N}$: gemiddelde neerslagcijfers Giethoorn over 30 jaar.

$\bar{E}_{pot}$: gemiddelde verdampingscijfers (Penman) Lelystad en Dedemsvaart (30 jaar)

$\bar{V}$: $\bar{E}_{pot}$ in wintermaanden en 0,8 $\bar{E}_{pot}$ in zomermaanden

$\bar{A}$: aanvoer (*) of afvoer (+) van water.

9.2. Variatie grondwaterstanden

Bij de berekening van de variatie van het slootpeil in een jaar in het studiegebied onder 9.1. is ervan uitgegaan dat alle sloten in het studiegebied met elkaar in verbinding staan. Omdat aan de randen van het studiegebied langs het Belter Wijde en langs het Kiersche Wijde een kwelstroom naar de sloten overheerst, zullen de grondwaterstanden hier hoger liggen dan het slootpeil.

Aan de zuidkant en de noordkant tegen de landbouwgebieden aan, zal daarentegen de wegzijging overheersen. Hier zal de grondwaterstand lager liggen dan het slootpeil.

Bij het kunstmatig handhaven van het boezempeil in het studiegebied door de inlaat van oppervlaktewater in de sloten zal zich een grondwaterstandsverlaging midden tussen de sloten voordoen ten gevolge van de wegzijging naar het landbouwgebied. Deze grondwaterstandsdaaling is ongeveer gelijk aan de eerder berekende grondwaterstandsdaaling in het Kiersche Wijde bij dezelfde peilverschillen tussen landbouwgebied en studiegebied als tussen landbouwgebied en Kiersche Wijde (tabel 15).

9.3. bespreking resultaten

De slootwaterstand in het studiegebied na de ruilverkaveling wordt sterk bepaald door het evenwicht tussen een kwelstroom vanuit de natuurgebieden en wegzijging naar het landbouwgebied, als geen toe- of afvoer van oppervlaktewater plaatsvindt. Een afwijking van dit evenwicht geeft een vrij sterke overheersing van óf de kwelstroom óf de wegzijging.

Daarom is de fluctuatie van het slootpeil in een jaar vrij gering. De verdeling van neerslag en verdamping over een jaar veroorzaakt slechts een fluctuatie van het slootpeil van maximaal 20 cm als alle sloten in het studiegebied met elkaar in verbinding staan. De slootwaterstand in het studiegebied blijkt volgens berekening te variëren tussen ca. 0,90 m -N.A.P. in het winterseizoen en 1,10 m -N.A.P. in het zomerseizoen.

Het verschil in wegzijging bij handhaving van een zomerpeil of een winterpeil in het landbouwgebied is groot. Dit is de reden dat ook in maart en september "extreme" slootwaterstanden vóórkomen.

Een beslissing omtrent het handhaven van een bepaalde slootwaterstand is afhankelijk van de doelstellingen die men formuleert ten aanzien van een gewenste vegetatieontwikkeling en het beheer.

Is het de bedoeling dat in de vegetatie van het studiegebied vochtminnende soorten de overhand krijgen dan is toevoer van oppervlaktewater naar het studiegebied waarschijnlijk noodzakelijk.

De kritische grondwaterstand voor vochtminnende plantesoorten ligt vaak rond 0,40 m -m.v. In het studiegebied ligt het maaiveld meestal op 0,40 à 0,55 m -N.A.P. zodat de grondwaterstand in de zomermaanden niet zou mogen dalen beneden $\pm$ 0,90 -N.A.P. De slootwaterstand moet dan op een peil gehandhaafd worden dat hoger ligt.

Een berekende slootwaterstand van 1,10 -N.A.P. in de zomer na de ruilverkaveling ligt nauwelijks hoger dan het huidige slootpeil dat in de zomer in het studiegebied gehandhaafd wordt (1,15 m-N.A.P.). Onder deze omstandigheden mag er niet op gerekend worden dat zich een vegetatie met waardevolle, vochtminnende soorten ontwikkelt.

Zoals al eerder gezegd spelen echter ook doelstellingen t.a.v. het beheer een rol. Bij het invoeren van beweiding kan bijvoorbeeld het gevaar voor vertrapping van de zode bestaan bij handhaving van een hoge grondwaterstand.

Op de consequenties van alternatieve doelstellingen t.a.v. vegetatie en beheer voor de inrichting van het studiegebied wordt hier verder niet ingegaan.

Als eenmaal bepaald is welk slootpeil aangehouden wordt, is aan de hand van tabel 15 vrij eenvoudig te bepalen in welke maanden van het jaar toevoer van oppervlaktewater noodzakelijk is.

Conclusies en aanbevelingen.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de wegzijging van water uit het natuurgebied ten gevolge van een peilverlaging in het landbouwgebied aanzienlijk groter is dan bekend werd door de Landinrichtingsdienst in een onderzoek van 1978. Wat betreft de gevolgen van wegzijging van water uit het natuurgebied naar het landbouwgebied zijn twee aspecten te onderscheiden die van belang zijn voor de vegetatie in de natuurgebieden:

- ten gevolge van de wegzijging treedt een verlaging van de grondwaterstand op in de natuurgebieden die midden tussen de sloten het grootst is, omdat door de aanvoer van water uit de sloten het geringst is
- een tweede aspect wordt gevormd door het feit dat het wegziigende voedselarme regenwater vervangen wordt door voedselrijk boezemwater.

Beide aspecten kunnen leiden tot het verdwijnen van waardevolle vegetatie van natte, voedselarme milieus.

In de huidige situatie blijkt dat de bemaling van het studiegebied al invloed heeft op de grondwaterstanden in het natuurgebied. Dit werd geconstateerd aan de hand van het verloop van tijdstijghoogtelijnen van waarnemingen aan grondwaterstandsbuizen in de natuurgebieden.

In het kader van de ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen bestaan plannen om het studiegebied meer te bemalen waardoor, als gevolg van aanvoer van kwelwater uit de natuurgebieden, de grondwater- en slootwaterstand omhoog zullen komen.

De wegzijging van water uit het studiegebied naar het landbouwgebied blijkt echter ná de ruilverkaveling groot te zijn, zodat het slootpeil zich op een vrij laag niveau, dat weinig fluctueert, zal instellen.

In het studiegebied bleek een duidelijk verband tussen slootwaterstand en grondwaterstand. De veenlaag in het studiegebied ligt grotendeels boven slootpeil terwijl de zandondergrond geen belemmering vormt voor infiltratie vanuit de sloot of stroming náár de sloot. Als het slootpeil omhoog gebracht wordt, gaat de veenlaag een belangrijke rol spelen in de grondwaterstroming. Het verband tussen grondwaterstand blijkt dan misschien minder duidelijk.

Afhankelijk van te formuleren doelstellingen omtrent een gewenste vegetatieontwikkeling en het beheer moet bepaald worden of het noodzakelijk is in bepaalde maanden water toe te voeren. Daarbij kan gekozen worden tussen aanvoer vanuit het Belter Wijde of het Kiersche Wijde. Hoewel beide boezemwateren zijn met een vrij hoge E.C.- waarde en voedselrijk is het mogelijk dat aanvoer vanuit het Kiersche Wijde beter is. Dit vanwege een meer geïsoleerde ligging t.o.v. de inlaatpunten. Dit aspect dient nader onderzocht te worden.

Het verdient aanbeveling een computermodel te maken om de gevolgen van toekomstige peilveranderingen in het landbouwgebied met een vierlagenmodel door te rekenen*.

De volgende parameters bleken de grootste invloed op de nauwkeurigheid van de berekeningen te hebben:

1. de c- waarde van de Bemienlaag die een scheiding kan vormen tussen twee watervoerende pakketten, samen tot een diepte van ca. 130 m-N.A.P.
2. De weerstand van de overgangslaag tussen veen en zand in de natuurgebieden.
3. Een juiste bepaling van de drainageweerstand in landbouw- en natuurgebied.

Een juiste bepaling van deze parameters aan de hand van veldonderzoek bleek belangrijk te zijn en betere gegevens op te leveren dan de gegevens die door de Landinrichtingsdienst gebruikt werden.

- * Het verdient aanbeveling niet alleen de grondwaterstandsaling door te rekenen maar ook de wegzijging in mm's. Dan kan nagegaan worden in hoeverre voedselarm regenwater vervangen wordt door voedselrijk boezemwater.

Samenvatting:

Dit verslag betreft een hydrologisch onderzoek dat verricht is in het ruilverkavelingsgebied Giethoorn-Wanneperveen. In het kader van de ruilverkaveling zijn peilverlagingen in het voor de landbouw in te richten gebied gepland. Deze peilverlagingen veroorzaken een weg-zijging van water uit de natuurgebieden en voor het natuurbeheer in te richten terreinen.

Nagegaan is welk effect deze wegzijging heeft op de grondwaterstanden en de voedselrijkdom van het grondwater in de natuurgebieden. De grondwaterstandsverlagingen in het natuurgebied zijn berekend, waarbij de gebruikte parameters voor een belangrijk deel door veldonderzoek bepaald zijn.

In een eerder door de Landinrichtingsdienst verricht onderzoek zijn de parameters grotendeels door vergelijking met gegevens uit onderzoek in andere gebieden bepaald. De berekende grondwaterstandsverlaging viel hier aanzienlijk kleiner uit.

De mate waarin voedselarm regenwater vervangen wordt door boezemwater ten gevolge van de wegzijging is niet berekend.

In een voor het natuurbeheer in te richten terrein (het studiegebied) wordt de slootwaterstand opgezet. Berekend is op welk niveau de slootwaterstand zich instelt als geen aan- of afvoer van oppervlaktewater plaatsvindt. Uit de berekening bleek dat de slootwaterstand afhankelijk is van het evenwicht tussen de aanvoer van kwelwater vanuit het aangrenzend natuurgebied en de wegzijging van water naar aangrenzend landbouwgebied.

Bij een afwijking van dit evenwicht gaat óf de kwelstroom óf de weg-zijging sterk overheersen. Dit heeft tot gevolg dat de verdeling van neerslag en verdamping over een jaar weinig invloed heeft op het verloop van de slootwaterstanden. De slootwaterstanden in het studiegebied zullen onder deze omstandigheden dan ook weinig fluctuatie vertonen en op een peil blijven dat ligt tussen de 20 à 30 cm beneden het peil in de natuurgebieden. Afhankelijk van de doelstellingen t.a.v. vegetatie en beheer in het studiegebied dient beslist te worden of watertoevoer noodzakelijk wordt geacht.

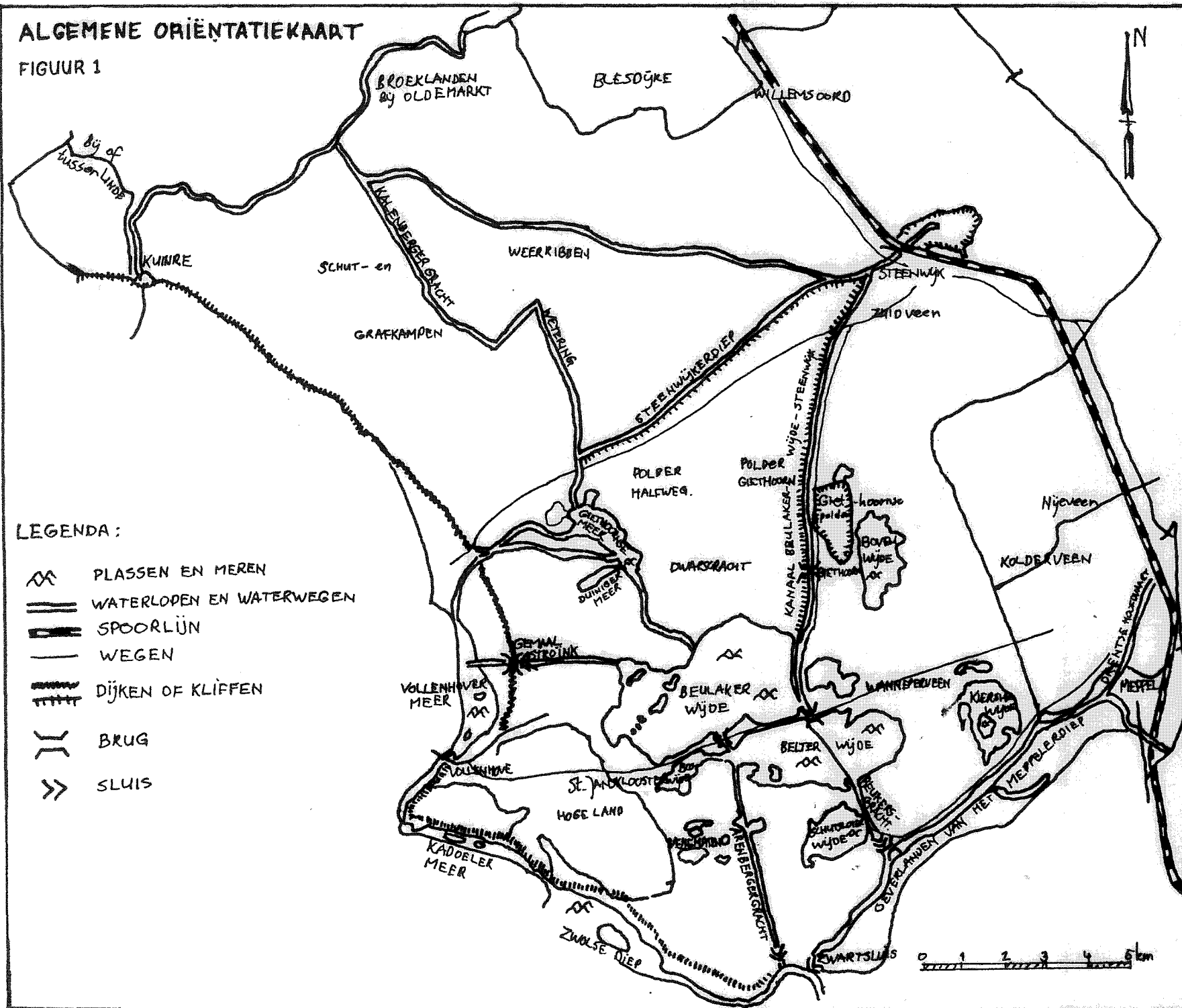
Het verdient aanbeveling een computermodel op te stellen waarmee de invloed van elke toekomstige peilverandering in het landbouwgebied op de waterhuishouding van het natuurgebied en het studiegebied nagegaan kan worden.

Literatuur

- C.C.C., Rapport voor de ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen. 1978, Utrecht.
- Ernst, L.F., Grondwaterstromingen in de verzadigde zone en hun berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidingen. Verslag Landbouwkundig Onderzoek nummer 67.15, I.C.W. Wageningen, 1962.
- Hooghoudt, S.B., Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond, nummer 7. Verslag Landbouwkundig Onderzoek 46(14) B. 's-Gravenhage, 1940.
- Huysmans, T. en F. Zwietering, De waterhuishouding van de "Weerribben", verslag van een hydrologisch onderzoek t.b.v. het natuurbeheer 1980. Doctoraalscriptie vakgroep Cultuurtechnisch, Landbouwhogeschool Wageningen.
- Landinrichtingsdienst Utrecht/Zwolle, Nota over het effect van de peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding van het natuurgebied in het ruilverkavelingsgebied Giethoorn-Wanneperveen, 1978.
- Molen, W.H. van der, Agrohydrologie, collegedictaat Landbouwhogeschool, herziene uitgave 1973.
- Molen, W.H. van der, Waterbeheersing, collegedictaat Landbouwhogeschool, herziene uitgave 1972.
- Sonneveld, F., Het slootkanteffect in het klei - op - veen gebied in Zuid-Holland, 1954. Boor en spade 7, 181 - 188.

ALGEMENE ORIËNTATIEKAART

FIGUUR 1





LEGENDA

VEENGRONDEN

Eerdveengronden		Rauwveengronden					Begindiepte van de minerale ondergrond in cm - mv.	Aard van de minerale ondergrond of veensoort
koopveengronden	madeveengronden	weideveengronden	meerveengronden	vlieerveengronden		vlietveengronden		
Aard van de bovenste, 15 cm dikke laag							40 - 120	zand met humuspodzol - B
kleiige moerige eerdlaag	kleiarme, moerige eerdlaag	kleidek met minerale eerdlaag	zanddek met of zonder minerale eerdlaag	veen, iets verweerd	veen met zanddek < 15 cm	veen, onverweerd		
hVp	aVp		zVp	Vp	sVp	Vop		
hVz	aVz		zVz	Vz	sVz	Voz		
hVc	aVc	pVc	zVc	Vc		Voc	> 120	zeggeveen c.q. fijn/grof kraggeveen

MOERIGE GRONDEN

Moerige podzolgronden (moerpodzolgronden)							Moerige eerdgronden (broekeerdgronden)				Aard van de minerale ondergrond
Aard van de bovengrond tot 15 à 40 cm diepte							kleiarme moerige eerdlaag of verweerd veen	zanddek < 15 cm	zanddek (15 - 30 cm) met of zonder minerale eerdlaag	zanddek (15 - 30 cm) met minerale eerdlaag	
veraeerde moerige bovengrond	venige bovengrond	zanddek < 15 cm	kleiige moerige eerdlaag	zanddek (15 - 30 cm) zonder minerale eerdlaag	zanddek (15 - 30 cm) met minerale eerdlaag	zanddek (30 - 40 cm) met minerale eerdlaag					
aWp	vWp	sWp	hWp	zWp	pzWp	czWp					zand met humuspodzol - B
							aWz	sWz	zWz	pzWp	zand zonder humuspodzol - B

ZANDGRONDEN

Humuspodzolgronden		Eerdgronden		Vaaggronden		
veldpodzol - gronden	laarpodzol - gronden	gooreerdgronden		vlakvaag - gronden		
Organische-stofklasse van de bovenste 15 - 30 cm					zeer en matig humusarm	
matig en zeer humeus						
15 - 30 cm	Dikte van de humushoudende bovengrond		< 15 - 15 à 30 cm		Textuur van de bovenste 30 cm	
	30 - 50 cm	15 - 30 cm	30 - 50 cm		zandgrofheid	lemigheid
Hn33	cHn33	tZn33	cZn33		zeer fijn	zwak lemig
Hn35			cZn35		zeer fijn	sterk lemig
Hn51	cHn51	tZn51	cZn51	Zn51	matig fijn	leemarm
Hn53	cHn53			Zn53	matig fijn	zwak lemig
		tZn55	cZn55		matig fijn	sterk lemig

Zandgronden		Leemgronden		Vlaaggronden		
zandgronden	leemgronden	zandgronden	leemgronden	zandgronden	leemgronden	
Organische-stofklasse van de bovenste 15 - 30 cm					zeer en matig humusarm	
matig en zeer humeus						
15 - 30 cm	Dikte van de humushoudende bovengrond		15 - 30 cm		Textuur van de bovenste 3	
30 - 50 cm	15 - 30 cm	30 - 50 cm	< 15 - 30 cm		zandgrofheid	
Hn33	cHn33	tZn33	cZn33		zeer fijn	zwak leem
Hn35			cZn35		zeer fijn	sterk leem
Hn51	cHn51	tZn51	cZn51	Zn51	matig fijn	leemarm
Hn53	cHn53			Zn53	matig fijn	zwak leem
		tZn55	cZn55		matig fijn	sterk leem

KEILEEMGRONDEN

KX	zeer ondiep keileem beginnend binnen 40 cm - mv.
----	--

TOEVOEGINGEN

- (1) moerige laag of veenlaag beginnend tussen 40 en 80 cm - mv.
- (2) keileem beginnend vanaf 40 cm - mv.
- (3) keileem beginnend vanaf 80 cm - mv.
- (a) afgegraven
- (h) opgehoogd
- (v) vergraven

(.) letter of cijfer waarmee de toevoeging in het rapport is aangeduid

GRONDWATERTRAPPEN

Grondwatertrap (Gt)	I	II	III	III*	IV	V	V*	VI	VII
Gemiddeld hoogste grondwaterstand in cm - mv. (GHG)	20	40	40		40	40		40 - 80	80
Gemiddeld laagste grondwaterstand in cm - mv. (GLG)	50	50 - 80	80 - 120		80 - 120	120		120	160

een * achter de Gt code betekent "droger deel", d.w.z. met een GHG dieper dan 25 cm - mv.

Gt IV is in dit gebied niet onderscheiden

TOEVOEGING

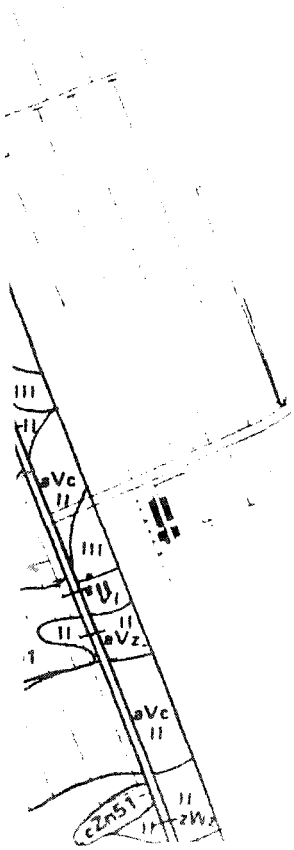
- Onderbemaal gebieden waarin hoge grondwaterstanden korter en minder frequent optreden dan in de rest van het gebied

OVERIGE ONDERSCHIEDINGEN

- bebouwing, wegen, spoorlijnen, sportvelden, vuilstort, moeras

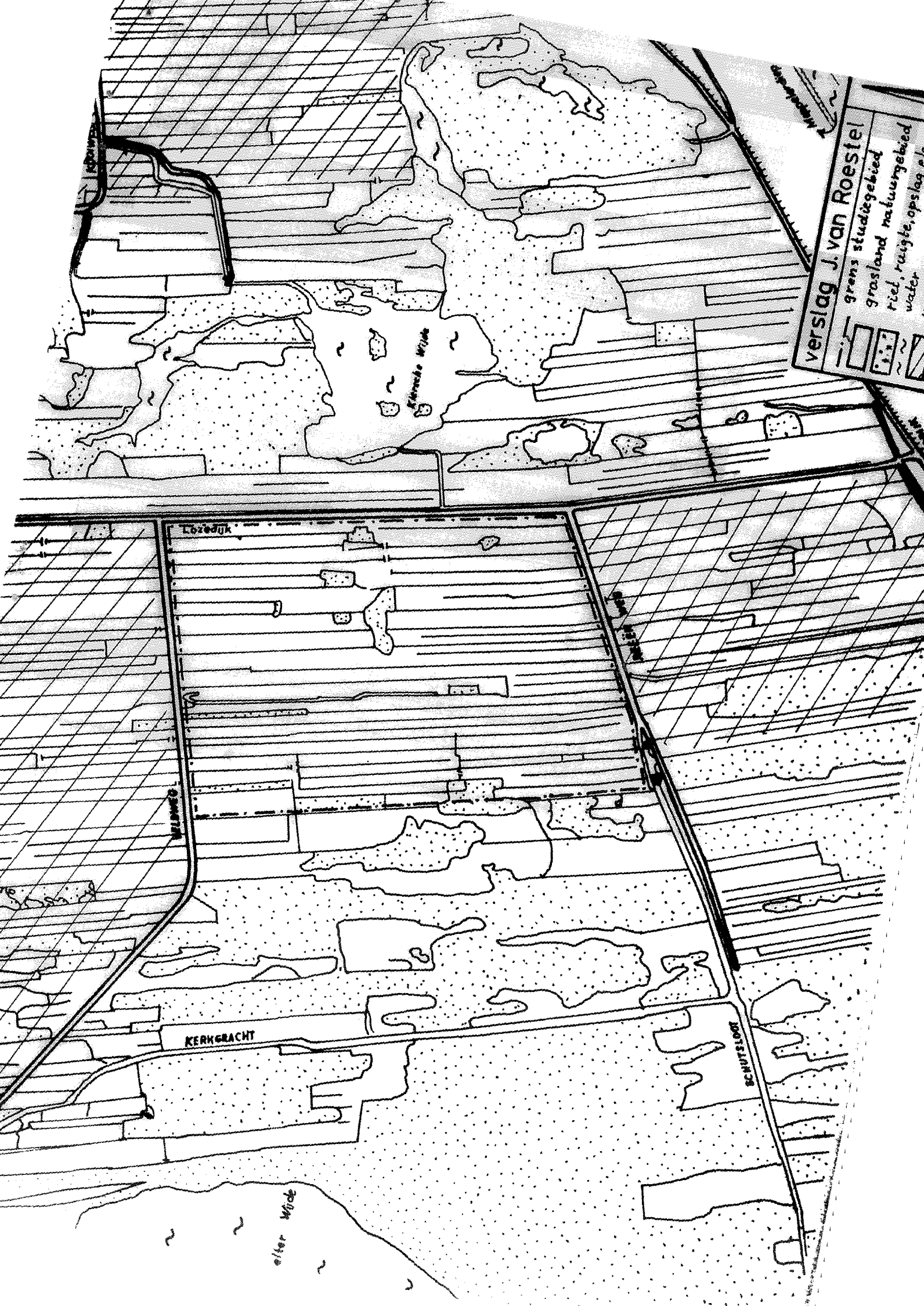
- waterlopen, kanalen, plassen

• GIETHOORN -
• WANNETVEEN

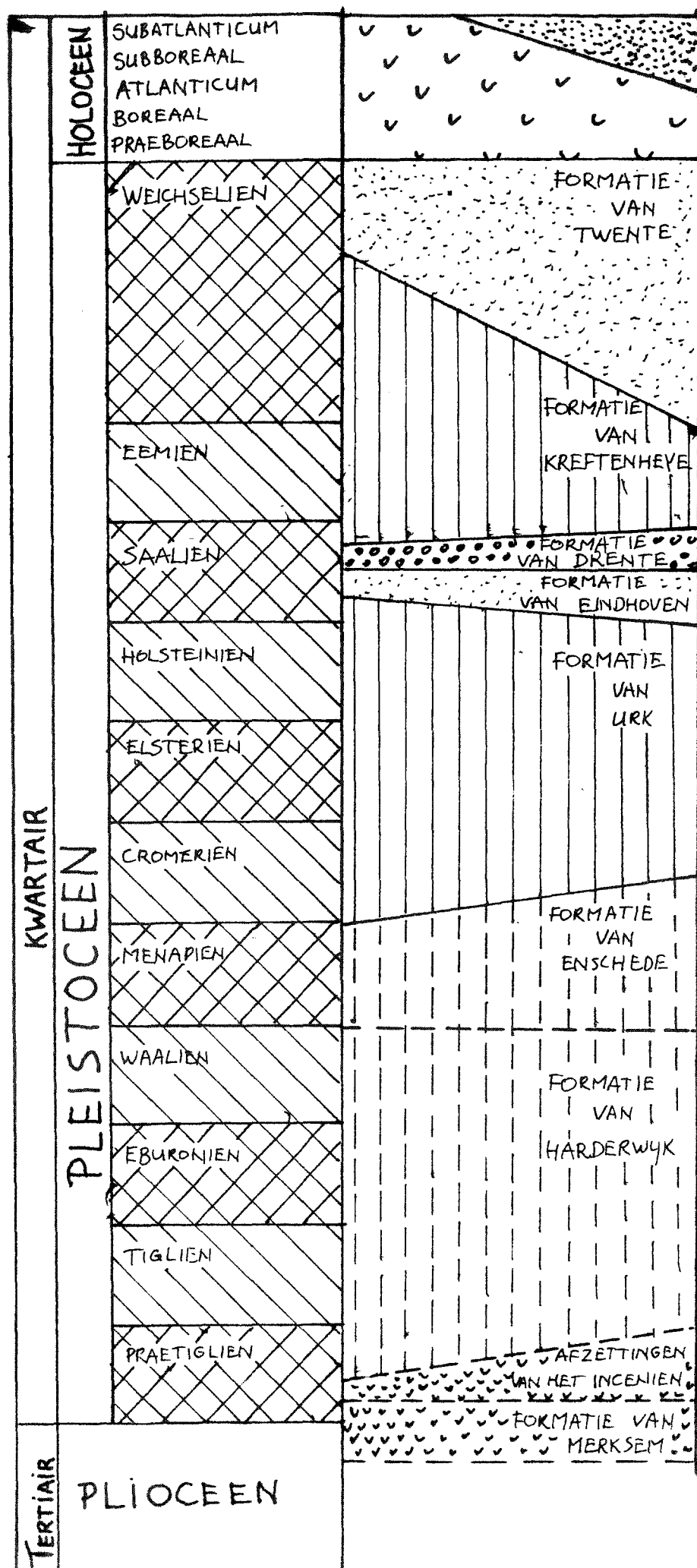


verslag J. van Roestel

—	grens studiegebied
▢	grasland natuurgebied
~	riël, raigte, opslag el.
~	water



FIGUUR 3



-  KOUDE TYDEN (GLACIALE)
-  WARME TYDEN (INTERGLACIALE)
-  AEOLISCH
-  ORGANOGEEN EN BEEKAFZETTINGEN
-  PERIGLACIAAL (FLUVIOPERIGLACIALE AFZETTINGEN EN DEKZANDEN)
-  GLACIAAL (KEILEEM EN FLUVIOGLACIAAL)
-  FLUVIATIEL (ZUIDELIJKE HERK.)
-  FLUVIATIEL (OOSTELIJKE HERKOMST)
-  MARIEN.

Bijlage 4.

Volgens de methode van Ernst wordt de verandering van de potenti-aal in het diepe zandpakket op de grens van het natuurgebied en land-bouwgebied berekend met de formule $\phi \frac{\lambda_N}{\lambda_L + \lambda_N} \cdot H$ waarin:

$$\lambda_N = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + f_N)} \quad \text{en} \quad \lambda_L = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + f_L)}$$

$$\text{Deze formule is om te zetten in } H = \left(\frac{c_2 + f_L}{c_2 + f_N} \right) \cdot \phi \quad (1)$$

De betekenis van de symbolen staat in het verslag onder 7.5.

In het geval van een stroming van twee tegenover elkaar gelegen ge-bieden met een hoog *peil* naast een smalle polder met een laag *peil* wordt de formule aangepast.

Stel de polder heeft een breedte $2d$

- het midden van de polder wordt $x=d$

- de grens tussen polder en gebied met een hoog *peil* wordt $x=0$

De overdruk van het diepe grondwater onder de polder is:

$$\phi_p = -\frac{Sd}{\beta} \cdot \frac{\cosh(x/\lambda)}{\sinh(d/\lambda)} \quad \text{voor } x = d: \phi_p = -\frac{Sd}{\beta} \cotanh(d/\lambda)$$

De overdruk van het diepe grondwater onder het gebied met een hoog *peil* wordt:

$$\phi_h = \frac{Sd}{\beta_N} \cdot e^{-(x-d)/\lambda} \quad \text{voor } x = d: \phi_h = \frac{Sd}{\beta}$$

Op de grens van polder en gebied met een hoog *peil* bij *peilverande-ring* H in polder:

$$o = \frac{Sd/\beta_N}{Sd/\beta_N + \cotanh h(d/\lambda)} \cdot H; \text{ Dit kan omgezet}$$

$$\text{worden in: } H = \left(\frac{c_2 + f_p}{c_2 + f_H} \cdot \cotanh(d/\lambda_p) + 1 \right) \cdot \phi \quad (2)$$

De formules (1) en (2) zijn analoog; (2) geldt echter voor stroming naar een smalle polder. De formule van Ernst kan voor stroming naar

en smalle polder omgezet worden in: $= \frac{\lambda_N}{\lambda_N + \lambda_L \cdot \cotanh(d/\lambda_L)} \cdot H$

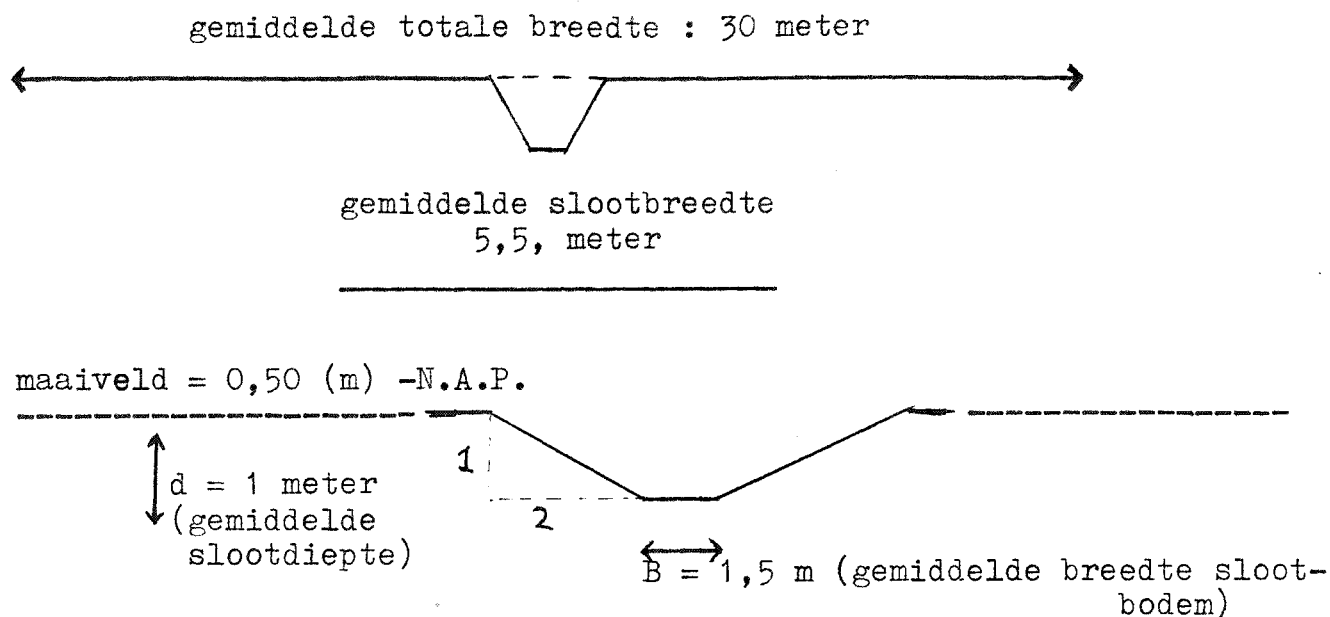
Bijlage 5

De berging in het studiegebied wordt benaderd door een "gemiddelde" slootvorm en perceelsbreedte te veronderstellen.

De waterbalans wordt doorgerekend in mm. Om de verandering in berging in perceel en sloten om te zetten in een verandering in slootwaterstand is het noodzakelijk te weten door welke factor het toegevoegd of verdwenen aantal mm's waterschijf in periode gedeeld moet worden om de verandering in slootwaterstand te krijgen. Deze factor ~~wordt factor~~ wordt hier de bergingsfactor genoemd. Hierin moet zowel het water dat in sloten terecht komt verwerkt zijn als het water dat geborgen wordt in het perceel.

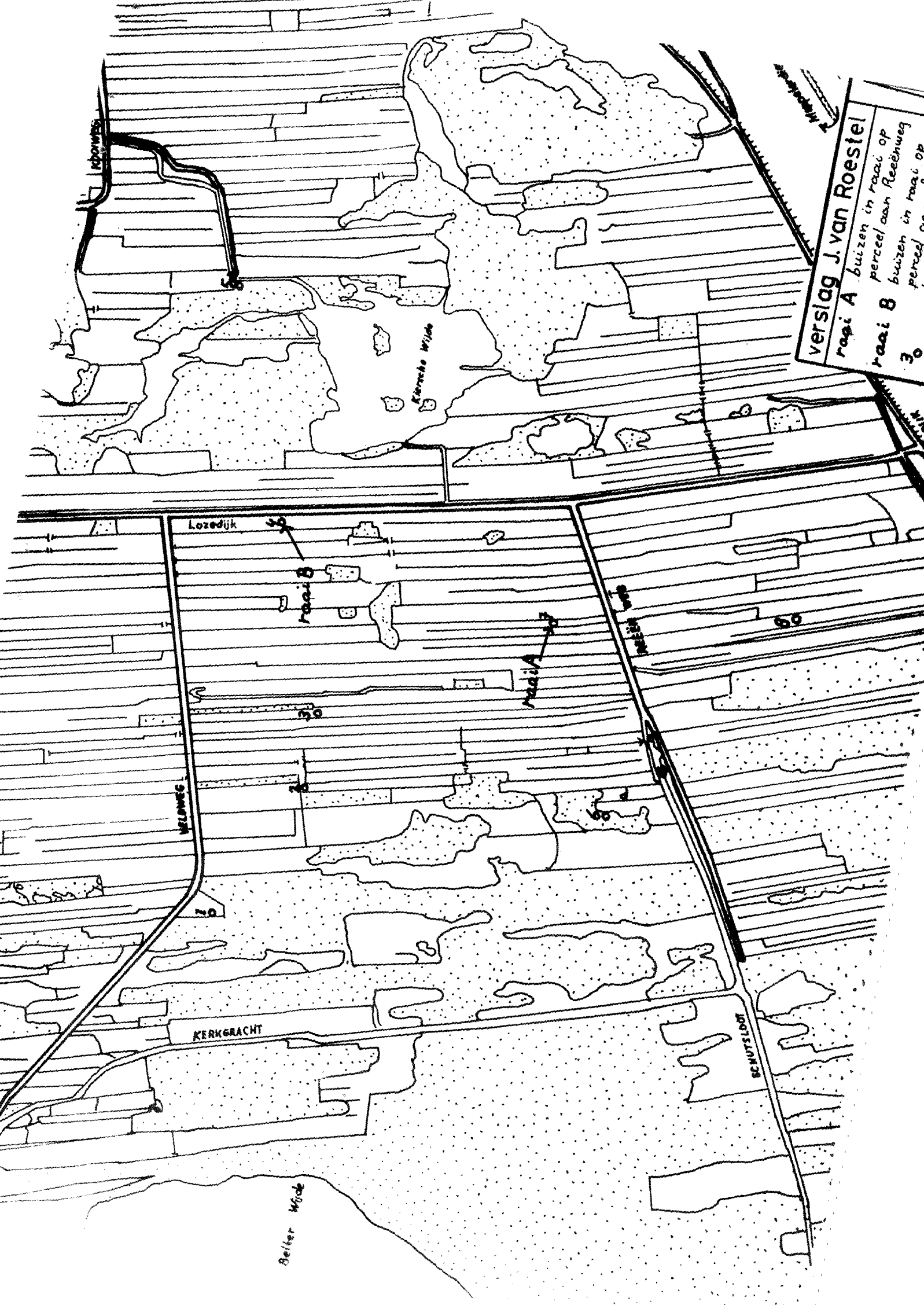
De verandering van de berging in percelen en sloten wordt berekend voor elke 5 cm dat de slootwaterstand verandert. Hierbij wordt aangenomen dat de grondwaterstand en slootwaterstand steeds gelijk liggen. De verandering van de berging wordt voor perceel en sloot apart berekend.

Uitgegaan wordt van een sloot met "gemiddelde" afmetingen en de bijbehorende "gemiddelde" perceelsbreedte. Voor de "gemiddelde" sloot is per m slootlengte de verandering in berging berekend bij een verandering van de slootwaterstand van 5 cm. Deze verandering in berging kan uitgedrukt worden in m^3/m slootlengte.



Tabel 16. Berekening van de bergingsverandering in sloten bij variatie van het slootpeil.

Slootwaterstand meters -N.A.P.	Berging in sloot in m ³ /m	Verandering in berging (m ³ /m)	Equivalent met berging% over breedte perceel (30 m)
0,50	3,50		
0,55	3,23	0.27	18%
0,60	2,97	0.26	17%
0,65	2,72	0.25	17%
0,70	2,48	0.24	16%
0,75	2,25		
0,80	2,03		
0,85	1,82		
0,90	1,62		
0,95	1,43		
1,00	1,25		12%
1,05	1,08		11%
1,10	0,92		
1,15	0,77		
1,20	0,63		
1,25	0,50	0.13	9%



verslag J. van Roestel
raai A buizen in raai op
perceel aan Reehweg
raai B buizen in raai op
perceel op
36

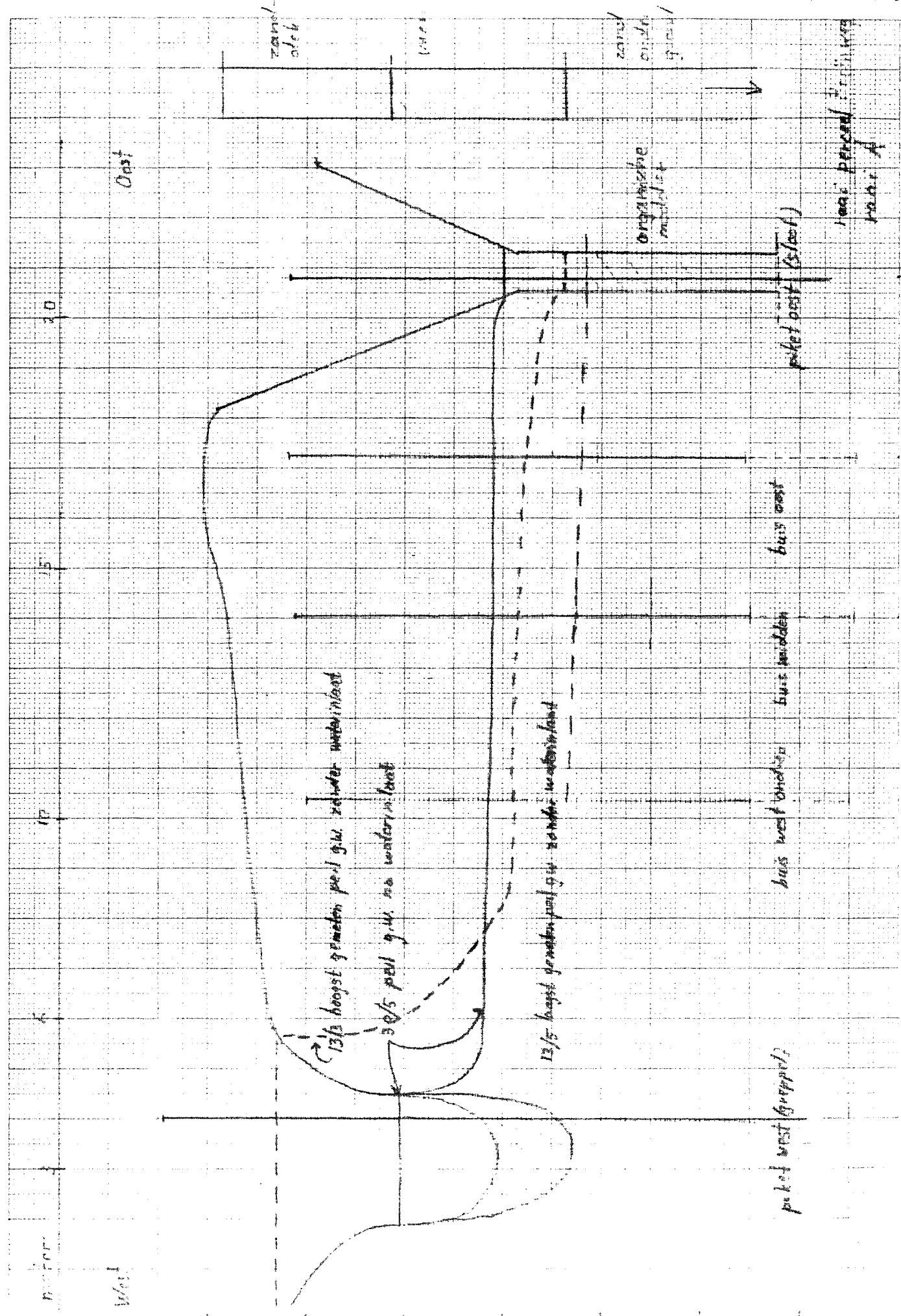
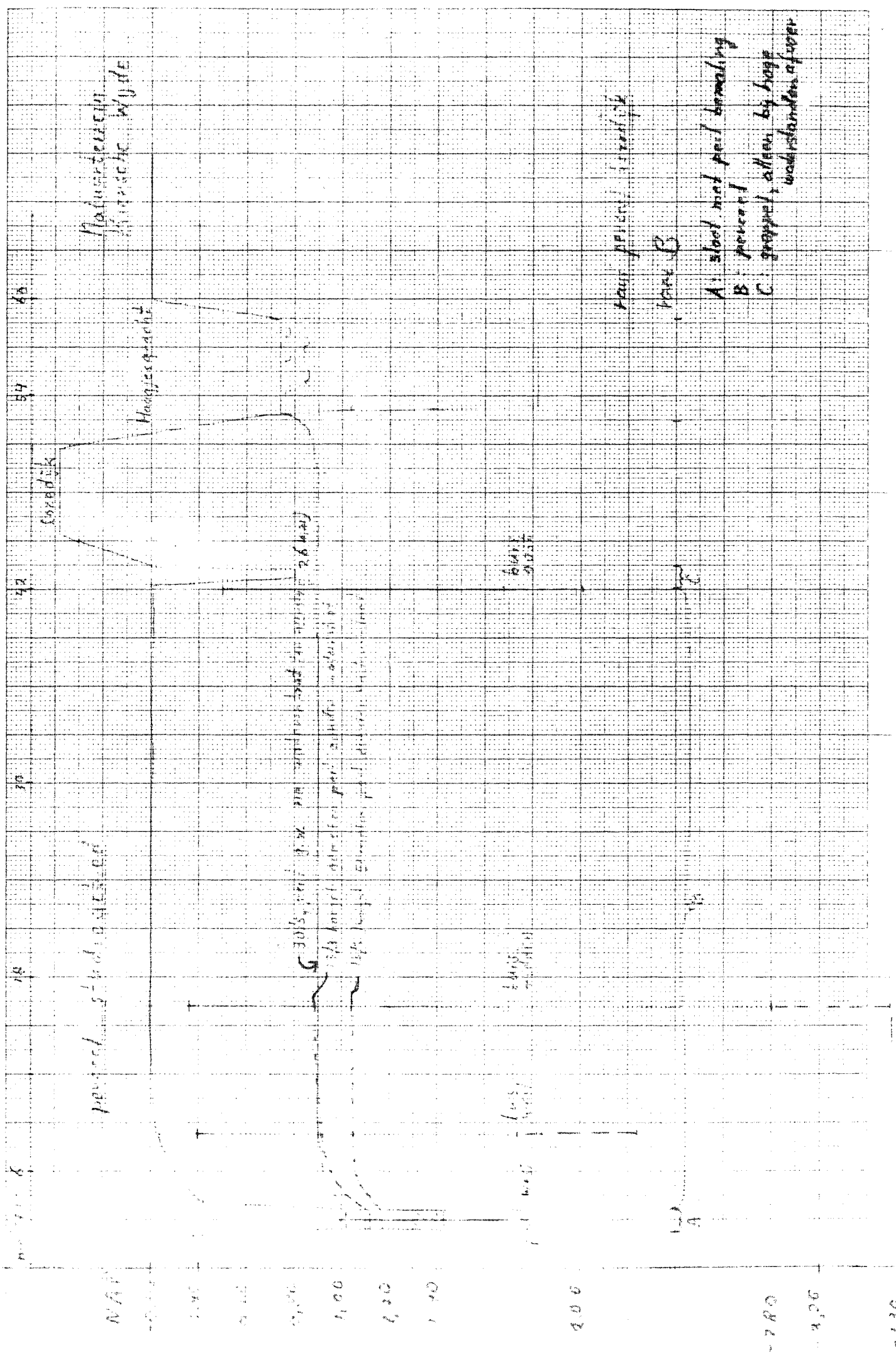
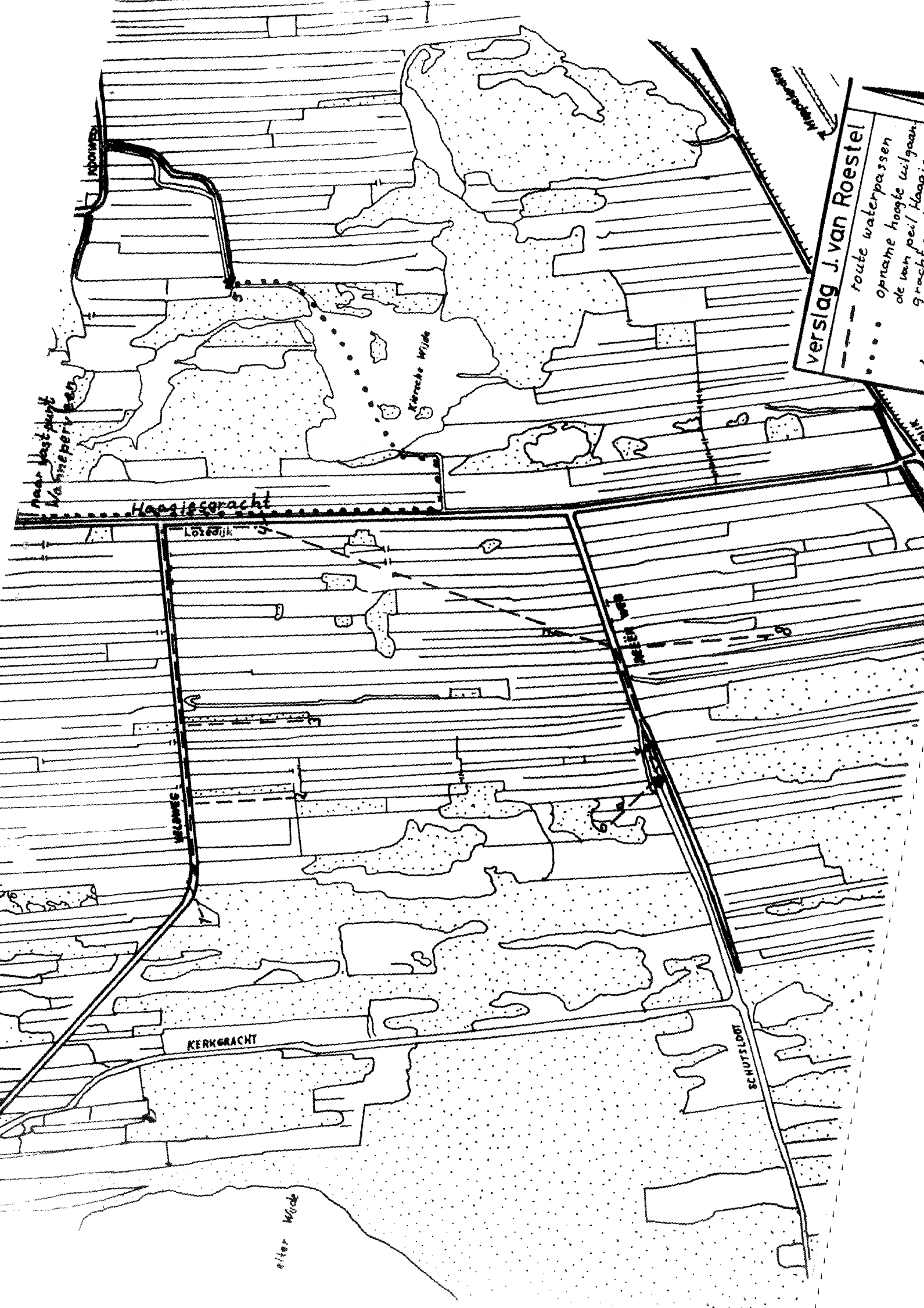


Figure 7



8

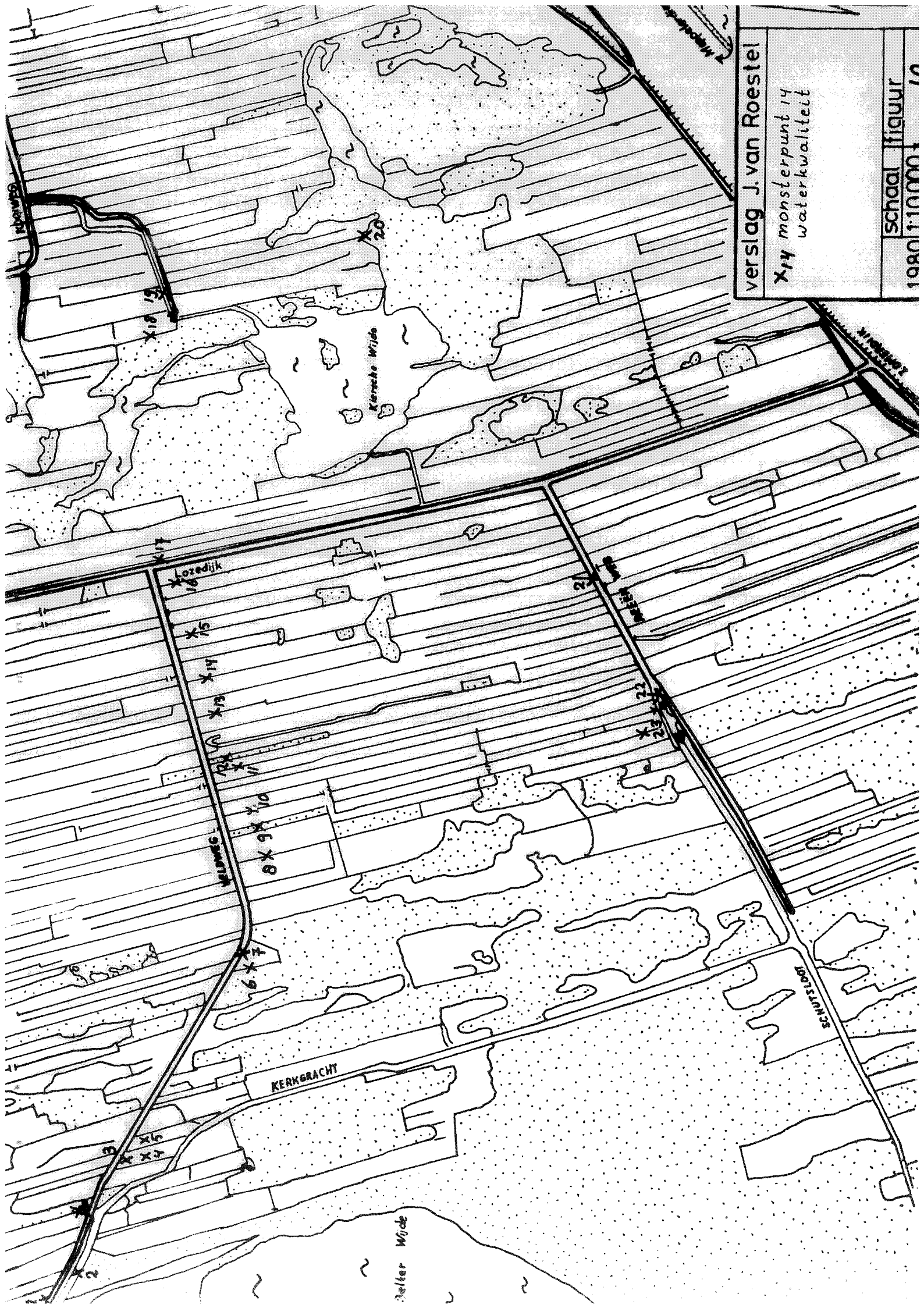


verslag J. van Roestel

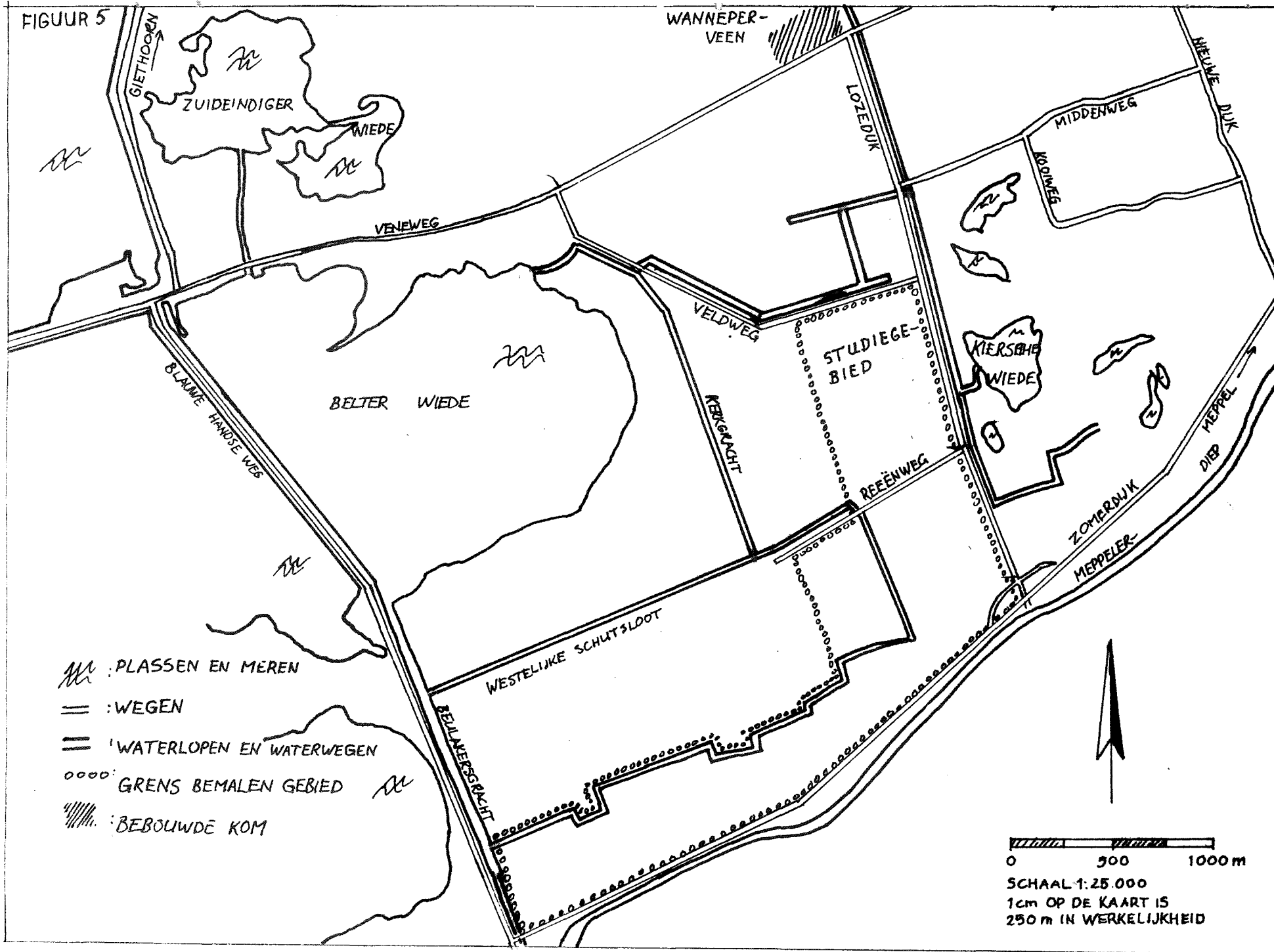
--- route waterpassen
... opname hoogte wilgaan
de van peil laagte
gracht

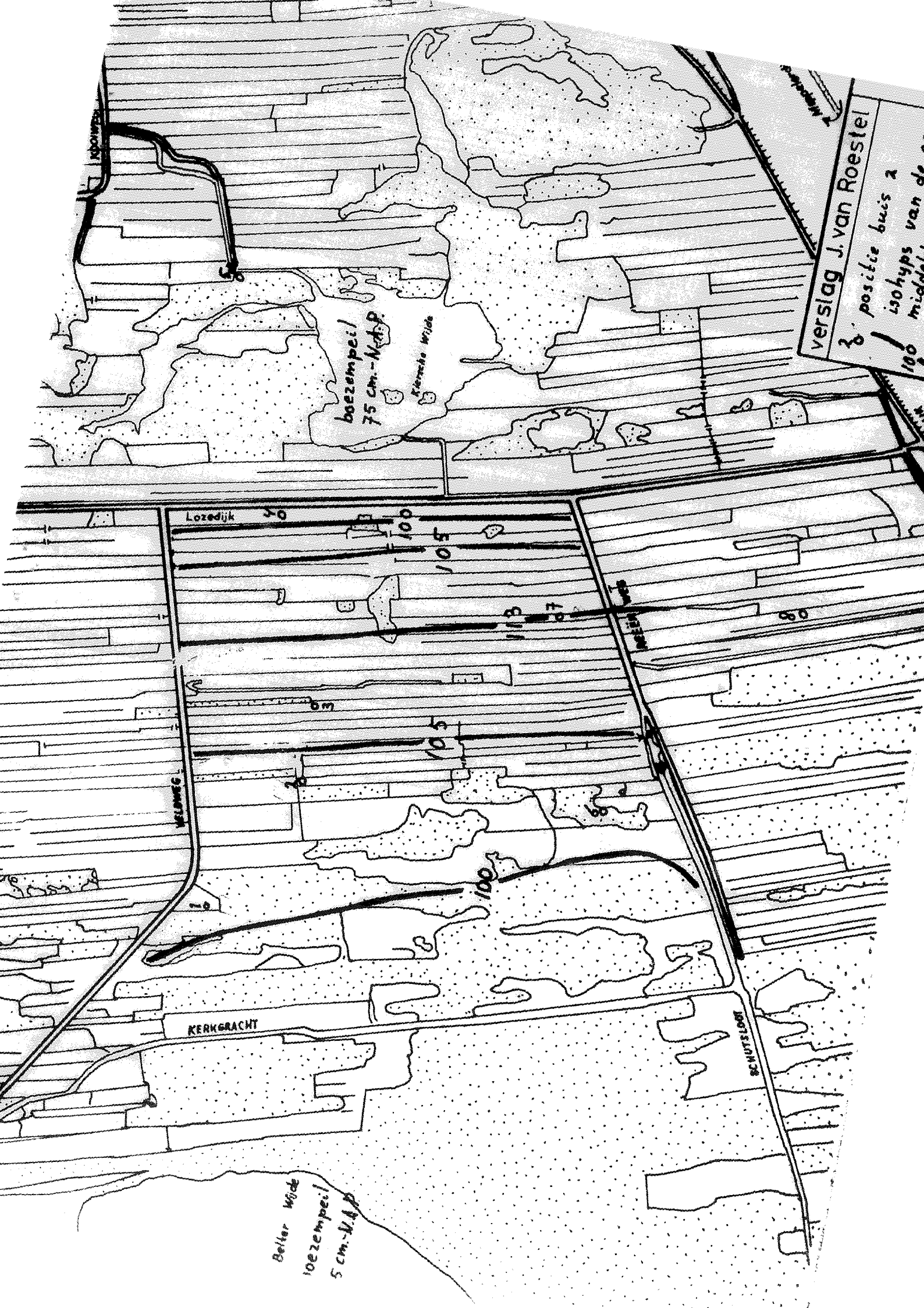
X14 monsterpunt 14
waterkwaliteit

1980	1.10000	Schaal	figuur
------	---------	--------	--------



FIGUUR 5





verslag J. van Roestel
positie buis 2

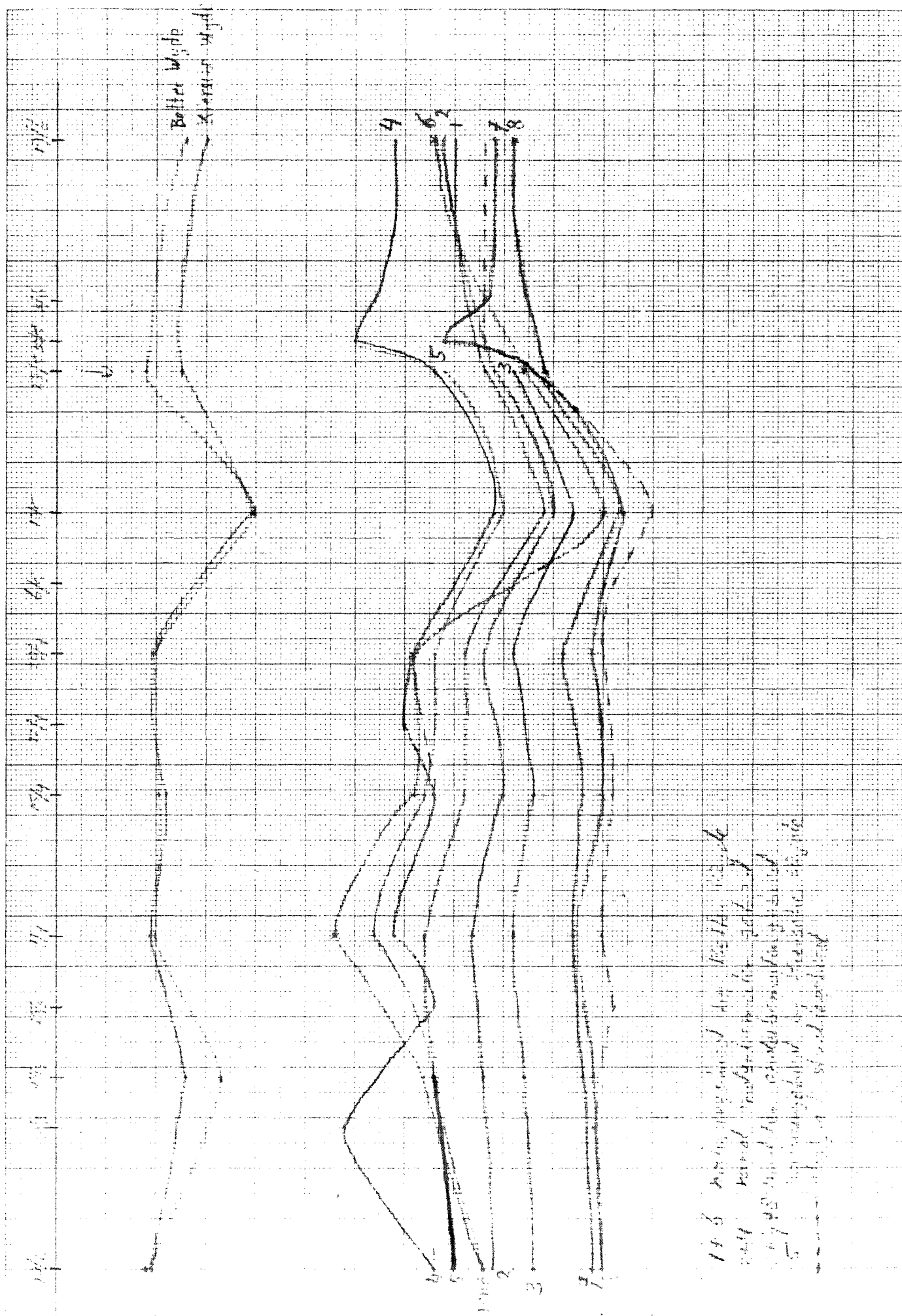
boezempeil
75 cm-N.A.P.
Kluishe Wijk

Lozedijk

Kerkgracht

Schuutsloot

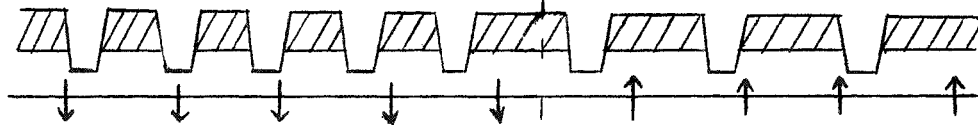
Beller Wijk
1000mpeil
5 cm-N.A.P.



1. 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349

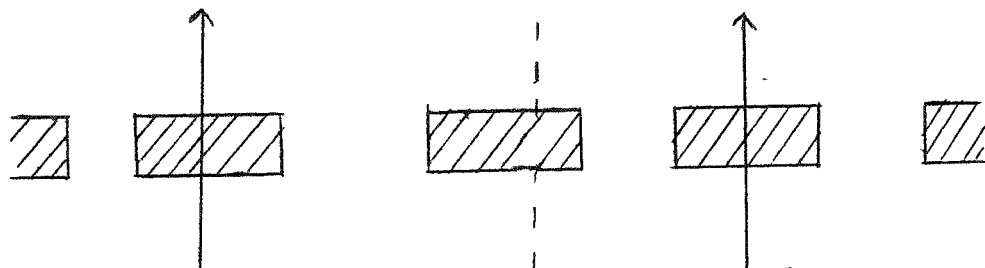
Belter Wijde of
Kiersche Wijde
(hoog peil) $\phi_{BW} = 150$ dagen
 $\phi_N = 75$ dagen

Landbouwgebied
(laag peil) $\phi_L = 75$ dagen



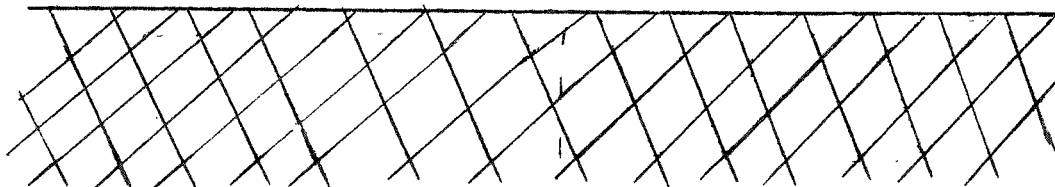
- veen
- matig fijn zand
 $c_1 = 3$ dagen

$$K_1 D_1 = 100 \text{ m}^2 / \text{dag}$$



$c_2 = 50$ dagen

$$K_2 D_2 = 3500 \text{ m}^2 / \text{dag}$$



$c_3 = \infty$

Toelichting op de doctoraalscriptie "Het effect van peilverlaging in het landbouwgebied op de waterhuishouding van voor het natuurbeheer bestemde terreinen in het ruilverkavelingsgebied Giethoorn-Wanegerveen" (auteur scriptie en deze toelichting: J. van Roestel, afgestudeerd LH Wageningen)

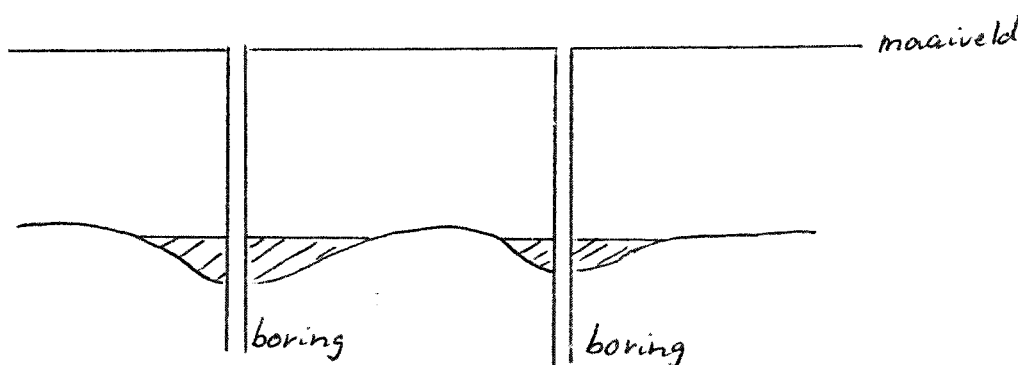
In deze toelichting op mijn doctoraalscriptie worden de volgende zaken behandeld:

- schema van de geohydrologische opbouw gebruikt door de Landinrichtingsdienst
- schema van de geohydrologische opbouw in de doctoraalscriptie
- het model van Mazure en afgeleide modellen voor de berekening van de grootte van de kwelstroom
- het model van Ernst en het afgeleide model voor de berekening van de grondwaterstandsverlaging in het natuurgebied
- bladzijde met een lijst van variabelen en hun verklaring

*Micro Straalhof
Katrien Riep
35920-14344
11358*

SCHEMA VAN DE GEOHYDROLOGISCHE OPBOUW GEBRUIKT DOOR DE LANDINRICHTINGSDIENST

De Landinrichtingsdienst heeft voor haar berekeningen een schema van de geohydrologische opbouw gebruikt dat aangegeven staat op blz. 39 (par. 8.2.) van de scriptie. Het schema is gebaseerd op literatuurgegevens. Het gaat hier waarschijnlijk om een geohydrologische beschrijving a.d.h.v. diepboringen. Met diepboringen zijn bodemonsters te verkrijgen. Door deze bodemonsters te analyseren is een uitspraak te doen over de geologische opbouw ter plaatse van de boring. Omdat een boring slechts een lokale situatie weergeeft is het echter niet zeker dat de resultaten ook voor een groter gebied gelden. Dit kan toegelicht worden aan de hand van het volgende schema:



Op basis van de twee hierboven weergegeven diepboringen zou per vergissing aangenomen kunnen worden dat de met een arcering weergegeven laag overal in het gebied voorkomt. Verreder is dit ook de vergissing die de Landinrichtingsdienst gemaakt heeft met de aanname dat op een diepte van 15 à 20 m.

-N.A.P. een afsluitende slecht doorlatende Eemienlaag voorkomt die tot enkele meters dik is.

Volgens prof. W.H. van de Molen is in dit gebied het Eemien vaak slechts lokaal aanwezig waarbij het afgezet is in kommen van de daaronder aanwezige grindhoudende afzettingen.

SCHEMA VAN DE GEOHYDROLOGISCHE OPBOUW IN DE DOCTORAALSCRIPTIE

Het schema van de geohydrologische opbouw staat in de doctoraalscriptie aangegeven op fig. 13.

De gegevens voor dit schema werden als volgt verkregen:

UIT LITERATUUR:-watervoerend pakket tot 130 m. - N.A.P.

kD-waarde 3000 à 4000 m/etm.

-mogelijk aanwezig Eemienlaag op 15 à 20 m.-NAP

weerstand (c-waarde) onbekend

indien Eemienlaag afsluitend dan ondiep en diep
watervoerend pakket aanwezig

- kD-waarde laag tot 15m. - N.A.P. 100 à 150 m/etm

VELDONDERZOEK :-nagegaan moest worden:

weerstand bovenste laag profiel;dit is,

a. Drainageweerstand

b. weerstand pakket matig fijn

weerstand Eemienlaag(c) zand

-methode onderzoek:

onderzoek naar weerstand bovenste laag profiel
uiteengezet op bldz. 25,26 en 27

onderzoek naar Eemienlaag wordt hieronder uiteengezet

METHODE ONDERZOEK EEMIENLAAG:

Gegeven is een polder waarin ook het studiegebied ligt(doctoraalscriptie, fig.5, grens bemalen gebied).

De randlengte, de peilverschillen met de omgeving en de kwelstroom in de polder is bekend.

Nagegaan wordt met welk schema van de geohydrologische opbouw de grote kwelstroom naar de polder verklaard kan worden.

Als de kwelstroom naar de polder beïnvloedt wordt door de aanwezigheid van een Eemienlaag is het ideaal de stroming tegelijk via het ondiepe en diepe watervoerende pakket te berekenen. Het is dan noodzakelijk een computermodel (vierlagenmodel) te gebruiken. In het kader van het doctoraalonderzoek was dat echter niet mogelijk.

De kwelstroom naar de polder wordt berekend met formules die afgeleid zijn van het model van Mazure. Nagegaan wordt of de kwelstroom het best berekend kan worden via het diepe of het ondiepe watervoerende pakket. Bij een berekening via het diepe watervoerende pakket is het noodzakelijk een waarde voor de weerstand van een aanwezige Eemienlaag in te vullen.

Bladzijde 30 scriptie

Onderzoek of de gegeven kwelstroom naar de polder te verklaren is door een berekening van de stroming via het ondiepe watervoerende pakket of het gehele watervoerende pakket zonder Eemienlaag. Conclusie: de KD-waarde van het ondiepe watervoerende pakket is te klein om de kwelstroom naar de polder te kunnen verklaren. Anderzijds geeft een berekening via het gehele watervoerende pakket een te grote kwelstroom in in de polder.

Bladzijde 32 scriptie

~~De kwelstroom wordt berekend via het diepe watervoerende pakket.~~

Bij een KD-waarde van 3500 m/etm. en een weerstand van 50 etm. ingevuld voor de Eemienlaag komt de berekende kwelstroom overeen met de gegeven kwelstroom

HET MODEL VAN MAZURE EN AFGELEIDE MODELLEN

Het model van Mazure kan gebruikt worden voor de berekening van de grootte van de kwelstroom onder een dijk door. Voor de berekening van de grootte van de kwelstroom naar de polder moet het model aangepast worden. Vanuit het Belter Wijde, het Kiersche Wijde, het Meppeler Diep en het kanaal Beukersgracht stroomt water naar de polder (fig.5 scriptie). Voor deze situaties moet het model van Mazure aangepast worden. Eerst wordt het model van Mazure behandeld, daarna de afgeleide modellen.

Van de afgeleide modellen worden eerst de modellen behandeld die staan op bladz. 30 van de scriptie en vervolgens de modellen op bladz.32 van de scriptie.

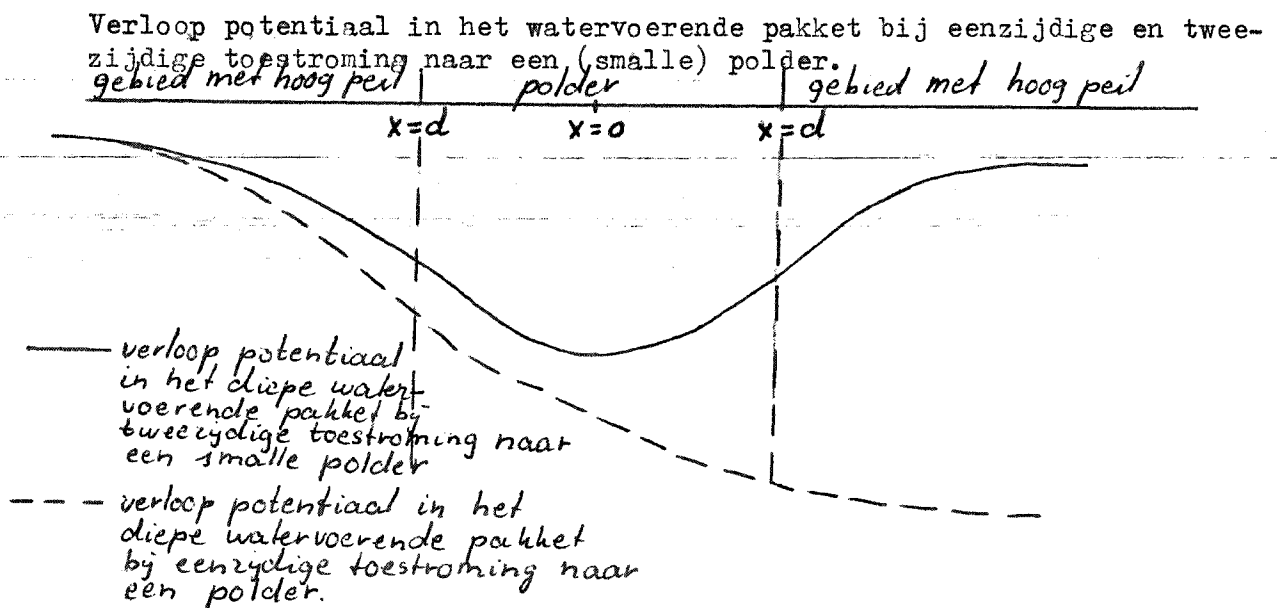
In de modellen op bladz.32 komt een hyperbolische functie voor. Deze staat voor de interferentie van kwelstromen midden onder de smalle polder. De kwelstroom naar depolder wordt daardoor kleiner.

Interferentie van kwelstromen kan optreden bij een smalle polder als de halve breedte van de polder kleiner is dan de spreidingslengte van de kwelstroom.

De spreidingslengte van de kwelstroom wordt weergegeven door het symbool λ en heeft de waarde $\sqrt{KD \cdot (c+y)}$.

Omdat in de polder alleen landbouwgronden liggen wordt dit $\sqrt{KD \cdot (c+y_L)}$. De betekenis van de variabelen staat aangegeven op de toegevoegde lijst van variabelen achter in dit verslag.

De invoer van een hyperbolische functie is gebaseerd op het verloop van de potentiaal in het diepe watervoerende pakket onder de smalle polder zoals dat aangegeven staat in onderstaande figuur.



Als de profielopbouw hetzelfde is als in het model van Mazure (zie volgende bladz.) dan wordt de overdruk van het grondwater in het watervoerende pakket onder de polder:

$$\phi_x = \frac{q_0}{\beta_L} \cdot \frac{\cosh(x/\lambda_L)}{\sinh(d/\lambda_L)}$$

Op de grens van de polder is $x=d$. Dan wordt de overdruk $\phi_d = \frac{q_0}{\beta_L} \cdot \cotanh(d/\lambda_L)$

De laatste term komt in de formules voor op bladz.32,37 en 42 van de scriptie.

De vorm waarin de hyperbolische functie voorkomt is verkregen uit informatie van prof.W.H. van der Molen (stencil college).

Model van Mazure (Molen, W.H. van der, Agrohydrologie, collegedictaat Landbouw-
Uitgegaan wordt van het volgende profiel ("Hollands profiel"): hogeschool, 1973)

-slecht doorlatende bovengrond met:

doorlaatfaktor k' (m/etm)

dikte d' (m)

weerstand $c = \frac{d'}{k'}$ (etm)

-goed doorlatende ondergrond met:

doorlaatfaktor k (m/etm)

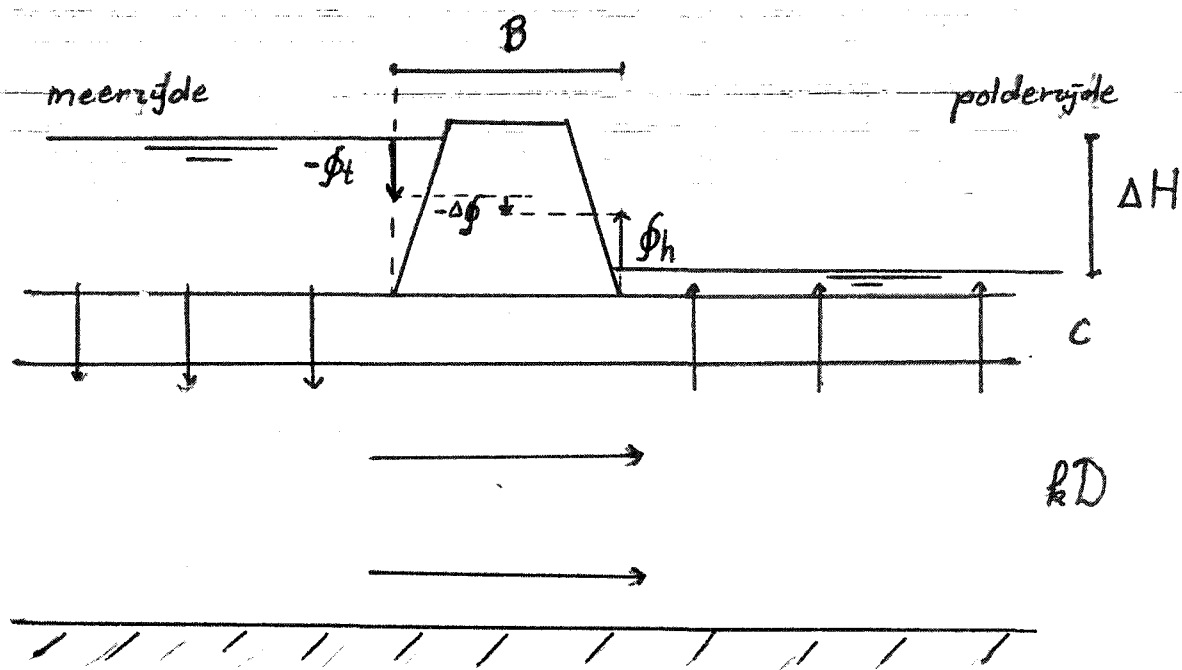
dikte D (m)

transmissibiliteit kD ($\frac{m^2}{etm}$)

-ondoordlatende ondergrond

De kwelstroom van meerzijde naar polderzijde wordt als volgt geschematiseerd:

verticale stroming door de weinig doorlatende bovengrond aan meerzijde
horizontale stroming door het watervoerend pakket onder de dijk
verticale kwelstroming door de weinig doorlatende bovengrond
aan polderzijde.



$$\Delta H = \phi_h + (-\Delta\phi) + (-\phi_t)$$

$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta} + \frac{q_0 \cdot B}{k \cdot D} + \frac{q_0}{\beta} ; \beta = \sqrt{kD/c}$$

ΔH peilverschil meerzijde en polderzijde (m)

q_0 debiet kwelstroom onder dijk per m' randlengte ($\frac{m^3}{m \cdot etm}$)

B breedte dijk

Afgeleide Modellen (volgens bladz. 30 scriptie)

Kwelstroom van Belter Wijde naar polder

Uitgegaan wordt van het volgende profiel:

-slecht doorlatende bovenlaag met:

drainageweerstand β_{BW} in het Belter Wijde (etm)

β_L in de polder (etm)

weerstand c van het pakket matig fijn zand (etm)

-goed doorlatende ondergrond met:

transmissibiliteit KD die nagegaan moet

worden (m^2/etm)

-ondoorlatende ondergrond:

Eemienlaag op 15 à 20m.-NAP

of mariene afzettingen op 130m.-NAP

De kwelstroom wordt als volgt geschematiseerd:

-verticale stroming door de weinig doorlatende bovenlaag

in het Belter Wijde

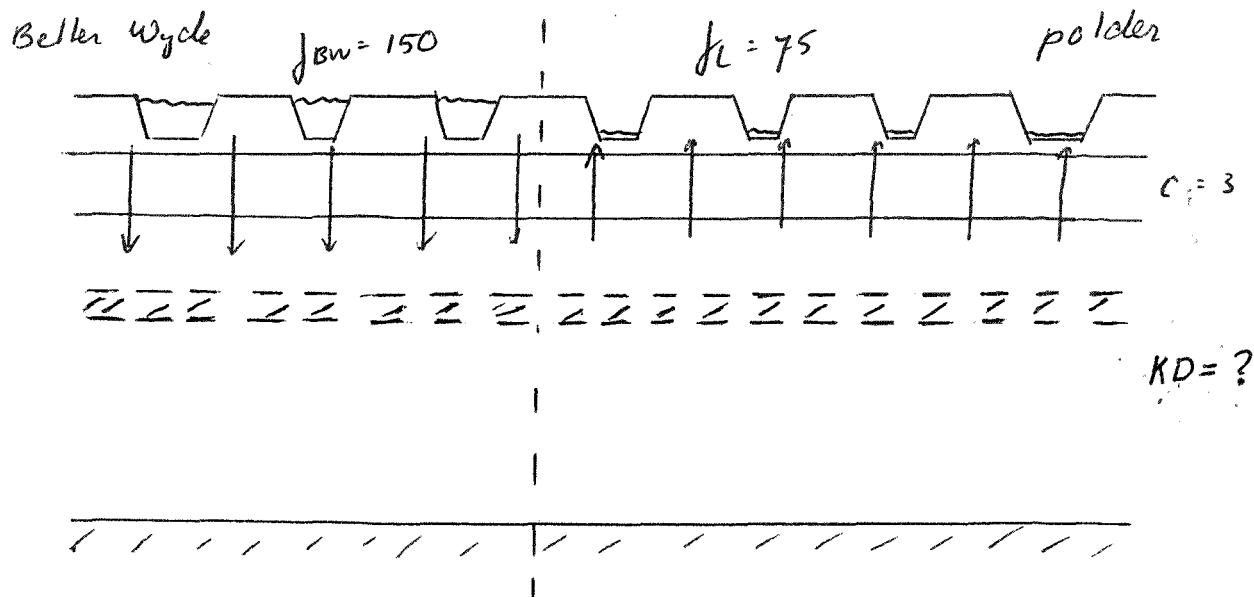
-verticale kwelstroming door de bovenlaag in de

polder

Schematische tekening kwelstroom Belter Wijde-polder.

Volgens dit model verloopt de stroming geheel via het

ondiepe watervoerende pakket of het pakket tot 130m.-NAP.



$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta_L} + \frac{q_0}{\beta_{BW}} ; \beta_L = \sqrt{K \cdot D (\gamma_L + c)} ; \beta_{BW} = \sqrt{K \cdot D (\gamma_{BW} + c)}$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

Kwelstroom van Kiersche Wijde naar polder

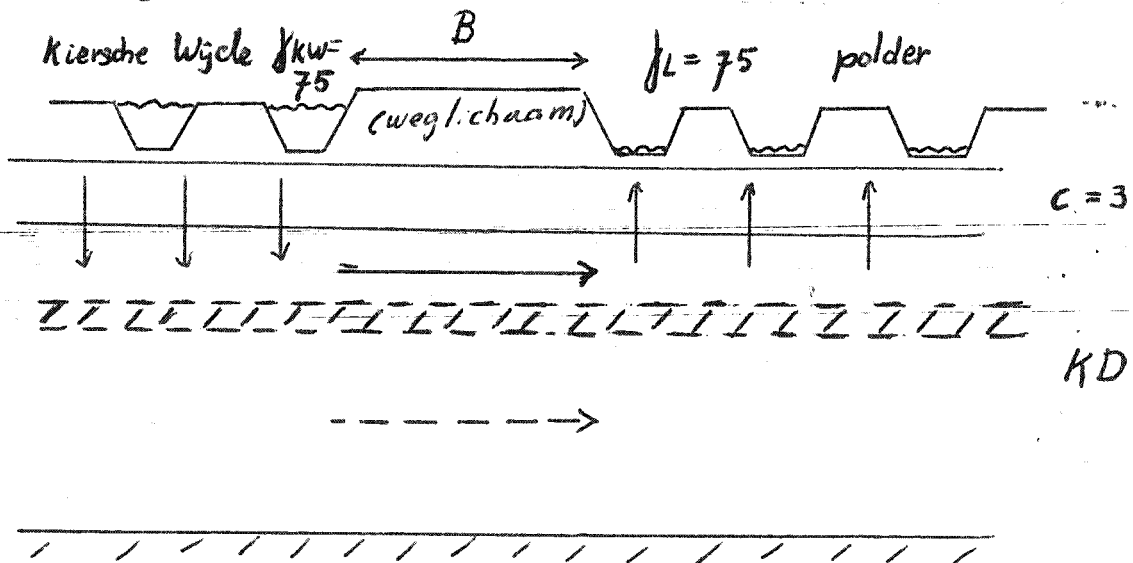
Uitgegaan wordt van bijna hetzelfde profiel als bij de kwelstroom van Belter Wijde naar polder. De drainageweerstand Belter Wijde wordt nu echter drainageweerstand Kiersche Wijde.

De kwelstroom wordt als volgt geschematiseerd:

- verticale stroming door de weinig doorlatende bovengrond in het Kiersche Wijde
- horizontale stroming door het watervoerend pakket onder het weglichaam tussen Kiersche W. en polder.
- verticale stroming door de weinig doorlatende bovengrond in de polder

Schematische tekening kwelstroom Kiersche Wijde-polder.

Stroming via het endiepe of het gehele watervoerende pakket te berekenen met dit model.



$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta_L} + \frac{q_0 \cdot B}{K_D} + \frac{q_0}{\beta_{KW}} ; \beta_L = \beta_{KW} = \sqrt{K_D / (\beta_L + c)} = \sqrt{K_D / (\beta_{KW} + c)}$$

$$K_D = \lambda_L \cdot \beta_L ; \lambda_L = \sqrt{K_D / (\beta_L + c)}$$

$$\text{dus } \Delta H = 2 \cdot \frac{q_0}{\beta_L} + \frac{q_0 \cdot B}{\lambda_L \cdot \beta_L} \longrightarrow \boxed{q_0 = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{2 + B / \lambda_L}}$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

Kwelstroom van Meppeler Diep en Beukersgracht naar polder

Uitgegaan wordt van het volgende profiel:

-slecht doorlatende bovengrond met:

radiale weerstand W van het Meppeler Diep en Beukersgracht (etm./m)

drainageweerstand γ_L in de polder (etm)

weerstand c van het pakket matig fijn zand (etm)

-goed doorlatende ondergrond met:

transmissibiliteit KD die nagegaan moet worden ($\frac{m^2}{etm}$)

-ondoorlatende ondergrond:

Bemienlaag op 15 à 20m.-NAP

6f mariene afzettingen op 130m.-NAP

De kwelstroom wordt als volgt geschematiseerd:

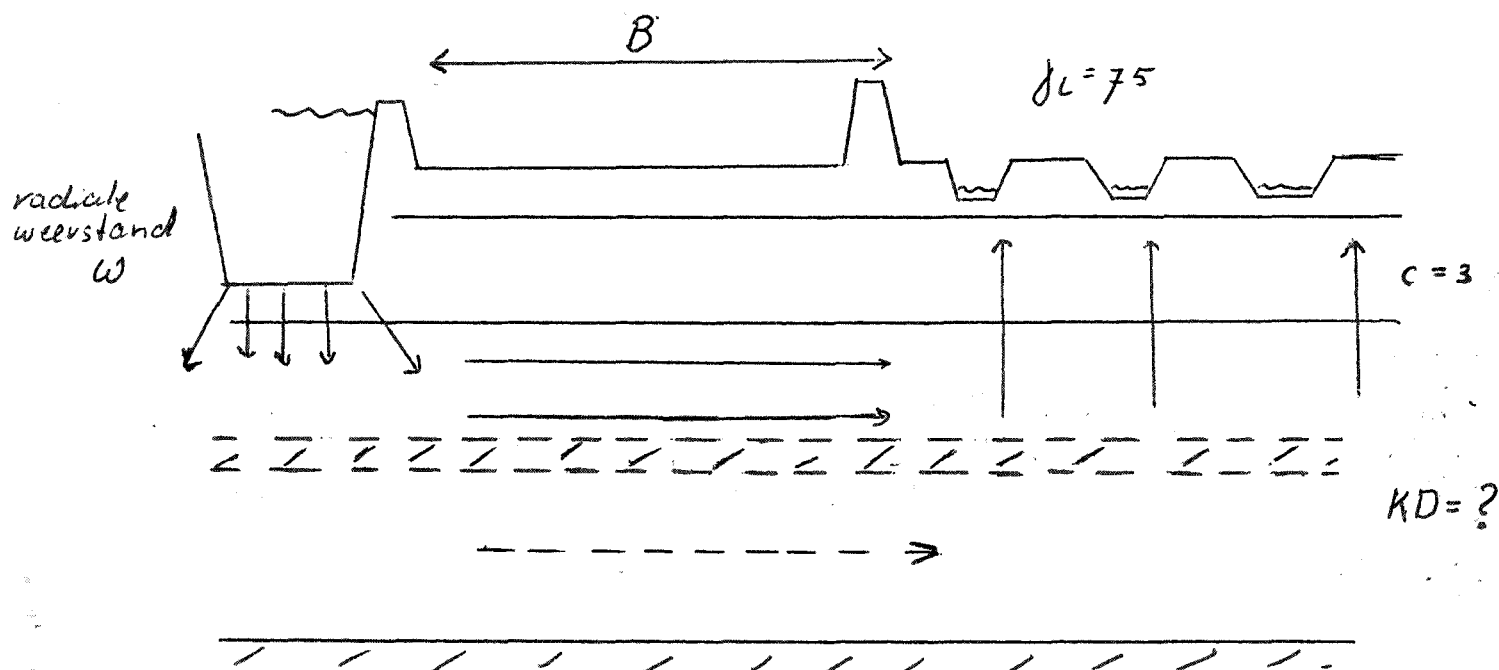
-radiale stroming vanuit het Meppeler Diep en de Beukersgracht door de bovengrond

-horizontale stroming door de goed doorlatende ondergrond onder de dijken en uiterwaarden van het Meppeler Diep en de dijk langs de Beukersgracht

-verticale kwelstroom door de bovengrond in de polder

Schematische tekening kwelstroom Meppeler-Diep-polder.

Volgens dit model verloopt de stroming geheel via het ondiepe watervoerende pakket 6f het pakket tot 130m.-NAP.



$$\Delta H = \gamma_0 \cdot W + \frac{\gamma_0 \cdot B}{K \cdot D} + \frac{\gamma_0}{\gamma_L} ;$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

Afgeleide modellen volgens bladzijde 32 van de scriptie
 In deze modellen wordt uitgegaan van stroming via het diepe watervoerende pakket. Dit heeft tot gevolg dat bij de weerstand van de bovengrond ook de weerstand van de Eemienlaag gerekend moet worden. Deze is onbekend. Omdat de polder smal is moet rekening gehouden worden met interferentie van kwelstromen midden onder de polder. In de oplossingen komen hyperbolische functies voor.

Kwelstroom van Belter Wijde naar polder

Uitgegaan wordt van het volgende profiel:

-slecht doorlatende bovengrond met:

drainageweerstand β_{BW} in het Belter Wijde (etm)

β_L in de polder (etm)

weerstand c_1 van het pakket matig fijn zand (etm)

weerstand c_2 van de lokaal aanwezige Eemienlaag (etm)

ondiep watervoerend pakket geen invloed op

-goed doorlatende ondergrond met: stroming.

transmissibiliteit KD , bekend uit literatuur (m^2/etm)

ondoordlatende ondergrond:

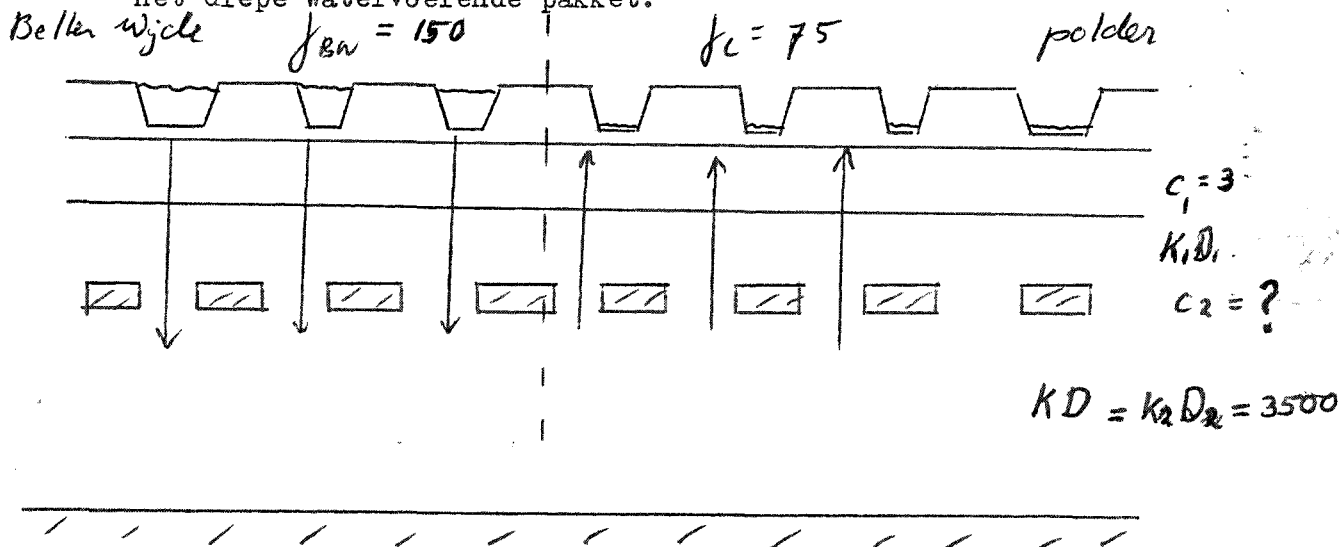
mariene afzettingen op 130m.-NAP

De kwelstroming wordt als volgt geschematiseerd:

-verticale stroming door de bovengrond in het Belter Wijde

-verticale kwelstroming door de bovengrond in de polder

Schematische tekening kwelstroom Belter Wijde-polder via het diepe watervoerende pakket.



$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta_{BW}} + \frac{q_0}{\beta_L} * \coth(\alpha/\lambda_L)$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

Kwelstroom van Kiersche Wijde naar polder via het diepe watervoerende pakket.

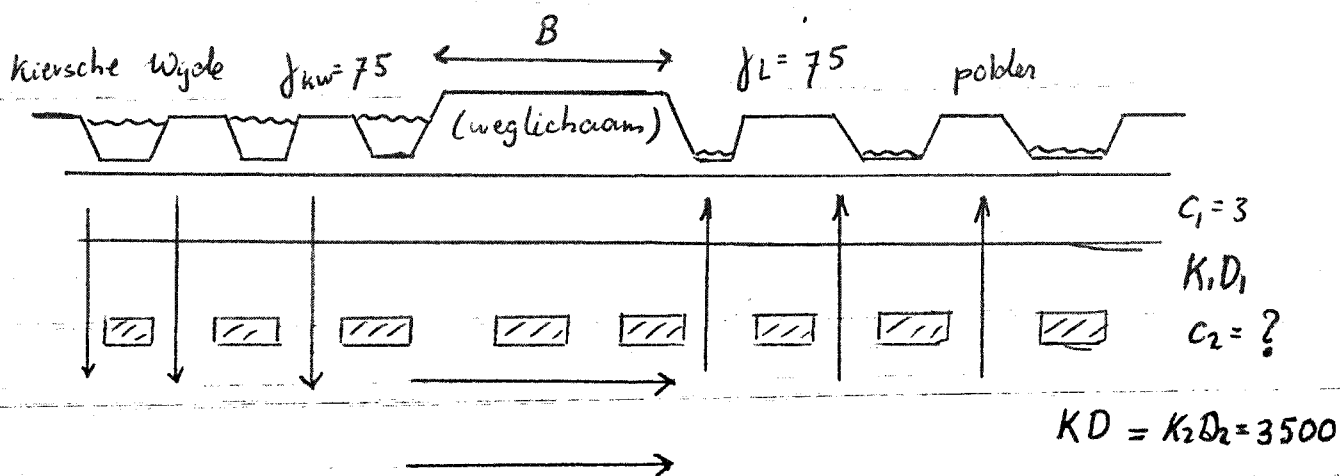
De profielbeschrijving is bijna hetzelfde als die bij de beschrijving van de kwelstroom van Belter Wijde naar polder.

De drainageweerstand Belter Wijde wordt nu echter drainageweerstand Kiersche Wijde.

De kwelstroom wordt als volgt geschematiseerd:

- verticale stroming door de bovengrond in het Kiersche Wijde
- horizontale stroming onder het weglichaam
- verticale kwelstroom in de polder door de bovengrond

Schematische tekening kwelstroom Kiersche Wijde-polder via het diepe watervoerende pakket.



$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta_{kw}} + \frac{q_0 \cdot B}{KD} + \frac{q_0}{\beta_L} * \cotanh(d/\lambda_L); \quad \beta_L = \beta_{kw}$$

$$KD = \lambda_L \cdot \beta_L$$

$$\Delta H = \frac{q_0}{\beta_L} \left(1 + \cotanh(d/\lambda_L) + \frac{B}{\lambda_L} \right)$$

$$\text{Omdat } \lambda_L \gg B : \Delta H = \frac{q_0}{\beta_L} \left(1 + \cotanh(d/\lambda_L) \right)$$

$$q_0 = \frac{\beta_L \cdot \Delta H}{1 + \cotanh(d/\lambda_L)}$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

Kwelstroom van Meppeler Diep en Beukersgracht naar polder

Uitgegaan wordt van het volgende profiel:

- slecht doorlatende bovengrond met:

radiale weerstand W van het Meppeler Diep en Beukers-

gracht (etm/m)

drainageweerstand λ_L in de polder

weerstand c_1 van het pakket matig fijn zand

weerstand c_2 van de Eemienlaag, onbekend.

- goed doorlatende ondergrond met:

transmissibiliteit KD , bekend uit literatuur

(m^2/etm)

- ondoorlatende ondergrond:

mariene afzettingen op 130m. -NAP

De kwelstroming wordt als volgt geschematiseerd:

- radiale stroming vanuit het Meppeler Diep en de Beukersgracht

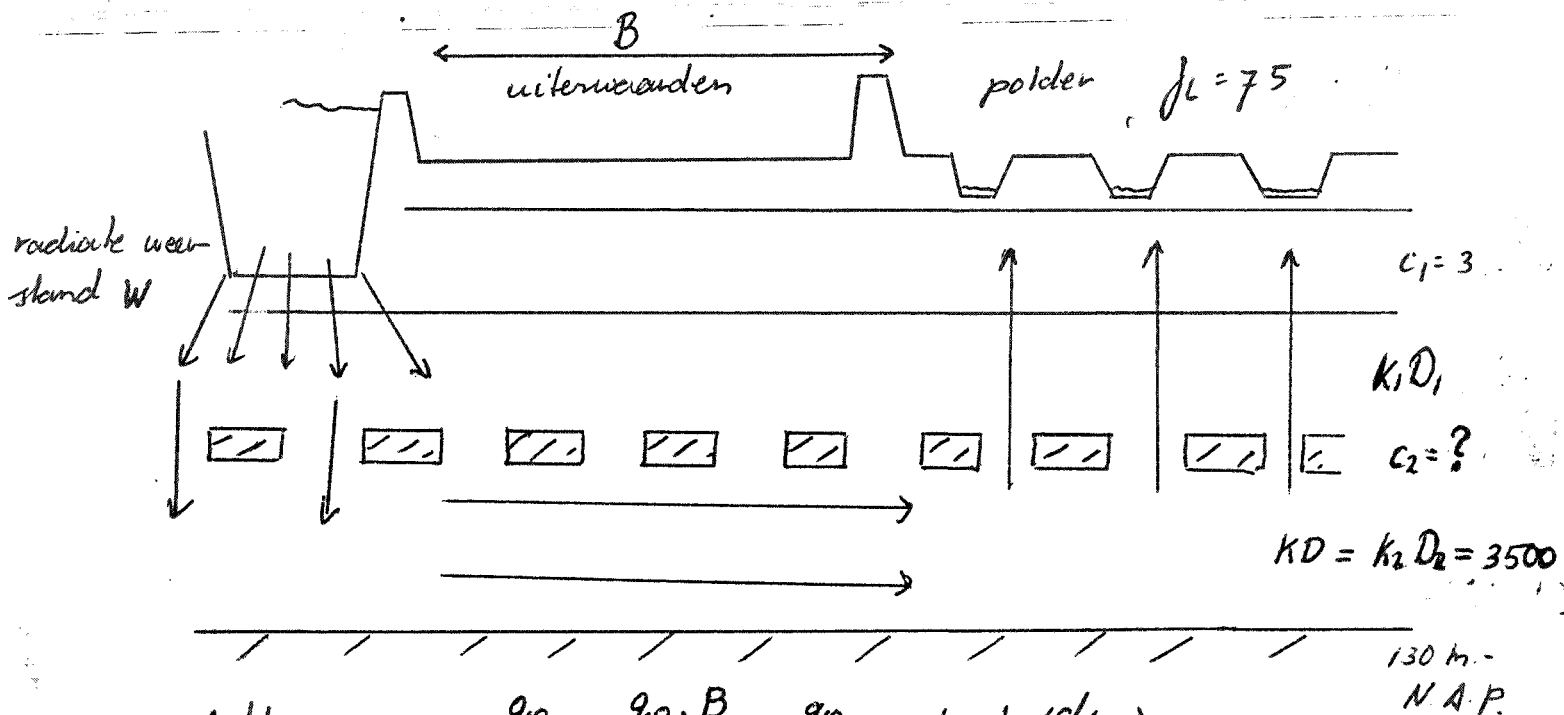
door de bovengrond. Verticale stroming door het Eemien.

- horizontale stroming door het diepe watervoerende pakket

onder dijken en uiterwaarden. Bij de Beukersgracht alleen een dijk

- verticale stroming door de bovengrond in de polder.

Schematische tekening kwelstroom Meppeler Diep-polder via het diepe watervoerende pakket.



$$\Delta H = q_0 \cdot W + \frac{q_0}{\beta} + \frac{q_0 \cdot B}{KD} + \frac{q_0}{\beta_L} \cdot \cothh(c/\lambda_L)$$

(Voor betekenis variabelen zie toegevoegde lijst achter in dit verslag)

HET MODEL VAN ERNST EN HET AFGELEIDE MODEL VOOR DE BEREKENING VAN DE GRONDWATERSTANDSVERLAGING IN HET NATUURGEBIED. (gecorrigeerde bijlage 3 van de

Volgens de methode van Ernst wordt de verandering van de potenti-^{scriptie} aal in het diepe zandpakket op de grens van het natuurgebied en land- bouwgebied berekend met de formule

$$\phi = \frac{\lambda_N}{\lambda_L + \lambda_N} \cdot H \text{ waarin:}$$

$$\lambda_N = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + f_N)} \quad \text{en} \quad \lambda_L = \sqrt{K_2 D_2 (c_2 + f_L)}$$

Deze formule is om te zetten in $H = \left(\frac{c_2 + f_L}{c_2 + f_N} + 1 \right) \cdot \phi \quad (1)$

De verklaring van de symbolen staat op de volgende bladzijden.

In het geval van een stroming van twee tegenover elkaar gelegen gebieden met een hoog peil naast een smalle polder met een laag peil wordt de formule aangepast.

Stel de polder heeft een breedte $2d$

- het midden van de polder wordt $x=0$

- de grens tussen polder en gebied met een hoog peil wordt $x=d$

De overdruk van het diepe grondwater onder de polder is:

$$\phi_x = + \frac{q_d}{\beta_L} \cdot \frac{\cosh(x/\lambda_L)}{\sinh(d/\lambda_L)} \quad \text{voor } x = d: \phi_d = + \frac{q_d}{\beta_L} \cdot \coth(d/\lambda_L)$$

De onderdruk van het diepe grondwater onder het gebied met een hoog peil wordt:

$$\text{als } x > d: \phi_x = - \frac{q_d}{\beta_N} \cdot e^{-(x-d)/\lambda_N} \quad \text{voor } x = d: \phi_d = - \frac{q_d}{\beta_N}$$

Op de grens van polder en gebied met een hoog peil bij peilverandering H in polder:

$$\phi_d = \frac{q_d/\beta_N}{q_d/\beta_N + q_d/\beta_L \cdot \coth(d/\lambda_L)} \cdot H; \text{ Dit kan omgezet}$$

worden in:

$$H = \left(\frac{c_2 + f_L}{c_2 + f_N} \cdot \coth(d/\lambda_L) + 1 \right) \cdot \phi \quad (2)$$

De formules (1) en (2) zijn analoog; (2) geldt echter voor stroming naar een smalle polder. De formule van Ernst kan voor stroming naar

en smalle polder omgezet worden in: $\phi = \left[\lambda_N / (\lambda_N + \lambda_L \cdot \coth(d/\lambda_L)) \right] \cdot H$

Lijst van variabelen en hun verklaring

bladz. scriptie

A	aan- of afvoer in het studiegebied	eenheid	43, 44, 45
A	afvoer in polder gemeten door dieselgemaal	variabele	
a	dikte laag onder slootbodern	eenheid	28
B	berging	variabele	
B	breedte dijk, weg en/of uiterwaarden rond polder	(m)	
c	verticale weerstand bodemlaag	eenheid	28, 42, 43
c ₁	" " pakket matig fijn zand	variabele	
c ₂	" " Eemienlaag	(etm)	
c ₃	" " mariene afzettingen	(etm)	
D	dikte watervoerende pakket	(etm)	
d	dikte equivalentlaag in de formule van Hooghoudt	(m)	
d	doorstroomde dikte van freatisch vlak tot het vlak door de bodern van de sloten	(m)	
d	halve breedte polder	(m)	
E.C.	electrische geleidbaarheid	(mhos)	
E _{pot.}	potentiële verdamping van een gewas	(mm)	
H	peilverschil	(m)	
h	is m	(m)	
h _(x)	grondwaterstands daling	(m)	37
H	peilverlaging in het studiegebied	(m)	37
K	hoeveelheid kwelwater	variabele	28, 29
K	doorlatendheid bodern	eenheid	
KD	transmissibiliteit watervoerende laag	(m/etm)	
K ₁ D ₁	transmissibiliteit ondiepe watervoerende laag	(m ² /etm)	
K ₂ D ₂	transmissibiliteit diepe watervoerende laag	(m ² /etm)	
k	doorlatendheid bodern	(m/etm)	
k ₁	doorlatendheid laag waarin slootbodern ligt	(m/etm)	
k ₁ W'	radiale weerstand volgens Ernst (grafisch) uit college dictaat Waterbeheersing (1972) vakgroep Cultuurtechn.		
k ₂	doorlatendheid zandondergrond beneden laag k ₁	(m/etm)	LH Wageningen
k _v	verticale doorlatendheid	(m/etm)	
L	afstand sloten	(m)	
m	hoogteverschil tussen de grondwaterstand midden op het perceel en de grondwaterstand	(m)	
N	hoeveelheid neerslag	variabele	
N	stationaire afvoer van neerslag, is S	eenheid	
q ₀	debiet dat de grens van een bemalen gebied passeert	(m ³ /etm)	

Vervolg lijst van variabelen en hun verklaring

bladz. scriptie

q	debiet	($\frac{m^3}{etm}$)	
S	stationaire afvoer van neerslag	($\frac{m}{etm}$)	
s	is S		
u	natte omtrek van de sloot	(m)	
V	verdamping	eenheid variabel	
W	radiale weerstand	($\frac{etm}{m}$)	
W	wegzijing	eenheid variabel	42
W_{rad}	radiale weerstand	($\frac{etm}{m}$)	
β	$\sqrt{KD/C}$ bladz. 32 scriptie: $C = C_2$		
β_{BW}	$\sqrt{KD/(C + f_{BW})}$ bladz. 30 scriptie: $C = C_1$; bladz. 32: $C = C_1 + C_2$		
β_{KW}	$\sqrt{KD/(C + f_{KW})}$ bladz. 30 scriptie: $C = C_1$; bladz. 32: $C = C_1 + C_2$		
β_L	$\sqrt{KD/(C + f_L)}$ bladz. 30 scriptie: $C = C_1$; bladz. 32: $C = C_1 + C_2$		
λ_L	spreidingslengte kwelstroom in landbouwgebied		
	$\lambda_L = \sqrt{KD \cdot (C + f_L)}$; bladz. 32 scriptie $C = C_1 + C_2$ (m)		
λ_n	spreidingslengte kwelstroom in natuurgebied		
	$\lambda_n = \sqrt{KD \cdot (C + f_n)}$ (m)		
f_L	drainageweerstand landbouwgebied	($\frac{etm}{m}$)	
f_{KW}	drainageweerstand Kiersche Wijde	($\frac{etm}{m}$)	
f_{BW}	drainageweerstand Belter Wijde	($\frac{etm}{m}$)	
f_n	drainageweerstand natuurgebied	($\frac{etm}{m}$)	
$\phi_2(x)$	verandering potentiaal in het diepe watervoerende pakket op de grens van bemalen-niet bemalen gebied (m)		
$\phi_2(x)$	verandering potentiaal in het diepe watervoerende pakket onder het natuurgebied op een afstand x van de grens met de polder. (m)		