



362-37
Rapportnummer 3186237

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
IN HET KADER VAN DE
MER-GLANERBRUG

Deventer, juni 1992

R3186237.&01/AM0



INHOUDSOPGAVE

<u>hoofdstuk</u>	<u>omschrijving</u>	<u>pagina</u>
1	INLEIDING	4
2	BESCHRIJVING BODEMOPBOUW EN WATERHUISSHOUD- KUNDIGE SITUATIE	6
	2.1 Geologie	6
	2.2 Geohydrologie	9
	2.3 Bodem volgens Bodemkaart van Nederland	12
	2.4 Neerslag en verdamping	13
	2.5 Grondwaterstroming	14
	2.5.1 Tweede watervoerend pakket	14
	2.5.2 Keileempakket	16
	2.5.3 Deklaag	18
	2.5.3.1 Algemeen	18
	2.5.3.2 Relatie neerslag- grondwaterstand	18
	2.5.3.3 Relatie dikte zandlaag- grondwaterstand	19
	2.6 Oppervlaktewater	19
3	BESCHRIJVING GLANERVELD EN DERKINKSMATEN	21
	3.1 Vegetatie	21
	3.2 Fauna	22
	3.3 Geohydrologische situatie	23
	3.3.1 Literatuurgegevens	23
	3.3.2 Situatie Glanerveld en Derkinksmaten	24
	3.4 Ontwikkeling gedurende laatste eeuw	24
	3.4.1 Landschap	24
	3.4.2 Grondwater	25
	3.5 Effecten verandering geohydrologische situatie	26
	3.5.1 Algemene beschrijving vegetatie	26
	3.5.2 Actuele situatie vegetatie	28
	3.5.3 Fauna	28
4	GRONDWATERMODELLERING	29
	4.1 Algemeen	29
	4.2 Beschrijving van het model	30
	4.3 Modelresultaten	31
	4.3.1 Huidige situatie	31
	4.3.2 Mogelijke autonome ontwikkeling	32



INHOUDSOPGAVE - vervolg -

<u>hoofdstuk</u>	<u>omschrijving</u>	<u>pagina</u>
5	GEVOLGEN VAN DE AANLEG VAN DE WOONWIJKEN OP TRADITIONELE WIJZE	33
	5.1 Hydrologische gevolgen	33
	5.2 Blijvende gevolgen	33
	5.2.1 Modelberekening	33
	5.2.2 Interpretatie van de modelberekening	35
	5.2.3 Ecologische gevolgen	36
	5.2.3.1 Derkinksmaten	36
	5.2.3.2 Glanerveld	36
	5.2.3.3 Fauna	37
	5.3 Gevolgen tijdelijke maatregelen	37
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	39

Bijlagen:

Bijlage 1	: Stratigrafische tabellen
Bijlage 2	: Dwarsprofiel van de bodemopbouw
Bijlage 3	: Kopie Bodemkaart van Nederland
Bijlage 4	: Lokaties genoemde onttrekkingen
Bijlage 5	: Lokaal isohypsenpatroon
Bijlage 6	: Ligging peilbuizen in onderzoeksgebied
Bijlage 7	: Relatie neerslagoverschot-grondwaterstand
Bijlage 8	: Topografische kaart rond 1900
Bijlage 9	: Resultaten C.O.L.N.-onderzoek 1958
Bijlage 10	: Waterstaatskaart 1852
Bijlage 11	: Tabellen Rijtema en Bodemkarakteristieken Staringreeks
Bijlage 12	: Effectbeschrijving volgens Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap
Bijlage 13	: Toelichting MLAEM
Bijlage 14.1	: Grens tweede watervoerend pakket
Bijlage 14.2	: Ligging AREL-GIVEN elementen
Bijlage 15	: Regionaal berekend isohypsenpatroon
Bijlage 16	: Berekeningsresultaten lokaal
Bijlage 17	: Invoerfiles MLAEM
Bijlage 18	: Verspreiding Rana temporaria
Bijlage 19	: Verspreiding Trituris cristatus
Bijlage 20	: Lokaties woningbouw



INLEIDING

Ten behoeve van de woningbouwontwikkeling in het gebied tussen Enschede en Glanerbrug wordt momenteel een milieu effect rapport (MER) opgesteld.

Zoals in de startnotitie voor het MER Enschede-Glanerbrug is aangegeven, zal in dat kader een geohydrologisch onderzoek moeten worden uitgevoerd.

Na overleg met de mer-commissie is voor dit onderdeel door TAUW Infra Consult B.V. een projectvoorstel (d.d. 23 juli 1991) opgesteld.

Per schrijven d.d. 22 januari 1992 is door de Gemeente Enschede opdracht verstrekt voor het uitvoeren van het geohydrologisch onderzoek. Dit rapport beschrijft de resultaten van het uitgevoerde onderzoek.

De lokatie van de nieuwe woonwijk is gekozen tussen Glanerbrug en Enschede en is aangegeven in bijlage 20. Dit gebied ligt op de oostelijke helling van de stuwwal waarop Enschede is gebouwd. Vanwege het reliëf en de karakteristieke bodemopbouw werd het gebied vroeger gekenmerkt door de aanwezigheid van moerassige gebieden en veel natuurlijke waterlopen. Door het in cultuur brengen van de grond zijn de moerassige gebieden grotendeels verdwenen en wordt het overtollige water afgevoerd middels kunstmatige waterlopen.

Verspreid in het gebied liggen restanten van het oorspronkelijke landschap. Ten zuiden van de wijk Dolphia ligt de Derkinksmaten. Dit is een complex van heideveldjes, hoogveenresten en bos, afgewisseld met weilanden en enkele akkers. Diverse poelen en enkele vennetjes in het gebied zijn voor hun voeding afhankelijk van oppervlakkig grondwater. De poelen zijn erg rijk aan amfibieën. Ten noorden van Glanerbrug ligt het Glanerveld. Dit is eveneens een heideveld, dat deels begroeid is met bos.

Ten aanzien van de gevolgen van de aanleg van de woonwijken op het natuurlijk milieu worden drie ontwikkelingsvarianten in beschouwing genomen:

1. Het nul-alternatief, waarbij wordt uitgegaan van de situatie waarin de nieuwe woonwijk nog niet gerealiseerd is.
2. Een variant waarbij op basis van een sluitende grondbalans bouwrijp wordt gemaakt, naar behoefte wordt ontwaterd en een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt aangelegd.
3. Een ecologische variant, waarbij zo goed mogelijk wordt geprobeerd om het aanwezige ecosysteem te handhaven. Dit houdt ondermeer in dat de inrichting wordt aangepast aan de hydrologische situatie zoals die nu is.



Het geohydrologisch onderzoek betreft met name variant 2, omdat daarbij ontwatering plaatsvindt welke ook invloed heeft naar de omgeving. Daarnaast wordt in het kader van het nul-alternatief getracht om een mogelijke autonome ontwikkeling in beeld te brengen, waarbij een bepalende factor wordt gevormd door de grondwateronttrekkingen.

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de bodemopbouw en de waterhuishoudkundige situatie. De natuur-wetenschappelijke waarden van de bovengenoemde heidevelden en de relatie daarvan met de geohydrologie wordt beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de opzet en resultaten van het geohydrologisch model beschreven en in hoofdstuk 5 worden de modelresultaten vertaald naar effecten van de aanleg van de woonwijken op de heidevelden.



2 BESCHRIJVING BODEMOPBOUW EN WATERHUISHOUDKUNDIGE SITUATIE

2.1 Geologie

Ter verduidelijking van de beschrijving van de geologie bevat bijlage 1 twee stratigrafische tabellen waarin de naamgeving van de verschillende afzettingen chronologisch is weergegeven (bron: lit.3).

In bijlage 2 is een west-oost dwarsprofiel van de bodem weergegeven.

Uit het dwarsprofiel in bijlage 2 blijkt dat de bodem in de omgeving van Enschede wordt gekenmerkt door het relatief ondiep voorkomen van afzettingen uit het Tertiair en het Krijt.

Als gevolg van tektonische bewegingen is het jongste deel van de Krijt-afzettingen weggeërodeerd. Hierdoor wordt de bovenkant van het Krijt gevormd door afzettingen uit het Onder-Krijt (Barremien, Aptien en Albien). Tijdens het Tertiair bevindt het onderzoeksgebied zich aan de rand van het gebied waar mariene sedimentatie plaatsvindt. Daarom ontbreken in het gebied tussen Enschede en Glanerbrug de mariene Tertiaire afzettingen, zodat het Kwartair discordant is afgezet op de geplooiden afzettingen van het Onder-Krijt (lit.1).

De bovenste lagen van het Onder-Krijt zijn van voornamelijk kleiige samenstelling en daarom slechtdoorlatend. Hoewel er op grotere diepte nog wel enkele zandige lagen voorkomen, kan de bovenkant van de Krijtafzettingen in het kader van deze studie worden beschouwd als basis van het geo(hydro)logisch systeem. De hoogte hiervan loopt van 35 m+NAP ter plaatse van Glanerbrug tot 20 m+NAP aan de westkant van Enschede.



Tijdens de overgang van het Tertiair naar het Pleistoceen wordt de mariene sedimentatie verdrongen door fluviatiele. Gedurende het Pleistoceen worden sedimenten afwisselend fluviatiel, glaciaal en eolisch afgezet. De glaciale afzettingen komen tot stand in het Saalien, wanneer het landijs ons land bereikt. Door het opdringende landijs worden reeds aanwezige afzettingen opgestuwd. Er ontstaan stuwwallen en glaciale dalen of bekkens. Na het smelten van het ijs worden dalen en bekkens opgevuld met fluvioglaciale afzettingen, waarvan de samenstelling varieert van grofzandig tot zeer kleiig. Onder het landijs wordt keileem gevormd uit materiaal dat deels vanuit Scandinavië is meegevoerd en deels van plaatselijke herkomst is. Enschede is gebouwd op de westhelling van de zogenaamde stuwwal Oldenzaal, waarvan de globale ligging is aangegeven in figuur 2.1.

Figuur 2.1 Globale ligging van de stuwwal Oldenzaal

Ten westen en ten noorden van de stuwwal vormen de grofzandige fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drenthe en de zanden van de Formatie van Enschede een aaneengesloten pakket met een dikte van 5 à 10 meter. De grens van het voorkomen van dit pakket komt ongeveer overeen met het hoogste deel van de stuwwal. Ten oosten van de stuwwal worden slechts plaatselijk grofzandige laagjes aangetroffen.

De zuidelijke uitloper van de stuwwal, waarop het onderzoeksgebied ligt, is voornamelijk opgebouwd uit keileem. In noordelijke richting, vanaf Enschede, gaat het keileempakket over in een pakket verplaatste Tertiaire zanden en kleien.



Ter plaatse van het onderzoeksgebied ligt boven de Krijtafzettingen dus een keileempakket. Het pakket wordt gekenmerkt door het voorkomen van lenzen van geringe omvang, bestaande uit klei, leem, leemhoudend zand en fijnzandige afzettingen. De leem is van kwartaire ouderdom en heeft een zeer taaie structuur. De klei is plaatselijk zandig ontwikkeld.

Over het algemeen is de keileem bovenin ruller en minder compact dan dieper in het profiel (lit.7).

De dikte van het keileempakket is af te leiden uit de topografie van het gebied. Op het hoogste punt van de stuwwal bedraagt de dikte maximaal 17 meter. In westelijke en oostelijke richting neemt de dikte af tot respectievelijk 2 en 5 meter.

Na het terugtrekken van het landijs heeft er erosie plaatsgevonden van het keileempakket. Onder invloed van het afstromend regenwater hebben zich geulen gevormd in het keileempakket. Deze geulen zijn later opgevuld met zeer fijn dekzand. Doordat dit dekzand een grotere doorlatendheid heeft dan het keileem, wordt de grondwaterstroming in het keileem pakket voor een groot deel bepaald door de aanwezigheid van de geulen.

De bovenste laag van de bodem is opgebouwd uit de fijnzandige afzettingen van de Formatie van Twente. Deze zijn op eolische afgezet tijdens de laatste ijstijd, toen het landijs ons land niet heeft bereikt. Ten gevolge van de invloed van menselijke activiteiten en een onregelmatige reliëf van het keileem varieert de deklaag relatief laag sterk in dikte. Op het hoogste deel van de stuwwal is de dikte van de fijnzandige toplaag zeer gering en kan de laag plaatselijk zelfs geheel ontbreken. Op de oostelijke helling van de stuwwal varieert de dikte van 1 tot 5 meter en ten westen van de stuwwal bedraagt de dikte maximaal 10 meter. Ook in het dekzandpakket hebben zich erosiegeulen gevormd onder invloed van afstromend hemelwater. De huidige beken, zoals de Heutinkbeek en de Hoge Boekelerbeek liggen veelal in deze geulen.



In de onderstaande tabellen is de bodemopbouw ter hoogte van het onderzoeksgebied schematisch weergegeven voor de oostkant en de westkant van de stuwwal.

Tabel 2.1 Bodemopbouw westkant stuwwal

Formatie	Samenstelling	Dikte	Hoogte bovenkant
Eoceen	klei	> 50 m	20 à 35 m+NAP
Drenthe (fluvioglaciaal), Enschede	zand	5 à 10 m	25 à 36 m+NAP
Drenthe (keileem)	klei, leem, fijn zand	2 à 15 m	28 à 57 m+NAP
Twente	fijn zand	3 à 10 m	33 à 60 m+NAP

Tabel 2 Bodemopbouw oostkant stuwwal

Formatie	Samenstelling	Dikte	Hoogte bovenkant
Onder-Krijt	klei	> 50 m	35 à 40 m+NAP
Drenthe(keileem)	klei, leem, fijn zand	5 à 15 m	40 à 58 m+NAP
Twente	fijn zand	0 à 5 m	42 à 60 m+NAP

Het hoogste punt van de stuwwal is circa 60 m+NAP en bevindt zich aan de oostkant van de stad Enschede. De lokatie van de nieuwe woonwijk is gepland op de oosthelling van de stuwwal. Ter plaatse van het nieuw te bebouwen gebied verloopt de hoogte van het maaiveld van 51 m+NAP in het westen tot 38 m+NAP nabij Glanerbrug.

2.2 Geohydrologie

De samenstelling van de bodem is bepalend voor de wijze waarop het deel van de neerslag dat niet verdampt wordt afgevoerd. De dikte en de doorlatendheid van de bodemlagen bepalen de infiltratiecapaciteit van de bodem. Indien de neerslagintensiteit groter is dan de infiltratiecapaciteit treedt oppervlakkige afvoer op. Er zullen plassen ontstaan als er hiertoe geen mogelijkheden zijn.



Per bodemlaag worden in het onderstaande de hydraulische eigenschappen beschreven.

Tertiair/Krijt

Zoals eerder is aangegeven worden dit pakket beschouwd als de basis van het geohydrologisch systeem. De doorlatendheid van de afzettingen is dusdanig klein dat er niet of nauwelijks uitwisseling van grondwater plaatsvindt met de bovenliggende lagen.

Tijdens het onderzoek naar wateroverlast in de wijk Pathmos (lit.5) is door middel van een pompproef de weerstand van de bovenste Tertiaire kleilaag bepaald op 7500 dagen ter plaatse van de proef. Buiten het onderzoeksgebied werd deze weerstand geschat op een waarde $\gg 7500$ dagen. Dit onderbouwt het definiëren van het Tertiaire pakket als basis van het geohydrologische systeem.

Drenthe/Enschede

Het pakket heeft een (grof)zandige samenstelling en dientengevolge een relatief groot doorlaatvermogen. Een groot deel van de huidige en vroegere grondwateronttrekkingen in Enschede vindt/vond plaats in dit pakket.

In het kader van het onderzoek ter bestrijding van de wateroverlast in Enschede (lit.4) zijn een aantal pompproeven uitgevoerd. Op vier lokaties is het doorlaatvermogen (kD-waarde) van het goed doorlatende pakket bepaald. De gevonden kD-waarden waren 30, 80, 150 en 500 m²/d.

Op basis van de pompproef in de wijk Pathmos (lit.5) is een kD-waarde van 100 m²/dag bepaald.

Dit pakket wordt in het vervolg aangeduid met het tweede watervoerend pakket.

Drenthe (keileem)

Het keileempakket wordt gekenmerkt door een lokale gelaagdheid. Vanwege het voorkomen van slechtdoorlatende lagen heeft dit pakket een grote verticale weerstand, waardoor de verticale grondwaterstroming gering is. In het keileempakket worden ook wel goed doorlatende laagjes aangetroffen, maar vanwege de geringe omvang ervan zal ook de horizontale stroming gering zijn.



De richting van de grondwaterstroming zal sterk variëren en vooral worden bepaald door het lokaal voorkomen van goed doorlatende horizontale lagen of het lokaal ontbreken van slecht doorlatende lagen.

Hoewel er in deze laag zowel horizontale als verticale stroming optreedt wordt de laag gezien als scheidende laag tussen het onderliggende watervoerend pakket en de bovenste laag dekzanden.

Alleen bij de pompproef in de wijk Pathmos (lit.5) is de weerstand van deze laag bepaald. Ter plaatse van de pompproef was de dikte van de laag echter zeer gering (circa 2 meter) zodat de gevonden waarde van < 100 dagen niet representatief kan worden geacht voor de rest van het gebied.

In het onderzoeksgebied zijn verder geen c-waarden bepaald van de keileemlaag. Om een weerstandswaarde vast te stellen is daarom een vergelijkbare bodemopbouw gezocht in Nederland en dan blijkt dat alleen in Drenthe op grote schaal keileem voorkomt. Uit verschillende pompproeven kwam naar voren dat de weerstand over het algemeen niet zeer groot is en varieert tussen 50 en 450 dagen (lit. 6).

In het rapport van de Technische werkgroep grondwaterplan 2 van de provincie Drenthe (lit.23) is een overzicht gegeven van de c-waarde per meter keileem. Deze waarden worden in de onderstaande tabel samengevat:

Tabel 2.2 c-waarden keileem

keileem	C-waarde
dun (gem. 1 meter)	c = 20 dagen/m
middeldik (gem. 2 meter)	c = 40 dagen/m
dik (gem. 4 meter)	c = 70 dagen/m

Voor de weerstand van de keileemlaag in het onderzoeksgebied is op basis van metingen in vergelijkbare situaties een weerstand van minimaal 50 en maximaal 2000 dagen gehanteerd.

De keileemlaag zal in het vervolg worden aangeduid met de scheidende laag.



Twente

De dikte van de bovenste zand laag varieert sterk ten gevolge van menselijke ingrepen en de onregelmatigheid van de bovenkant van het keileempakket. Hierdoor kan ook de samenstelling van de laag plaatselijk afwijken van het oorspronkelijk afgezette eolische zand. In de literatuur wordt voor de doorlatendheid van dekzanden waarden gegeven van 5 à 10 m/d.

De zandlaag zal worden aangeduid met het eerste watervoerend pakket.

2.3 Bodem volgens Bodemkaart van Nederland

Volgens de Bodemkaart van Nederland (lit.7) worden in het onderzoeksgebied verschillende bodemtypen onderscheiden. Bijlage 3 is een kopie van het betreffende deel van de Bodemkaart.

Nabij Enschede worden oude kleigronden aangetroffen (KX). In oostelijke richting wordt het grootste deel van onderzoeksgebied gevormd door Veld- en Laarpodzolgronden (Hn21 en cHn21). Het verschil tussen deze bodemtypen zit in de dikte van de humeuze bovengrond (respectievelijk <30 cm en 30 à 50 cm). Beide bodems zijn opgebouwd uit leemarm en zwak lemig zand. In de beekdalen van de Hoge Boekelerbeek en de Heutinkbeek worden respectievelijk Gooreerd- en Beekeerdgronden aangetroffen (pZn23 en pZg23). De bodems zijn zwak lemig en fijnzandig. In Gooreerdgronden wordt geen roest aangetroffen, terwijl Beekeerdgronden meestal over de gehele diepte roestig zijn.

De laag dekzand heeft een sterk wisselende dikte. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het onregelmatige oppervlak van de keileemlaag waarover het dekzand is afgezet. Dit wordt ondermeer geïllustreerd in twee dwarsprofielen die getekend zijn in het kader van het onderzoek in de wijk Dolphia (lit.17). Hier blijkt de dikte van de zandlaag in een gebied van circa 400 bij 700 m² te variëren van 0,3 meter tot meer dan 3 meter.

In het meest westelijke deel van het heideveld de Derkinksmaten wordt op de bodemkaart een zogenaamde dobbe aangegeven. Dit is een duidelijk lager gelegen terreindeel met een geheel andere profielopbouw. De omvang ervan is echter te klein om het als aparte eenheid op de kaart aan te geven. Als bodemkundige inhoud van een dobbe wordt binnen een eenheid van veldpodzolgronden moeras en water of veen aangegeven.



Voor alle bodemtypen wordt een grondwatertrap III en/of V aangegeven. In gronden met een grondwatertrap III daalt de grondwaterstand zelden dieper dan 100 à 135 cm. De hoogste grondwaterstand is in veel gevallen ondieper dan 20 cm. In veel gronden met een grondwatertrap V zakt het grondwater in normale zomers weg tot 130 à 170 cm. De hoogste grondwaterstanden liggen binnen 40 cm en zelfs vaak ondieper dan 20 cm. Alleen ten noorden van Glanerbrug wordt ook een grondwatertrap V* aangegeven. Dit houdt in dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand lager is dan 25 cm -mv.

In tabel 2.3 staan per grondwatertrap de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstanden vermeld.

Tabel 2.3 Grondwatertrappenindeling (bron: lit.7)

Grondwatertrap:	I ²	II	III ¹	IV	V ¹	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

¹ Een * achter deze Gt-codes betekent 'droger deel'. Om de gedachten te bepalen: met een GHG dieper dan 25 cm beneden maaiveld.

² Deze grondwatertrap is in dit gebied niet onderscheiden.

2.4 Neerslag en verdamping

Uit gegevens van het KNMI blijkt dat de gemiddelde neerslag (periode 1950 - 1980) in het onderzoeksgebied in het winterhalfjaar en het zomerhalfjaar respectievelijk 359 en 410 mm bedraagt (lit.21). De open water-verdamping bedraagt in dezelfde periode respectievelijk 88 en 534 mm. Om de actuele verdamping te berekenen wordt de open water-verdamping vermenigvuldigd met een factor die afhankelijk is van het bodemgebruik. Over het algemeen wordt 0,8 gehanteerd, hetgeen leidt tot verdampingscijfers van respectievelijk 70 en 427 mm. Dit betekent dat er jaarlijks een neerslagoverschot is van 272 mm. In het winterhalfjaar bedraagt het neerslagoverschot 289 mm, terwijl er in het zomerhalfjaar een neerslagtekort is van 17 mm.



2.5 Grondwaterstroming

De wijze waarop het grondwater stroomt wordt sterk bepaald door de bodemopbouw. In het algemeen kan worden gesteld dat het grondwater in goed doorlatende watervoerende pakketten voornamelijk horizontaal stroomt. De stroming heeft dan wel een verticale component, maar die is relatief gering.

In slechtdoorlatende pakketten kan zowel horizontale als verticale stroming optreden. Indien een slechtdoorlatende laag zich bevindt tussen twee goed doorlatende watervoerend pakketten is de stroming door die slechtdoorlatende laag voornamelijk verticaal gericht.

Per geohydrologische eenheid zal de grondwaterstroming worden beschreven.

2.5.1 Tweede watervoerend pakket

In de omgeving van het onderzoeksgebied is alleen aan de westkant van de stuwwal sprake van een tweede watervoerend pakket dat aan de bovenzijde wordt afgesloten door het keileempakket.

Het globale stromingsbeeld is een afstroming vanaf het hoogste punt van de stuwwal in westelijke richting. De stijghoogte in het tweede watervoerend pakket wordt aan de westzijde sterk bepaald door het Twentekanaal dat een peil van circa 27 m+NAP heeft.

Lokaal kan de grondwaterstroming worden beïnvloed door de aanwezigheid van een grondwateronttrekking. Het totaal aan grondwateronttrekkingen heeft tot gevolg dat de stijghoogte in het tweede watervoerend pakket aanzienlijk lager is dan in een situatie zonder onttrekkingen.



In tabel 2.4 is een overzicht gegeven van de grondwateronttrekkingen die er momenteel plaatsvinden in Enschede.

Tabel 2.4 Grondwateronttrekkingen in Enschede

prov. code	onttrekker	lokatie	diepte m-mv	onttrokken hoeveelheid (m ³ /j)		
				1980	1985	1990
5391	Waterleidingbedrijf	Weerseloseweg	12	1597700	631300	146500
5392	Waterleidingbedrijf	centrum	97	570400	421000	297700
5304	Wasserij Bolhaar	Bolhaarslaan	13	49200	54500	42600
5301	Grolsch bierbr.	Fazantlaan	18	484500	538300	968000
5350	de Volkswoning	Th.Ainsworthpl.	10	-	20600	31000
5351	de Volkswoning	Goormaatdwarw.	10	-	4900	18700
5352	de Volkswoning	Pathmossingel	10	-	90300	96400
5353	de Volkswoning	Spinnerstr.	10	-	96400	110900
5354	Rijksgeb.dienst	Rijksmuseum	13	-	50000	60000
5355	Dienst sp.& recr.	Diekman	10	-	141700	141700
5356	Gem. Bouwdienst	Westerval	10?	453100	500000	581900
5357	RWS Overijssel	Rijksweg 35	?	-	-	-
5358	Milieudienst Enschede	v.Heekpark	15	-	-	10200

In bijlage 4 staan de lokaties van de bovengenoemde onttrekkingen aangegeven.

De onttrekkingen 5301 en 5304 zijn industriële onttrekkingen, nummer 5350 tot en met 5358 zijn bronbemalingen met als doel om grondwateroverlast op te heffen. De meeste bronbemaling zijn tussen 1980 en 1985 gestart. De grondwateroverlast wordt mede veroorzaakt door het stopzetten van een aantal industriële onttrekkingen.

Tot voor 1982 was er naast de twee bovengenoemde industriële onttrekkingen een groot aantal onttrekkers dat voor het merendeel behoorde tot de textielindustrie. Deze zijn tussen 1975 en 1981 allemaal gestopt. Uit gegevens van 1970 blijkt dat er in dat jaar in totaal 1.613.400 m³ grondwater werd onttrokken door zeven textielfabrieken. Rekening houdend met andere onttrekkingen zoals de drinkwaterwinning en de huidige bronbemalingen kan gesteld worden dat er in 1970 1 à 1,5 miljoen m³ meer werd onttrokken dan tegenwoordig.



De afname van het totale onttrekkingsdebiet heeft tot gevolg gehad dat de stijghoogte in het tweede watervoerend pakket is gestegen, waardoor het verschil met de freatische grondwaterstand is verminderd. Dit heeft tot gevolg dat de flux door de scheidende laag ook is afgenomen. Van het neerslagoverschot dient daarom een groter deel horizontaal te worden afgevoerd, hetgeen een stijging van de freatische grondwaterstand tot gevolg heeft. De verschillende onderzoeken die door DGV/TNO zijn uitgevoerd van 1975 tot 1985 is voornamelijk gericht geweest op de grondwateroverlast in bepaalde wijken in Enschede.

2.5.2 Keileempakket

Op de westkant van de stuwwal vormt de keileemlaag een duidelijke scheiding tussen het dekzandpakket en het diepe watervoerend pakket. In het kader van een onderzoek dat is uitgevoerd door DGV/TNO naar de invloed van het stilleggen van de onttrekkingen van de Grolsche bierbrouwerijen aan de Roomweg op het freatisch grondwater (lit.16) zijn diverse diepe en ondiepe filters gepeild. Hieruit bleek dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket 4 à 8 meter lager is dan de freatische grondwaterstand. Hieruit kan worden afgeleid dat de stroming in het keileempakket voornamelijk in neerwaartse verticale richting plaatsvindt.

Ten oosten van stuwwal, waar de nieuwe woningen zijn gepland, ontbreekt het tweede watervoerend pakket. Hierdoor kan het keileempakket niet uitsluitend als scheidende laag worden gezien. In het keileempakket stroomt het grondwater zowel in verticale als horizontale richting.

Regionaal gezien vertoont de stijghoogte in het keileem een verhang van west naar oost. De horizontale stroming zal echter beperkt blijven tot enkele zandige delen, zoals voormalige erosiegeulen in het keileem. Het grootste deel van het keileem-materiaal heeft een dusdanig slechte doorlatendheid dat de stroomsnelheid van het grondwater daarin verwaarloosbaar is.

In verticale richting kan de stroming zowel opwaarts als neerwaarts zijn. Of er sprake is van een kwel- of een infiltratiesituatie hangt af van het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in het keileempakket. De freatische grondwaterstand wordt bepaald door factoren als de topografie, het seizoen en de aanwezigheid van waterlopen, terwijl de stijghoogte in het keileem een geleidelijker verloop heeft.



Er zijn over het algemeen weinig peilgegevens van het diepere grondwater ten oosten van de stuwwal. Alleen ter plaatse van de wijk Dolphia, waar DGV/TNO een onderzoek heeft uitgevoerd (lit.16), zijn een aantal diepe peilbuizen gezet. Hieruit bleek dat er daar een infiltratiesituatie bestond met een maximaal stijghoogteverschil van 1,1 meter.

Op basis van topografische en geohydrologische inzichten worden in het modelgebied twee kwelzones verwacht:

- een strook op geringe afstand van het hoogste punt van de stuwwal. Hier vertoont de maaiveldshoogte een overgang van een steil verhang naar een meer geleidelijk verhang. Tevens ontspringen in dit gebied de beken die uitmonden in de Glanerbeek;
- het dal van de Glanerbeek, dat het laagst gelegen gebied is in de omgeving. Het waterpeil in de Glanerbeek heeft tot gevolg dat de grondwaterstanden in het gebied langs de Glanerbeek in vergelijking met de maaiveldshoogte relatief nog lager zijn.

Het verschil tussen kwel- en infiltratiegebieden is voornamelijk een verschil in richting van de grondwaterstroming. Kwantitatief is de uitwisseling van grondwater tussen het keileem en het dekzand gering.

Vanwege de specifieke samenstelling van het bodemmateriaal heeft het keileem een grote waterbergingscapaciteit. Dit komt tot uiting in de waterretentiekarakteristiek welke de relatie aangeeft tussen zuigspanning in de onverzadigde zone en het watergevuuld poriënvolume. In de Staringreeks zijn voor een groot deel van de in Nederland voorkomende boven- en ondergronden samengevat (lit.18). In bijlage 11 zijn de karakteristieken weergegeven van zwak lemig zand in de bovengrond en keileem in de ondergrond. Hieruit blijkt meteen dat het vochtgehalte in keileem geleidelijk kleiner wordt bij een toenemende zuigspanning, in tegenstelling tot de zandgrond waarin het vochtgehalte sterk afneemt zodra de zuigspanning groter wordt dan 50 à 100 cm. Dit betekent dat het keileem in de zomer, wanneer de zuigspanning in de bodem toeneemt onder invloed van de verdamping, relatief vochtig blijft.



2.5.3 Deklaag

2.5.3.1 Algemeen

Regionaal gezien is het verhang van de freatische grondwaterstand gericht van west naar oost. Dit wil echter niet zeggen dat er door het dekzand een uniforme grondwaterstroming optreedt vanaf het hoogste punt van de stuwwal naar de Glanerbeek. De stroming kan lokaal namelijk sterk worden beïnvloed door de aanwezigheid van waterlopen. Indien waterlopen geheel watervoerend zijn hebben ze een drainerende werking en bepalen de hoogte van de freatische grondwaterstand in de omgeving van de waterloop. Daarnaast heeft ook de dikte van de zandlaag grote invloed op zowel de grondwaterstand als de grondwaterstroming.

Momenteel zijn er in het onderzoeksgebied niet voldoende peilbuizen, verspreid over het gehele terrein, aanwezig om een goed beeld van de grondwaterstroming te kunnen geven. Om een isohypsenpatroon van het onderzoeksterrein te creëren dient daarom gebruik gemaakt te worden van de peilgegevens uit de C.O.L.N.-periode in de jaren 50. Op basis hiervan is het isohypsenpatroon gemaakt dat is weergegeven in bijlage 5. Uit een vergelijking van de gegevens uit 1955 met recentere peilgegevens van nabij gelegen peilbuizen blijkt dat het gegeven isohypsenpatroon uit 1955 over het algemeen iets lagere stijghoogten aangeeft.

2.5.3.2 Relatie neerslag-grondwaterstand

Uit gegevens van het KNMI blijkt dat er gemiddeld een jaarlijks neerslagoverschot is van 271 mm. In de winter bedraagt het neerslagoverschot 289 mm. waarvan het eerste deel wordt gebruikt voor aanvulling van het grondwater.

Uit peilingen blijkt dat er in het algemeen een bepaalde maximum grondwaterstand is, welke frequent voorkomt. Waarschijnlijk wordt het grondwater in de winter eerst aangevuld, totdat die bepaalde grondwaterstand wordt bereikt. Daarna wordt de overtollige neerslag afgevoerd, of via het oppervlaktewater of via de ondergrond. Alleen in uitzonderlijke situaties stijgt de grondwaterwater tot een extreme hoogte, welke voor veel peilbuizen gelijk is aan maaiveldshoogte.

In het onderzoeksgebied zijn een aantal peilbuizen aanwezig waarvan de stijghoogte periodiek wordt gemeten. Hiervan staat het grootste deel in de wijk Dolphia. Daarnaast staan er een circa 10 stuks verspreid in het gebied ten zuiden van de weg Enschede-Glanerbrug. In bijlage 6 is de ligging van de peilbuizen aangegeven.



Er is getracht om een relatie te leggen tussen het neerslagoverschot in een bepaalde periode en de stijging of daling van de grondwaterstand. In bijlage 7 is beschreven dat dit niet goed mogelijk bleek te zijn. Met name hoge neerslagintensiteiten bleken niet direct te leiden tot een stijging van de grondwaterstand. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat een groot deel van de neerslag niet bijdraagt aan een stijging van de grondwaterstand. Dit deel wordt daarom direct afgevoerd, oppervlakkig of ondergronds.

2.5.3.3 Relatie dikte zandlaag-grondwaterstand

Brouwer (lit.17) heeft voor een aantal peilbuizen de grondwaterstand uitgezet tegen de dikte van het dekzandpakket. Hieruit blijkt daartussen een vrij sterke relatie te bestaan. Uit het feit dat de grondwaterstand gerelateerd blijkt te zijn aan de dikte van het dekzandpakket, kan worden geconcludeerd dat de richting van de grondwaterstroming lokaal sterk varieert.

De onregelmatigheden in de keileem zijn hoofdzakelijk veroorzaakt door de erosieve werking van afstromend water in de periode na de ijstijd. Er zijn daardoor geulen ontstaan die later zijn gevuld met dekzand. Vanwege de grote doorlatendheid van het dekzand in vergelijking met het keileem vervullen de voormalige geulen naar verwachting nog steeds een drainerende functie. Dit verklaart namelijk de relatie tussen de grondwaterstand en de dikte van het dekzand. In de geulen is de dikte van het dekzand het grootst en vanwege de drainerende werking wordt daar een lagere grondwaterstand gemeten. Het lokale isohypsenbeeld dat Brouwer (lit.17) heeft geschetst bevestigt dit beeld als het in samenhang wordt gezien met gemeten dieptes van het keileem.

2.6 Oppervlaktewater

Het onderzoeksgebied wordt aan de oostzijde begrensd door de Glanerbeek. Hierin monden een aantal beken uit die ontspringen op de oosthelling van de stuwwal en het onderzoeksgebied doorsnijden. De twee belangrijkste beken zijn de Hoge Boekelerbeek en de Heutinkbeek, respectievelijk ten noorden en ten zuiden van de verbindingsweg Enschede-Glanerbrug. Daarnaast ligt ten zuiden van de Heutinkbeek nog de Haverkamperbeek.

Het beheer van deze beken ligt bij het Waterschap Regge en Dinkel. Van het Waterschap zijn dan ook gegevens afkomstig betreffende de hoogteligging en watervoerendheid van de beken in het onderzoeksgebied (lit.19).



De bodemhoogte in de Heutinkbeek en de Hoge Boekelerbeek varieert van circa 47 tot 39 m+NAP. Uit gegevens van het Waterschap blijkt dat tijdens de zomer van 1989 het grootste deel van beide beken is drooggefallen. Alleen het deel van de Hoge Boekelerbeek langs de spoorlijn bleef het hele jaar watervoerend. In de zomer van 1991 bleken de beken in het geheel droog te vallen. De Glanerbeek valt in droge perioden droog tot aan Glanerbrug. In 1991 bleef alleen het deel van de Glanerbeek vanaf het punt waar de Hoge Boekelerbeek in de beek uitmondt, het hele jaar watervoerend.

De beekbodem bevindt zich over het algemeen 1 à 1,5 meter beneden het maaiveld.

Het blijkt dat de watervoerendheid van de beken uitsluitend wordt bepaald door de hoogte van de freatische grondwaterstand. Indien deze onder het niveau van de beekbodem komt valt de beek droog. Uit de metingen in de peilbuizen blijkt dat de laagste grondwaterstand 1 à 2 meter lager is dan de hoogste waterstand. Aangezien de beekbodem zich op 1 à 1,5 m -mv bevindt, is droogvallen van de beken een logisch gevolg van een lage grondwaterstand.



3 BESCHRIJVING GLANERVELD EN DERKINKSMATEN

3.1 Vegetatie

Door De Smidt (lit. 8) is rond 1960 een opname gemaakt van de vegetatie in Twente heidevelden. Hierbij zijn het Glanerveld en de Derkinksmaten gedetailleerd beschreven.

In 1960 kan de vegetatie van zowel het Glanerveld als de Derkinksmaten kan grotendeels worden gerekend tot het natte heide-type, ofwel het Erica Tetralix-gezelschap. Er worden echter ook soorten aangetroffen die meer duiden op het vochtige heide-type, ofwel het Calluna-Erica tetralix-gezelschap. De vegetatie van natte heide bestaat voornamelijk uit Dopheide, Veenbies en Pijpestro, terwijl er weinig struikheide wordt aangetroffen. Het belangrijkste verschil tussen natte en vochtige heide is dat in natte heide enkele hoogveenplanten deelnemen: Veenpluis, Witte snavelbies, Rondbladije zonnedaauw en Nardo-Galion soorten als, Klokjesgentiaan, Blauwe zegge, Gewone zegge en veenmos.

Dopheide-gezelschappen treft men aan in vrijwel geheel West-Europa. In ons land heeft de dopheide zich optimaal ontwikkeld. Dit heeft te maken met zowel klimaat als geologische opbouw van het gebied (lit.9). Dopheidevegetaties zijn natuurlijke en in principe boomloze vegetaties. Jonge berken kunnen zich wel vestigen, maar wat grotere boompjes raken in jaren met relatief veel neerslag te lang met hun wortels in zuurstofloze omstandigheden en sterven af (lit.11).

Natte heidevegetaties hebben zich sterk uitgebreid dankzij de invloed van de mens op haar omgeving. Het merendeel van deze vegetaties vormt een vervangingsgemeenschap van bossen die eertijds door de mens gekapt werden (lit.10). In de meeste gevallen stimuleert het plaggen van natte heide de ontwikkeling van een karakteristieke pioniervegetatie. Daarna ontstaat weer een natte heide.

Door De Smidt (lit.8) worden Gevlekte orchis, Blauwe knoop, Boskartelblad, Stekelbrem, Holpijp, welriekende nachtorchis en parnassia genoemd als specifieke vegetatie in Het Glanerveld, de Derkinksmaten en de Zuid-Eschmarke.

Binnen het Erica tetralix-gezelschap heeft De Smidt (lit.9) vier varianten onderscheiden. Hiervan is de orchideeënrijke dopheide (Orchis maculate-variant) één van de zeldzaamste en wordt in 1960 slechts op drie plaatsen in Nederland gevonden, waaronder de Zuid-Eschmarke ten zuidoosten van Enschede. Daarnaast worden ook andere minder zeldzame varianten aangetroffen.



3.2 Fauna

Door het Consulentenschap Natuur, Milieu en Faunabeheer in de provincie Overijssel is in 1987 een inventarisatie uitgevoerd naar het voorkomen van amfibieën in de Zuid-Eschmarke (lit.24). Het onderzoek heeft zich gericht op de veedrinkpoelen als voortplantingsplaats van amfibieën. Deze veedrinkpoelen zijn ontstaan aan het eind van de 19e eeuw en het begin van de 20 ste eeuw, toen men is begonnen met de ontginning van heide en hoogveen in de lage delen van Twente. Het grootste deel van de veedrinkpoelen is gegraven, maar daarnaast is ook gebruik gemaakt van reeds aanwezige heidevennen.

Het landschap dat is ontstaan na de ontginningen bood goede leefmogelijkheden voor met name de boomkikker en de kamsalamander. Enerzijds deden de drinkpoelen en ondergelopen weilanden dienst als voortplantingsbiotoop, anderzijds vormden de vele houtwallen, bosjes en overhoekjes een geschikte landbiotoop.

Gedurende de laatste decennia is het landgebruik drastisch veranderd en zijn amfibieën die tot de jaren 50 nog algemeen voorkwamen nu zeldzaam geworden. Een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang van het aantal amfibieën is de daling van de grondwaterstand door cultuurtechnische maatregelen. Hierdoor komen steeds minder ondergelopen weilanden voor en zijn veel drinkwaterpoelen overbodig geworden en daarom verdwenen. Het aantal veedrinkpoelen is sinds 1950 ongeveer gehalveerd.

Uit de inventarisatie blijkt dat de bruine kikker (*Rana temporaria*) het meest frequent is waargenomen: in 49 % van de poelen. In bijlage 18 zijn de betreffende poelen aangegeven. Naast de bruine kikker blijkt in het onderzoeksgebied waarschijnlijk een belangrijk deel van de waargenomen kamsalamanders (*Tritius cristatus*) voor te komen. Dit is weergegeven in bijlage 19.

De Zuid-Eschmarke beslaat slechts een deel van het gebied waar woningbouw is gepland. Ook in het deel van het onderzoeksgebied dat ten noorden van de weg Enschede-Gronau ligt zijn poelen aanwezig. Op basis van de Topografische Kaart kunnen er zeven worden aangewezen. Hoewel er geen concrete gegevens beschikbaar zijn met betrekking tot het voorkomen van bepaalde amfibieën, kan worden verwacht dat ook deze poelen in dat verband waardevol zijn.



3.3 Relatie tussen vegetatie en geohydrologische situatie

3.3.1 Literatuurgegevens

Dopheidevegetaties kunnen zich zelfstandig handhaven in infiltratiegebieden. Dat zijn gebieden waar het grondwater het karakter heeft van regenwater en waar diep grondwater geen rol speelt. In veel gevallen is er sprake van een schijngrondwaterspiegel: het geïnfiltreerde regenwater stagneert op een slechtdoorlatende leemlaag of een ijzeroerlaag. Dergelijke plaatsen komen bijvoorbeeld voor aan de rand van voedselarme vennen of in natte laagtes van zure, uitgespoelde bodems met geringe schommelingen in de grondwaterstand.

De belangrijkste ecologische factor is een hoge niet sterk fluctuerende grondwaterstand. In de winter stijgt het grondwater tot het maaiveld en soms zelfs daarboven. In de zomer zakt het water in goed ontwikkelde natte heiden veelal niet verder dan 40 à 60 cm -mv. Een belangrijke factor voor een geringe fluctuatie van de grondwaterstand is de grote bergingscapaciteit van het ondiep voorkomende keileem.

De bodem in natte heide gebieden bestaat uit natte tot vochtige podzolgronden, zoals de veldpodzolgrond in het onderzoeksgebied.

In het algemeen wordt het grondwater uitsluitend gevoed door mineraalarm regenwater dat door de reeds uitgeloogde grond de (schijn)grondwaterspiegel bereikt. Deze mineralenarmoede heeft tot gevolg dat de vegetatie meestal betrekkelijk soortenarm is. In een deel van de natte heiden kan het milieu worden verrijkt doordat grondwater horizontaal over de keileem afstroomt. Daardoor zullen er per tijdseenheid meer voedingsstoffen beschikbaar zijn voor de planten. Het oppervlakkig liggen van keileem heeft een zelfde verrijking met mineralen tot gevolg. Soorten als Beenbreek, Gevlekte orchis, Heidekartelblad en Klokjesgentiaan vormen een indicatie voor een iets voedselrijker milieu.

Een ander gevolg van de afstroming over de keileem is dat het zure regenwater wordt gebufferd. Een afname van de pH van het grondwater heeft ook een gunstige invloed op de soorten rijkdom.



3.3.2 Situatie Glanerveld en Derkinksmaten

Ter plaatse van het Glanerveld en de Derkinksmaten zijn geen peilbuizen aanwezig op basis waarvan de bovenbeschreven randvoorwaarden voor natte en vochtige heide kunnen worden geverifieerd. In de rest van het onderzoeksgebied zijn meerdere peilbuizen aanwezig waarvan grondwaterstanden over de afgelopen jaren bekend zijn. Hieruit blijkt over het algemeen dat de hoogste grondwaterstanden nagenoeg gelijk zijn aan maaiveldsniveau. De laagste grondwaterstanden duiden in de meeste gevallen echter op een fluctuatie die groter is dan de 40 à 60 cm die in de literatuur wel wordt gegeven.

Gezien de heterogeniteit van het gebied ten aanzien van de bodemopbouw en de aanwezige vegetatie in beide heidevelden kan echter worden aangenomen dat de gemeten grondwaterstanden in de rest van het onderzoeksgebied niet representatief gesteld kunnen worden voor de twee heidegebieden. Alleen een uitgebreid grond- en grondwateronderzoek ter plaatse zou daarin uitsluitsel kunnen geven.

Oorzaken voor de permanent hoge grondwaterstanden ter plaatse van de heidegebieden zijn waarschijnlijk de relatief lage ligging, het ondiep voorkomen van keileem en het reliëf van de keileemondergrond. Komvorming is het onderliggende keileem kan een verklaring zijn voor het optreden van een permanente schijngrondwaterspiegel. Tevens is het mogelijk dat er vanuit de hoger gelegen gebieden, over het keileem, aanvulling plaatsvindt van de schijngrondwaterspiegel. Dit heeft een verrijking van het grondwater en dientengevolge van de soortenrijkdom van de vegetatie tot gevolg.

3.4 Ontwikkeling gedurende laatste eeuw

3.4.1 Landschap

Uit een kaart van rond 1900 blijkt dat het gebied tussen Enschede en Glanerbrug grotendeels werd gevormd door bos en heide (zie bijlage 8). Het bos werd voornamelijk aangetroffen in een strook langs de verbindingsweg tussen Enschede en Glanerbrug.

Ten zuiden van deze strook bos was vrijwel het gehele gebied met heide bedekt. Vrij grote gebieden werden zelfs aangegeven als moerassig. Het huidige restant heide in de Derkinksmaten ligt midden in het toenmalige heidegebied. Alleen de Kersdijk, die het restant aan de zuidzijde begrenst is herkenbaar.



Het gebied ten noorden van de verbindingsweg vertoonde in 1900 wat meer variatie. De heide werd afgewisseld met bos- en landbouwpercelen. Ook hier worden veel plaatsen als moerassig aangeduid.

In het Glanerveld zijn de contouren van het huidige restant te zien. Het restant, dat nu grotendeels uit heide bestaat bleek toen grotendeels bebost te zijn.

3.4.2 Grondwater

In 1958 zijn de resultaten gepubliceerd van het onderzoek van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (lit.14). Dit onderzoek heeft geleid tot een indeling in grondwaterstandsklassen van Overijssel. In bijlage 9 zijn de toentertijd gemeten grondwaterstanden weergegeven. Hieruit blijkt dat de wintergrondwaterstand in een groot deel van het onderzoeksgebied varieert van 0 tot 20 cm -mv. In het overige deel varieert de grondwaterstand van 20 tot 40 cm -mv. In de zomer bevindt de grondwaterstand zich in een groot deel van het onderzoeksgebied ten zuiden van de weg Enschede-Glanerbrug tussen 70 en 100 cm -mv. In het overige deel van het onderzoeksgebied varieert de grondwaterstand in de zomer van 100 tot 140 cm -mv.

Hoewel er verschillen kunnen worden geconstateerd tussen de resultaten van het C.O.L.N.-onderzoek (lit.14) en de grondwatertrappen van de Bodemkaart van Nederland (lit.7), is de periode tussen beide onderzoeken te klein om op basis van geconstateerde verschillen een uitspraak te kunnen doen over een eventuele trend in de grondwaterstand.

In bijlage 10 is een kopie gegeven van de Waterstaatskaart uit 1852. Hieruit blijkt dat er in die periode een groot aantal moerassige gebieden aanwezig waren in het onderzoeksgebied. Ook het aantal waterlopen was groter dan tegenwoordig. Hieruit blijkt in ieder geval dat het gebied gedurende de afgelopen eeuw droger is geworden. Oorzaken hiervoor zijn zowel de toenemende grondwateronttrekkingen als verbeterde ontwatering ten behoeve van de landbouw. In het onderzoeksgebied heeft het laatste waarschijnlijk de grootste invloed gehad.



3.5 Effecten verandering geohydrologische situatie

3.5.1 Algemene beschrijving vegetatie

Het grondwater heeft een belangrijke invloed op de vegetatie. De diepte van de grondwaterstand en de fluctuatie daarvan bepaalt in belangrijke mate het vegetatietype. De grondwaterkwaliteit is binnen een bepaald vegetatietype bepalend voor de soortenrijkdom.

Door Bakker (lit.12) wordt een onderzoek aangehaald waarin de relatie tussen grondwaterstand en de aanwezigheid van dopheide (Erica), Struikheide (Calluna) en Pijpestrootje (Molinia). Hieruit bleek dat de bedekking met Erica het grootst was bij een grondwaterstand in mei van 30 cm -mv, de bedekking met Molinia het grootst bij een grondwaterstand van 55 cm -mv en de bedekking met Calluna het grootst bij een grondwaterstand van 100 cm -mv.

Bepalend in de relatie tussen het grondwater en de vegetatie is in feite het vochtleverend vermogen van een bodem. Dit wordt uitgedrukt in mm/dag en is ondermeer afhankelijk van de afstand tot de grondwaterstand en de samenstelling van de bodem.

Om na te gaan tot welke diepte de grondwaterstand mag dalen voordat de specifieke plantengroei onmogelijk wordt, wordt nagegaan hoe diep de betreffende planten kunnen wortelen en tot welke afstand boven de grondwaterspiegel capillaire opstijging mogelijk is.

Rijtema (lit.13) heeft voor een groot aantal bodemsoorten een relatie berekend tussen de zuigspanning, capillaire opstijgingssnelheid en afstand boven de grondwaterspiegel.

De maximale zuigspanning waarbij plantenwortels nog water op kunnen nemen treedt op bij een pF 4,2 (= 16.000 cm). De jaarlijkse verdamping van vochtige heide bedraagt circa 500 mm, waarvan circa 400 in het groeiseizoen (lit.12). Dit komt overeen met een gemiddelde verticale opstijgingssnelheid van 2 mm/dag.

De samenstelling van de bodem in het onderzoeksgebied is matig tot zeer fijn zandig. Uit de tabellen van Rijtema (lit.13), die zijn opgenomen in bijlage 11, kan worden afgelezen dat de maximale afstand boven de grondwaterspiegel respectievelijk 81 en 122 cm bedraagt voor een bovengrond van matig fijn zand en fijn zand. Voor veengrond is het vochtleverend vermogen aanzienlijk kleiner en bedraagt de maximale afstand boven de grondwaterspiegel 44 cm.



Volgens de informatie van de bodemkaart van Nederland is er geen veengrond aanwezig ter plaatse van de heidevelden. Mogelijkerwijs heeft in de bovenste decimeter van de bodem wel veenvorming plaatsgevonden, maar de verwachting is dat de dopheide in het zand wortelt.

De ondergrond wordt gevormd door keileem en daarvan wordt een stijghoogte karakteristiek gegeven door Wösten et al (lit.18). Hieruit blijkt dat de grondwaterstand niet dieper mag zijn dan 0,6 meter beneden de wortelzone om een flux van 2 mm/dag te creëren bij een pF 4,2.

De Dopheide wortelt niet diep en is geconcentreerd in de bovenste decimeters van de bodem. Indien het keileem reeds in de bovenste meter aanwezig is mag de grondwaterstand niet verder zakken dan tot 0,8 à 1 m -mv om voor de vegetatie voldoende water ter beschikking te hebben. In het geval dat de bovenste meters van de bodem geheel uit zand bestaan mag de grondwaterstand tot maximaal 1 à 1,4 m -mv zakken in de zomer voordat de vegetatie niet meer kan overleven.

Het bovenstaande heeft betrekking op de overlevingskansen van de vegetatie.

In het Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap (lit.23) is voor een aantal karakteristieke natuurwaarden een effectbeschrijving gegeven. In bijlage 12 is het effect van "versterkte drainage" op een vochtige heidevegetatie op een veldpodzolgrond weergegeven. Hieruit blijkt een duidelijke afname van de natuurwaarde en het wegvallen van specifieke soorten bij een daling van de grondwaterstand.

In dit geval heeft slechts een geringe grondwaterstands daling voor de Dopheide een verslechterde concurrentieverhouding met andere plantesoorten tot gevolg. Pijpestrootje gaat bij iets verlaagde waterstanden reeds woekeren en verstikt de Dopheide en andere zeldzame plantesoorten als Klokjesgentiaan. De belangrijkste oorzaak voor de toename van Pijpestrootje is een verhoogde mineralisatie in de verdroogde organische laag.

Een daling van de grondwaterstand heeft dus een drastische verarming van de vegetatie tot gevolg.



3.5.2 Actuele situatie vegetatie

Door TAUW Infra Consult B.V. is in mei 1992 een globale inventarisatie uitgevoerd om de huidige toestand van de vegetatie vast te stellen.

Hieruit bleek dat een sterke verarming van de vegetatie heeft plaatsgevonden in vergelijking met de beschrijving die De Smidt in 1960 heeft gegeven.

Soorten die karakteristiek zijn voor mineralenrijk grondwater bleken niet meer aanwezig te zijn. De vegetatie vertoonde kenmerken die duiden op een voeding door mineralenarm regenwater.

Deze verandering van de vegetatie ten opzichte van 1960 is naar verwachting veroorzaakt door de dalende grondwaterstand gedurende de afgelopen decennia. Hierdoor kan het grondwater dat afstroomt over en het keileem en daardoor wordt verrijkt niet meer worden opgenomen door vegetatie.

3.5.3 Fauna

Het verlagen van de grondwaterstand ter plaatse van een vee-drinkpoel zal tot gevolg hebben dat er waarschijnlijk een daling van het waterpeil optreedt. Deze zal in de meeste gevallen echter gering zijn omdat de poelen veelal een slechtdoorlatende bodem hebben die kan worden gevormd door:

- ondiep voorkomend keileem;
- een inspoelingslaag onder de poel;
- een sliblaag.

De poelen zullen daarom voornamelijk worden gevoed door de neerslag en grotendeels onafhankelijk zijn van de grondwaterstand.

Uit het onderzoek van het Consulentenschap Natuur Milieu en Fauna-beheer (lit.24) blijkt dat in poelen met een diepte tot 50 cm op 1 meter afstand van de oever meer boomkikkers voorkomen dan in poelen met een diepte groter dan 50 cm. Een grondwaterstand daling kan enerzijds tot gevolg hebben dat de poelen met een momentele geringe diepte uitdrogen en daarmee hun ecologische waarde verliezen.

Een facet dat niet nader beschreven is in het NMF-rapport (lit.24) is de functie van (deels) ondergelopen weilanden als voortplantingsbiotoop. Een versterkte ontwatering binnen het onderzoeksgebied zal hier een einde aan maken en daarmee een negatieve invloed hebben op de voortplantingsmogelijkheden van de amfibieën.



4 GRONDWATERMODELLERING

4.1 Algemeen

Ten einde inzichtelijk te maken welke gevolgen de aanleg van nieuwe woonwijken heeft op de grondwaterstand in de omgeving, is de geohydrologische situatie van het plangebied en de omgeving daarvan gemodelleerd met behulp van het computerprogramma MLAEM (Multi Layer Analytic Elements Model). In bijlage 13 is een korte toelichting bij dit programma gegeven.

Het doel van de modellering is tweeledig:

- het correct beschrijven van het geohydrologische systeem en relevante processen die zich daarin afspelen;
- het inschatten van de effecten die verschillende ingrepen in het geohydrologische systeem hebben.

De grondwatermodellering heeft de volgende randvoorwaarden:

- het model beperkt zich tot de verzadigde zone;
- het model rekent stationaire situaties door.

In paragraaf 3.4 is beschreven op welke wijze de relatie tussen de grondwaterstand en het vochtgehalte in de onverzadigde zone wordt gelegd.

Vanwege de geringe dikte van het bovenste watervoerend pakket is de freatische grondwaterstand sterk afhankelijk van de neerslag. Uit de gemeten grondwaterstanden blijkt echter dat de grondwaterstand aan het begin van een natte periode snel stijgt, maar daarna vrij constant blijft op het maximum. In een aantal gevallen wordt de maximale grondwaterstand gevormd door het maaiveld. In andere gevallen blijkt een toename van de neerslag alleen een vermeerderde oppervlakkige afvoer te veroorzaken, waardoor de grondwaterstand niet verder stijgt. Het wordt daarom gerechtvaardigd geacht om het instationaire aspect van het geohydrologische systeem te verwaarlozen en slechts twee situaties te beschouwen:

- de wintersituatie, wanneer de grondwaterstanden maximaal zijn;
- de zomersituatie, wanneer de grondwaterstanden minimaal zijn.

Nu is met name de wintersituatie van belang, omdat eventuele ingrepen in de geohydrologie, die worden uitgevoerd ten behoeve van de woonwijken, juist in de natte periode effectief moeten zijn.



Vanwege de analytische rekentechniek van het programma is het niet noodzakelijk om een vastomlijnd modelgebied aan te geven. Het onderzoeksgebied beslaat de gehele oostkant van de stuwwal tot aan de Glanerbeek. Daaromheen wordt het model zodanig opgebouwd dat er correcte randvoorwaarden worden gecreëerd. Uit het regionale isohypsenbeeld blijkt dat de stijghoogten alleen vastliggen ter plaatse van het Twentekanaal aan de westkant en de Glanerbeek en de Dinkel aan de oostkant. Daartussen bevindt zich een waterscheiding waarvan de ligging globaal overeenkomt met het hoogste deel van de stuwwal. Als randen van het modelgebied worden daarom de genoemde waterlopen met een vast peil genomen. De ligging van de waterscheiding wordt niet vastgelegd, maar moet vanzelf volgen uit het juiste gebruik van infiltratie-elementen.

In eerste instantie vindt een globale ijking van het model plaats op basis van een regionaal isohypsenbeeld. Een belangrijk gegeven daarvoor is de ligging van de waterscheiding. De definitieve ijking van het model vindt plaats op basis van een gemeten isohypsenbeeld voor alleen het onderzoeksgebied. Dit isohypsenbeeld is weergegeven in bijlage 5.

4.2 Beschrijving van het model

Er is een grondwatermodel gemaakt met behulp van het computerprogramma MLAEM (Multi Layer Analytic Elements Model). Een uitgebreide beschrijving van het model is gegeven in bijlage 14.

Kort samengevat is bodemopbouw als volgt geschematiseerd:

- eerste watervoerend pakket: kD-waarde van 30 m²/dag;
- eerste scheidende laag : c-waarde is variabel;
- tweede watervoerend pakket: kD-waarden van 10 en 200 m²/dag, respectievelijk ten oosten en ten westen van de stuwwal.



Daarnaast zijn de analytische elementen gebruikt die zijn weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Gebruikte analytische elementen

Naam	Vorm	Hydrologische betekenis	Geohydrologische parameters
AREL-GIVEN	vierhoek	flux aan boven- of onderkant van een watervoerend pakket	q (m/d)
AREL-RESIS	vierhoek	een vast peil en een bepaalde weerstand aan de onder- of bovenkant van een watervoerend pakket	h (m), c (d)
AREL-LEAKY	vierhoek	scheidende laag met een bepaalde weerstand	c (d)
LINESINK-HEAD	lijnstuk	volkomen lijnbron met een vaste stijghoogte	h (m)
DOUBLET-INHOM	veelhoek	gebied met een afwijkende dikte en/of doorlatendheid van het watervoerend pakket	k (m/d), D (m)
WELL-GIVEN	punt	bron met een bepaald debiet	Q (m ³ /d)
CUREL-DRAIN	gebogen lijn	perfecte drain met een constant peil rond het element	geen parameter

4.3 Modelresultaten

4.3.1 Huidige situatie

Met behulp van de in paragraaf 4.2 genoemde elementen is het geohydrologisch model gebouwd. Het model is geijkt op basis van het isohypsenpatroon dat is weergegeven in bijlage 5. De belangrijkste ijkingsparameters zijn de hoeveelheid neerslag en de waterpeilen in de beken.

In bijlage 15 is het berekende regionale isohypsenbeeld weergegeven.

In bijlage 16, blad 1 en blad 2, zijn de, binnen het onderzoeksgebied, berekende isohypsen in de winter en de zomersituatie weergegeven. Het grootste verschil tussen beide figuren is de duidelijke invloed van de waterlopen in de winter. In de zomer daalt de grondwaterstand tot onder de bodem van de waterlopen en hebben deze geen invloed meer op de grondwaterstand.



In bijlage 16, blad 3 is aangegeven waar infiltratie en waar kwel optreedt. Hieruit blijkt er twee kwelzones zijn:

- bij de oorsprong van de beken;
- in het dal van de Glanerbeek.

Dit komt overeen met de verwachting. Ook de gemeten infiltratiesituatie in de wijk Dolphia (lit.17) past in dit beeld.

Ter ijkning en om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van het model is een berekening uitgevoerd waarin de debieten zijn gehanteerd die in 1970 werden onttrokken. In paragraaf 2.4.1 is al aangegeven dat het totale onttrekkingsdebiet in 1970 aanzienlijk groter was dan momenteel. Dit blijkt ook uit de resultaten van de modelberekening. In de figuur bijlage 16, blad 4 is aangegeven wat het verschil is tussen de huidige grondwaterstand en de grondwaterstand in 1970. Uit de berekening blijkt dat de huidige grondwaterstand in het onderzoeksgebied 0 tot 1 meter is gestegen. In het hogere deel van de stuwwal is het verschil aanzienlijk groter, maar dat wordt voornamelijk veroorzaakt door het aanwezig zijn van het tweede watervoerend pakket waaruit wordt onttrokken.

4.3.2 Mogelijke autonome ontwikkeling

Een scenario dat is doorgerekend, is het geval dat alle onttrekkingen zouden worden stopgezet. De resultaten van die berekening zijn aangegeven in de vorm van een gebied waar de freatische grondwaterstand minder dan 0,25 meter zal stijgen ten opzichte van de huidige situatie. De figuur is weergegeven in bijlage 16, blad 5. Uit de figuur blijkt dat er in het onderzoeksgebied slechts een geringe stijging op zal treden indien alle onttrekkingen worden stopgezet. Deze geringe stijging is conform de verwachting, omdat de grondwaterstand in het lager gelegen deel van het onderzoeksgebied reeds vaak tot het maaiveld stijgt. Het stopzetten van alle grondwateronttrekkingen in Enschede moet worden gezien als maximumscenario voor de autonome ontwikkeling. Gelet op de relatief geringe stijging van de grondwaterstand in het onderzoeksgebied zijn er geen andere scenario's voor de autonome ontwikkeling doorgerekend.



5 GEVOLGEN VAN DE AANLEG VAN DE WOONWIJKEN OP TRADITIONELE WIJZE

5.1 Hydrologische gevolgen

In de startnotitie voor de MER is summier een aantal effecten genoemd als gevolg van de aanleg van de woonwijken in het geval dat het gebied bouwrijp wordt gemaakt op gebruikelijke wijze. Dit houdt in dat er een sluitende grondbalans is, dat naar behoefte wordt ontwaterd en dat er een verbeterd rioolstelsel wordt aangelegd. In hydrologisch opzicht heeft deze wijze van bouwen de volgende blijvende consequenties:

- de freatisch grondwaterstand moet permanent beneden een bepaald niveau blijven. Afhankelijk van de natuurlijke grondwaterstand kan dit tot gevolg hebben dat tijdelijk of permanent water moet worden onttrokken;
- met de aanleg van een woonwijk wordt een groot deel van het maaiveld verhard, hetgeen tot gevolg heeft dat de natuurlijke aanvulling van het grondwater door infiltrerende neerslag afneemt. Bij studies in stedelijk gebied is echter gebleken dat het verschil in hoeveelheid geïnfiltreerde neerslag niet groot is. De verklaring daarvoor is dat het verharde oppervlakte ervoor zorgt dat er geen verdamping optreedt;
- de aanleg van een woonwijk gebeurt met zwaar materiaal, zoals bulldozers en graafmachines. Het gebruik van dergelijk materiaal heeft tot gevolg dat er een verdichting van de bodem optreedt. Hierdoor neemt de infiltratiecapaciteit af en ontstaat er een weerstand tegen horizontale afstroming door de bodem.

Naast blijvende gevolgen zijn er tijdelijke effecten zoals bijvoorbeeld een grondwaterstandsdeling als gevolg van een bemaling in de aanlegfase. Bemalingen moeten altijd worden uitgevoerd en zijn niet afhankelijk van het gekozen alternatief of de gekozen bouwwijze.

5.2 Blijvende gevolgen

5.2.1 Modelberekening

Met behulp van het in hoofdstuk 4 beschreven model is berekend welke permanente veranderingen optreden in de geohydrologische situatie als de woonwijken worden aangelegd. Er zijn twee hydrologische aspecten die moeten worden meegenomen in de berekeningen:

- de grondwaterstand wordt verlaagd;
- de infiltratie neemt af.



Beide aspecten worden verenigd in de AREL-RESISTANCE elementen. Aan deze elementen wordt een bepaald peil en een bepaalde weerstand toegekend. De verticale flux ter plaatse van deze elementen wordt bepaald door het verschil tussen het opgegeven peil en de berekende stijghoogte in het watervoerend pakket. Indien de laatste groter is ontstaat er een opwaartse flux vanuit het watervoerend pakket naar het AREL-RESISTANCE element. De grootte van deze flux hangt dan af van de weerstand van het element en de grootte van het stijghoogteverschil. Er treedt dan geen infiltratie van neerslag op.

Bij de simulatie van de huidige situatie wordt het gehele onderzoeksgebied bedekt met AREL-GIVEN elementen. Deze zijn zodanig gekozen dat de ligging ervan overeenkomt met toekomstig te bebouwen terrein. Voor een simulatie van de situatie na aanleg van de woonwijken zijn betreffende AREL-GIVEN elementen vervangen door AREL-RESISTANCE elementen.

Het peil van deze elementen is gekozen op basis van de berekende isohypsen in de wintersituatie. Er is verondersteld dat de grondwaterstand ter plaatse van een woonwijk 0,5 meter moet worden verlaagd om voldoende drooglegging te garanderen. Voor elk element apart is dus een peil bepaald dat 0,5 meter lager ligt dan de berekende grondwaterstand. De weerstand van de elementen is gering, omdat er geen sprake is van een aparte scheidende laag. Er is daarom een c-waarde van 1 dag gehanteerd.

Er is geen berekening uitgevoerd voor de zomersituatie, omdat de gemiddelde grondwaterstand dan zodanig laag is dat er geen onttrekking middels drainage hoeft plaats te vinden. Vanwege de verharding van een deel van het oppervlakte vindt wel een verandering van de infiltratiesituatie plaats. De hoeveelheid geïnfiltreerde neerslag neemt echter niet zodanig af dat er een significante daling van de grondwaterstand op zal treden.

Er zijn twee opties voor woningbouw doorgerekend:

- woningbouw tussen te Heutinkbeek en de Hoge Boekelerbeek en ten zuiden van het Glanerveld;
- naast bovengenoemde ook woningbouw tussen de Heutinkbeek en de Keppelerdijk.

De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in de vorm van een figuur waarin het verschil tussen de oorspronkelijke grondwaterstand en de grondwaterstand in de nieuwe situatie is aangegeven. In bijlage 16, blad 6 is de verlaging van de grondwaterstand aangegeven die optreedt indien uitsluitend ten noorden van de Heutinkbeek wordt gebouwd.

In bijlage 16, blad 7 is aangegeven welke verlaging van de grondwaterstand optreedt als ook ten zuiden van de Heutinkbeek wordt gebouwd.



In bijlage 16, blad 8 is weergegeven wat de extra verlaging is ten gevolge van de aanleg van woningen tussen de Heutinkbeek en de Keppelerdijk.

In bijlage 16, blad 9 is aangegeven waar kwel of infiltratie optreedt. Ondanks de verlaging van de freatische grondwaterstand is er nauwelijks verschil te zien in vergelijking met de oorspronkelijke situatie (bijlage 16, blad 4). De verklaring hiervoor is dat de stijghoogte in het slechtdoorlatende pakket hoofdzakelijk wordt bepaald door de grondwaterstand in het bovenliggende zandpakket. Dit wordt veroorzaakt door de geringe doorlatendheid van het keileem, waardoor er weinig horizontale beïnvloeding is.

De hogere stijghoogte in het tweede watervoerend pakket ter plaatse van het hoogste punt van de stuwwal heeft daarom geen invloed op de stijghoogte in oostelijke richting.

5.2.2 Interpretatie van de modelberekening

Uit de resultaten van de modelberekening blijkt dat de verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de woonwijken ook invloed heeft op de grondwaterstand in de omgeving.

Buiten de woonwijken wordt het optreden van grondwaterstandsverlagingen beïnvloed door de aanwezigheid van waterlopen. Door de drainerende functie die de beken in de winter vervullen, vormen de waterlopen een waterscheiding. Hierdoor wordt de invloed van een maatregel aan de ene kant van de waterloop op de grondwaterstand aan de andere kant van de waterloop enigszins genivelleerd.

Tussen de geplande woningen ten noorden van Glanerbrug en het Glanerveld is in de huidige situatie geen waterloop aanwezig. Uit de berekening blijkt daarom dat er ter plaatse van de het Glanerveld een grondwaterstandsvaling optreedt van 20 à 40 cm.

Uit bijlage 16, blad 6 kan worden afgeleid dat het uitvoeren van drainage ten noorden van de Heutinkbeek een grondwaterstandsvaling van 0 tot 10 cm tot gevolg heeft ter plaatse van de Derkinksmaten. Indien ook ten zuiden van de Heutinkbeek wordt gedraineerd, bedraagt de grondwaterstandsvaling ter plaatse van de Derkinksmaten 10 tot 30 cm.

Uit bijlage 16, blad 8 kan worden afgeleid dat het uitvoeren van drainage in het gebied tussen de Heutinkbeek en de Keppelerdijk tot gevolg heeft dat er ter plaatse van de Derkinksmaten 10 à 20 cm extra verlaging van de grondwaterstand optreedt.



5.2.3 Ecologische gevolgen

5.2.3.1 Derkinksmaten

Uit de berekeningen blijkt dat de grondwaterstand ter plaatse van de Derkinksmaten maximaal 0 à 10 cm daalt als gevolg van de drainage van wijken ten noorden van de Heutinkbeek. Indien er ook ten zuiden van de Heutinkbeek wordt gebouwd bedraagt de grondwaterstandsdeling ter plaatse van de Derkinksmaten 20 à 40 cm.

De kwel/infiltratiesituatie blijkt niet te veranderen ten gevolge van drainage-activiteiten.

Op basis van de effectbeschrijvingen in het Handboek voor Grondwaterbeheer (lit.22) kan worden geconcludeerd dat er bij 10 cm grondwaterstandsdeling een lichte achteruitgang van de natuurwaarde optreedt, maar dat deze waarschijnlijk na ongedaan maken van de ingreep geheel hersteld kan worden. Het vochttekort neemt bij een daling van 10 cm ook niet significant toe, in tegenstelling tot een daling van 20 cm.

Er kan worden geconcludeerd dat de aanleg van de woonwijken ten noorden van de Heutinkbeek een gering effect heeft op de natuurwaarden ter plaatse van het Derkinksmaten. Dit effect is echter dusdanig klein dat geen onherstelbare schade op zal treden. Om elke negatieve invloed tegen te gaan verdient het wel aanbeveling om maatregelen te treffen in de waterhuishouding.

Indien ook woningen worden gebouwd ten zuiden van de Heutinkbeek, zal er, zonder mitigerende maatregelen, onherstelbare schade optreden aan de natuurwaarden in de Derkinksmaten.

5.2.3.2 Glanerveld

Ter plaatse van het Glanerveld treedt een daling op van de grondwaterstand in de winter.

In paragraaf 3.4 wordt de relatie aangegeven tussen grondwaterstand en de aanwezigheid van Dopheide (*Erica*), Struikheide (*Calluna*) en Pijpestrootje (*Molinia*). Hieruit blijkt dat een daling van de grondwaterstand met 20 à 30 cm een verschuiving tot gevolg heeft van een bedekking met Dopheide naar een bedekking met Pijpestrootje. Een verdere daling van de grondwaterstand zal een verschuiving naar de struikheide tot gevolg hebben. Nu wordt het type vegetatie bepaald door meerdere factoren dan de grondwaterstand, maar deze blijkt wel een essentiële voorwaarde te zijn voor bepaalde vegetatietypen.



Een grondwaterstandsaling van 0 à 40 cm ter plaatse van het Glanerveld, zoals volgt uit de modelberekening, zal daarom een verandering van de vegetatie tot gevolg hebben.

Ook de effectbeschrijving uit het Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap (lit.22) geeft aan dat een daling van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand met 20 à 35 cm een sterke afname van de vochtminnende soorten tot gevolg heeft. Volgens de tabel neemt de natuurwaarde af van 80 à 90 % tot 10 à 30 %.

5.2.3.3 Fauna

In paragraaf 3.5.2 zijn de mogelijke effecten beschreven van een dalende grondwaterstand op de fauna in het onderzoeksgebied.

Een dalende grondwaterstand zal in het algemeen een negatieve invloed hebben op de aanwezigheid van voortplantingsbiotopen voor de verschillende amfibieën die in het onderzoeksgebied voorkomen. De amfibie populaties zullen daarom negatief worden beïnvloed.

5.3 Gevolgen tijdelijke maatregelen

Onafhankelijk van het gekozen alternatief of de gekozen bouw-wijze zullen bemalingen moeten worden uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van wegen, kabels, leidingen, riolering enz.. Naar verwachting behoeft de grondwaterstand niet dieper dan tot 1,2 m -mv te worden verlaagd.

De invloed die een bemaling heeft op de grondwaterstand is van drie factoren afhankelijk:

- grootte van de grondwaterstandsverlaging;
- tijdsduur van de bemaling;
- omvang van de bemaling.

Voor een aantal verschillende mogelijkheden is berekend wat de reikwijdte is van een bemaling, waarbij een grondwaterstands-verlaging van 2 meter wordt gerealiseerd op de rand van een bouwput. Een grondwaterstandsverlaging van 2 meter is waarschijnlijk meer dan er in praktijk nodig zal zijn. De hier beschreven invloed van de bemaling kan dan ook worden gezien als een maximaal effect.



De reikwijdte van een bemaling is gedefinieerd als het put waarop de grondwaterstand net niet meer wordt verlaagd als gevolg van de bemaling. Er zijn berekeningen uitgevoerd voor verschillende stralen van de bouwput en verschillende tijdsduren. In de onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5.1 Reikwijdten bij verschillende bemalingen

Straal bouwput	5 m.	10 m.	20 m.
Tijd			
7 d.	77 m.	80 m.	88 m.
14 d.	111 m.	116 m.	122 m.
30 d.	161 m.	167 m.	175 m.

Uit de tabel 5.1 blijkt dat de invloedssfeer van een bemaling sterk beperkt kan worden door de tijdsduur en de omvang van de bemaling.

Als er wordt bemalen in de nabijheid van het Glanerveld zal dit zodanig moeten plaatsvinden dat de tijdsduur en omvang worden geminimaliseerd. In dat geval zal er geen daling van de grondwaterstand optreden ter plaatse van het Glanerveld.

De Derkinksmaten liggen op een dusdanige afstand van bouwlocaties dat een bemaling geen invloed zal hebben op de grondwaterstand aldaar.



SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Tussen Enschede en Glanerbrug zijn woningen gepland. In de milieu effect rapportage wordt een aantal varianten vergeleken betreffende de wijze van waarop de woningen worden gebouwd:

- op de traditionele manier waarbij met een sluitende grondbalans bouwrijp wordt gemaakt. Een permanente drainage is nodig om wateroverlast tegen te gaan;
- zodanig bouwen dat de ecologische waarden in het gebied zo min mogelijk worden aangetast.

Er is een grondwatermodellering opgezet om een inschatting te kunnen maken van de hydrologische gevolgen van het op traditionele wijze bouwen. Ter plaatse van de woonwijken zal namelijk een drainage moeten worden uitgevoerd waarmee een grondwaterstand van maximaal 0,7 m -mv wordt gegarandeerd. De verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de woningen zal ook de grondwaterstand in de omgeving van de woonwijken beïnvloeden.

In de omgeving van de woonwijken bevindt zich een aantal gebieden die vanuit ecologisch oogpunt een grote waarde hebben. Twee belangrijke natte heide gebieden zijn het Glanerveld ten noorden van de bouwlokatie en de Derkinksmaten ten zuiden van de bouwlokatie. In 1960 is door De Smidt een inventarisatie uitgevoerd waaruit bleek dat de vegetatie bijzonder waardevol was. Meer recente inventarisaties wijzen erop dat de vegetatie gedurende de afgelopen decennia sterk is afgenomen. Daarnaast bevinden zich in en in de omgeving van het te bebouwen gebied voormalige veedrinkpoelen, die momenteel een belangrijke functie hebben als leefgebied voor zeldzame amfibieën als de boomkikker en de kamsalamander. Zowel de flora als de fauna ontlenen hun waarde aan de hoge en weinig fluctuerende grondwaterstand.

Met behulp van het computerprogramma MLAEM (Multi Layer Analytic Elements Model) is een model gemaakt van het onderzoeksgebied. Er is zowel een zomer- als een wintersituatie gesimuleerd. Het model is geijkt op een gemeten isohypsenpatroon dat is weergegeven in bijlage 5 en tijdstijghoogtereeksen van peilbuizen binnen het onderzoeksgebied.

Er is een berekening uitgevoerd waarin werd verondersteld dat alle huidige grondwateronttrekkingen in Enschede zouden worden gestopt. Dit heeft tot gevolg dat de grondwaterstand in het modelgebied maximaal 0,25 m zou stijgen.



Om de hydrologische gevolgen van de aanleg van de woonwijken te berekenen is verondersteld dat de grondwaterstand ter plaatse van de woonwijken in de wintersituatie 0,5 meter moet worden verlaagd ten opzichte van de huidige situatie. In de zomer is geen drainage nodig.

Het model is zodanig aangepast dat er ter plaatse van de woonwijken een vast peil wordt gehandhaafd dat 0,5 meter lager is dan het peil dat volgde uit de simulatie van de huidige situatie. Uit een vergelijking van de berekende isohypsen in de huidige situatie en de nieuw berekende isohypsen volgt de verandering van de geohydrologische situatie ten gevolge van de aanleg van de woonwijken op traditionele wijze. De berekende verlaging van de grondwaterstand in het onderzoeksgebied is weergegeven in bijlage 16. Ter plaatse van de Derkinksmaten zal de grondwaterstand 0 à 10 cm dalen als gevolg van de aanleg van woonwijken ten noorden van de Heutinkbeek. Indien ook ten zuiden van de Heutinkbeek wordt gebouwd zal 10 à 30 cm daling van de grondwaterstand optreden ter plaatse van de Derkinksmaten. Ter plaatse van het Glanerveld zal de grondwaterstand 20 à 40 cm dalen als gevolg van de aanleg van de woonwijken.

De aanleg van de woonwijken heeft nauwelijks invloed op de kwel-infiltratie situatie omdat de stijghoogten in het onderliggende keileem geheel worden bepaald door de freatische grondwaterstand. Een verlaging van de grondwaterstand heeft dus een gelijke verlaging van de stijghoogte in de keileem tot gevolg. De leverantie van vocht en mineralen die een belangrijke rol vormt voor de vegetatie veranderd daardoor dus niet significant.

Ten aanzien van de ecologische waarden in het gebied kan gesteld worden dat het gebied ten zuiden van de Heutinkbeek, waaronder ook de Derkinksmaten valt, een geringe invloed zal ondervinden van een drainage ter plaatse van de geplande woonwijken. Gezien de achteruitgang die heeft plaatsgevonden sinds 1960 zal dit naar verwachting niet significant zijn. Ter plaatse van het Glanerveld dat ten noorden van de woonwijken ligt zal wel een verlaging van de grondwaterstand merkbaar zijn indien geen aanvullende maatregelen worden getroffen. Dit heeft tot gevolg dat er binnen dit natte heide gebied een verschuiving van plantensoorten zal optreden waardoor de natuurlijke waarde van het gebied verder afneemt.

Ten aanzien van de fauna in het gebied, waaronder een aantal zeldzame amfibieën, zal een verlaging van de grondwaterstand een negatieve invloed hebben op de aanwezigheid van specifieke voortplantingsbiotopen zoals voormalige veedrinkpoelen en ondergelopen weilanden.



Literatuur:

1. Rapport Grondwateroverlast Enschede
Projectgroep Grondwateroverlast Enschede, juli 1989.
2. Grondwaterprobleem Enschede, Uitgangspunten, Streefbeelden,
Randvoorwaarden en Actieplan.
Projectgroep Grondwateroverlast Enschede, oktober 1990.
3. Rijks Geologische Dienst
Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland,
Haarlem, 1977.
4. Aelmans F.G., Mulder P.J.M.
Conclusierapport naar aanleiding van vijf proefprojecten ter
bestrijding van de wateroverlast in Enschede, DGV/TNO,
Delft/Oosterwolde, 1985.
5. Brouwer, G.K.
Een analyse van de wateroverlast in de wijk Pathmos van de
gemeente Enschede, DGV/TNO, Delft/Oosterwolde, 1977.
6. Werkgroep regionaal geohydrologisch onderzoek in de provin-
cie Drenthe.
Regionaal geohydrologisch onderzoek in de provincie Drenthe,
samenstelling Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening,
Voorburg, 1978.
7. Stiboka
Toelichting bij de kaartbladen 34 West Enschede en 34 Oost
Enschede- 35 Glanerbrug, Wageningen, 1979.
8. De Smidt, J.T., Van Leeuwen, C.R., Van der Loo, E.E.
Twente-Natuurhistorisch, III heiden, venen en vennen.
Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoorn,
1962.
9. De Smidt, J.T.
De samenstelling, verspreiding en bodem van de Nederlandse
heidegezelschappen, 1961.
10. Everts, F.H., De Vries, N.P.J., m.m.v. Baaijens, G.J.
Het Dwingelderveld: vegetatie.
Staatbosbeheer, Natuurmonumenten, RU Groningen. Utrecht,
1984.
11. Dierssen, B. en Dierssen, K.
Der Sand und Moorbirken aufwuchs in NW-Deutschen Calluna und
Erica heiden.
Natur und Heimat 34, p.19-26, 1974.
12. Bakker, T.W.M.
Het Dwingelderveld: Geohydrologie.
Staatbosbeheer, Natuurmonumenten. 1984.
13. Rijtema, P.E.
Soil moisture forecasting.
Nota 513 ICW, Wageningen, 1969.



14. Reeve, J.
De landbouwwaterhuishouding in de provincie Overijssel.
Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland
T.N.O., 1958.
15. Projectgroep Grondwateroverlast Enschede
Grondwaterprobleem Enschede: Uitgangspunten, Streefbeelden,
Randvoorwaarden en Actieplan.
Waterschap Regge en Dinkel en Gemeente Enschede, 1990.
16. Mulder, P.J.M.
De invloed van het stilleggen van de onttrekkingen van de
Grolsche bierbrouwerijen aan de Roomweg te Enschede op het
freatisch grondwater.
DGV/TNO, Delft, 1985.
17. Brouwer, G.K.
Vooronderzoek naar de wateroverlast in de wijk Dolphia van
de gemeente Enschede.
DGV/TNO, delft, 1978.
18. Wösten, J.H.M., Bannink, M.H., Beuving, J.
Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven-
en ondergronden in Nederland: De Staringreeks, ICW-rapport
18, Wageningen, 1987.
19. Waterschap Regge en Dinkel.
Liggerkaarten en lengteprofielen waterlopen 40-3-1 en
40-3-2.
Almelo, 1991.
20. De Lange, W.J.
A groundwatermodel of the Netherlands.
DBW/RIZA, Lelystad, 1991.
21. Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum
Cultuurtechnisch Vademecum.
Cultuurtechnische vereniging, 1988.
22. Van Beusekom et. al.
Handboek Grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap
Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap, Drie-
bergen, 1990.
23. Provincie Drenthe.
Rapport van de technische werkgroep grondwaterplan 2.
Assen, 1985.
24. Vos, C.
Amfibieën in Zuid-Eschmarke; voorkomen bedreigingen en
aanbevelingen voor de toekomst.
Directie Natuur Milieu en Faunabeheer, Consulentschap N.M.F.
Overijssel, Zwolle, 1988.

Algemene geologische tijdtabel

Mijoen jaar	Hoofdtijdperk	Periode		Tijdvak	Tijd		OROGENESE			
					Serie	Etage	Voornaamste tektonische fasen			
		Systeem		(Formatie of groep)						
2	KENOZOICUM	KWARTAIR	HOLOCEEN				SAVISCH			
			PLEISTOCÉEN							
			PLIOCÉEN							
		TERTIAIR	MIOCEEN						PYRENEISCH	
			OLIGOCEEN							
			EOCEEN							
			PALEOCEEN							
67	MESOZOICUM	KRIJT	BOVEN-KRIJT		SENONIEN		LARAMISCH			
									MAASTRICHTIEN	
									CAMPANIEN	
									SANTONIEN	
									CONIACIEN	
			Turonien		SUBHER - CYNISCH					
			CENOMANIEN							
			ALBIEN							
			APTIEN							
			AUSTRISCH							
			ONDER-KRIJT		BARREMIEN					
					HAUTERIVIEN					
					VALANGINIEN					
					BERRIASIEN					
					NEVOGON (WEALDEN)					
		JURA	BOVEN-JURA	MALM	PORTLANDIEN		LAAT-KIMMERISCH			
					KIMMERIDGIEN					
					OXFORDIEN					
			MIDDEN-JURA	DOGGER						
			ONDER-JURA	LIAS						
		TRIAS	BOVEN-TRIAS		RHAETIEN		VROEG-KIMMERISCH			
			KEUPER							
			MIDDEN-TRIAS							
MUSCHELKALK										
ONDER-TRIAS										
BONTZANDSTEEN										
230	PERM	BOVEN-PERM		(ZECHSTEIN CYCLI)		SAALISCH				
		ZECHSTEIN		(BOVEN-ROTLIEGEND)						
		ONDER-PERM		(ONDER-ROTLIEGEND)						
		ROTLIEGEND								
		BOVEN-CARBOON		STEPHANIEN				ASTURISCH		
				WESTFALIEN						
				NAMURIEN						
				SUDETISCH						
		ONDER-CARBOON		VISEEN				BRETONS		
				TOURNAISIEN						
350	PALEOZOICUM	DEVON				ARDENNISCH				
405	SILUUR					SARDINISCH				
440	ORDOVICIUM					CALEDONISCH				
500	CAMBRIUM									
570	PRECAMBRIUM									

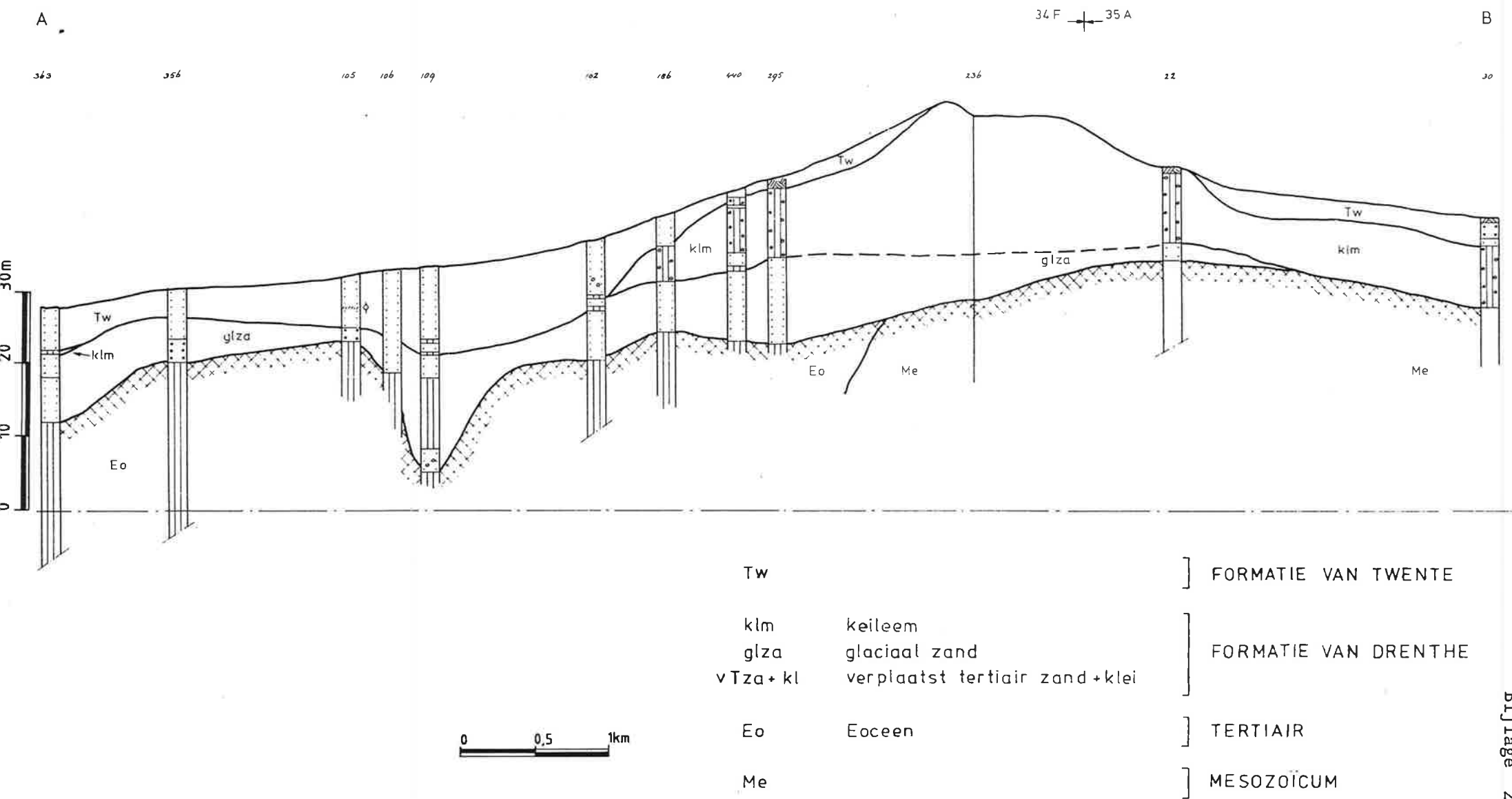
Tabel van de boven-tertiaire en kwartaire formaties

Chronostratigrafie			Nederlandse lithostratigrafie							
			Afzettingen in verband met landijs		Afzettingen van lokale herkomst		Afzettingen van grote rivieren		Afzettingen in zee en bij de kust	
			N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
KWARTAIR	PLEISTOCEN	HOLOCEN			Formatie van Koolwijk E Formatie van Singraven B Formatie van Griendstaveen V		Betuwe Formatie R + M		Westland Formatie	
					Formatie van Twente E + V + P + B		Formatie van Kreftenheye R + M			
		Boven			Formatie van Asten V				Eem Formatie	
		Midden								
		Onder								
TERTIAIR	PLIOCEN	Boven (Reuverien)								
		Onder (Brunssumien)								
		Boven								
	MIOCEEN	Midden								
		Onder								

E = eolische afzettingen
P = periglaciale afzettingen
B = beekafzettingen
V = veen

R = Rijn
M = Maas
O = oostelijke noorddultse rivieren en voorlopers

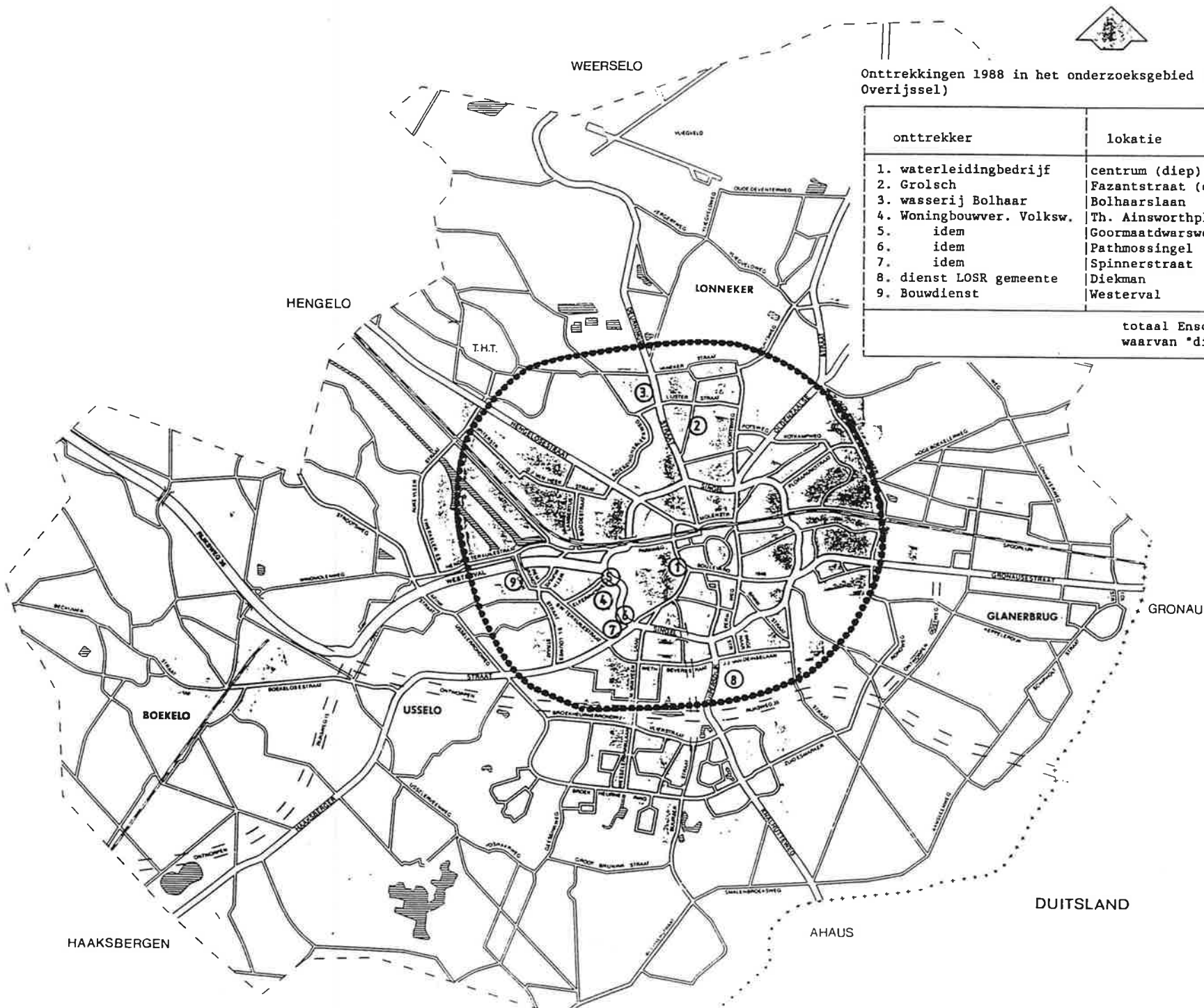
*koude tijd
**complexe eenheid bestaande uit tenminste 4 warme en 3 koude tijden
***nog onbenoemd, voorlopig bij Formatie van Urk





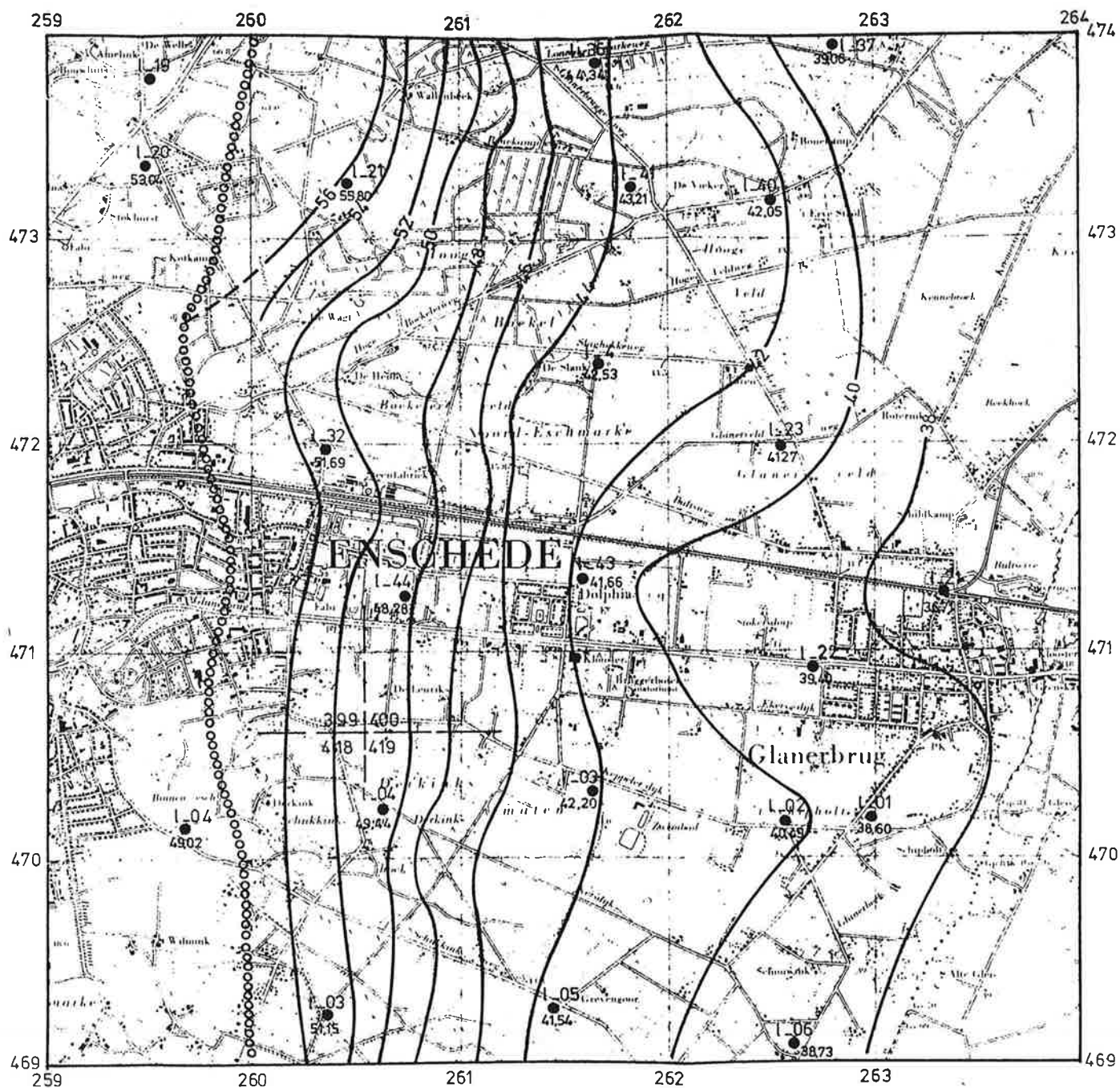
Onttrekkingen 1988 in het onderzoeksgebied (bron: Provincie Overijssel)

onttrekker	lokatie	hoeveelheid in m3
1. waterleidingbedrijf	centrum (diep)	358.700
2. Grolsch	Fazantstraat (diep)	771.300
3. wasserij Bolhaar	Bolhaarslaan	57.000
4. Woningbouwver. Volksw.	Th. Ainsworthpl.	30.200
5. idem	Goormaatdwarsweg	29.900
6. idem	Pathmossingel	129.600
7. idem	Spinnerstraat	129.600
8. dienst LOSR gemeente	Diekman	141.700
9. Bouwdienst	Westerval	581.556
totaal Enschede		2.229.556
waarvan "diep"		1.130.000



②
 BEGRENZING INVLOEDSGEBIED
 VROEGERE TEXTIELINDUSTRIE
 ②
 LOKATIE HUIDIGE
 ONTTREKKING (1988)

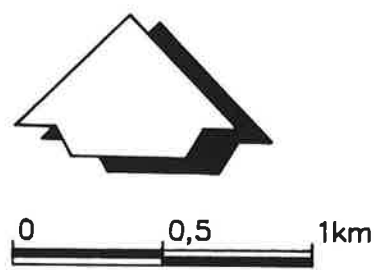
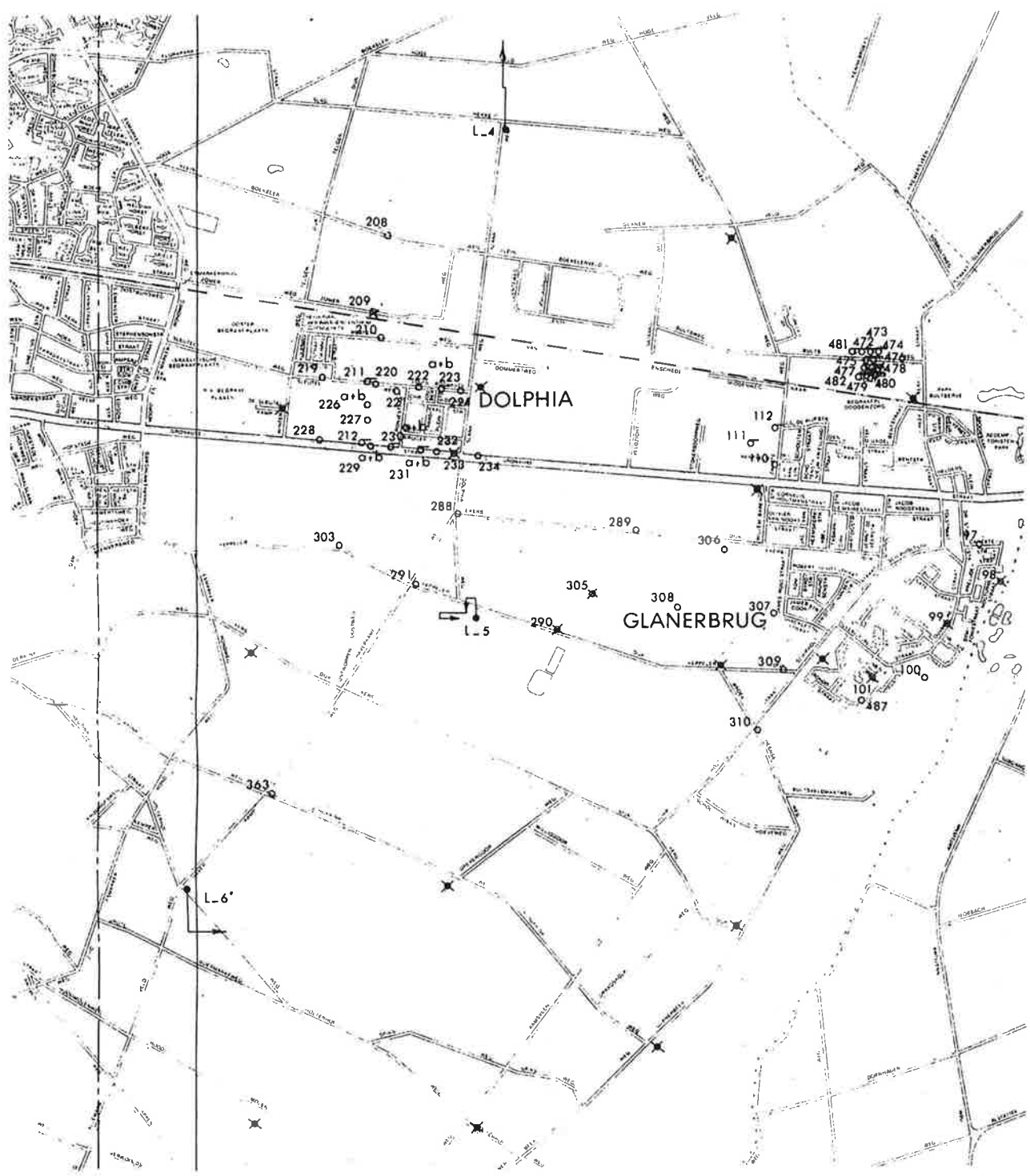
Lokaal isohypsenpatroon 1955



- 46 — lijn van gelijke grondwaterstand in meters t.o.v. NAP
 1.32 nummer landbouwbuis volgens Archief van Grondwaterstand TNO (oude nummering)
 51.69 grondwaterstand in meters t.o.v. NAP
 oooooo waterscheiding

Het isohypsenpatroon van het freatische grondwater ten oosten van Enschede
 op 28 april 1955

Ligging peilbuizen





Relatie neerslagoverschot-grondwaterstand

In het onderzoeksgebied zijn een groot aantal peilbuizen aanwezig waarvan de stijghoogte periodiek wordt gemeten. Hiervan staat het grootste deel in de wijk Dolfia. Daarnaast staan er een circa 10 stuks verspreid in het gebied ten zuiden van de weg Enschede-Glanerbrug. In bijlage 6 is de ligging van de peilbuizen aangegeven.

Bij IGG/TNO zijn peilgegevens opgevraagd van alle aanwezige peilbuizen in het onderzoeksgebied die zijn gemeten tussen 1981 en 1990. Het blijkt dat het verschil tussen de hoogste en de laagste grondwaterstand in de peilbuizen 1 à 2 meter bedraagt. De hoogste grondwaterstand is in veel gevallen gelijk aan de maaiveldshoogte. De gemiddelde jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand bedraagt 0,5 à 1,0 meter. Voor de meeste jaren worden de laagste grondwaterstanden gemeten in september. De hoogste grondwaterstanden worden vaak gedurende meerdere wintermaanden gemeten.

Op blad 3, 4 en 5 is van een aantal peilbuizen op verschillende lokaties in het onderzoeksgebied het verloop van de grondwaterstand in de tijd weergegeven. Het blijkt uit de grafieken dat de peilingen elke maand zijn uitgevoerd.

Er is getracht om een relatie vast te stellen tussen het neerslagoverschot en het verloop van de grondwaterstand. Hiertoe zijn meteorologische gegevens van het KNMI, station Twente, gebruikt. Op blad 6 is een tabel gegeven van het neerslagoverschot per 10 dagen. Op basis van gegevens uit 1981 en 1984 zijn voor een drietal peilbuizen tegen elkaar uitgezet:

- de grondwaterstandverandering in één maand;
- het neerslagoverschot in de voorafgaande maand of de voorafgaande twee maanden.

Ten behoeve van een vergelijking met de hoeveelheid water in de bodem is het neerslagoverschot gedeeld door de porositeit in de bodem (0,35).

De grafieken zijn weergegeven op blad 7 en 8. Indien er een sterke correlatie bestaat tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand liggen alle punten in de buurt van de diagonaal van linksonder naar rechtsboven. Een positief neerslagoverschot komt dan overeen met een stijging van de grondwaterstand, terwijl een neerslagtekort een daling van de grondwaterstand tot gevolg heeft.



Uit de grafieken van 1981 blijkt dat er nauwelijks correlatie bestaat tussen het neerslagoverschot en de stijging of daling van de grondwaterstand. In de grafieken van 1984, wat een relatief nat jaar was, blijkt er een betere correlatie te bestaan. Dit blijkt uit het geringe aantal symbolen in de kwadranten linksboven en rechtsonder.

De sterkste correlatie wordt gemeten in peilbuis 308, welke het laagstgelegen is.

Voor geen enkele peilbuis wordt een duidelijk verband gevonden tussen de grootte van het neerslagoverschot en de grootte van de grondwaterstandsverandering.

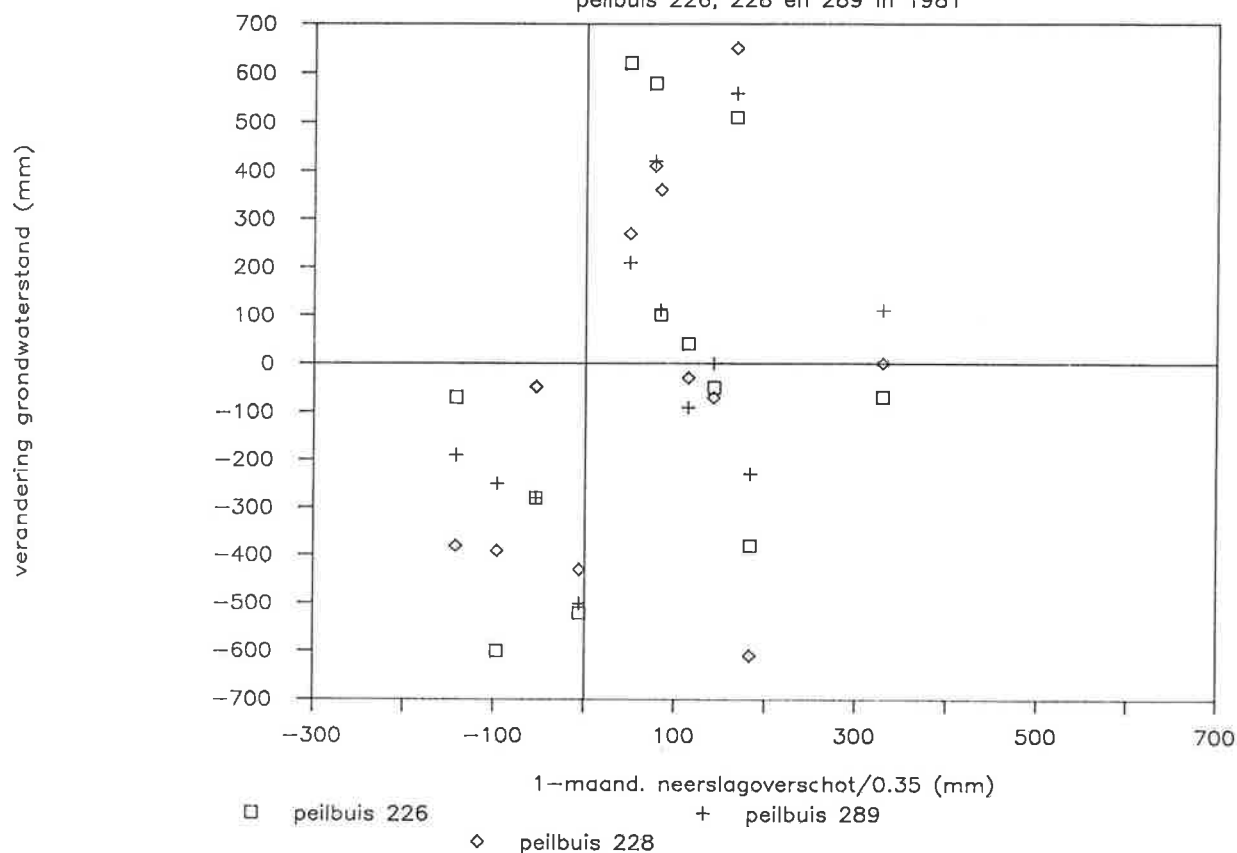
Uit de grafieken blijkt dat in een grote hoeveelheid neerslag slechts in weinig gevallen leidt tot een sterke stijging van de grondwaterstand. Verklaringen hiervoor kunnen zijn:

- dat een groot deel van de neerslag oppervlakkig wordt afgevoerd;
- dat er een snelle afvoer door de bodem plaatsvindt;
- dat infiltratie een langzaam proces is;
- dat een deel van de geïnfiltreerde neerslag indringt in de keileem.

Naar verwachting is het een combinatie van de eerste twee factoren.

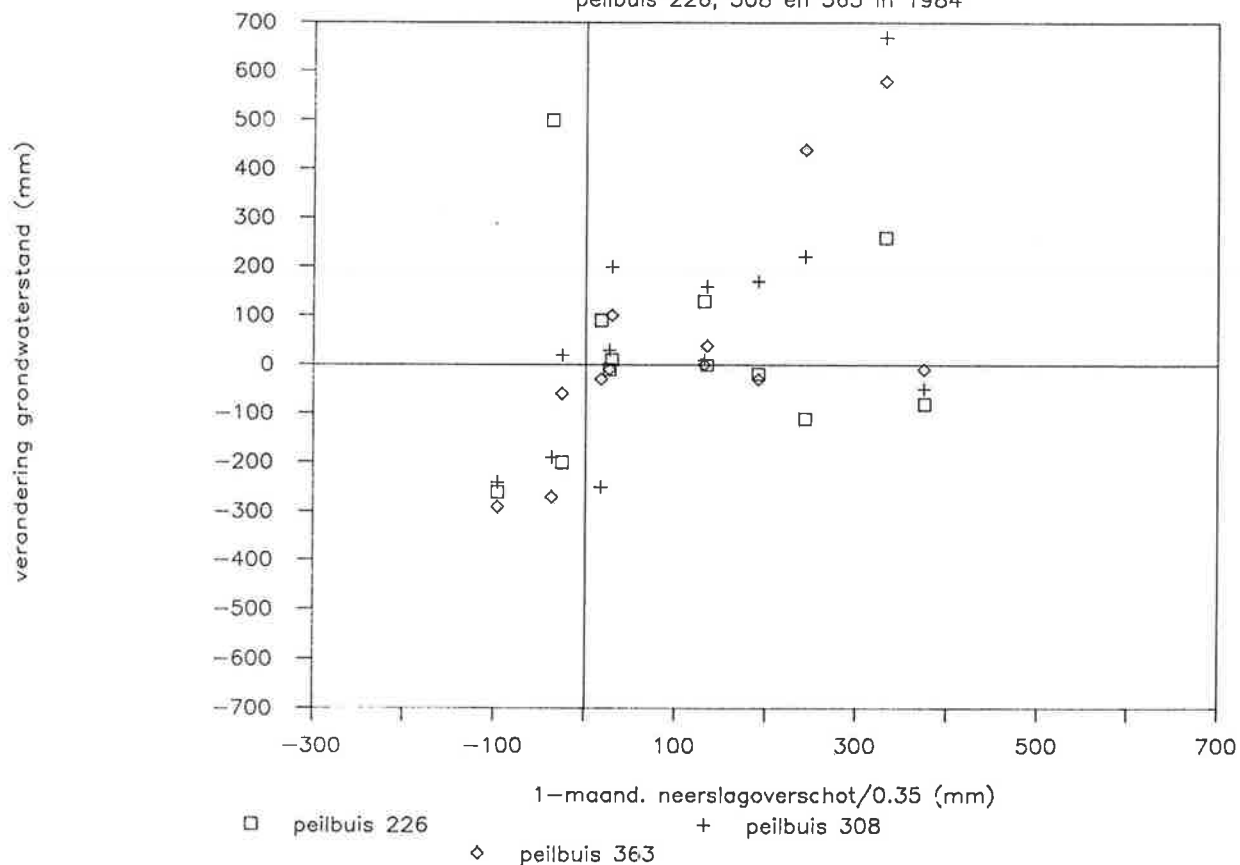
NEERSLAGOVERSCHOT EN GRONDWATERSTAND

peilbuis 226, 228 en 289 in 1981



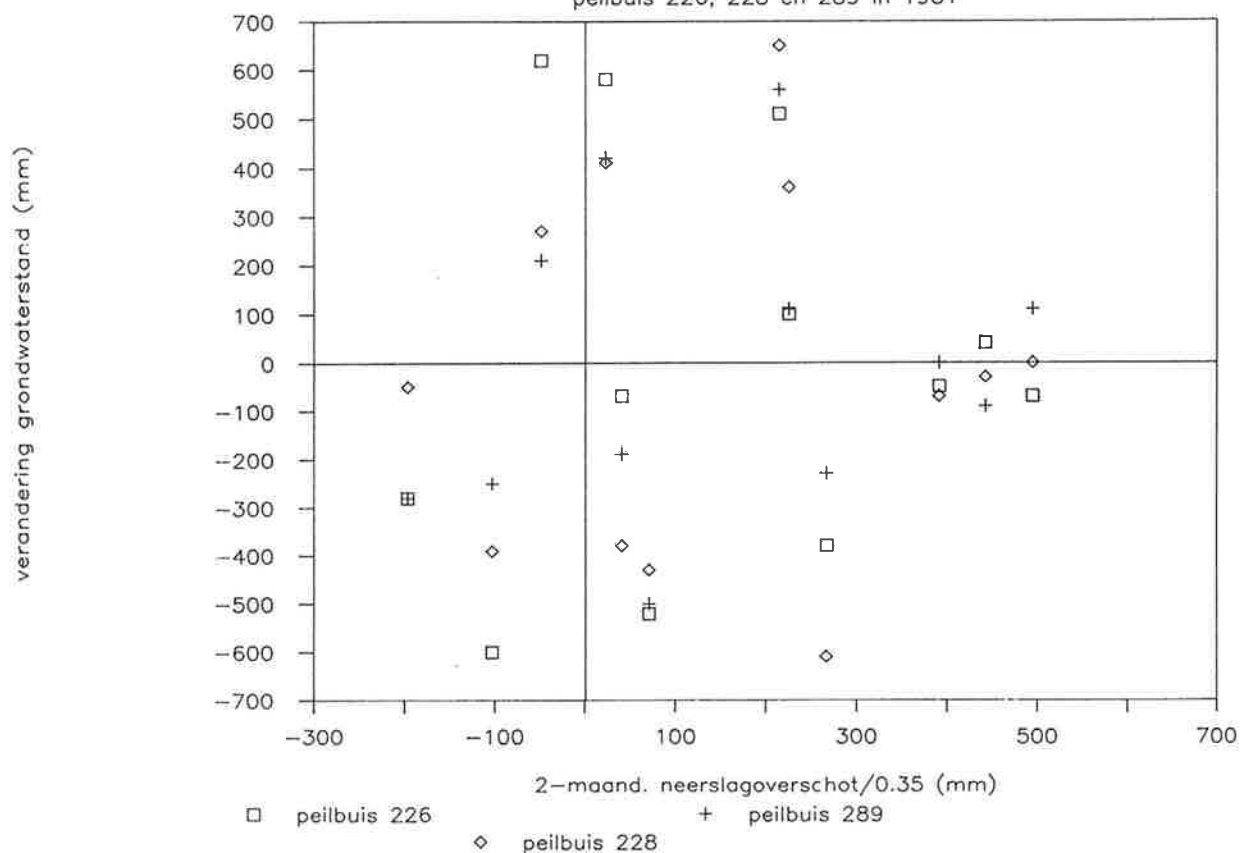
NEERSLAGOVERSCHOT EN GRONDWATERSTAND

peilbuis 226, 308 en 363 in 1984



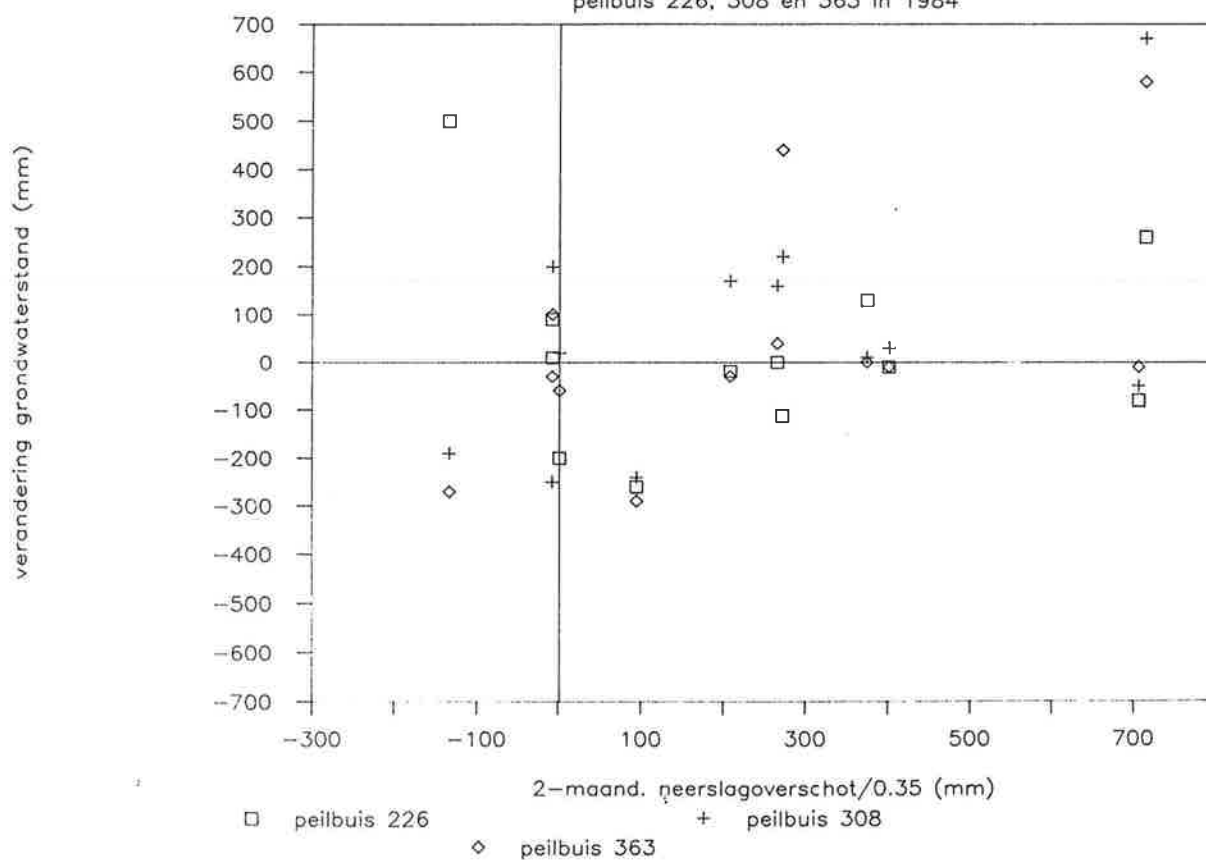
NEERSLAGOVERSCHOT EN GRONDWATERSTAND

peilbuis 226, 228 en 289 in 1981



NEERSLAGOVERSCHOT EN GRONDWATERSTAND

peilbuis 226, 308 en 363 in 1984

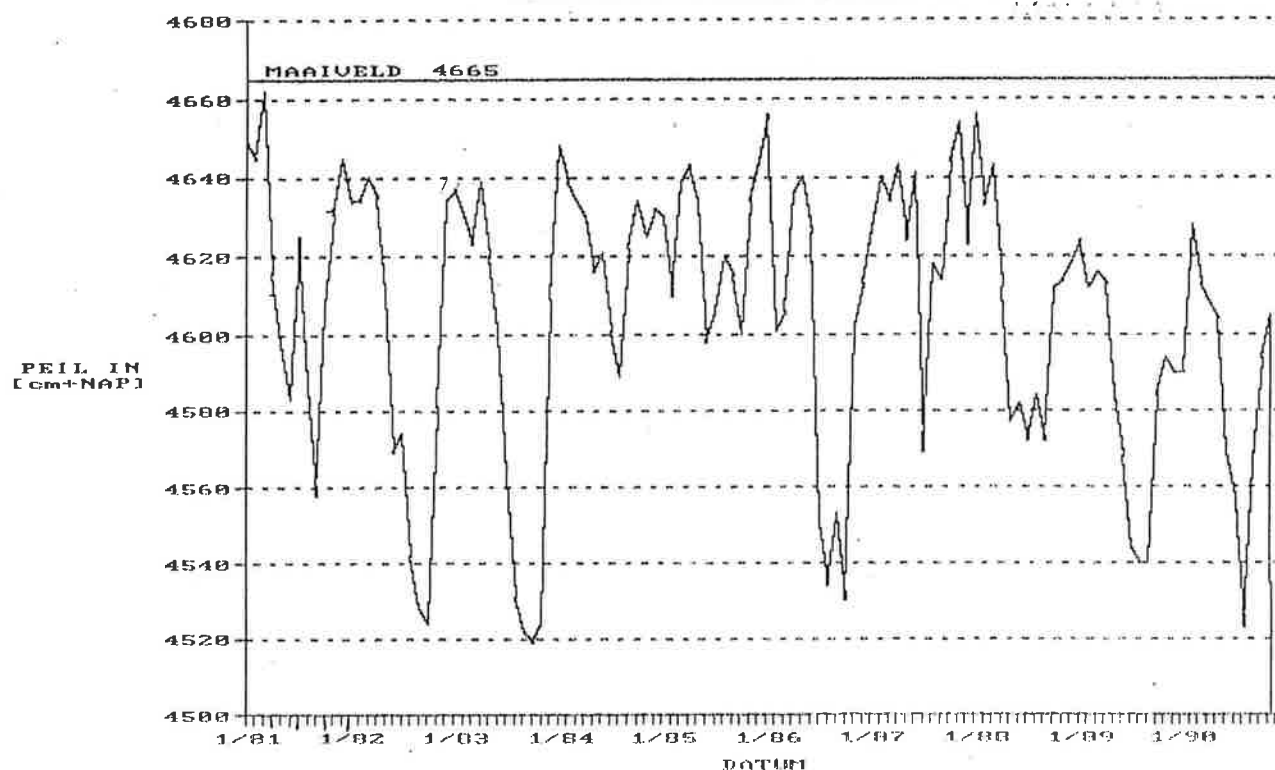


Gegevens neerslagoverschot station Twente

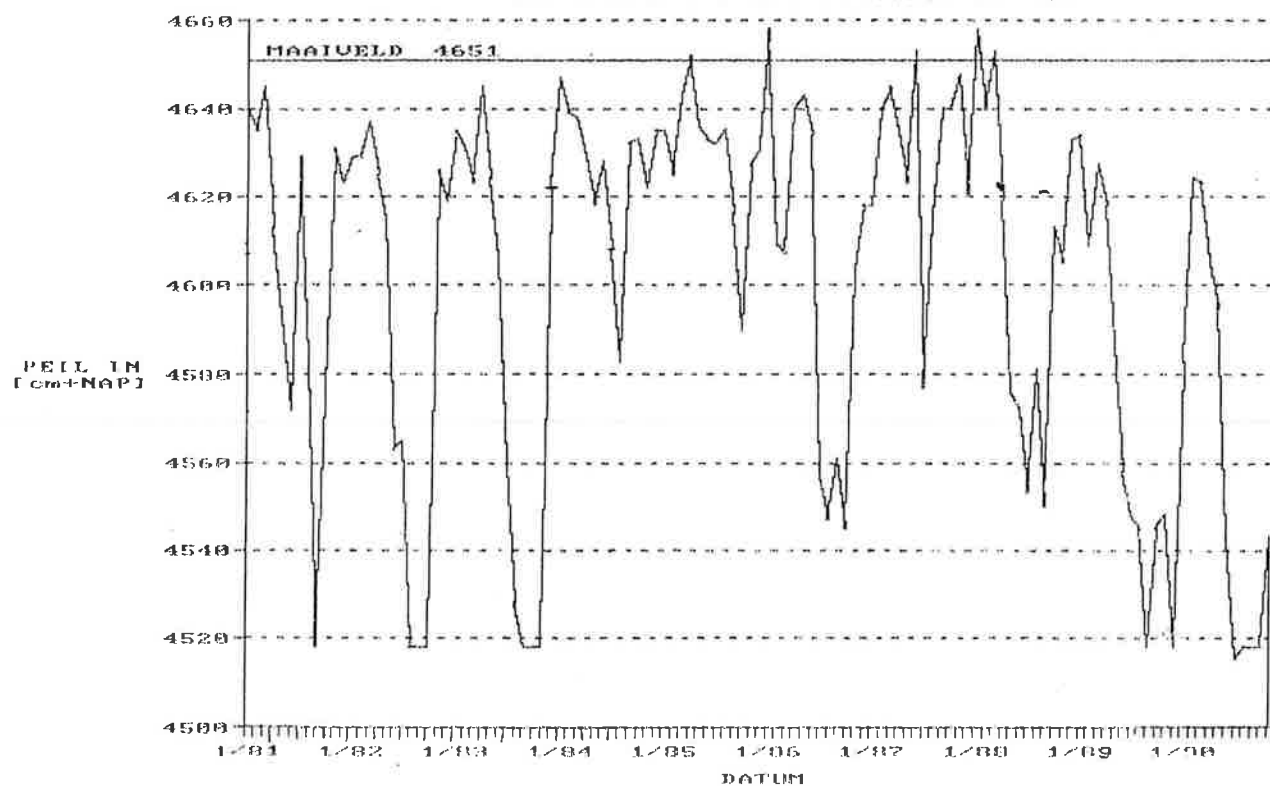
Tabel 2.7.12c Neerslagoverschot in mm per decade ($P - 0.8E_0^{\text{MOW}}$) Station: Twente (vlb) (tot 1981 Dedemsvaart)

JAAR	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Decade																	
JAN 1	5	9	5	18	24	63	17	16	16	18	55	23	51	60	25	16	57
2	10	14	1	26	9	20	12	16	10	0	35	0	25	49	4	70	0
3	35	24	23	15	45	18	35	17	3	16	0	33	20	28	29	24	7
FEB 1	7	7	14	27	4	-1	25	6	16	46	15	8	42	54	3	-2	10
2	11	4	39	5	13	13	16	6	20	3	3	1	-2	-3	-3	-2	3
3	9	-2	16	5	-4	-4	7	-2	-2	-4	-2	-3	3	2	-3	-3	9
MRT 1	0	1	13	4	16	-1	-6	6	22	0	28	24	-6	10	6	-1	21
2	6	-8	-7	11	10	-9	1	30	21	5	66	18	10	-9	5	-9	13
3	2	-1	1	-12	29	2	0	22	7	11	12	-12	48	4	17	46	18
APR 1	-12	28	39	-23	13	-9	16	-14	0	25	-14	0	7	-4	16	-4	
2	-10	22	10	-21	12	-23	6	-10	-13	-15	-21	-13	23	-13	17	9	
3	-3	-15	-6	-13	-11	-24	-9	-2	35	-1	-14	-16	5	-28	-3	4	
MEI 1	-32	-18	20	2	15	-26	-7	-6	9	-29	-15	5	11	47	-5	-6	
2	3	32	-17	-9	-15	-21	-2	-2	-19	-42	-22	-26	4	-2	-8	-18	
3	-25	-5	-13	-11	-29	11	-38	-31	4	-16	2	-23	33	53	-21	-19	
JUN 1	-34	-9	-4	4	-20	-14	4	8	7	-26	1	-40	-26	16	-17	22	
2	35	0	-33	-15	-13	-17	13	-32	-11	-6	-17	21	-35	-22	33	-17	
3	11	3	-27	-26	-19	-38	-21	13	-17	32	65	32	-15	7	14	-42	
JUL 1	-40	63	-37	11	-30	-51	-34	36	-10	36	-21	-20	-32	-19	-2	-19	
2	0	-38	2	14	12	-24	-22	-19	-15	42	24	-39	-37	22	-8	-23	
3	1	19	3	-14	-20	-14	12	-32	-6	25	-1	-31	-12	-26	3	-14	
AUG 1	-17	52	-9	17	-33	-8	-6	5	17	-19	-25	-24	-20	-9	1	-30	
2	-18	6	-30	4	-25	-28	36	2	-5	-6	-8	-6	-26	-18	14	-17	
3	10	-21	-17	-22	-14	-22	9	-12	-14	3	-6	-5	-31	-22	-7	44	
SEP 1	-15	-4	-11	30	13	7	-15	-11	3	-6	-20	-14	-9	30	31	-4	
2	-14	42	-9	-4	0	4	-14	6	-9	8	8	-17	40	18	3	3	
3	16	-8	50	21	6	2	-11	36	-10	-9	-4	-4	-11	28	-7	-10	
OKT 1	-10	-7	1	20	1	9	27	1	-5	13	13	20	12	49	3	-6	
2	6	3	57	22	-3	12	-5	1	16	2	37	53	13	12	-2	3	
3	-3	5	18	41	-3	-3	-4	0	-4	12	17	14	-1	37	-3	71	
NOV 1	6	12	12	9	9	15	38	0	37	8	4	1	-2	-3	34	13	
2	16	42	36	26	28	12	39	3	8	43	25	65	3	6	10	27	
3	33	30	16	35	29	12	48	8	3	21	45	19	80	39	8	10	
DEC 1	7	14	26	34	12	30	3	9	34	11	45	23	50	2	14	6	
2	10	9	30	49	2	24	12	37	42	19	6	52	4	20	29	38	
3	23	0	10	47	4	5	24	45	18	13	11	8	52	13	32	96	
Som	29	305	222	327	67	-78	206	156	208	233	327	127	271	428	262	256	

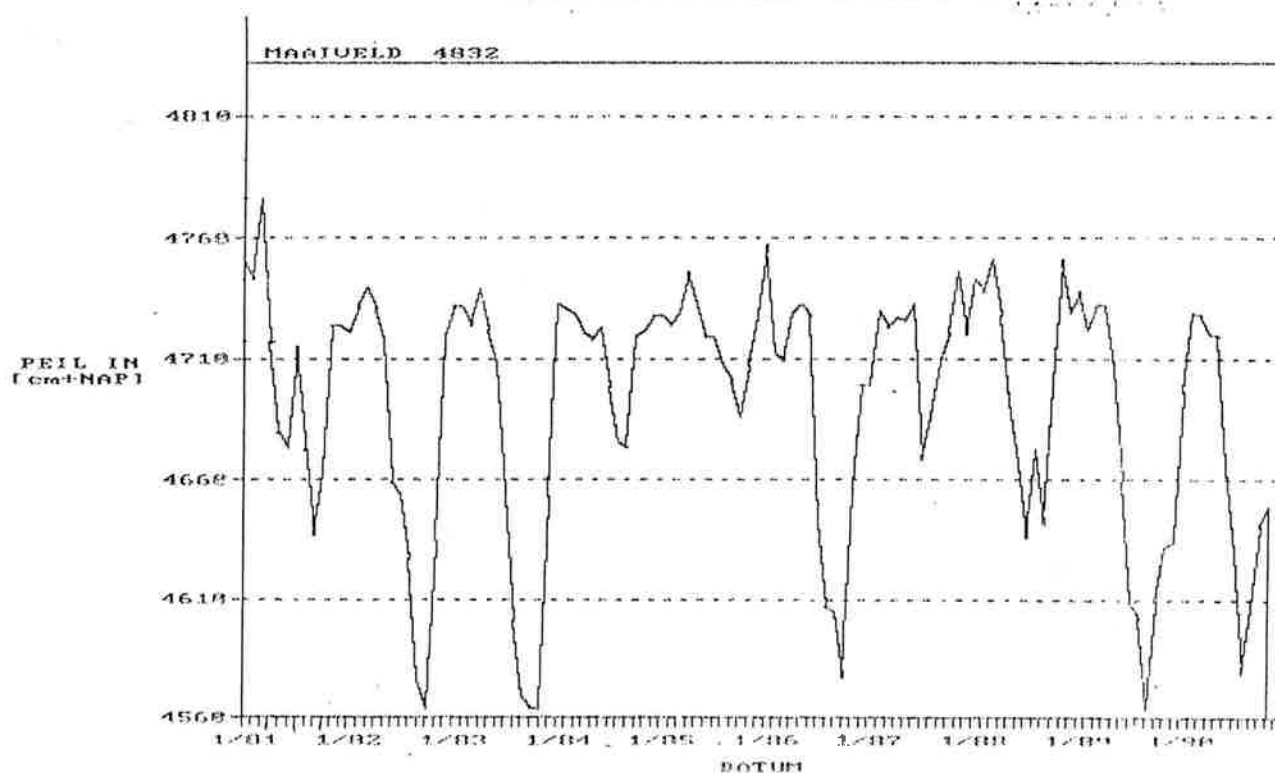
GRONDWATERSTANDEN PEILBUIS NR. 221



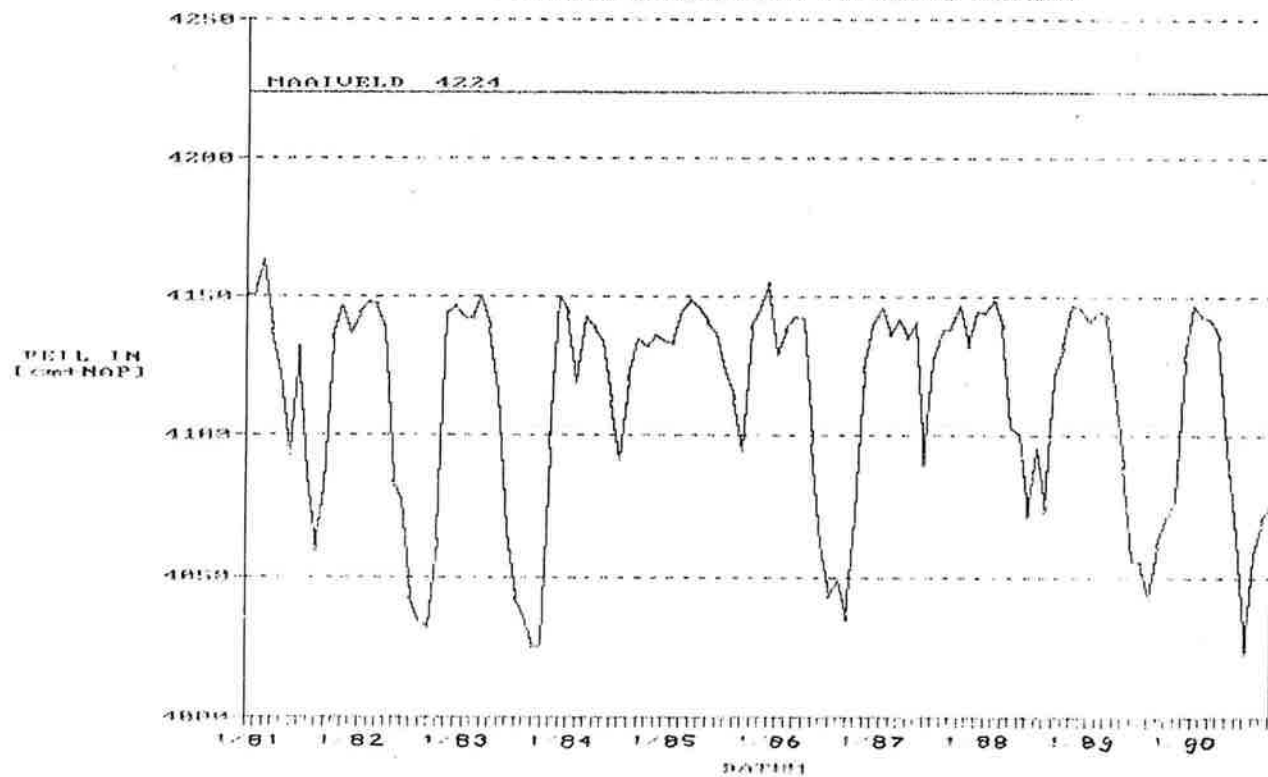
GRONDWATERSTANDEN PEILBUIS NR. 226



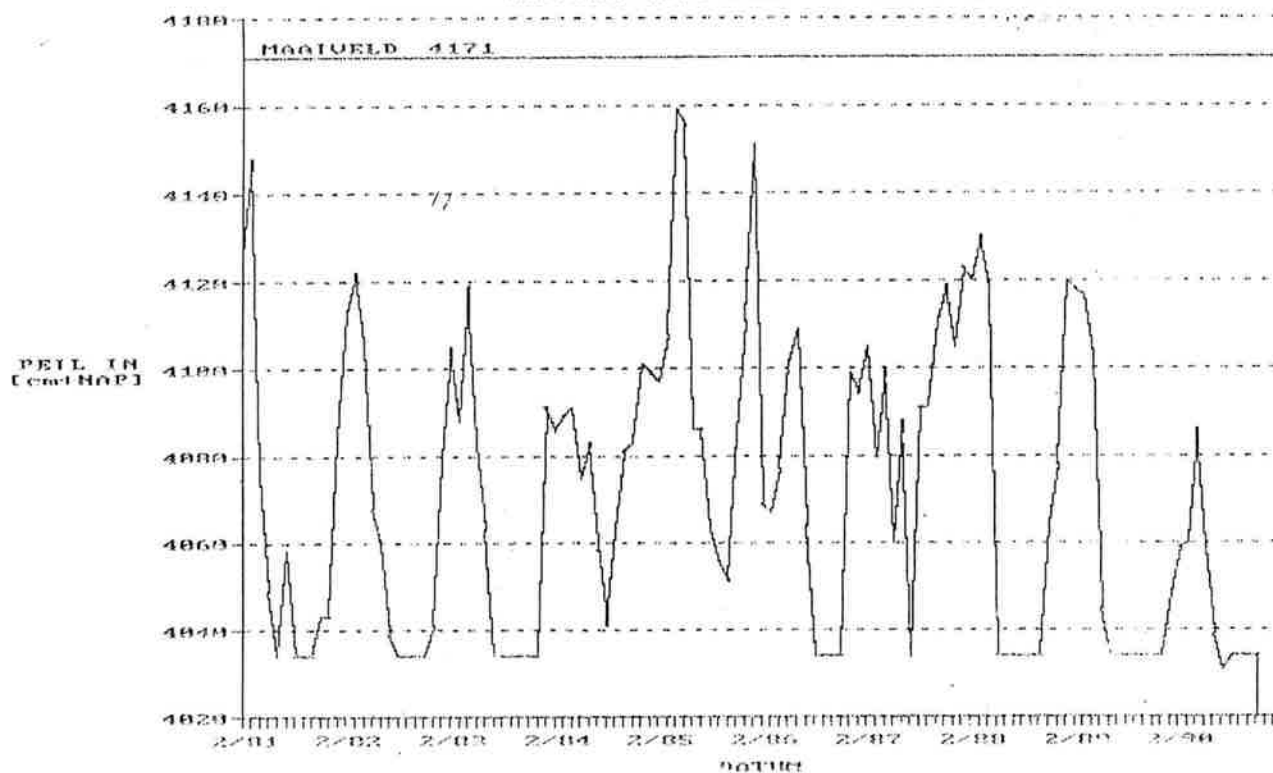
GRONDWATERSTANDEN PEILHUIS NR. 228



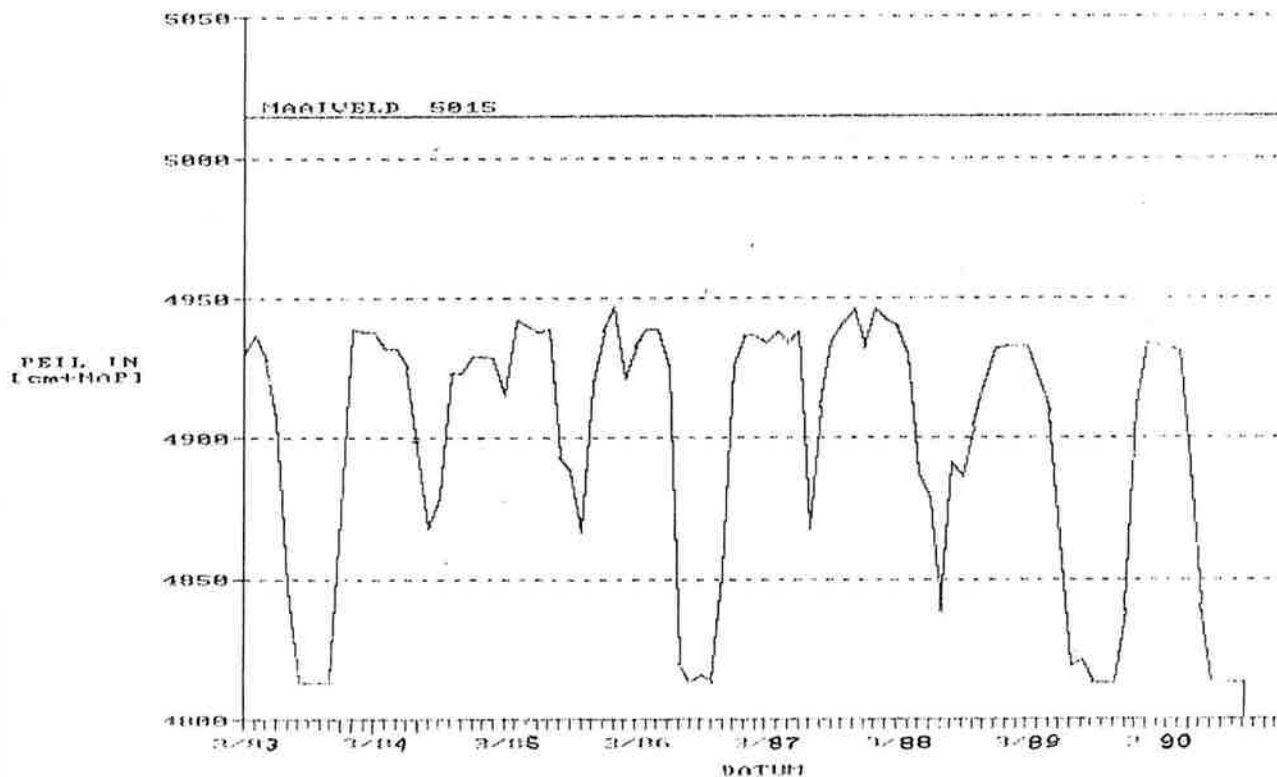
GRONDWATERSTANDEN PEILHUIS NR. 289

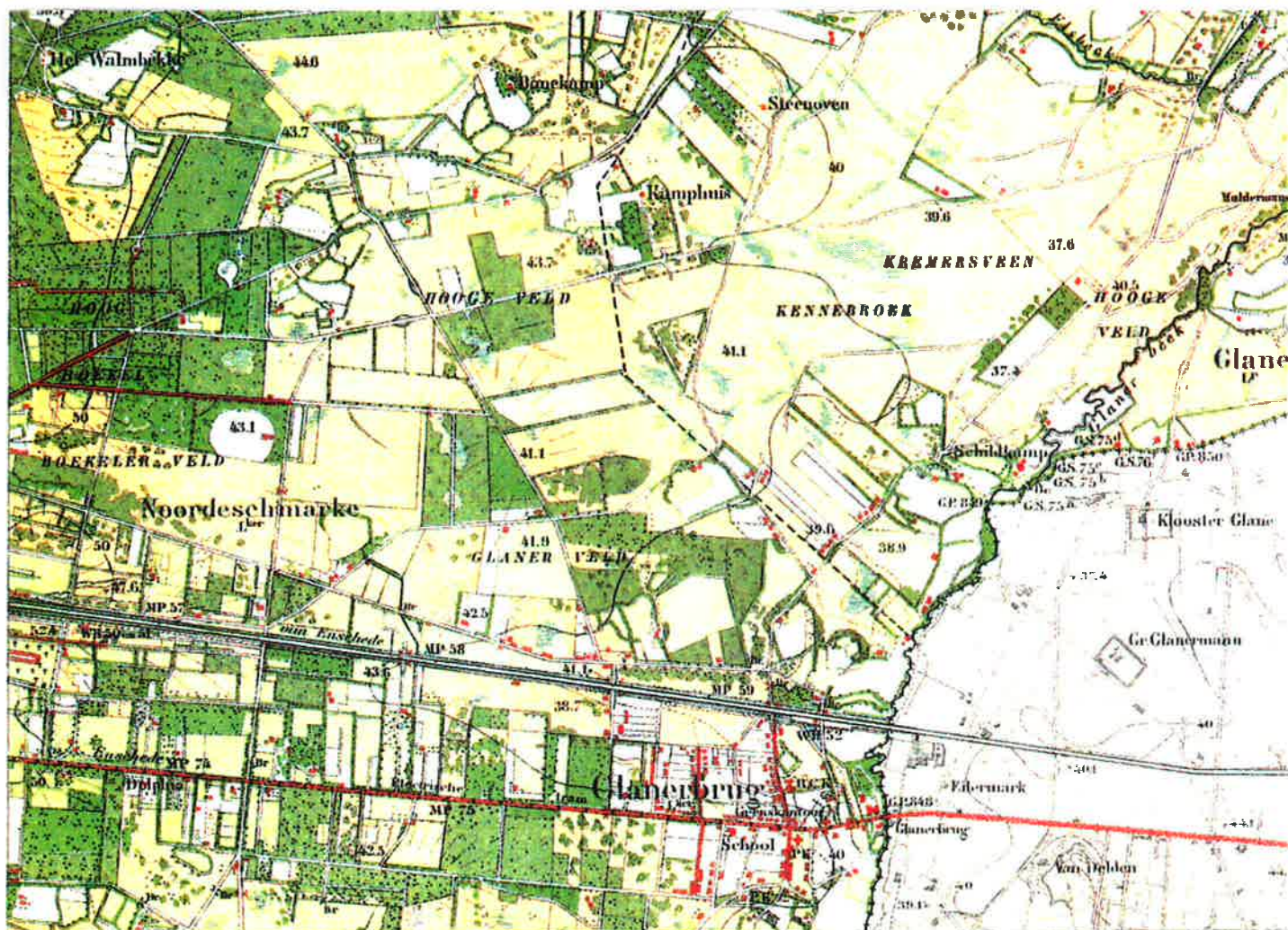


GRONDWATERSTANDEN PEILBUIS NR. 363



GRONDWATERSTANDEN PEILBUIS NR. 363





STAD

Dorp (hoofdplaats der gemeente);
(de overige dorpen zijn met kleiner letter beschreven).

Gehucht of buurt

Verspreide huizen

Kasteel of voornamen buitenplaats
met lustpark en vijver

Buitenverblijf met tuin

Hoeve met moestuin en boomgaard

Kapel of kruis

Kerk met ringmuur en begraafplaats

Schaapekooi

Tabakschuur

Gemeentehuis

Postkantoor

Telegraafkantoor met telephoonkantoor

Stoomgemaal

Watermolen (tot polderbemaling met boesem en lochtstoot)

Sterrenmolen, Houten molen, K.M. Korenmolen

Wasserwiel met brak

Gedenkteeken

Zandstuiving en zandvlakte

Duinen

Afgravingen, Zanderijen

Terreinhellingen

Horizontale doormeden op onderlingen afstand van 10 M.

Hoogte in Meters boven Amsterdamsch peil

Holle wegen

Steile kanten

Rotswanden

Bouwland met greppels heggén en afrastering
met natte slooten en boomen

Weide met sloot en houten en steenen schutlaken

Natte weide met wetering en slooten

Eendekooi

Moeras en drassige plekken

Veen met veenputten

Veenontginning

Bosschen van opgaand loofhout

van kreupelhout of griendhout
met en zonder natte slooten

van opgaand naalldhout

van laag naalldhout
met en zonder drooge slooten

Openingen in strooken hakhout

Rietland

Heide met ven

Schorren

Spoorweg in laag terrein (met ophooging)

met Station

in klimmend terrein (met ingraving)

met halte en parallelweg

met overweg

(zonder ophooging)

met Wachthuis

(met dubbel spoor)

Iramweg

Telegraaflijn met telephoonlijn

Meer

Met laag land wordt aangegeven
volgens een eigen vast-afgezet maatstaf

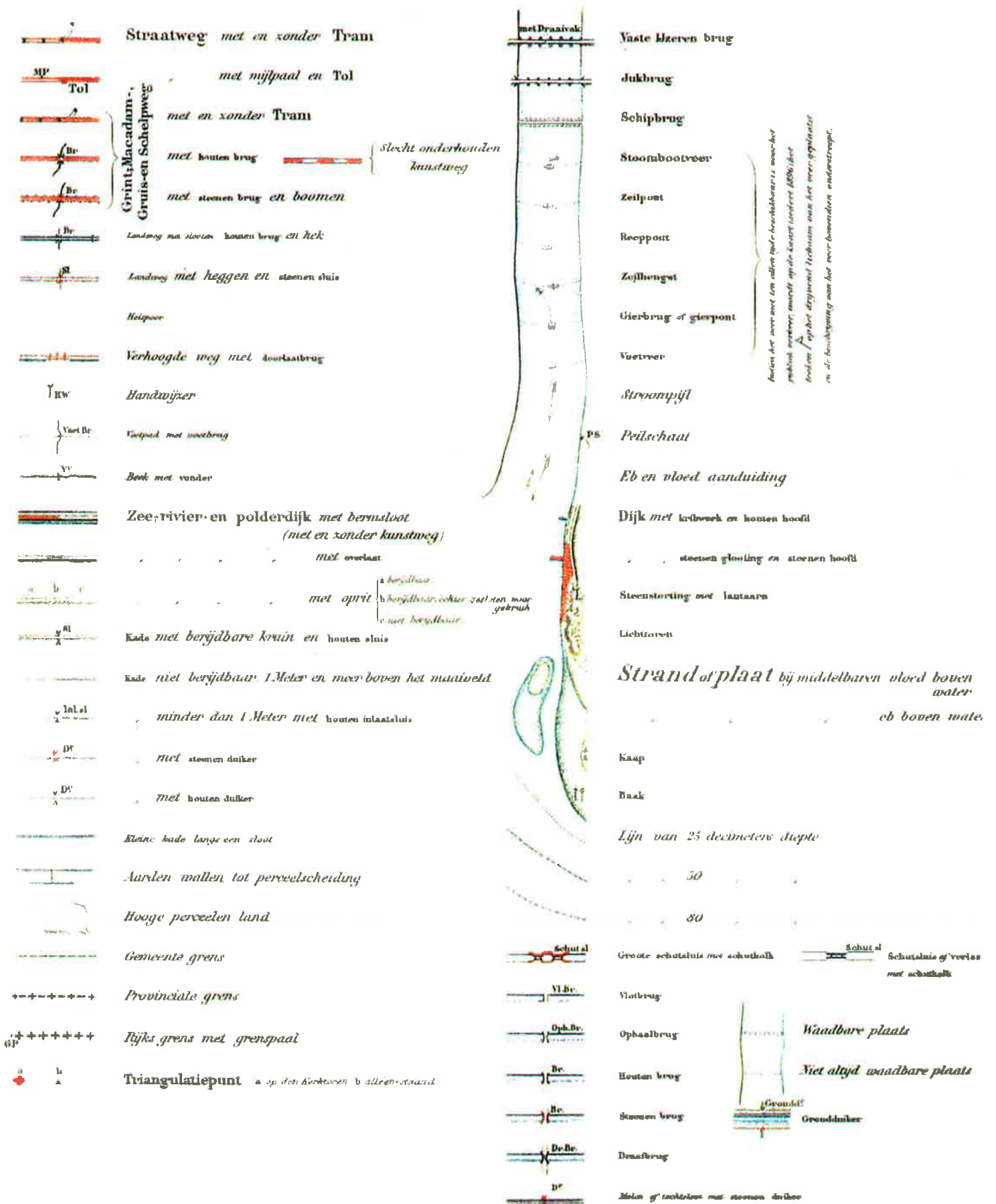
opslag

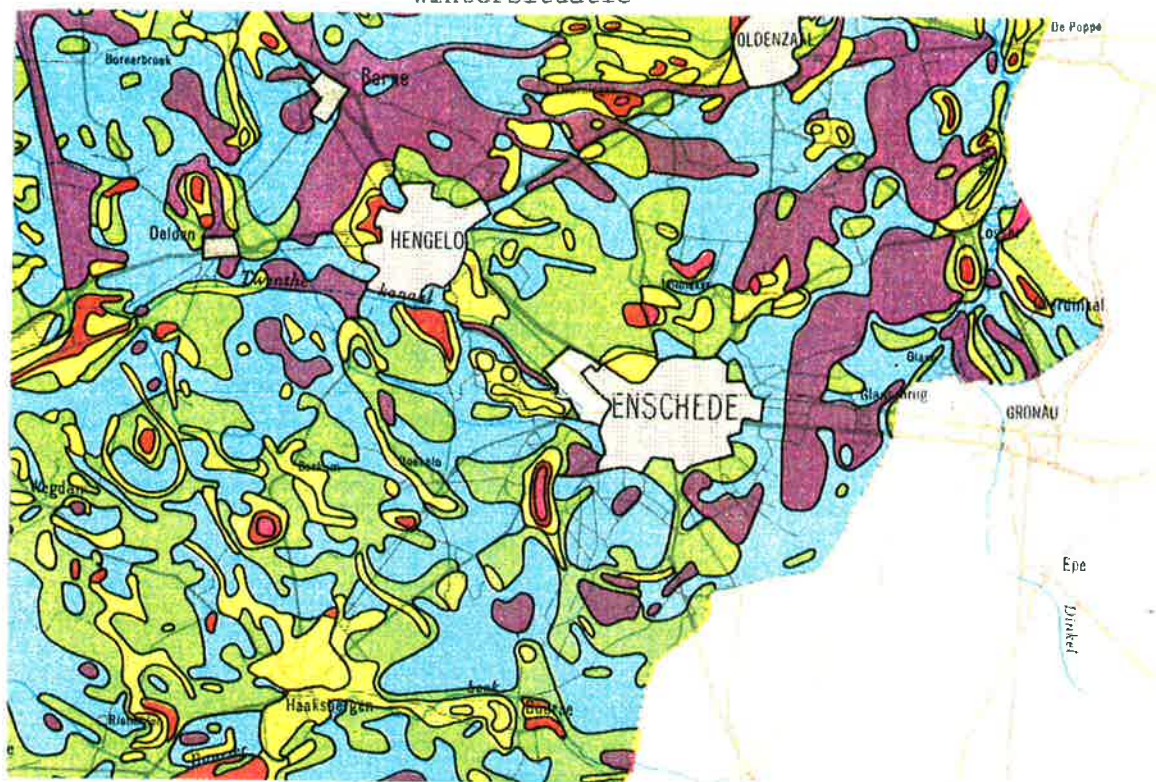
opslag

N.B. De voor- en achterletters onder de plaatsnamen
zijn die der gemeenten.

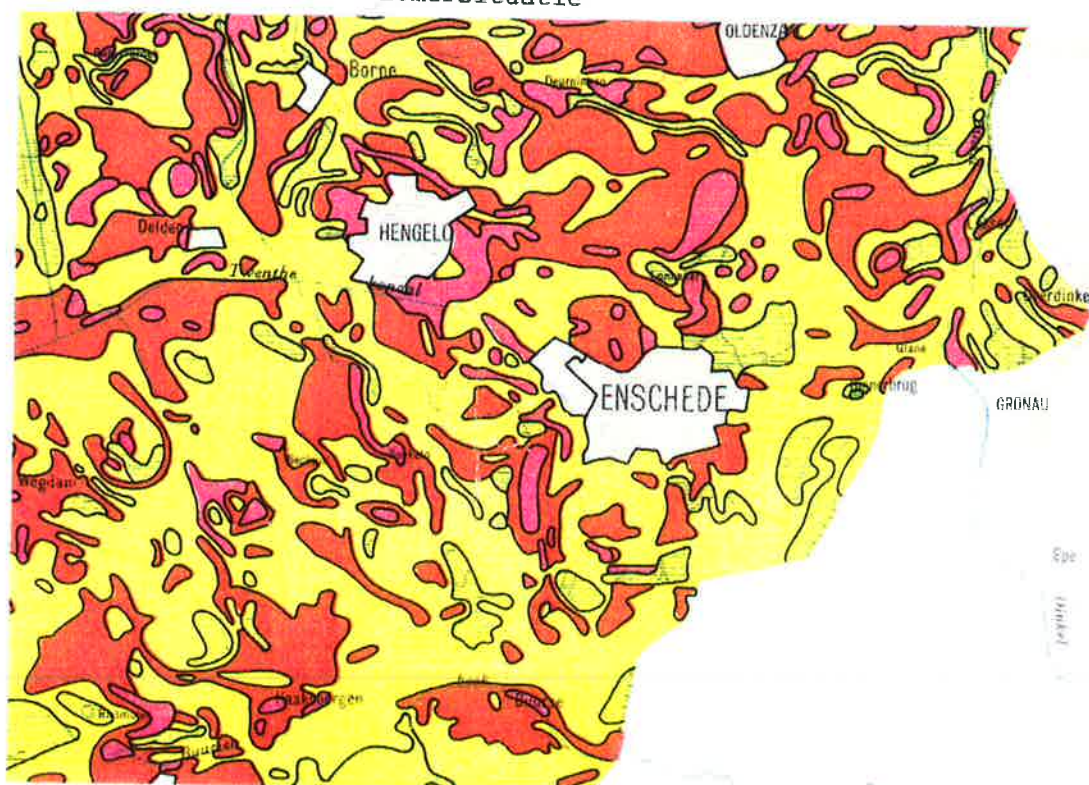
De groot letters gebruikt voor de beschrijving der verklaring,
is overeenkomstig aan die der benamingen op de kaart.

Legenda Topografische Kaart 1900

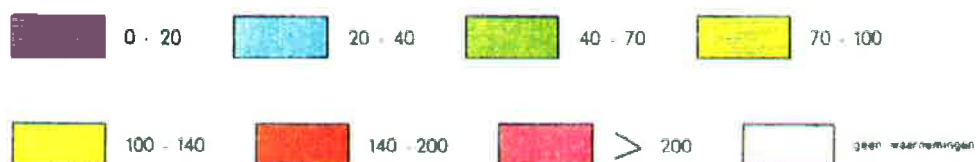


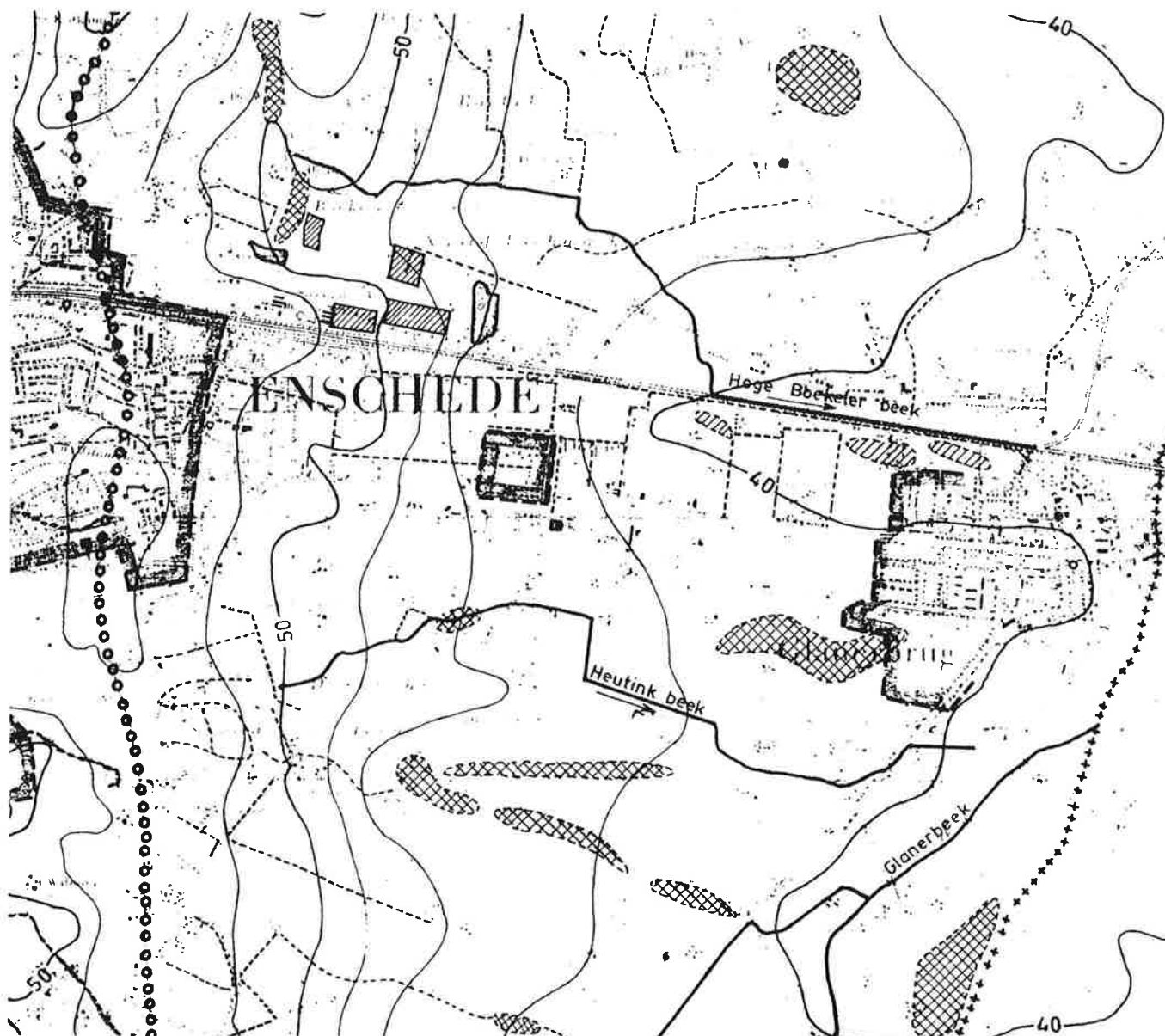


Zomersituatie

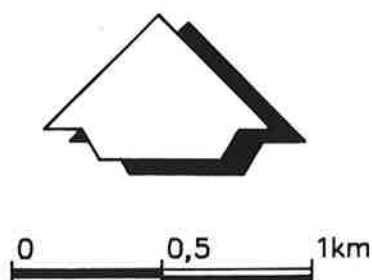


Grandwaterstandsklassen in cm beneden maaiveld





-  moerassige gebieden
 waterlopen 1852 (globaal aangegeven)
 opgevulde kleigaten
- } naar Waterstaats kaart 1855
-  vijver
 50 — hoogte lijnen
 waterlopen 1977
 begrenzing stedelijk gebied
 waterscheiding



Tabellen Rijtema (1969)

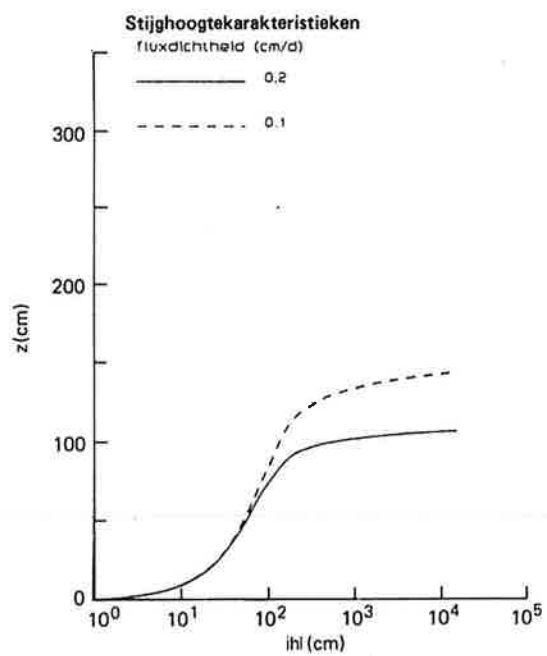
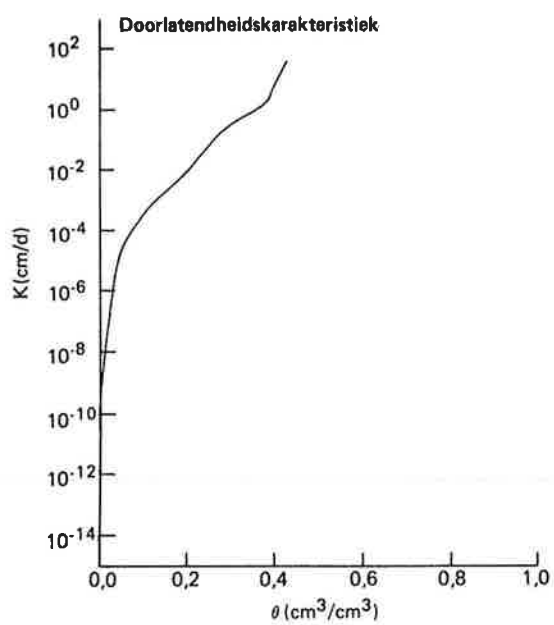
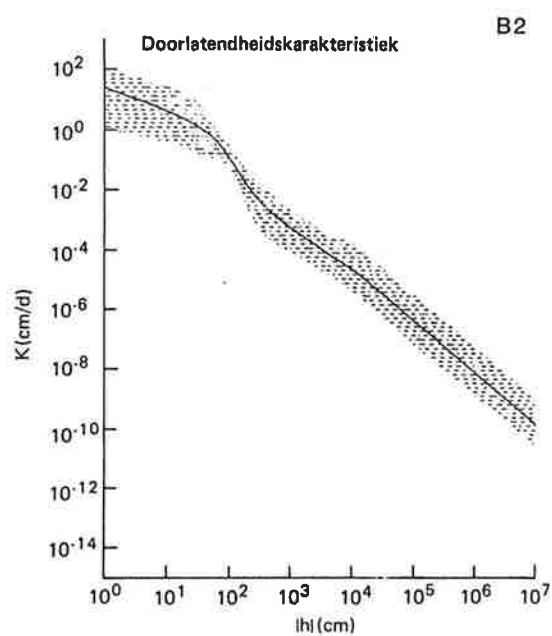
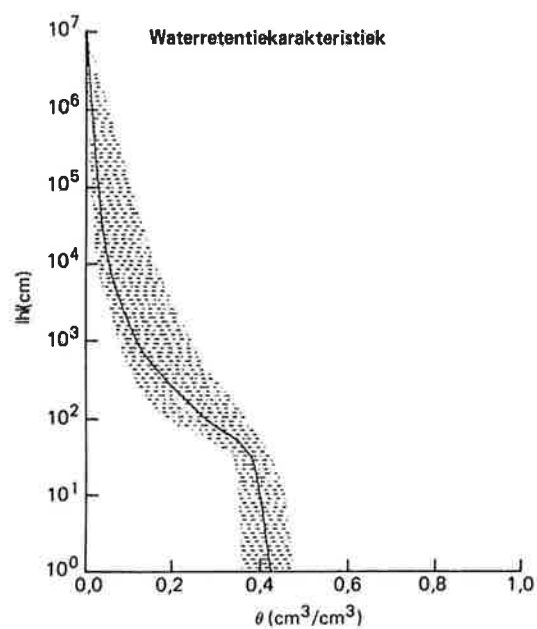
3. Medium fine sand

			V(cm. day ⁻¹)							
			0.5	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.06	0.02
f	⊖	Z								
cm	vol. %	cm								
20	31.6		19.8	19.8	19.9	19.9	19.9	19.9	20.0	20.0
50	26.0		47.1	47.6	48.2	48.7	49.0	49.4	49.6	49.9
100	15.5		65.0	67.5	70.7	75.1	78.1	82.0	86.5	93.7
250	7.7		66.1	68.9	72.6	77.9	81.7	87.3	94.9	114.4
500	6.1		66.5	69.4	73.2	78.9	83.0	89.3	98.1	123.9
1 000	5.0		66.8	69.8	73.7	79.6	84.0	90.5	100.6	131.3
2 500	4.3		67.1	70.1	74.2	80.2	84.8	91.8	102.7	137.7
5 000	3.2		67.2	70.3	74.4	80.6	85.3	92.5	104.0	141.4
10 000	2.5		67.3	70.4	74.6	80.9	85.7	93.1	105.0	144.4
16 000	2.3		67.4	70.5	74.7	81.1	86.0	93.5	105.5	145.9

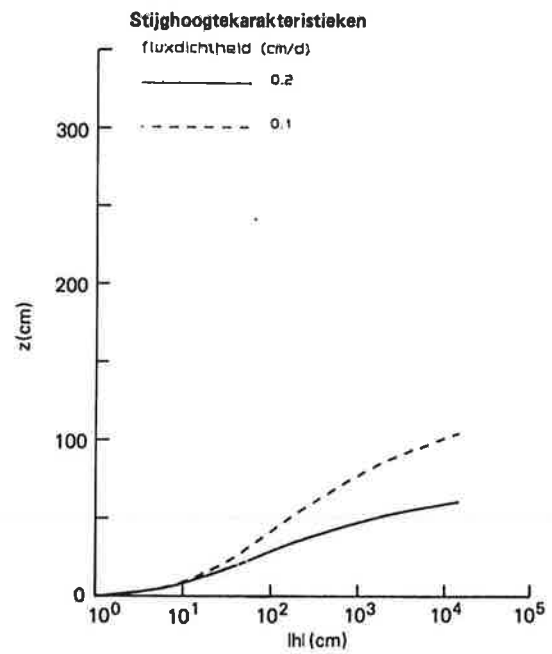
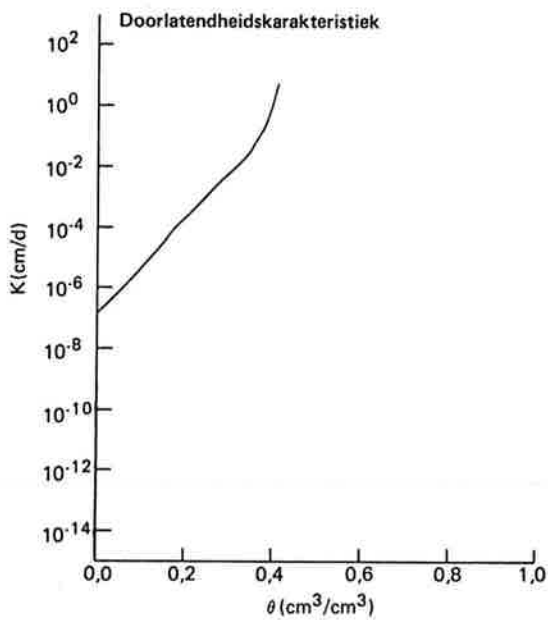
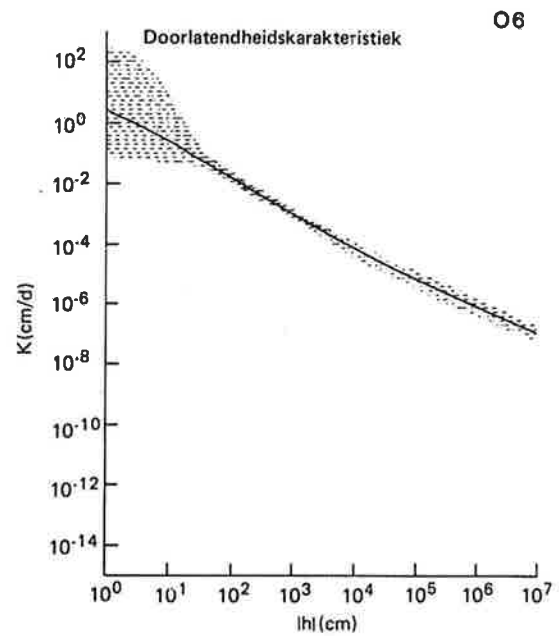
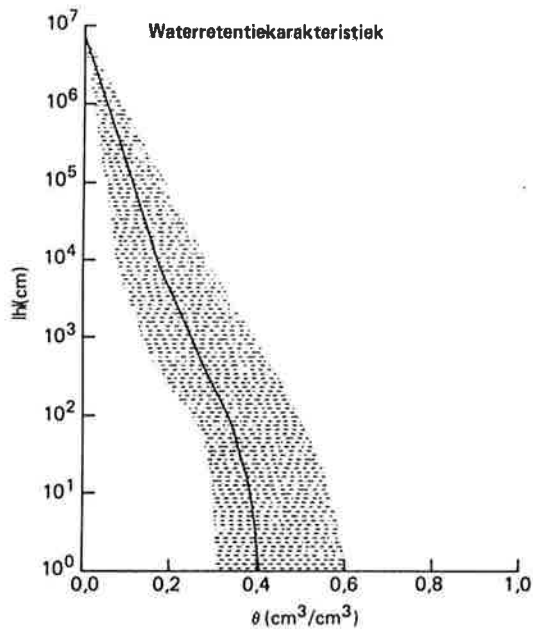
4. Fine sand

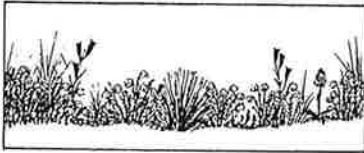
			V(cm. day ⁻¹)							
			0.5	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.06	0.02
f	⊖	Z								
cm	vol. %	cm								
20	33.5		19.7	19.7	19.8	19.9	19.9	19.9	20.0	20.0
50	29.2		47.9	48.3	48.7	49.1	49.3	49.6	49.7	49.9
100	19.6		82.0	84.5	87.4	90.8	92.7	94.8	96.7	98.9
250	14.7		92.8	97.3	103.3	111.7	117.9	126.7	138.3	165.8
500	11.9		94.1	99.0	105.4	115.0	122.1	133.1	148.7	194.6
1 000	9.2		95.1	100.2	107.1	117.4	125.4	138.0	156.8	218.1
2 500	6.5		95.9	101.3	108.5	119.5	128.2	142.2	163.8	238.9
5 000	5.3		96.4	101.9	109.3	120.7	129.9	144.6	167.9	251.0
10 000	4.7		96.8	102.4	109.9	121.7	131.2	146.2	171.2	260.9
16 000	4.2		97.0	102.6	110.3	122.3	131.9	147.6	172.9	266.1

Bodemkarakteristieken dekzand



Bodemkarakteristieken keileem



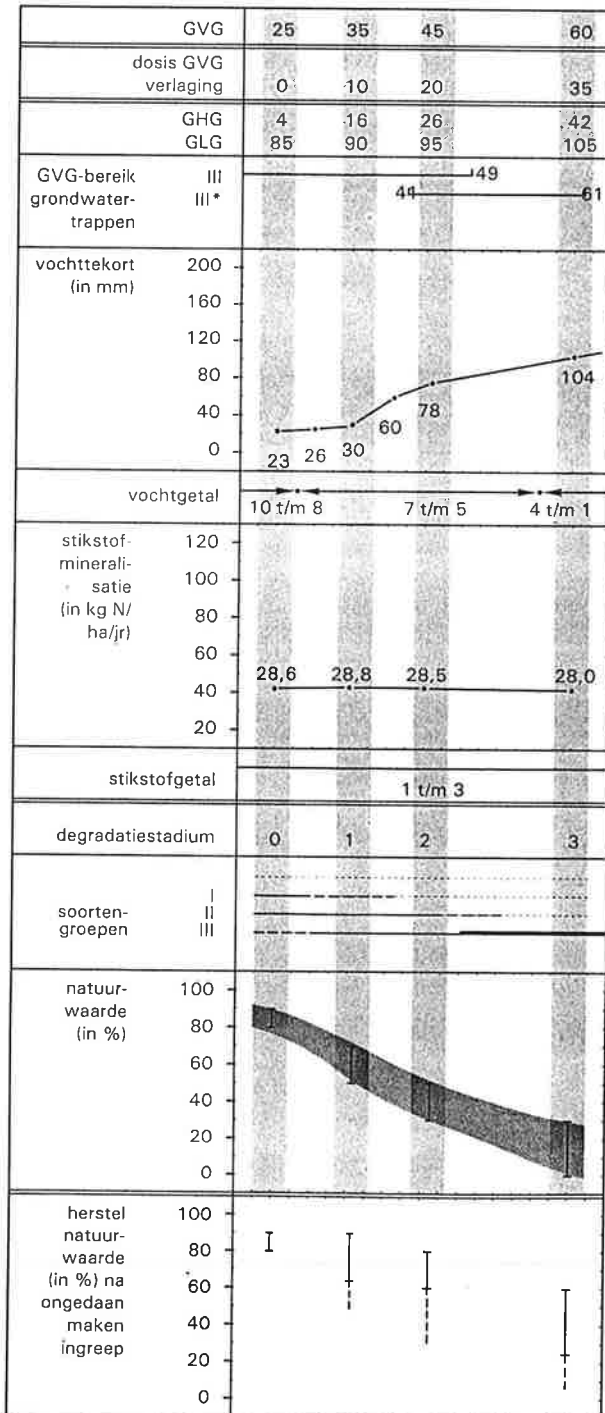


stalenset 3

staal 3.1

Veldpodzolgrond met vochtige heide
(Hn met *Ericetum tetralicis*)

Scenario 1: 'Versterkte drainage'



	F	R	N	uitgangs-situatie pr ab	dosis	1	2	3	
I	Oxycoccus palustris	9	X	1	I	1	--	--	--
	Rhynchospora alba	9	3	2	I	+	--	--	--
	Drosera intermedia	9	2	2	I	2a	--	--	--
	Drosera rotundifolia	9	1	1	II	2a	--	--	--
	Gentiana pneumonanthe	7	X	2	I	r	--	--	--
	Narthecium ossifragum	9	2	1	I	2a	--	--	--
	Polygala serpyllifolia	6	2	2	I	1	--	--	--
	Scirpus cespitosus ssp. ger.	9	1	1	III	1	--	--	--
	Carex nigra	8	3	2	II	1	--	--	--
	Eriophorum vaginatum	8	2	1	II	1	--	--	--
II	Erica tetralix	8	1	2	V	4	--	--	--
	Juncus squarrosus	8	1	1	I	+	--	--	--
	Eriophorum angustifolium	9	4	2	I	+	--	--	--
	Potentilla erecta	X	X	2	I	+	--	--	--
III	Betula pendula	X	X	X	I	r	+	+	++
	Betula pubescens	X	3	3	I	r	+	+	++
	Molinia caerulea	7	X	2	IV	2a	+	++	++
X	Carex pilulifera	5	3	5	I	r	+	+	++
	Deschampsia flexuosa	X	2	3	I	+	+	+	++
	Galium saxatile	5	2	3	I	+	+	+	++
	Pinus sylvestris	X	X	X	II	r	+	+	++
	Genista anglica	5	4	2	I	+	+	+	++
	Calluna vulgaris	X	1	1	V	2a	+	++	++
C	Odontoschisma sphagni				III	2b	--	--	--
	Zygogonium ericetorum						--	--	--
	Gymnocolea inflata				II	2m	--	--	--
	Sphagnum compactum				II	2b	--	--	--
	Sphagnum molle				I	2m	--	--	--
	Sphagnum papillosum				I	1	--	--	--
	Sphagnum tenellum				I	2a	--	--	--
	Cephalozia divaricata				II	+	--	--	--
	Cladonia impepa				III	2m	--	--	--
	Cladonia pyxidata				II	1	+	+	++
	Campylopus fragilis				III	2m	--	--	--
	Kurzia pauciflora				I	1	--	--	--
	Dicranum scoparium				III	1	+	+	++
	Hypnum cupressiforme				II	2m	+	+	++
	Pleurozium schreberi				II	1	+	+	++
	Pohlia nutans				II	+	+	+	++
	Polytrichum commune				II	1	+	+	++

Tabel 3.20

Opzet van de staalbeschrijvingen

- a) algemene typering
 stel nummer, bodemtype, vegetatie (optimale situatie), staal nummer, scenario (type van verandering in de waterhuishouding van de standplaats).
- b) samengestelde tabel (links)
 typering grondwaterregime, uitgangssituatie en verandering GVG (in cm/m), karakteristieke ingreep, dosis GVG verlaging, aanvullende typering grondwater-type, GHG en GLG, corresponderende grondwatertrappen, daarvan wordt alleen het bereik van de GVG met een balk aangegeven, het voorkomen van een GT is bepaald aan de hand van GHG- en GLG bereik, corresponderend verloop vochttekort (tien procent droog jaar; niet bij de stalensets 8, 9 en 10); bijbehorende verdeling van vochtindicatiegetallen (Ellenberg); corresponderende verandering in de beschikbaarheid van stikstof (niet bij de stalensets 8, 9 en 10); bijbehorende verdeling van stikstofindicatiegetallen (Ellenberg); degradatiestadia, naar intensiteit aangeduid als 0, 1, 2 en 3; gedrag van de soortengroepen in de vegetatietabel (zie c):
 - een onderbroken lijn geeft het verdwijnen van een soortengroep aan
 - bij een dunne lijn handhaaft een soortengroep zich
 - bij een dikke lijn is sprake van toename van een soortengroep
- c) verandering in de natuurwaarde;
 verwachte natuurwaarde na het ongedaan maken van de ingreep in de waterhuishouding (zonder aanvullende maatregelen)
 vegetatietabel (rechts)
 synoptische soortenlijst met de vocht-, zuurgraad- en stikstofindicatiegetallen (F, R en N, Ellenberg, 1979) en met presentie (pri en abundantie (ab)) voor de optimale situatie (degradatiestadium 0) volgens het basisstramen: hogere planten boven, lagere planten onder;
 - degradatiestadia, aangeduid met ingreepintensiteit (1, 2 en 3, mees, rechte drie kolommen);
 - de soorten zijn geordend naar overeenkomst in reactie op de drie intensiteiten van snelle en sterke negatieve reactie (boven), via snelle en positieve reactie, naar min of meer indifferente reactie (onder);
 - de verschillende soortengroepen zijn gescheiden door een streep, en genummerd: groepen met een duidelijke reactie zijn genummerd I, II enz., de groep met een indifferente reactie met X, en een e-entusle groep van lagere plantesoorten met C;
 - binnen een groep soorten zijn, waar informatief, subgroepen gevormd, die worden gescheiden door een blanco regel;
 - binnen iedere (sub)groep zijn de soorten alfabetisch gerangschikt;
 - de reactie van de soorten is als volgt aangeduid:
 - - : soort gaat vrijwel steeds sterk achteruit of verdwijnt geheel
 - : soort gaat meestal achteruit, maar meestal niet zeer sterk
 = : geen of weinig verandering
 + : soort gaat meestal vooruit, maar meestal niet zeer sterk
 ++ : soort gaat meestal sterk vooruit
 blanco : de reactie van de soort is onbekend
 * (bij opgegeven reactie): de spreiding in de opgegeven reactie is duidelijk groter dan de in de definitie opgegeven range
 * (bij blanco opgave): de opgeven van de reactie zijn wisselvallig, waarbij de spreiding in de range groter is dan bij de reactieklasse

MLAEM

naam	:Multi Layer Analytic Elements Model (MLAEM)
in gebruik sedert	:1991
ontwikkeld door	:O.D.L. Strack
programmeertaal	:Fortran '77
rekenprincipe	:analytische elementen

Korte omschrijving

Het computerprogramma MLAEM (Multi Layer Analytic Elements Model) is een grondwaterstromingsprogramma dat gebaseerd is op de analytische elementen theorie. Voor een uitgebreide beschrijving van de theorie wordt verwezen naar andere literatuur (bijv. Groundwater Mechanics, O.D.L.Strack, Prentice Hall, 1990).

Het principe van MLAEM is gebaseerd op superpositie van analytische oplossingen voor grondwaterstroming in een watervoerend pakket. Als uitgangspunt van de berekening worden watervoerende pakketten gedefinieerd. Hiertoe worden de onderstaande pakkeiteigenschappen opgegeven:

- doorlatendheid;
- pakketdikte;
- basis van het pakket;
- porositeit;
- berging.

Geohydrologische fenomenen worden gesimuleerd met behulp van analytische elementen. Voor elk element dat is gebruikt wordt een analytische oplossing berekend en door superpositie van deze oplossingen wordt per watervoerende laag een integrale oplossing gevonden. Veel gebruikte elementen zijn:

- gebieden met neerslag;
- natuurlijke stroming;
- onttrekkings- of infiltratieputten;
- cirkelvormige vijvers of meren;
- lijnonttrekkingen of -infiltraties;
- inhomogeniteiten in het watervoerend pakket ten aanzien van dikte en/of doorlatendheid;
- slecht- of ondoorlatende verticale wanden.

Naast modellering van grondwaterstroming kan met behulp van het model ook stoftransport worden gesimuleerd.



Met MLAEM kunnen meerdere watervoerende pakketten worden gemodelleerd. Maximaal vier watervoerende pakketten worden gescheiden door drie scheidende lagen. De scheidende laag tussen de watervoerende pakketten is oneindig uitgestrekt en ondoorlatend. Lek door de scheidende laag wordt gesimuleerd met behulp van zgn. AREA-LEAKAGE elementen. Een dergelijk element wordt gedefinieerd met vier hoekpunten en een bepaalde c-waarde. Per element wordt in het zwaartepunt één verticale flux voor het hele element uitgerekend. De grootte van de LEAKAGE-elementen wordt daarom bepaald door de horizontale variatie in verticale stroming.

MLAEM heeft een uitgebreid scala van mogelijkheden voor de presentatie van berekeningsresultaten. In het horizontale vlak worden per laag contourplots getekend van de stijghoogte, potentiaal of stroomfunctie. Dit geldt ook voor het verticale vlak waarin meerdere lagen worden meegenomen.

MLAEM biedt de mogelijkheid om verschillende berekende isohypsenpatronen van elkaar af te trekken. Daarmee kunnen op eenvoudige wijze de effecten van een bepaalde ingreep op de grondwaterstand worden berekend.

BESCHRIJVING MLAEM-MODELAlgemeen

Het programma MLAEM maakt gebruik van zogenaamde analytische elementen. Als basis voor het model dienen eerst watervoerende pakketten en scheidende lagen te worden gedefinieerd. Deze lagen zijn horizontaal en hebben een oneindige omvang. De watervoerende pakketten worden als LAYER's gedefinieerd binnen de module AQUIFER. Voor elke LAYER worden de dikte, doorlatendheid, porositeit en de hoogte van de basis opgegeven. De scheidende lagen worden niet specifiek gedefinieerd. De dikte ervan volgt uit de dikten en de basishoogten van de verschillende watervoerende pakketten. De scheidende lagen worden verondersteld een oneindig grote weerstand te hebben. Door middel van zogenaamde AREL-LEAKY elementen kan voor een bepaalde gebied een weerstand worden opgegeven. Deze kan variëren van 0 tot oneindig.

Binnen watervoerende lagen is het mogelijk om specifieke hydrologische fenomenen te beschrijven met behulp van bepaalde analytische elementen. In de onderstaande tabel staan de elementen die zijn gebruikt voor deze modellering.

Tabel 14.1 Gebruikte analytische elementen

Naam	Vorm	Hydrologische betekenis	Geohydrologische parameters
AREL-GIVEN	vierhoek	flux aan boven- of onderkant van een watervoerend pakket	q (m/d)
AREL-RESIS	vierhoek	een vast peil en een bepaalde weerstand aan de onder- of bovenkant van een watervoerend pakket	h (m), c (d)
AREL-LEAKY	vierhoek	scheidende laag met een bepaalde weerstand	c (d)
LINESINK-HEAD	lijnstuk	volkomen lijnbron met een vaste stijghoogte	h (m)
DOUBLET-INHOM	veelhoek	gebied met een afwijkende dikte en/of doorlatendheid van het watervoerend pakket	k (m/d), D (m)
WELL-GIVEN	punt	bron met een bepaald debiet	Q (m ³ /d)



Voor elk element geldt dat moet worden aangegeven in welke laag het wordt gebruikt. Voor een uitgebreide toelichting op het programma en de eisen die gelden voor het gebruik van de verschillende elementen wordt verwezen naar de in 1991 verschenen beschrijving van het National Groundwatermodel of the Netherlands (lit.20). Met behulp van MLAEM is bij DBW/RIZA te Lelystad een groot deel van Nederland gemodelleerd in het kader van de derde Nota waterhuishouding.

Module AQUIFER

Omdat watervoerende pakketten worden gedefinieerd als oneindig uitgestrekte lagen met een bepaalde dikte, dient er een schematisatie van de bodemopbouw plaats te vinden. In dit geval zijn twee watervoerende pakketten onderscheiden.

Hoewel de dikte van het dekzandpakket sterk blijkt te variëren, wordt de bovenste zandlaag beschouwd als een aaneengesloten pakket met een dikte van 3 meter en een doorlatendheid van 10 m/dag. Dit geeft een kD-waarde van 30 m²/dag. Het tweede watervoerend pakket ontbreekt in een groot deel van het onderzoeksgebied en wordt daarom in het model een kD-waarde van 10 m²/dag aangehouden.

In paragraaf 4.4 wordt uitgelegd hoe de aanwezigheid van het tweede watervoerend pakket ten westen van de stuwwal wordt meegenomen.

In het model ziet de file AQUIFER er als volgt uit:

Tabel 14.2 Definitie watervoerende pakketten

AQUIFER

LAYER 1

thickness 3
permeability 10
porosity 0.3

BASE 25

LAYER 2

thickness 10
permeability 1

BASE 5

RETURN



14.3 DOUBLET-INHOM element

Het DOUBLET element kan worden gebruikt om inhomogeniteiten in een watervoerend pakket aan te geven. Een DOUBLET element bestaat uit een willekeurig aantal punten die een gebied begrenzen. Binnen dit gebied geldt de afwijkende doorlatendheid en/of dikte die zijn opgegeven.

In het modelgebied zijn twee DOUBLET-INHOM elementen gehanteerd.

In het eerste watervoerend pakket is aan het hoogste deel van de stuwwal een lager doorlaatvermogen toegekend omdat daar de dekzandlaag grotendeels ontbreekt of een geringe dikte heeft.

In het gebied ten westen van de stuwwal is aan de doorlatendheid van het tweede watervoerend pakket een waarde van 20 m/dag toegekend. Dit betekent dat het doorlaatvermogen van het tweede watervoerend pakket daar 200 m²/dag bedraagt. In bijlage 14, blad 1 is de grens van het goed doorlatende tweede watervoerend pakket aangegeven.

LINESINK elementen

Met behulp van LINESINK's worden waterlopen gesimuleerd met een vast peil. In het onderzoeksgebied zijn dit de Glanerbeek, de Hoge Boekelerbeek en de Heutinkbeek. Ten westen van de stuwwal worden LINESINK's gebruikt voor het Twentekanaal. Het simuleren van de beken in het onderzoeksgebied met behulp van LINESINK's is alleen in de wintersituatie toegestaan, omdat de beken in de zomer droogvallen. De LINESINK's worden uitsluitend in LAYER 1 gebruikt.

De waterpeilen van de LINESINK's vormen naast de AREL-GIVEN elementen een belangrijke parameter voor de calibratie van het model. De peilen zijn in eerste instantie zodanig gekozen dat ze leiden tot een optimaal isohypsenpatroon. De uiteindelijke waterpeilen die in het model zijn gehanteerd, zijn vergeleken met de meest recentelijk gemeten bodemhoogten, die zijn verkregen bij het Waterschap. Het peil, dat voor een bepaald deel van de waterloop is gehanteerd, blijkt over het algemeen 0,5 à 1 meter hoger te zijn dan de bodemhoogte, hetgeen in overeenstemming is met de werkelijkheid. In bijlage 14, blad 1 is de lokatie en de nummering van de gebruikte LINESINK elementen weergegeven.

In bijlage 17 is de invoerfile met LINESINK's weergegeven.



AREL-GIVEN elementen

AREL-GIVEN elementen worden gebruikt om infiltrerende neerslag in de bodem te simuleren. Deze hoeveelheid varieert sterk in de winter en in de zomer.

In de winter is de verdamping gering zodat er sprake is van een neerslagoverschot. In de zomermaanden is er gemiddeld sprake van een gering neerslagtekort.

In paragraaf 2.5.3 is geconstateerd dat niet het gehele neerslagoverschot bijdraagt aan een stijging van de grondwaterstand. De twee belangrijkste oorzaken daarvoor zijn oppervlakkige afvoer en een relatief snelle afvoer door de bodem. Er zijn geen meetgegevens om beide fluxen te kwantificeren.

Ten behoeve van de grondwatermodellering wordt er vanuit gegaan dat de hoeveelheid neerslag die in de bodem infiltreert, kleiner is dan het gemiddelde neerslagoverschot van 270 mm.

In een grondwatermodellering wordt het berekende isohypsenbeeld in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid neerslag die infiltreert en het doorlaatvermogen van het bovenste watervoerend pakket. Om te komen tot een correct isohypsenbeeld kunnen daarom de volgende parameters worden geijkt:

- het neerslagoverschot;
- de afvoer via oppervlaktewater;
- het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket.

Er zijn drie mogelijkheden om met een bepaalde hoeveelheid nuttige neerslag de juiste stijghoogten te berekenen:

1. uitgaan van het werkelijke neerslag overschot van circa 250 mm/jaar. De ijking dient dan plaats te vinden door middel van aanpassing van de dichtheid van openwater of van het doorlaatvermogen van het bovenste watervoerend pakket;
2. uitgaan van een vast doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket en het vaststellen van een vast drainageniveau dat overeenkomt met de gemeten stijghoogten. Dit is de methode die door IGG/TNO is toegepast in een recente grootschalige modelstudie;
3. uitgaan van een vast doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket en het variëren van het neerslagoverschot dat in de bodem infiltreert.

In dit geval is het doorlaatvermogen van de deklaag gesteld op 30 m²/dag. Dit betekent dat een calibratie van het model hoofdzakelijk plaatsvindt door het variëren van de hoeveelheid neerslag.



In het totaal zijn circa 150 AREL-elementen gebruikt waarmee het gehele modelgebied is bedekt. In het onderzoeksgebied zijn de elementen kleiner dan daarbuiten. De ligging van de elementen is zodanig gekozen dat binnen één element slechts één soort landgebruik (bos, landbouw of bebouwing) is. Daarnaast is rekening gehouden met de geplande woningbouwlocaties.

Bij de eerste ijking bleek dat een uniforme neerslag over het gehele modelgebied leidde tot de correcte ligging van de waterscheiding. Hierbij bleek een infiltratieflux van circa 100 mm/jaar te leiden tot de juiste stijghoogten.

Bij de tweede ijking op lokale schaal is de hoeveelheid neerslag per element gedifferentieerd. Dit heeft ertoe geleid dat de ingevoerde neerslag in het onderzoeksgebied in de winterperiode varieert van 0,1 tot 0,4 mm/dag, hetgeen voor een heel jaar overeen zou komen met 40 tot 150 mm/jaar. Voor de zomerperiode zijn fluxen gehanteerd die praktisch 0 zijn.

In bijlage 14, blad 2 is de ligging van de AREL-GIVEN elementen in het onderzoeksgebied weergegeven. In bijlage 17 zijn de coördinaten en fluxen van alle AREL-GIVEN elementen weergegeven voor de winterperiode.

AREL-RESIS elementen

Dit type elementen worden meestal gebruikt voor het simuleren van polders, omdat er een vast peil moet worden ingevoerd. In het modelgebied zijn voor de modellering van de oorspronkelijke situatie daarom slechts enkele AREL-RESIS elementen gebruikt. Alleen het kerkhof aan de rand van Enschede, omdat daar een vast maximumpeil wordt verondersteld, en de vijver in de wijk Dolfia, omdat die in het onderzoek door Brouwer (lit.17) ook een vast peil bleek te hebben.

In het berekenen van de effecten van de aanleg van de nieuwe woonwijken spelen de AREL-RESIS elementen een belangrijkere rol, omdat de aanwezigheid van een drainagesysteem daarmee kan worden gesimuleerd.

AREL-LEAKY elementen

In de algemene beschrijving van het programma is al aangegeven dat er tussen twee watervoerende pakketten in principe een ondoorlatende scheidende laag aanwezig is. Door middel van het plaatsen van AREL-LEAKY elementen kan een bepaalde weerstand aan de scheidende laag worden toegekend.



De AREL-LEAKY elementen spelen een belangrijke rol in het bepalen van de effecten die de onttrekkingen in het tweede watervoerend pakket hebben op de freatische grondwaterstand. Het tweede watervoerend pakket aan de westkant van Enschede wordt gescheiden van de zandige deklaag door een keileempakket waarvan de dikte sterk afneemt in westelijke richting.

In het gehele modelgebied zijn AREL-LEAKY elementen gelegd. Aan de westkant van de stuwwal varieert de weerstand ervan van 50 tot 2000 dagen. De hoogste weerstand geldt ter plaatse van het hoogste deel van de stuwwal waar het keileem het dikste is.

Aan de oostkant van de stuwwal speelt de scheidende laag een minder belangrijke rol, omdat het tweede watervoerend pakket daar ontbreekt. Omdat er wel uitwisseling plaatsvindt tussen de deklaag en het keileempakket zijn er wel AREL-LEAKY elementen gebruikt in het onderzoeksgebied. Hieraan is een weerstand toegekend van 100 dagen. Uit een gevoeligheidsanalyse bleek overigens dat de berekeningsresultaten in het onderzoeksgebied niet gevoelig waren voor de grootte van de c-waarde ten westen van de stuwwal.

In totaal zijn 35 AREL-LEAKY elementen gebruikt die allemaal een omvang hebben van circa 1 km². In bijlage 17 is een overzicht gegeven van alle AREL-LEAKY elementen.

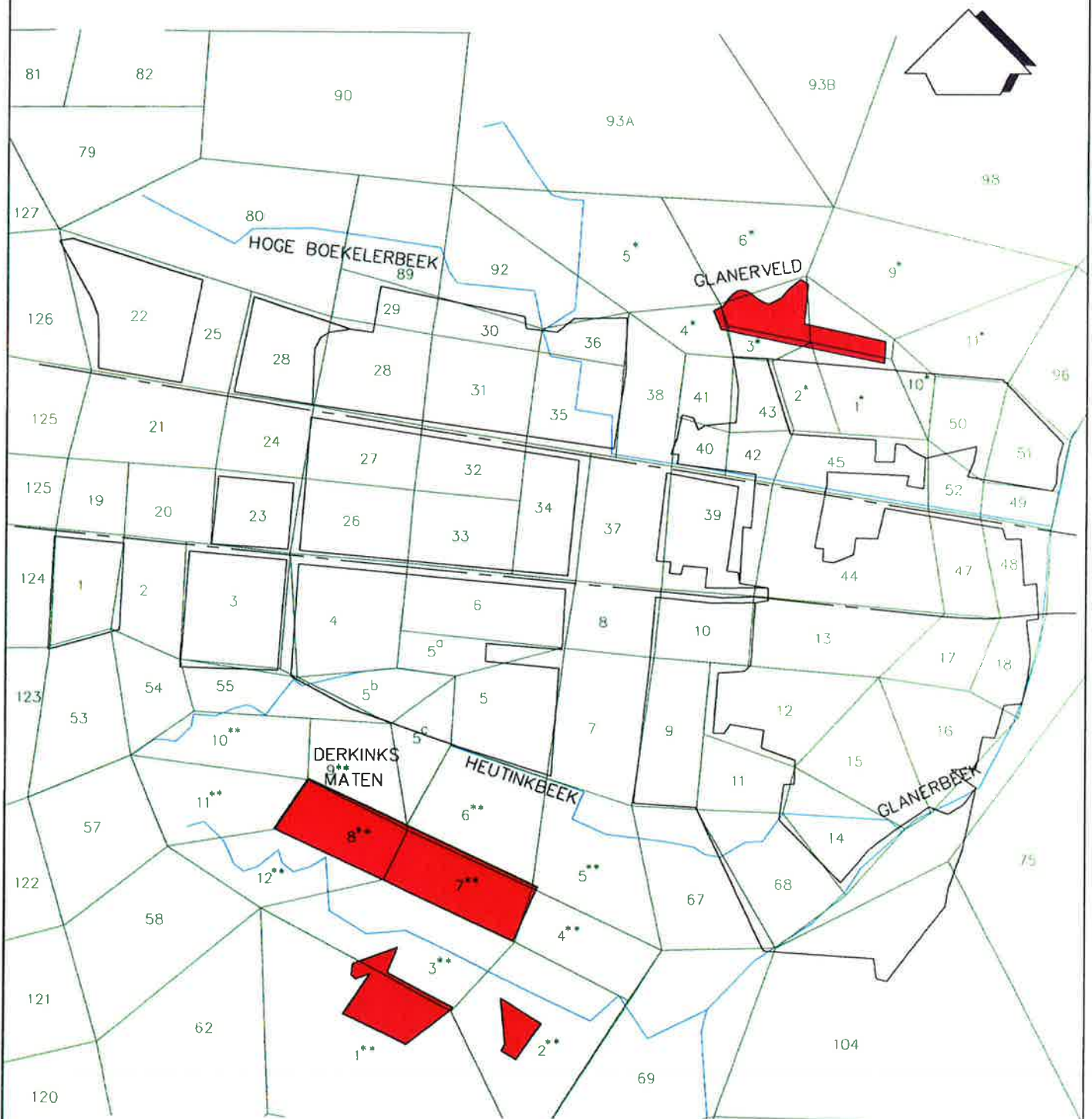
WELL's

De onttrekkingen die zijn gegeven in paragraaf 2.4.1 zijn ook ingevoerd in het programma. De invoerfile is gegeven in bijlage 17.

CUREL-DRAIN

De module CUREL (Curvilinear Elements) biedt onder meer de mogelijkheid om drains te modelleren. Een CUREL-DRAIN is een willekeurig gevormd lijnelement waar rond het gehele element een constant peil wordt gehandhaafd. Dit peil wordt niet van tevoren vastgelegd maar volgt uit de berekende stijghoogten in de rest van het modelgebied. Met behulp van CUREL-drain elementen kunnen dus beken worden gemodelleerd omdat daar geen vast peil wordt gehandhaafd, maar waar wel een nagenoeg constant peil heerst.

Door middel van het gebruik van CUREL-DRAIN elementen kan worden berekend wat de invloed is van een bepaalde verandering van de waterhuishouding in nabijheid van een beek op de waterstand in die beek. Dit is met name van belang voor het inschatten van de veranderingen van de grondwaterstand aan de zuidzijde van de Heutinkbeek ten gevolge van drainage ten noorden er van. In het model is daarom de Heutinkbeek gemodelleerd met behulp van CUREL-DRAIN elementen.



Legenda

- heideveld
- waterloop
- potentiële woningbouwlokatie
- arel-given element

0 250 500 750m

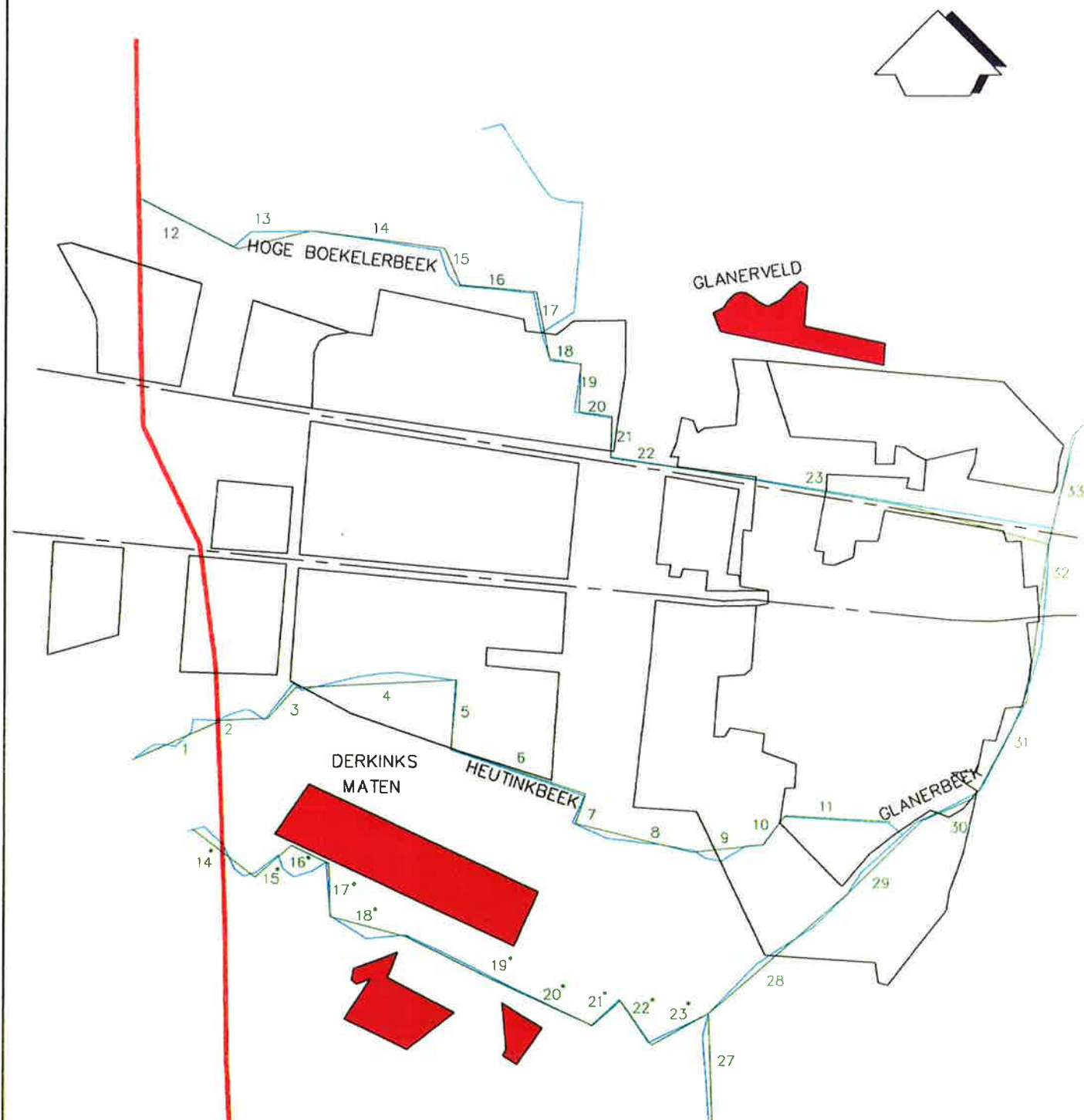
Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	LIGGING AREL-GIVEN ELEMENTEN		Datum	19/02/92	Tek. nr.	
			Gewijz	04/08/92		
			Get.	EWG		-10.

P-000001566 2



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



Legenda

- heideveld
- waterloop
- linesink
- grens 2^e w.v.p.
- potentiële woningbouwlokatie

0 250 500 750m

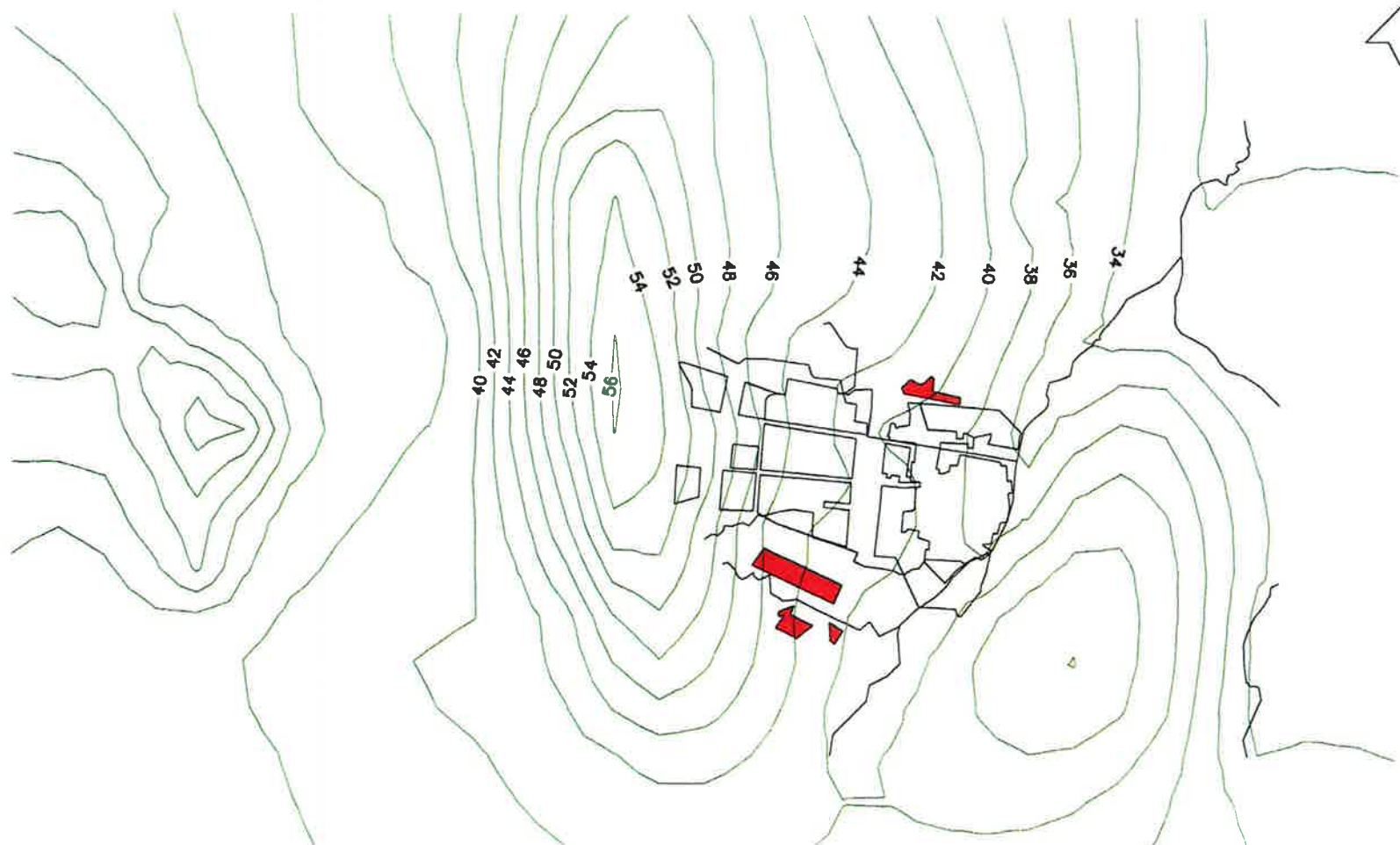
Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1: 15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	LIGGING LINESINKS+GRENS		Datum	18/02/92	Tek. nr.	
	2 ^e WATERVOEREND PAKKET		Gewijz.	18/02/92		
			Get.	EWG	- 11.	

P-000001549 | 2



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



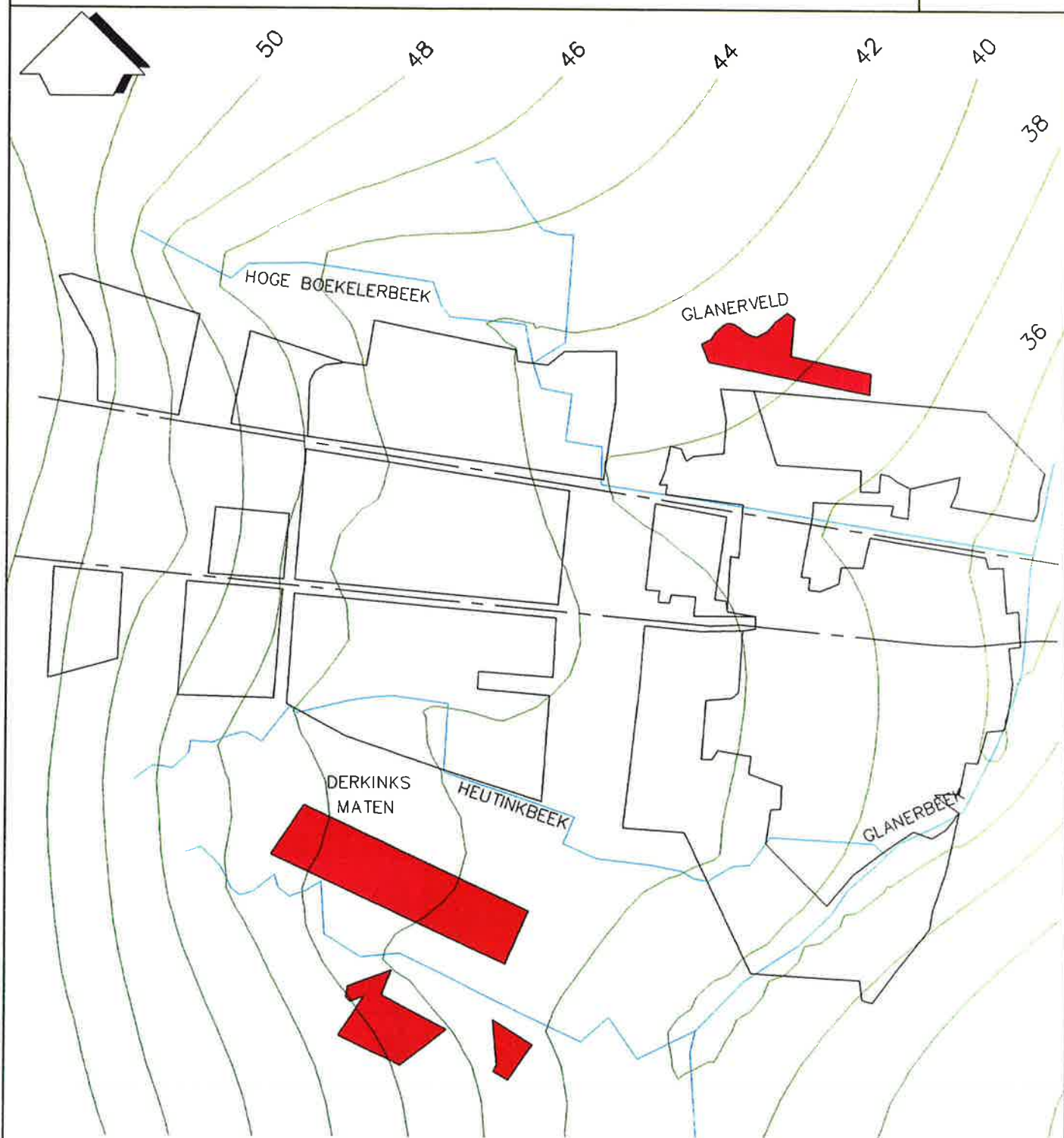
Legenda

- heideveld
- potentiële woningbouwlocatie
- isohypse

0 1250 2500m

Opdrachtgever GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal 1: 50.000	Formaat A3
Project MER GLANERBRUG		Projectnr. 3186237	
Onderdeel REGIONALE ISOHYPSEN EERSTE WATERVOEREND PAKKET		Datum 27/02/92	Tek.nr.
		Gewijz 27/02/92	-12.
		Get. EWG	
P-000001630 9		 TAUW Infra Consult b.v. Postbus 479, 7400 AL Deventer	

Papierschaal 3cm 2 1 0



Legenda

- heideveld
- waterloop
- 44 isohypse (in m t.o.v. NAP)
- potentiële woningbouwlocatie

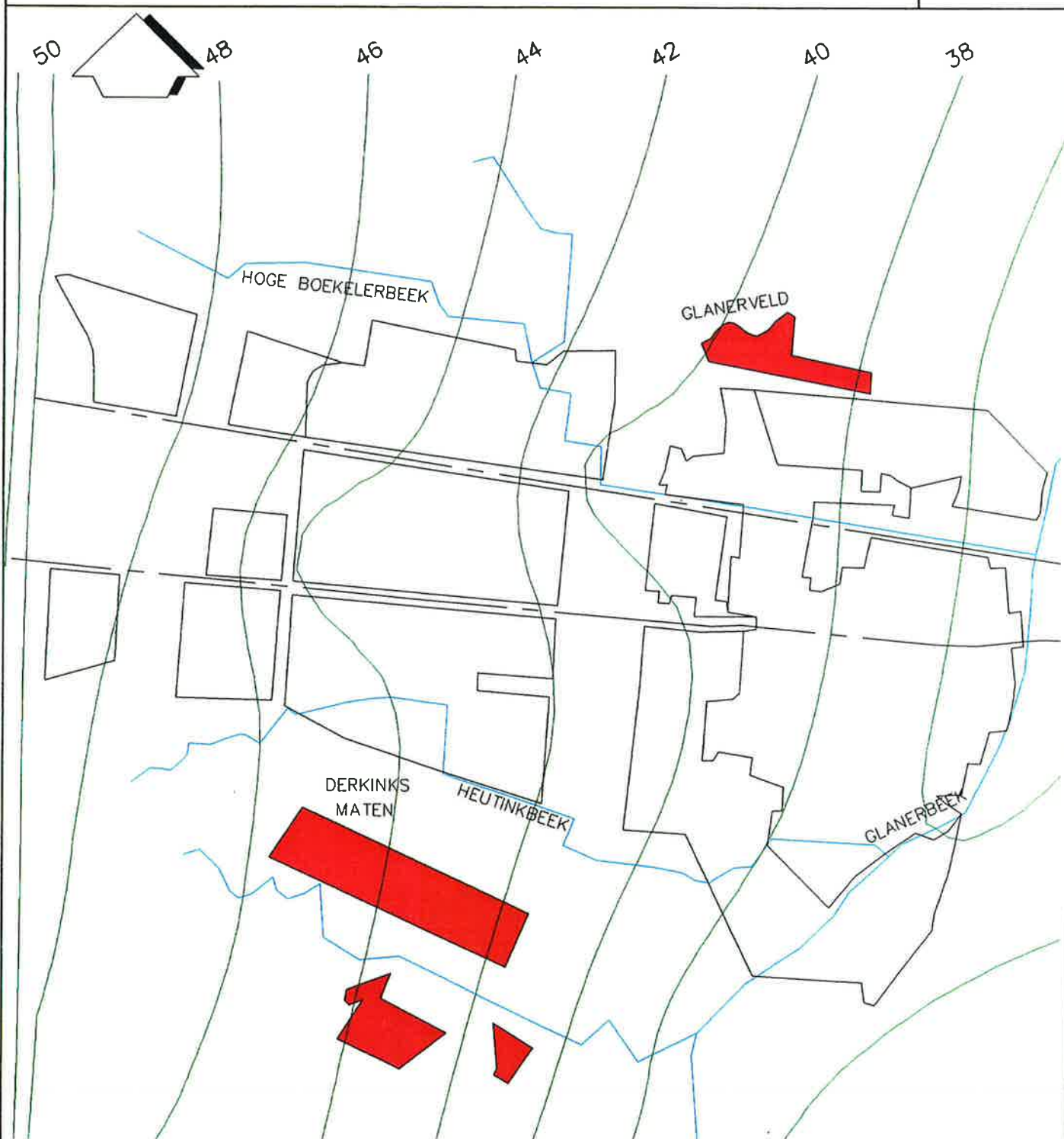
0 250 500 750m

Opdrachtgever GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal 1: 15.000	Formaat A3
Project MER GLANERBRUG		Projectnr. 3186237	
Onderdeel ISOHYPSEN WINTERSITUATIE	Datum 08/01/92	Tek. nr.	
	Gewijz. 06/02/92	- 01.	
	Get. EWG		

P-000001122

I

**TAUW Infra Consult b.v.**
Postbus 479, 7400 AL Deventer



Legenda

- heideveld
- waterloop
- isohypse (in m t.o.v. NAP)
- potentiële woningbouwlocatie

0 250 500 750m

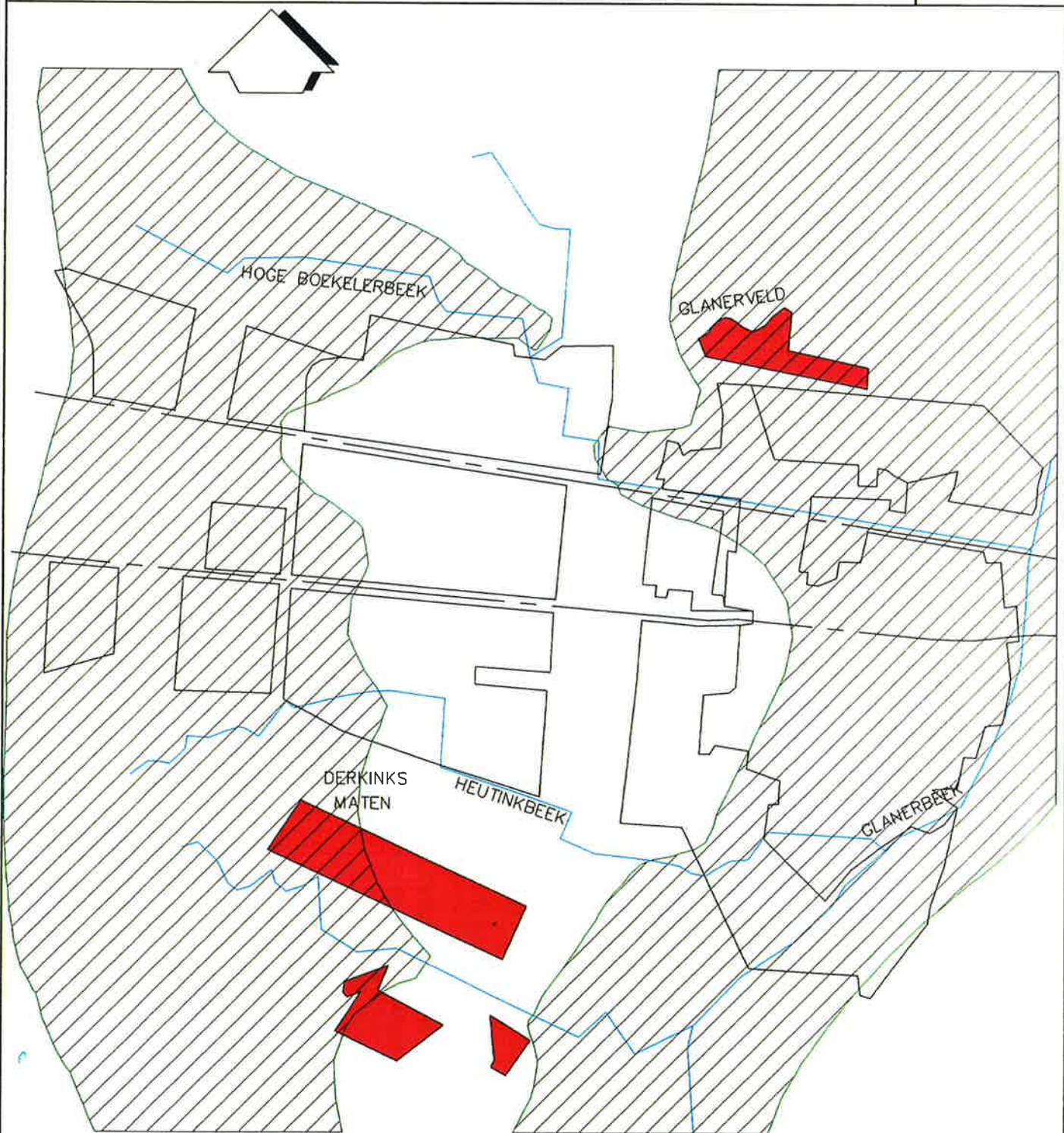
Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	ISOHYPSEN ZOMERSITUATIE		Datum	10/01/92	Tek. nr.	
			Gewijz	06/02/92		
			Get.	EWG	-06.	

P-000001151 1



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



Legenda

-  kwelgebied
-  heideveld
-  waterloop
-  potentiele woningbouwlokatie

0 250 500 750m

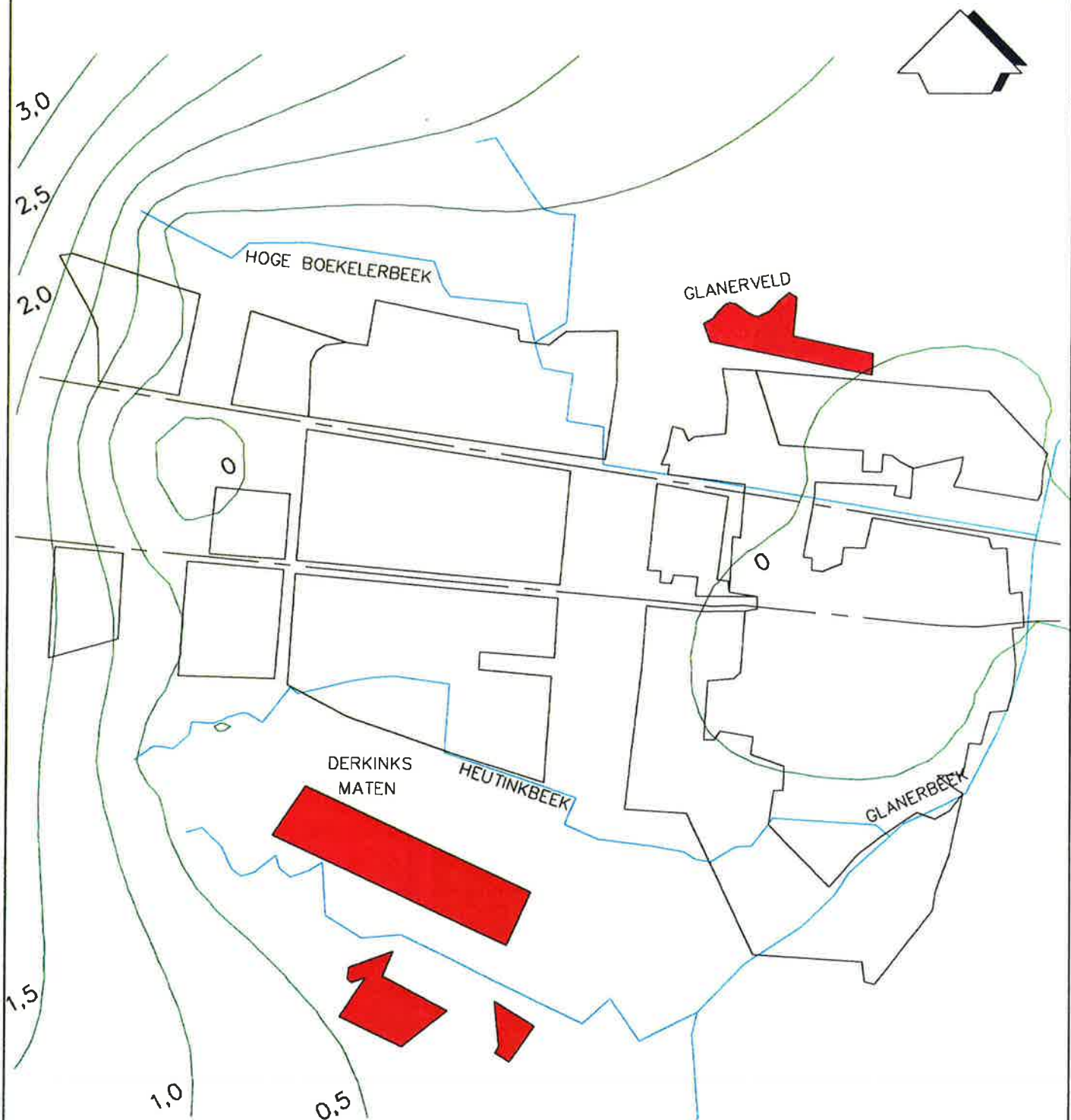
Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1: 15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	KWEL-EN INFILTRATIE GEBIED		Datum	08/01/92	Tek. nr.	
			Gewijz.	06/02/92		
			Get.	EWG		-04.

P-000001128 1



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



Legenda

- heideveld
- waterloop
- potentiële woningbouwlokatie
- verschil tussen huidige grondwaterstand en grondwaterstand in 1970

0 250 500 750m

Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	VERSCHIL IN GRONDWATERSTAND		Datum	18/02/92	Tek.nr. -08.	
			Gewijz.	18/02/92		
			Gel.	EWG		

P-000001544 2



TAUW Infra Consult b.v.
Postbus 479, 7400 AL Deventer



-  stijging <0.25m
 heideveld
 waterloop
 potentiële woningbouwlocatie

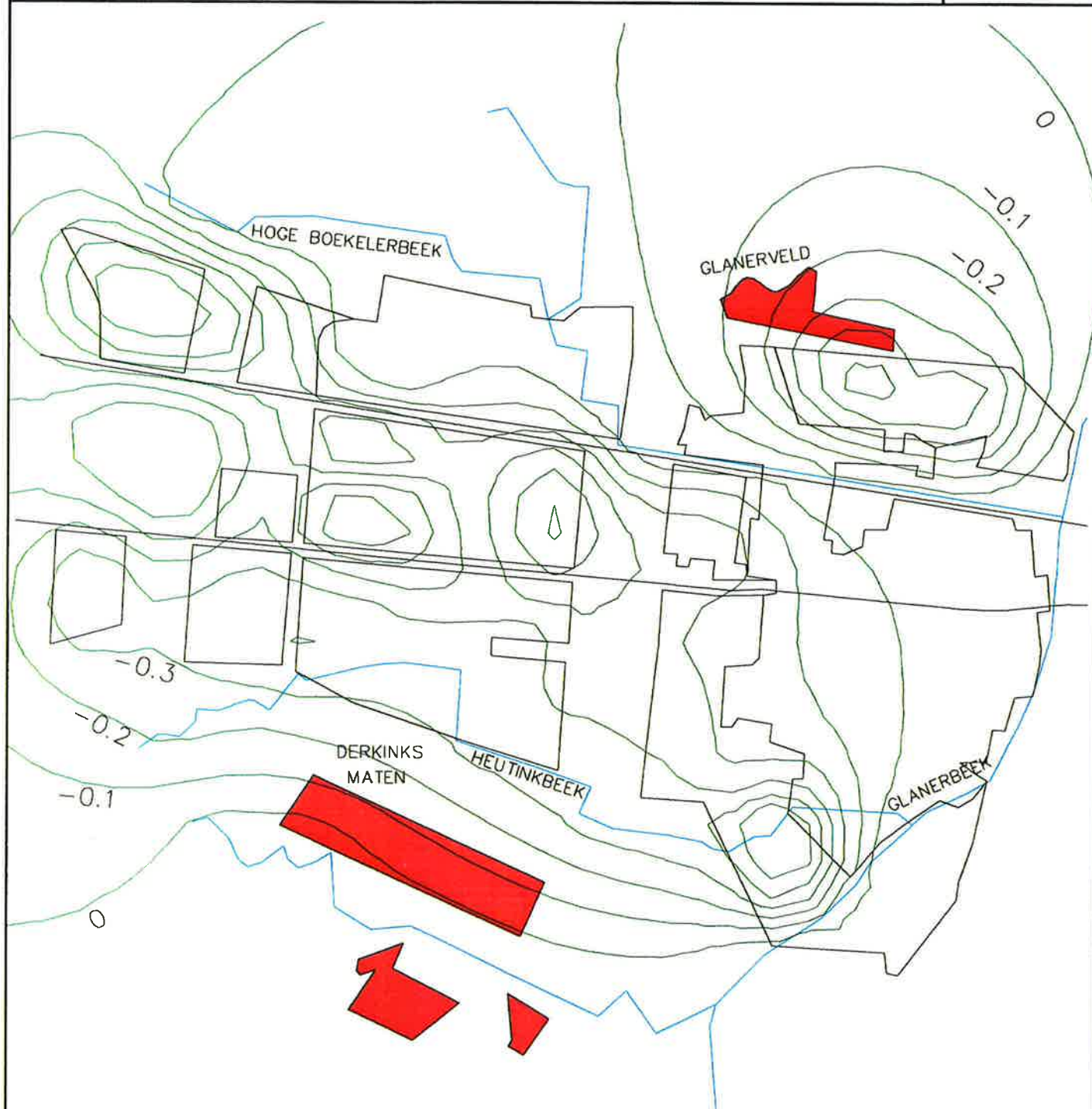


Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		School	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Orderdeel	STIJGING GRONDWATERSTAND		Datum	08/01/92	Tek.nr.	
			Gewijz.	06/02/92		
			Get.	EWG	-03.	



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



Legenda

- heideveld
- waterloop
- 0.2 isoverlagingslijn (in m t.o.v. oorspronkelijke grondwaterstand)
- potentiële woningbouwlokatie

0 250 500 750m

Opdrachtgever GEMEENTE ENSCHEDE			Schaal 1:15.000	Formaat A3
Project MER GLANERBRUG			Projectnr. 3186234	
Onderdeel VERLAGING GRONDWATERSTAND			Datum 09/06/92	Tek.nr. -11.
			Gewijz. 09/06/92	
			Get. EWG	

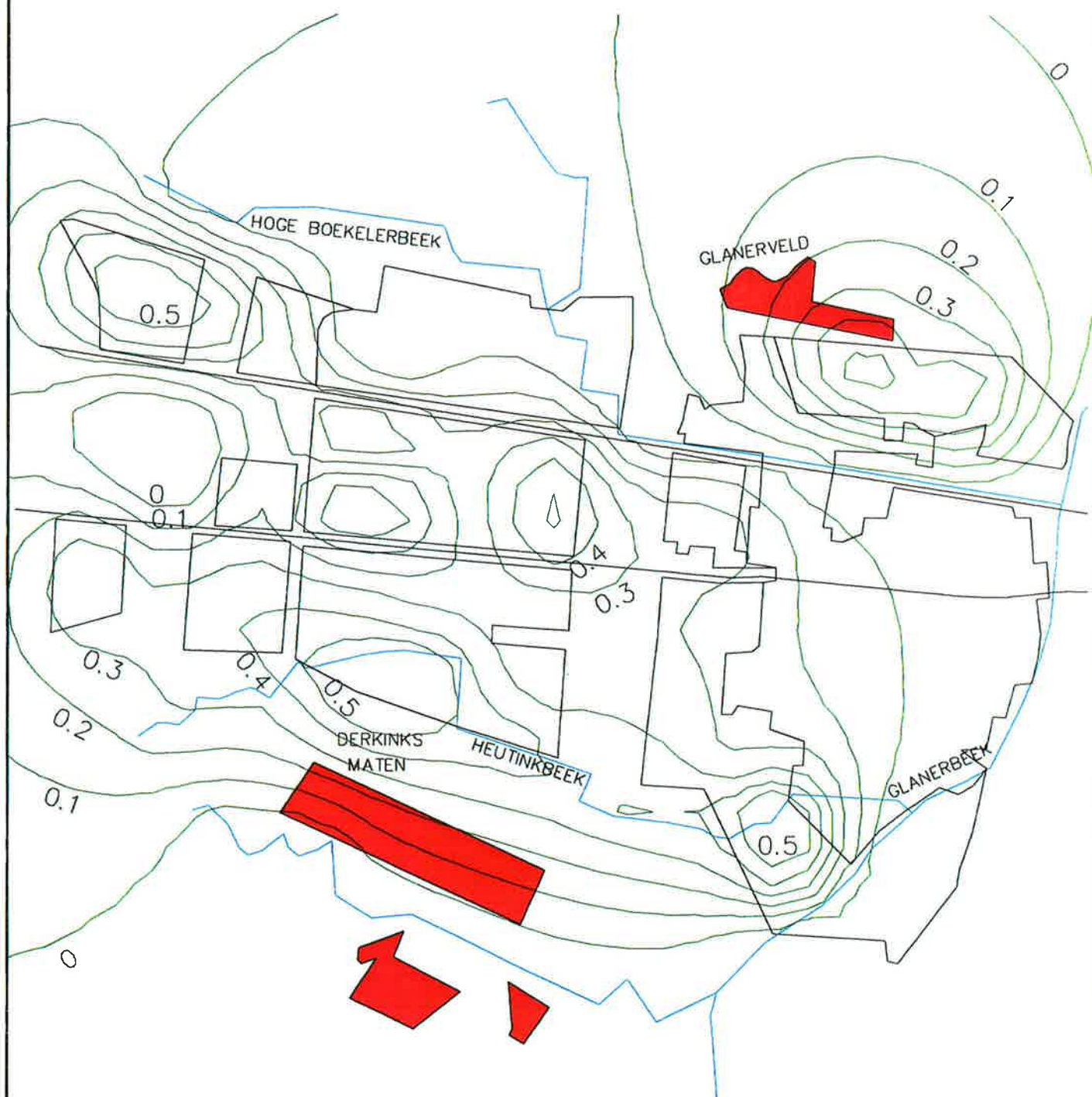
P-000002397 1



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer

Papierschaal 3cm 2 1 0



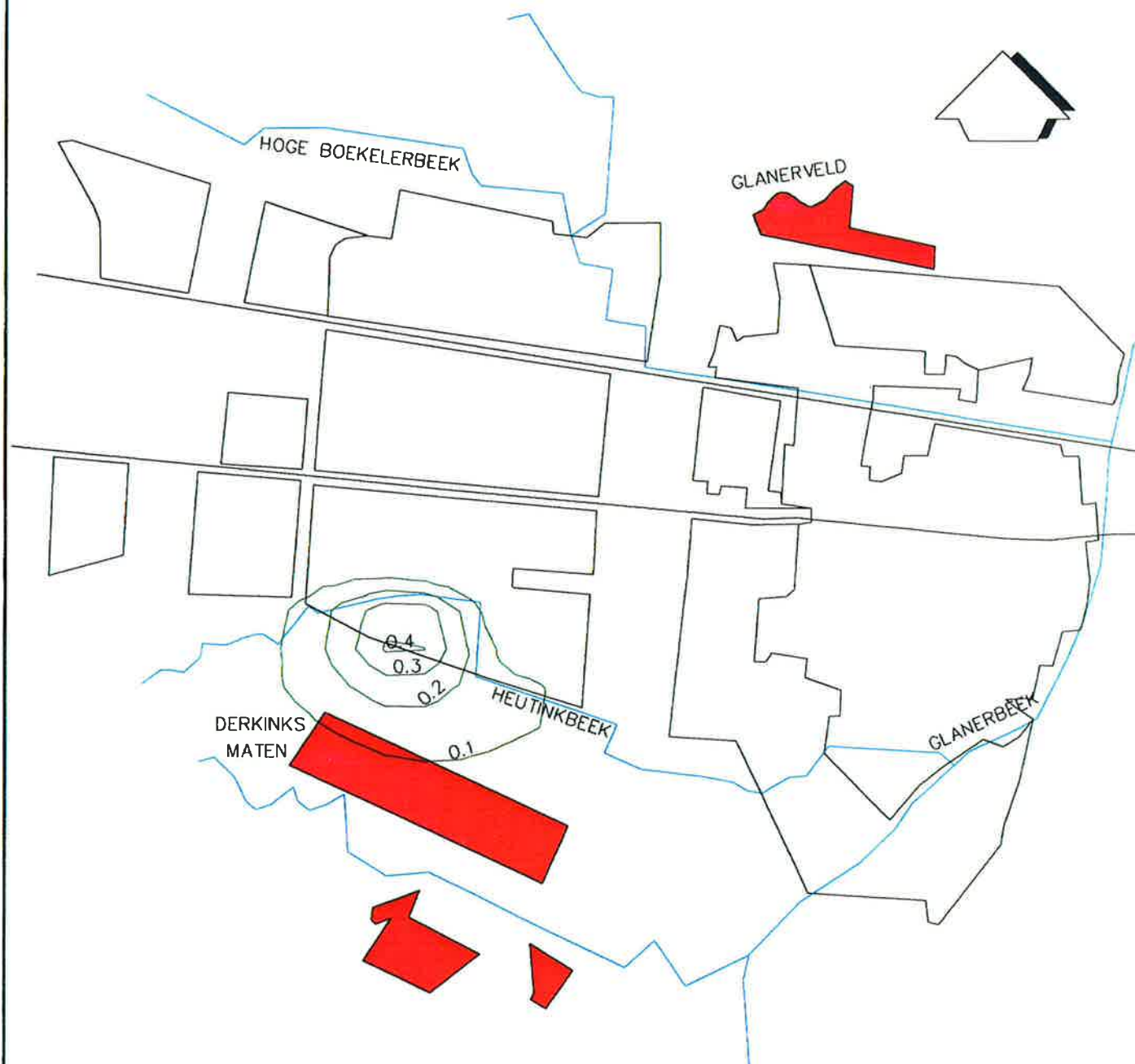
Legenda

- heideveld
- waterloop
- 0.2 isoverlagingslijn (in m t.o.v. oorspronkelijke grondwaterstand)
- potentiële woningbouwlocatie

0 250 500 750m

Opdrachtgever GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal 1:15.000	Formaat A3
Project MER GLANERBRUG		Projectnr. 3186234	
Onderdeel VERLAGING GRONDWATERSTAND		Datum 10/06/92	Tek.nr. -12.
		Gewijz. 10/06/92	
		Get. EWG	
P-000002400 2		 TAUW Infra Consult b.v. Postbus 479, 7400 AL Deventer	

Papierschaal 3cm 2 1 0



Legenda

- heideveld
- waterloop
- 0.2 isoverlagingslijn (in m t.o.v. oorspronkelijke grondwaterstand)
- potentiële woningbouwlokatie

0 250 500 750m

Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186234		
Onderdeel	EXTRA VERLAGING GRONDWATERSTAN		Datum	10/06/92	Tek.nr. -13.	
			Gewijz.	10/06/92		
			Gel.	EWG		

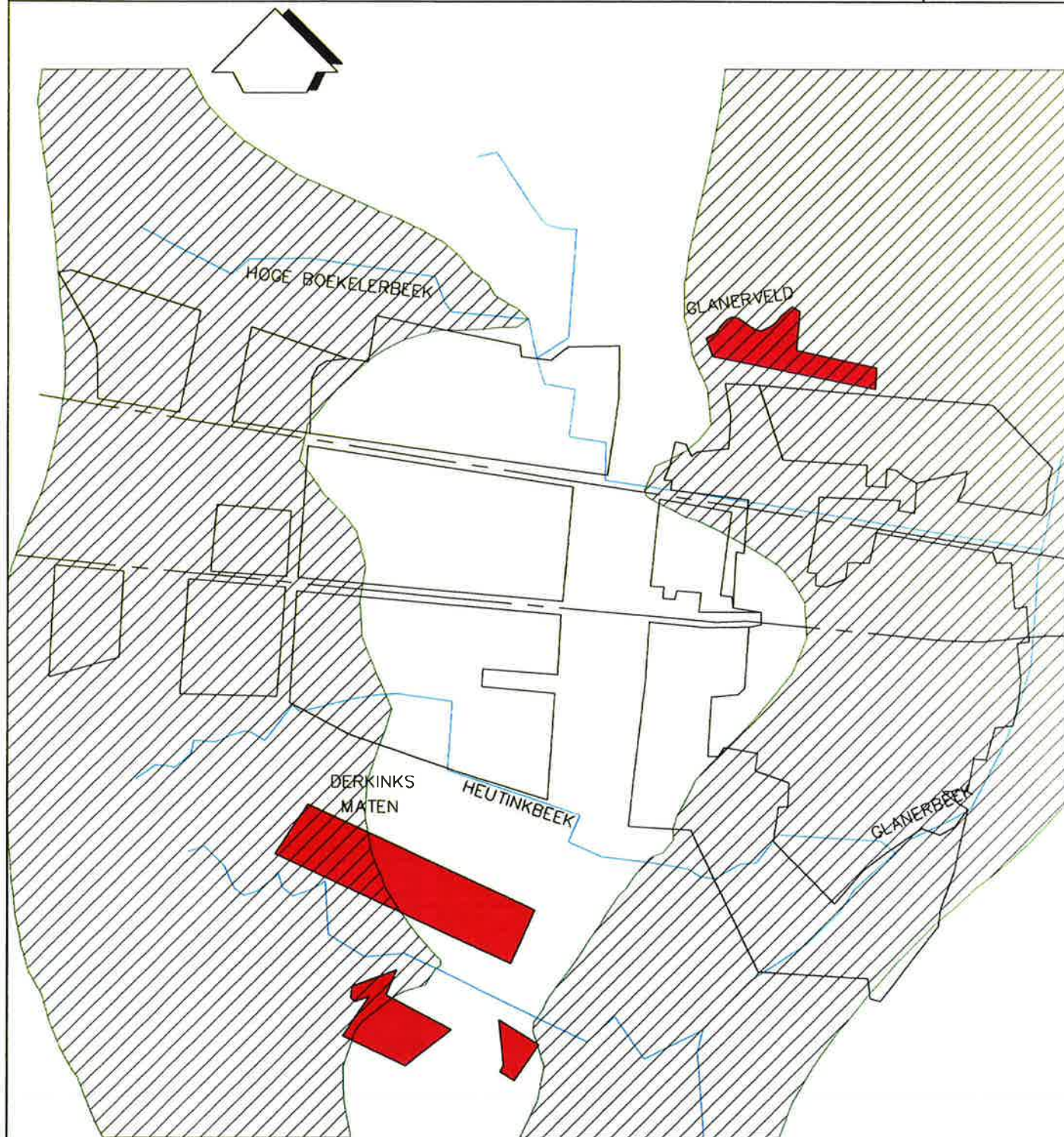
P-000002404 2



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer

Papierschaal 3cm 2 1 0



Legenda

-  kwelgebied
-  heideveld
-  waterloop
-  potentiële woningbouwlokatie

0 250 500 750m

Opdrachtgever	GEMEENTE ENSCHEDE		Schaal	1:15.000	Formaat	A3
Project	MER GLANERBRUG		Projectnr.	3186237		
Onderdeel	KWEL-EN INFILTRATIEGEBIED NA AANLEG WOONWIJKEN		Datum	18/02/92	Tek.nr.	
			Gewijz.	18/02/92		
			Get.	EWG		-09.

P-000001545 | 2



TAUW Infra Consult b.v.

Postbus 479, 7400 AL Deventer



Invoer file LINESINK's wintersituatie

De getallen staan voor: X,Y eerste punt, X,Y tweede punt, peil

LINESINK * Heutinkbeek : (11 elements)

HEAD

260471	470333	260798	470479	47.40	* #1
260798	470479	260973	470486	45.10	* #2
260973	470486	261073	470600	44.40	* #3
261073	470600	261360	470615	42.90	* 4a
261360	470615	261664	470631	42.10	* #4
261664	470631	261645	470376	41.60	* #5
261645	470376	262144	470211	41.20	* #6
262144	470211	262104	470103	40.80	* #7
262104	470103	262534	469999	40.30	* #8
262534	469999	262796	470028	40.10	* #9
262796	470028	262880	470135	39.50	* #10
262880	470135	263272	470115	38.50	* #11

RETURN

LINESINK * Hoge Boekeler beek : (12 elements)

HEAD

260501	472409	260853	472226	46.30	* #12
260853	472226	261125	472293	44.40	* #13
261125	472293	261616	472230	42.60	* #14
261616	472230	261672	472095	42.20	* #15
261672	472095	261955	472070	41.90	* #16
261955	472070	262006	471814	41.70	* #17
262006	471814	262118	471803	41.30	* #18
262118	471803	262113	471624	40.80	* #19
262113	471624	262234	471607	40.40	* #20
262234	471607	262229	471454	39.80	* #21
262229	471454	262652	471392	39.00	* #22
262652	471392	263337	471278	38.00	* #23
263337	471278	263852	471138	37.00	* #23A

RETURN



LINESINK * Glanerbeek : (22 elements)

HEAD

261856	468001	261897	468223	39.00	* #24
261897	468223	262274	468777	38.60	* #25
262274	468777	262612	469009	38.20	* #26
262612	469009	262597	469405	37.80	* #27
262597	469405	263109	469849	37.47	* #28
263109	469849	263387	470120	37.30	* #29
263387	470120	263582	470204	37.04	* #30
263582	470204	263775	470562	35.68	* #31
263775	470562	263852	471138	35.28	* #32
263852	471138	263952	471549	35.11	* #33
263952	471549	264217	471865	34.22	* #34
264217	471865	264190	471980	34.08	* #35
264190	471980	264434	472117	33.83	* #36
264434	472117	264484	472276	33.55	* #37
264484	472276	264826	472626	32.82	* #38
264826	472626	265040	472930	32.48	* #39
265040	472930	265419	473155	32.32	* #40
265419	473155	265661	473420	32.16	* #41
265661	473420	265635	473842	31.98	* #42
265635	473842	265750	474131	31.78	* #43
265750	474131	266176	474314	31.22	* #44
266176	474314	266358	474618	31.00	* #45
266358	474618	266400	475000	30.80	* 45A
266400	475000	266500	476000	30.70	* 45B
266500	476000	266900	477000	29.80	* 45C
266900	477000	267000	479000	29.20	* 45D

RETURN

LINESINK * Dinkel : (7 elements)

HEAD

266391	467868	266352	469218	33.25	* #46
266352	469218	266748	469797	33.00	* #47
266748	469797	266862	471103	32.75	* #48
266862	471103	266899	471466	32.50	* #49
266899	471466	266408	472088	32.25	* #50
266408	472088	265614	472627	32.04	* #51
265614	472627	265661	473420	31.83	* #52

RETURN

LINESINK * Twente kanaal : (6 elements)

HEAD

255776	471430	255474	471386	27.00	* #53
255474	471386	255035	471813	27.00	* #54
255035	471813	254593	472243	27.00	* #55
254593	472243	254017	472810	27.00	* #56
254017	472810	253445	473371	27.00	* #57
253445	473371	253060	473684	27.00	* #58

RETURN



LINESINK * Usselerstroom : (6 elements)

HEAD

254593	472243	254580	471880	27.00	* #59
254580	471880	255190	471233	27.00	* #60
255190	471233	255161	470995	28.00	* #61
255161	470995	254858	470575	29.00	* #62
254858	470575	254823	470342	30.00	* #63
254823	470342	255077	469842	31.00	* #64

RETURN

LINESINK * Elsbeek : (8 elements)

HEAD

263861	473926	264059	473954	36.19	* #1
264059	473954	264241	473965	35.80	* #2
264241	473965	264361	473846	35.45	* #3
264361	473846	264691	473655	34.84	* #4
264691	473655	264984	473598	34.27	* #5
264984	473598	265287	474017	33.50	* #6
265287	474017	265417	473879	32.73	* #7
265417	473879	265635	473842	32.35	* #8

RETURN

LINESINK * Waterloop 40-3-2-5 langs de Kersdijk :

(10 elements)

HEAD

260693	470079	260924	469902	46.00	* #14
260924	469902	261059	470019	44.50	* #15
261059	470019	261196	469954	44.00	* #16
261196	469954	261203	469756	43.30	* #17
261203	469756	261483	469684	42.00	* #18
261483	469684	261798	469528	41.00	* #19
261798	469528	262169	469359	40.10	* #20
262169	469359	262272	469451	39.30	* #21
262272	469451	262389	469287	38.70	* #22
262389	469287	262597	469405	37.90	* #23

RETURN



AREL-GIVEN en AREL-RESISTANCE elementen

De elementen zijn als volgt gedefinieerd:

X Y X Y X Y X Y flux(m/d) ,waarbij een negatieve flux
staat voor infiltratie

AREL

LAYER 1

GIVEN

*

* MOMENTEEL VERHARD TERREIN

*

262572	470417	262910	470298	263217	470629	262596	470680	-0.0001	* #12
262736	470668	263217	470629	263459	470865	262755	470925	-0.0001	* #13
262867	470129	263100	469830	263319	470073	262910	470298	-0.0002	* #14
262910	470298	263319	470073	263413	470132	263217	470629	-0.0001	* #15
263217	470629	263413	470132	263732	470483	263552	470580	-0.0002	* #16
263217	470629	263552	470580	263663	470850	263459	470865	-0.0002	* #17
263552	470580	263732	470483	263836	470867	263663	470850	-0.0002	* #18
261198	471948	261567	471886	261588	472026	261230	472127	-0.0002	* #29
261567	471886	261959	471824	261972	471910	261588	472026	-0.0002	* #30
261534	471548	261916	471486	261959	471824	261567	471886	-0.0002	* #31
261484	471038	261866	41000	261894	471272	261506	471309	-0.0002	* #33
261916	471486	262244	471435	262270	471773	261959	471824	-0.0002	* #35
261959	471824	262270	471773	262287	471972	261972	471910	-0.0002	* #36
262448	471404	262645	471371	262660	471529	262470	471585	-0.0002	* #40
262645	471371	262821	471342	262899	471539	262660	471529	-0.0002	* #42
262660	471529	262899	471539	262816	471795	262673	471807	-0.0002	* #43
262755	470925	263459	470865	263397	471252	262821	471342	-0.0002	* #44



262821	471342	263397	471252	263394	471507	262899	471539	-0.0002	*	#45
263459	470865	263663	470850	263588	471224	263397	471252	-0.0002	*	#47
263663	470850	263836	470867	263852	471177	263588	471224	-0.0002	*	#48
263588	471224	263852	471177	263879	471317	263599	471352	-0.0002	*	#49
263397	471252	263588	471224	263599	471352	263394	471507	-0.0002	*	#52
259950	472715	260212	472717	260272	473002	259781	472991	-0.0002	*	#81
259781	472991	260272	473002	260029	473459	259725	473435	-0.0003	*	#83
265402	470005	265765	470532	265887	471979	265012	470789	-0.00026	*	#103 *

* WESTKANT

*

258168	469794	259715	470025	259510	471874	258065	471736	-0.0004	*	#105	258065	471736
259510	471874	259521	472785	258439	472716	-0.0004	*	#106	256336	468396	259092	468440
258168	469794	256980	469789	-0.0003	*	#109	256980	469789	258168	469794	258065	471736
257046	471603	-0.0003	*	#110								
257046	471603	258065	471736	258439	472716	257146	472463	-0.0003	*	#111		
257146	472463	258439	472716	258485	473769	257182	473688	-0.0003	*	#112	255193	468410
256336	468396	256980	469789	255361	470530	-0.0003	*	#114	255361	470530	256980	469789
257046	471603	256164	471315	-0.0003	*	#115	256164	471315	257046	471603	257146	472463
255383	472560	-0.0003	*	#116	255383	472560	257146	472463	257182	473688	255295	473703
-0.0003	*	#117	*									

* MOMENTEEL NIET VERHARD, VOLGENS PLAN WEL

*

260175	470725	260396	470789	260442	471134	260193	471156	-0.0003	*	#1
260650	470678	261020	470645	261053	471072	260671	471112	-0.00015	*	#3
261020	470645	261423	470447	261484	471038	261053	471072	-0.00015	*	#4
261423	470447	261998	470251	262061	470729	261458	470790	-0.00015	*	#5
261458	470790	262061	470729	262099	470977	261484	471038	-0.00025	*	#6
262309	470152	262547	470139	262596	470680	262389	470696	-0.00025	*	#9



262389 470696 262736 470668 262755 470925 262414 470948 -0.00025 * #10 262547 470139
262867 470129 262910 470298 262572 470417 -0.00010 * #11 260318 471744 260821 471662
260904 472041 260197 472266 -0.0003 * #22
260760 471103 261053 471072 261095 471349 260776 471382 -0.00025 * #23 260821 471662
261136 471617 261198 471948 260904 472041 -0.00025 * #25 261095 471349 261506 471309
261534 471548 261136 471617 -0.00025 * #27 261506 471309 261894 471272 261916 471486
261534 471548 -0.00025 * #32 261866 471000 262099 470977 262152 471449 261916 471486
-0.00025 * #34 262414 470948 262755 470925 262821 471342 262448 471404 -0.00025 *
#39 263394 471507 263599 471352 263689 471721 263419 471744 -0.00025 * #50 263599
471352 263879 471317 263920 471504 263689 471721 -0.00025 * #51 262842 469632 263100
469830 262867 470129 262547 470139 -0.0001 * #68

*

* MOMENTEEL ONVERHARD, OOK VOLGENS PLAN ONVERHARD

*

260396 470789 260650 470678 260671 471112 260442 471134 -0.00025 * #2
261998 470251 262309 470152 262389 470696 262061 470729 -0.00025 * #7
262061 470729 262389 470696 262414 470948 262099 470977 -0.00025 * #8
260193 471156 260442 471134 260458 471402 260235 471417 -0.0003 * #19
260776 471382 261095 471349 261136 471617 260821 471662 -0.00025 * #24 262099 470977
262414 470948 262448 471404 262152 471449 -0.00025 * #37 262244 471435 262448 471404
262498 471821 262287 471972 -0.00025 * #38 262470 471585 262660 471529 262673 471807
262498 471821 -0.00025 * #41 260099 470168 260471 470326 260396 470789 260175 470725
-0.0003 * #53
260471 470326 260702 470489 260650 470678 260396 470789 -0.00025 * #54 260702 470489
261423 470447 261020 470645 260650 470678 -0.00025 * #55 260230 469697 260610 469993
260471 470326 260099 470168 -0.0005 * #57
260353 469275 260952 469769 260610 469993 260230 469697 -0.00025 * #58 260516 468498
260982 469012 260952 469769 260353 469275 -0.0001 * #62
260516 468498 261337 468051 261924 468839 260982 469012 -0.0001 * #63
261337 468051 261561 467810 261876 467997 261924 468839 -0.0001 * #64
262424 469621 262842 469632 262547 470139 262309 470152 -0.0001 * #67
261924 468839 262619 469011 262842 469632 262424 469621 -0.0001 * #69



261876	467997	262545	467989	262619	469011	261924	468839	-0.0001	* #70
262545	467989	264006	467991	263986	468984	262619	469011	-0.0001	* #71
264006	467991	264890	468310	264965	469467	263986	468984	-0.0003	* #72
264890	468310	265559	467967	266034	469014	265386	469200	-0.0003	* #73
265386	469200	266034	469014	265765	470532	265402	470005	-0.0003	* #74
263986	468984	264965	469467	264145	470857	263477	469956	-0.0003	* #75
264145	470857	265012	470789	265887	471979	264927	472220	-0.0003	* #76
264927	472220	265887	471979	266760	473005	266023	473269	-0.0003	* #77
266023	473269	266760	473005	266922	474053	266587	474245	-0.0003	* #78
259725	473435	260029	473459	259966	474345	259675	474316	-0.0003	* #85
259675	474316	259966	474345	260100	474980	259900	474980	-0.0003	* #85a
261230	472127	261588	472026	261640	472437	261293	472472	-0.0002	* #89
261588	472026	261972	471910	262287	471972	261640	472437	-0.0001	* #92
263689	471721	263920	471504	264190	471957	263942	472153	-0.0001	* #96
263942	472153	264190	471957	264846	472655	264644	472839	-0.0001	* #97
263040	472366	263942	472153	264644	472839	263443	473493	-0.0001	* #98
263443	473493	264644	472839	265364	474125	264483	474423	-0.00026	* #99
264644	472839	264846	472655	265648	473877	265364	474125	-0.0003	* #100
262619	469011	263986	468984	263477	469956	262842	469632	-0.0003	* #101

*

* 91 EN 93

*

261640	472437	263040	472366	262465	473220	261695	472998	-0.0001	* #93A
263040	472366	263443	473493	263012	473850	262465	473220	-0.0001	* #93B
261695	472998	262465	473220	261918	474213	261206	474018	-0.0001	* #91A
262465	473220	263012	473850	262406	474348	261918	474213	-0.0001	* #91B
261206	474018	261918	474213	261537	474841	260684	474652	-0.0001	* #91C
261918	474213	262406	474348	262281	474924	261537	474841	-0.0001	* #91D
263012	473850	263527	474398	263069	474538	262406	474348	-0.0001	* #91E
262406	474348	263069	474538	263021	474931	262281	474924	-0.0001	* #91F
263069	474538	263527	474398	264483	474423	263021	474931	-0.0001	* #91G
263012	473850	263443	473493	264483	474423	263527	474398	-0.0001	* #91H

*

* WESTKANT

*

259092	468440	260102	468429	259715	470025	258168	469794	-0.0001	* #104
258439	472716	259521	472785	259567	473870	258485	473769	-0.00045	* #107
258485	473769	259567	473870	259724	474866	258511	474855	-0.00045	* #108
257182	473688	258485	473769	258511	474855	257254	474904	-0.0004	* #113
255295	473703	257182	473688	257254	474904	254762	474901	-0.0004	* #118
253274	468457	255193	468410	255361	470530	253330	470637	-0.0004	* #119

*

* BOS

*

260197	472266	260713	472531	260726	472722	259950	472715	-0.0003	* #79
260197	472266	261198	471948	261293	472472	260713	472531	-0.0002	* #80
260212	472717	260726	472722	260744	472999	260272	473002	-0.0002	* #82
260272	473002	260744	472999	260651	473760	260029	473459	-0.0001	* #84



260029 473459	260651 473760	260166 474566	259966 474345	-0.0001	* #86
260651 473760	261206 474018	260684 474652	260166 474566	-0.0001	* #87
260744 472999	261695 472998	261206 474018	260651 473760	-0.0001	* #88
260713 472531	261640 472437	261695 472998	260744 472999	-0.0001	* #90

*

* WATERSCHEIDING

*

260000 467800	260350 467800	260516 468498	260102 468429	-0.0003	*
260102 468429	260516 468498	260353 469275	259923 469169	-0.0003	* #120
259923 469169	260353 469275	260230 469697	259821 469587	-0.0003	* #121
259821 469587	260230 469697	260099 470168	259715 470025	-0.0003	* #122
259715 470025	260099 470168	260174 470717	259639 470710	-0.0003	* #123
259639 470710	260174 470717	260193 471156	259584 471203	-0.0003	* #124
259584 471203	260193 471156	260235 471417	259555 471466	-0.0003	* #125
259555 471466	260235 471417	260318 471744	259510 471874	-0.0003	* #126
259510 471874	260318 471744	260197 472266	259566 472205	-0.0003	* #127
259566 472205	260197 472266	259950 472715	259521 472785	-0.0003	* #128
259521 472785	259950 472715	259781 472991	259560 473138	-0.0003	* #130

*

* NOORDZIJDE

*

259000 475000	259800 475000	259800 477000	259000 477000	-0.0001	*
259800 475000	260200 475000	260200 477000	259800 477000	-0.0007	*
260200 475000	261000 475000	261000 477000	260200 477000	-0.0001	*



*

* 56,59,60,61,65,66 verfijning

*

260982	469012	261924	468839	261652	469393	260952	469769	-0.0001	* #1
261924	468839	262301	469437	261885	469649	261652	469393	-0.0001	* #2
260952	469769	261652	469393	261885	469649	261399	469875	-0.0001	* #3
261885	469649	262301	469437	262424	469621	261948	469846	-0.0001	* #4
261948	469846	262424	469621	262309	470152	261998	470251	-0.0001	* #5
261490	470057	261948	469846	261998	470251	261423	470447	-0.0001	* #6
261399	469875	261885	469649	261948	469846	261490	470057	-0.0001	* #7
261006	470058	261399	469875	261490	470057	261121	470240	-0.0001	* #8
261121	470240	261490	470057	261423	470447	261131	470464	-0.0001	* #9
260471	470326	261121	470240	261131	470464	260702	470489	-0.0001	* #10
260610	469993	261006	470058	261121	470240	260471	470326	-0.0001	* #11
260952	469769	261399	469875	261006	470058	260610	469993	-0.0001	* #12

*

* 46,94,95 verfijning

*

263070	471528	263394	471507	263256	471805	262958	471866	-0.0001	* #13
262899	471539	263070	471528	262958	471866	262816	471795	-0.0001	* #14
262673	471807	262816	471795	262958	471866	262651	471925	-0.0001	* #15
262498	471821	262673	471807	262623	472006	262287	471972	-0.0001	* #16
262287	471972	262623	472006	262406	472398	261640	472437	-0.0001	* #17
262623	472006	262941	472113	263040	472366	262406	472398	-0.0001	* #18
262651	471925	262958	471866	262941	472113	262623	472006	-0.0001	* #19



262958	471866	263256	471805	263265	471879	262941	472113	-0.0001	*	#20
262941	472113	263265	471879	263942	472153	263040	472366	-0.0001	*	#21
263256	471805	263394	471507	263419	471744	263265	471879	-0.0001	*	#22
263419	471744	263689	471721	263942	472153	263265	471879	-0.0001	*	#23

RETURN

*

* KERKHOF + VIJVER

*

AREL

RESISTANCE

260442	471134	260760	471103	260776	471382	260458	471402	10	50.50	*	#20
260235	471417	260776	471382	260821	471662	260318	471744	10	50.50	*	#21
261053	471072	261484	471038	261506	471309	261095	471349	10	43.50	*	#26
261136	471617	261534	471548	261567	471886	261198	471948	10	44.00	*	#28

RETURN

SWITCH

BACK



Overzicht AREL-LEAKY elementen

De AREL-LEAKY elementen worden als volgt gedefinieerd:

X Y X Y X Y X Y c-waarde(d)

AREL

LAYER 1

BOTTOM

LEAK

262208	468082	263324	468078	263309	469301	262100	469192	100	* #1
262100	469192	263309	469301	263271	470641	261858	470932	100	* #2
261858	470932	263271	470641	263271	471842	261971	471778	100	* #3
261971	471778	263271	471842	263201	473223	261946	473375	100	* #4
261946	473375	263201	473223	263293	474860	261903	474940	100	* #5
260795	468215	262208	468082	262100	469192	260764	469146	100	* #6
260764	469146	262100	469192	261858	470932	260693	470994	100	* #7
260693	470994	261858	470932	261971	471778	260298	471806	100	* #8
260298	471806	261971	471778	261946	473375	260264	473380	100	* #9
260264	473380	261946	473375	261903	474940	260230	474950	100	* #10
259015	468108	260795	468215	260764	469146	259271	469099	2000	* #11
259271	469099	260764	469146	260693	470994	259166	470466	2000	* #12
259166	470466	260693	470994	260298	471806	258346	471807	2000	* #13
258346	471807	260298	471806	260264	473380	258325	473345	2000	* #14
258325	473345	260264	473380	260230	474950	258323	474941	2000	* #15
257786	468143	259015	468108	259271	469099	257877	469119	400	* #16
257877	469119	259271	469099	259166	470466	257745	470302	400	* #17
257745	470302	259166	470466	258346	471807	257605	471448	400	* #18
257605	471448	258346	471807	258325	473345	257312	472738	400	* #19



257312	472738	258325	473345	258323	474941	256556	474830	400	*	#20
255938	468198	257786	468143	257877	469119	256185	469206	50	*	#21
256185	469206	257877	469119	257745	470302	256220	470412	50	*	#22
256220	470412	257745	470302	257605	471448	256314	471546	50	*	#23
256314	471546	257605	471448	257312	472738	256265	472499	50	*	#24
256265	472499	257312	472738	256556	474830	255342	474721	50	*	#25
254840	468170	255938	468198	256185	469206	254934	469340	50	*	#26
254934	469340	256185	469206	256220	470412	254884	470424	50	*	#27
254884	470424	256220	470412	256314	471546	255000	471738	50	*	#28
255000	471738	256314	471546	256265	472499	254769	473135	50	*	#29
254769	473135	256265	472499	255342	474721	254744	474683	50	*	#30
253828	468148	254840	468170	254934	469340	253841	469439	50	*	#31
253841	469439	254934	469340	254884	470424	253813	470680	50	*	#32
253813	470680	254884	470424	255000	471738	253951	471989	50	*	#33
253951	471989	255000	471738	254769	473135	254043	473362	50	*	#34
254043	473362	254769	473135	254744	474683	253984	474648	50	*	#35

RETURN



Onttrekkingsputten in het tweede watervoerend pakket

De putten worden als volgt gedefinieerd:

X Y Q(m³/dag) * nr. code volgens provincie

WELL

LAYER 2

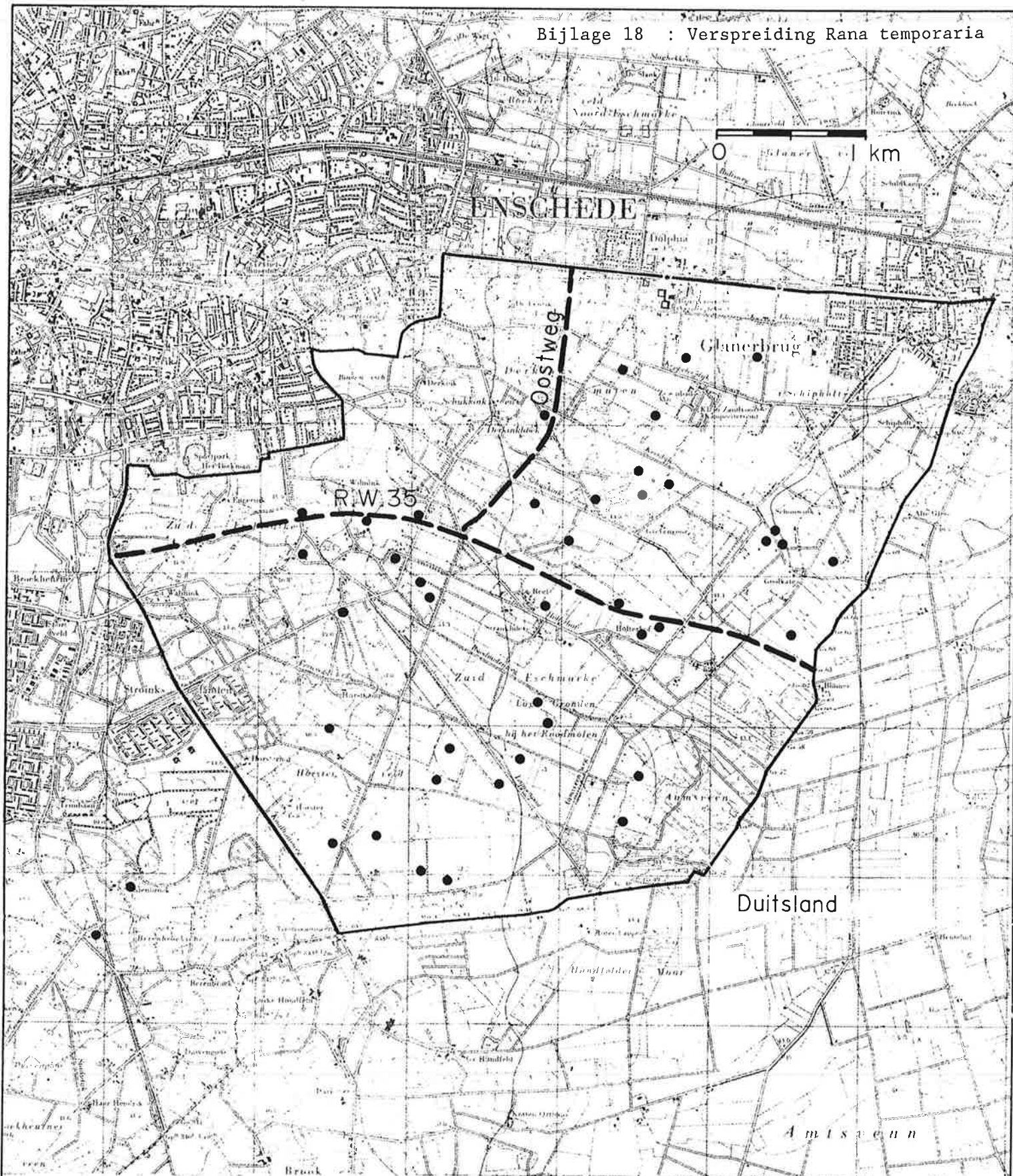
GIVEN

257165	473286	133	*	#3	4
258084	472084	164	*	#4	54
255399	471024	1595	*	#5	56
256503	470584	85	*	#6	50
256650	470872	51	*	#7	51
256864	470316	264	*	#8	52
256712	470108	304	*	#9	53
258256	469805	388	*	#10	55
257770	472726	2271	*	#11	1

RETURN

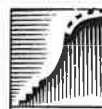
SWITCH

BACK



● Rana temporaria

— grens onderzoeksgebied



landbouw en visserij

natuur, milieu en faunabeheer

Overijssel

Ov.F 88 032. 2



naam:

ZUID - ESCHMARKE

ondertitel:

Figuur 4.1 Verspreiding Rana temporaria

basis: top. krt.

top.krt. 34F-35A

schaal:

getekend: landinrichtingsdienst

gew.

gew.

blad:

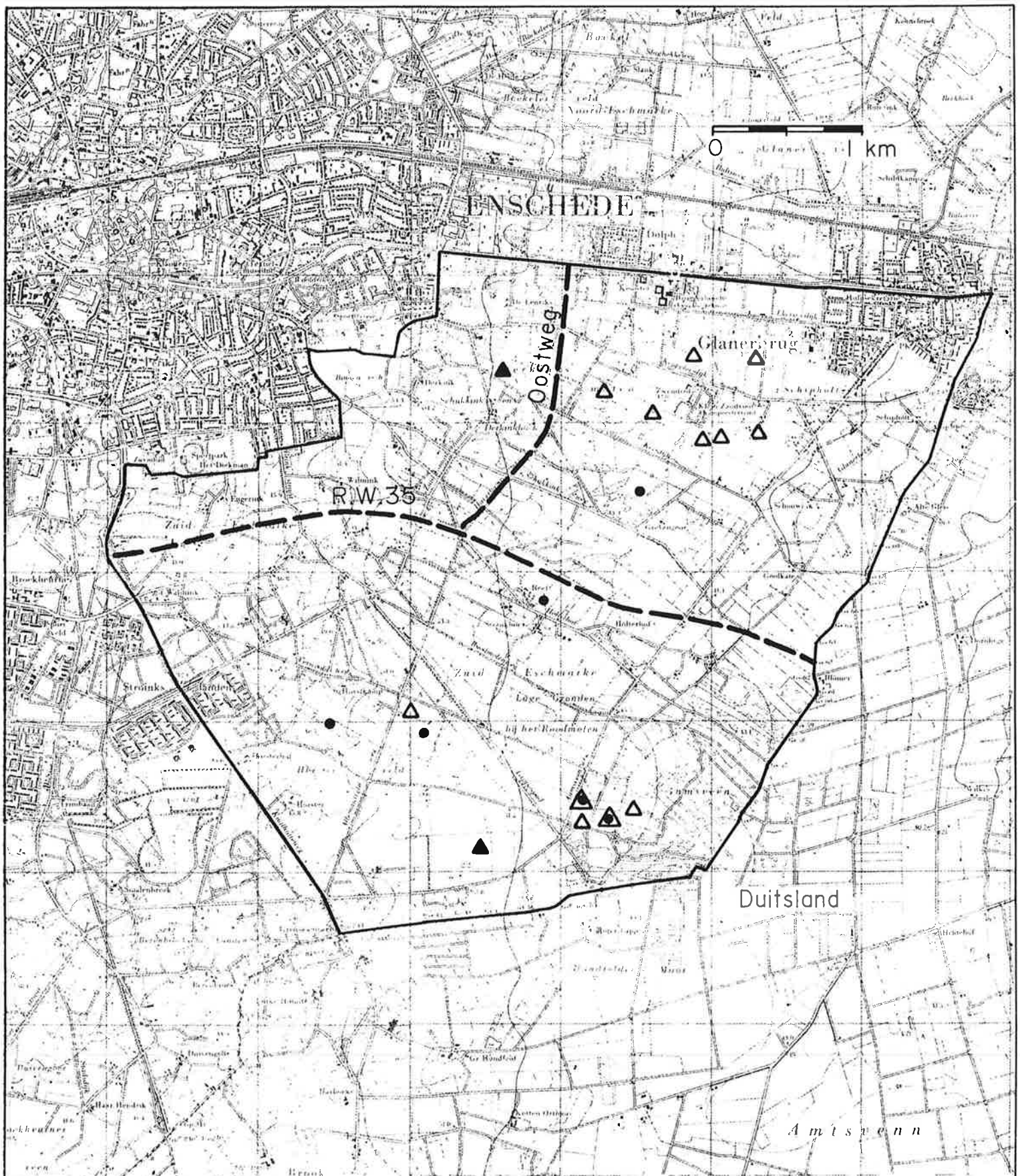
verkl.

Zwolle 16 mei 1988

gew.

gew.

bladen:



- *Trituris cristatus* 1987
- ▲ *Trituris cristatus* 1986
- △ *Trituris cristatus* 1986 waarschijnlijk

— grens onderzoeksgebied

	landbouw en visserij			
	natuur, milieu en faunabeheer			
naam:	ZUID - ESCHMARKE		Ov.F 88 032.6	
ondertitel:	Figuur 4.6 Verspreiding <i>Trituris cristatus</i>			
basis:	top krt.		top krt. 34F-35A	
schaal:	getekend: landinrichtingsdienst	gew.	gew.	blad:
verkl.	Zwolle 16 mei 1988	gew.	gew.	bladen: