

**INTEGRAAL WATERBEHEER EDE
DEELRAPPORT ONTWATERING**

**S. van der Schaaf
C.J. de Vries**

RAPPORT 13

Februari 1991

**Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen**

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	1
FIGUREN	3
TABELLEN	4
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. ACHTERGRONDEN	9
2.1. Grondwateroverlast	9
2.2. De begrippen ontwatering en afwatering	9
2.3. Ontwateringsproblemen in stedelijk gebied	10
2.4. Kwantificeren van grondwateroverlast	11
2.5. Bestuurlijk kader en verantwoordelijkheid	13
2.6. Waterkwaliteit	14
3. WERKWIJZE	15
3.1. Beschikbare gegevens	15
3.1.1. Grondwaterstanden	15
3.1.2. Hoogtegegevens	16
3.1.3. Geologie	17
3.2. Vaststellen van wateroverlast	17
3.3. Geohydrologische classificatie	18
3.4. Vaststellen van de drainagebehoefte	18
4. GRONDWATERSTANDEN EN ONTWATERINGSBEHOEFTE	20
4.1. De grondwaterhuishouding in de gemeente Ede	20
4.1.1. Het verloop van de grondwaterspiegel in ruimte en tijd	20
4.1.2. Kwel	24
4.2. De behoefte aan ontwatering	26
4.2.1. Ontwateringseisen en -normen	26
4.2.2. Bepaling van de behoefte aan ontwateringsmiddelen	27
4.3. De huidige ontwateringssituatie in de gemeente Ede	29
4.3.1. Bennekom	29
4.3.2. Ede	31
4.3.3. Lunteren	44
4.3.4. Ederveen	44
4.3.5. De Klomp	46
4.3.6. Wekerom	46
4.3.7. Otterlo	48
4.3.8. Harskamp	49
4.4. Knelpunten	51
5. GEOHYDROLOGIE	52
5.1. Voeding en afstroming van grondwater	52
5.2. Beknopte hydrogeologie van de gemeente Ede	53
5.3. Geohydrologische schematisering	56
5.3.1. Algemeen	56
5.3.2. Regionale verschillen	58
5.4. Geohydrologische schematisering per dorp	59
5.4.1. Bennekom	59
5.4.2. Ede	61
5.4.3. Lunteren	62
5.4.4. Ederveen	63
5.4.5. De Klomp	64
5.4.6. Wekerom	64
5.4.7. Otterlo	66
5.4.8. Harskamp	66

6. ONTWATERINGSMAATREGELEN	68
6.1. Aan ontwateringssystemen te stellen eisen	68
6.1.1. Voldoen aan de ontwateringsnorm, uitstralingseffect	68
6.1.2. Beperking van het uitstralingseffect	69
6.2. Soorten ontwateringssystemen	70
6.2.1. Open water	70
6.2.2. Horizontale drains	71
6.2.3. Vertikale drains	72
6.3. Systeemkeuze	74
6.4. Aanbevolen ontwateringsmaatregelen	75
6.4.1. Bennekom	76
6.4.2. Ede	76
6.4.3. Lunteren	77
6.4.4. Ederveen	78
6.4.5. De Klomp	78
6.4.6. Wekerom	79
6.5. Urgentievolgorde	80
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	82
7.1. Conclusies	82
7.1.1. De ontwateringssituatie in de gemeente Ede	82
7.2.1. Geohydrologie	84
7.1.3. Ontwateringsmaatregelen	86
7.2. Aanbevelingen	88
LITERATUUR	90
BIJLAGEN	I
I. Begrippenlijst	ii
II. Analyse van grondwaterstanden	iv
III. lijst van beschikbare boringen in de gemeente Ede	viii
IV. boorbeschrijvingen van boringen, verricht tijdens onderzoek Integraal Waterbeheer Ede	xv
V. Lijst van beschikbare pompproeven in de omgeving van de gemeente Ede	xxv
Bijlage VI. pompproeven Rутtenbeeklaan, Harskamp	xxvi

FIGUREN

2.1.	Schematische weergave gemiddelde bouwnormen voor vloer woning, onderkant kruipruimte, kruin weg en grondwaterstand.	12
4.1.	Het grondwaterstandverloop in de peilbuis bij de Bospoort, Ede.	21
4.2.	De neerslag, zoals gemeten te Wageningen.	21
4.3.	Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in de Hoofdweg, Ederveen.	22
4.4.	Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in de Slotlaan, een relatief hooggelegen deel van Ede-Veldhuizen.	23
4.5.	Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in Gravenhof, Ede-Veldhuizen-midden.	24
4.6.	Het grondwaterverloop in de peilbuis in Hofbeeklaan, het laagstgelegen deel van Ede-Veldhuizen.	24
4.7.	De geschematiseerde hydrologie van de Gelderse Vallei.	25
4.8.	De overschrijdingszones voor Bennekom	29
4.9.	Een vergelijking tussen de peilbuis te Marienhoven, Bennekom en Hulweg, Lunteren.	30
4.10.	De overschrijdingszones voor Ede	32
4.11.	a. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 0301-02: ontwateringstoestand is bevredigend.	33
4.11.	b. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 0301-04 Boekhorst: te weinig invloed van ontwatering merkbaar.	33
4.12.	Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Pollenstein.	34
4.13.	a. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Catharinadaal	35
4.13.b.	Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Peppelensteeg	35
4.14.(a),	(b) en (c). Het grondwaterstandsverloop in wijk 0306 voor de peilbuizen Liebeek, Veldbeeklaan en Saasveld.	36
4.15.	Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Hofbeeklaan, buis 03070-22.	37
4.16.	Grondwaterstandsverloop in wijk 1002 volgens peilbuis 1002-15 Keesomstraat.	38
4.17.	De grondwaterstanden in Maandereng volgens de peilbuizen 1101-20 v.d. Goesstraat, (a) en 1101-48 Israelstraat, (b).	39
4.18.	Het effect van de aanleg van drainage in wijk 1103 (Maandereng-Zuid) op de grondwaterstand in de Frans Halslaan: peilbuis 1103-07.	40
4.19.	De grondwaterstanden in oostelijk Frankeneng (1301)	41
4.19.(c).	Het effect van de aangelegde singels in 1985 is duidelijk te zien aan de grondwaterstanden van buis 1301-39 Marconistraat Tulp.	42
4.20.	Het grondwaterstandsverloop in de Rietkampen volgens peilbuis 1201-32 Bruggesteeg.	42
4.21.	Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 4001-25 Klomperweg in Lunteren.	44
4.22.	De overschrijdingszones voor Lunteren	45
4.23.	De grondwaterstanden te Ederveen, Azaleastraat.	46
4.24.	De overschrijdingszones voor Ederveen, en figuur 4.25, de vermoedelijke overschrijdingszones voor De Klomp.	47
4.26.	Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 8001-10 Valkseweg, Wekerom.	48
4.27.	De overschrijdingszone voor Wekerom	49
4.28.	Het grondwaterstandsverloop in peilbuis 9001-03 Koeweg, Otterlo.	50
4.29.	Het grondwaterstandsverloop voor peilbuis 7001-16 bij Kraatsweg, Harskamp.	52
4.30.	De overschrijdingszone voor Harskamp	53
5.1.	"Standaardprofiel" voor de Gelderse Vallei.	59
5.2. en 5.3.	Geschematiseerd profiel Bennekom en Ede.	63
5.4.	Geschematiseerd profiel Lunteren.	65
5.5. en 5.6.	Geschematiseerd profiel Ederveen en Wekerom.	67
5.7. en 5.8.	Geschematiseerd profiel Otterlo en Harskamp	68
6.1.a.	Ontwatering door singels of sloten; (b) ontwatering door een combinatie van horizontale drains en singels	73
6.2.	Vertikale drainage	75

TABELLEN

2.1. Enkele in de praktijk aangehouden ontwateringsdiepten.	11
6.1. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Bennekom	78
6.2. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Ede	79
6.3. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Lunteren	79
6.4. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Ederveen	80
6.5. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Wekerom	81
6.6. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Harskamp	82

SAMENVATTING

Op een aantal plaatsen in het bebouwde gebied van de gemeente Ede treedt grondwateroverlast op. Over aard en omvang van het verschijnsel bestond weinig duidelijkheid. In het kader van de opzet van een systeem voor integraal stedelijk waterbeheer in Ede is onderzoek verricht naar de omvang en frequentie, omstandigheden, oorzaken en mogelijkheden van bestrijding van het probleem.

Grondwateroverlast in stedelijk gebied kan leiden tot problemen op gezondheids- en bouwtechnisch gebied. Meestal kan grondwateroverlast worden bestreden door middel van ontwatering. Hoewel er geen wet is, op grond waarvan de gemeente met betrekking tot ontwatering een zorgplicht heeft, valt op grond van bestaande gemeentelijke taken en recente beleidsstukken van de Rijksoverheid af te leiden, dat de gemeente op het punt van ontwatering wel aanspreekbaar is en dat dit aspect van waterbeheer wellicht in de toekomst aan gemeenten zal worden opgedragen.

Om te kunnen vaststellen, waar, op welke wijze en met welke intensiteit moet worden ontwaterd, dient men te beschikken over voldoende kennis m.b.t. een aantal zaken. De belangrijkste zijn de geohydrologische gesteldheid van het betreffende gebied en waar en met welke frequentie zich problemen voordoen. Om laatstgenoemde problematiek te kunnen kwantificeren zijn grondwaterstandsgegevens van een groot aantal meetpunten en over lange perioden (10 jaar of meer) onontbeerlijk.

Op grond van een groot aantal peilbuisgegevens en maaiveldshoogten is een inventarisatie gemaakt van het optreden van te hoge grondwaterstanden in bebouwd gebied en de ernst van eventuele problemen. Als maatstaf is genomen het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de grondwaterstand zich minder dan 0.70 m, resp. 1 m onder maaiveld bevindt. Gebleken is, dat de grootste problemen zich voordoen in Ederveen/De Klomp (te hoge grondwaterstanden gedurende 100-200 dagen per jaar) en in wat mindere mate in Wekerom (ca. 90 dagen per jaar te hoge grondwaterstanden).

In een aantal oudere wijken, zoals het noordwestelijk deel van Ede-Veldhuizen blijken te hoge grondwaterstanden voor te komen die het gevolg lijken te zijn van het in de loop van de tijd onwerkzaam worden van het bij de inrichting van de wijk aangebrachte drainagesysteem.

Problemen van geringere aard doen zich eveneens voor in o.a. Harskamp, een deel van Lunteren, een deel van Bennekom en in Otterlo.

Het rapport geeft vervolgens een beknopt overzicht van de hydrogeologie van de gemeente Ede. Daaruit en uit beschikbare boorgegevens is per woonkern een geohydrologische schematisering afgeleid, op grond waarvan na inventarisatie van het probleem van grondwateroverlast in de gemeente kan worden bepaald of er ontwaterd kan worden, wat voor systeem eventueel het best gehanteerd kan worden en hoe het moet worden gedimensioneerd.

Op basis van de geohydrologische gesteldheid en technische overwegingen is voor iedere woonkern bepaald, of en zo ja welk systeem met welke dichtheid dient te worden geïnstalleerd. Ook is een prioriteitsvolgorde aangegeven. Deze is gebaseerd op de overschrijdingsfrequentie van eerder genoemde peilen.

Voor de meeste gebieden komt ontwatering door middel van verticale drains in aanmerking. Voor het westen van Lunteren kan op grond van de geohydrologische gesteldheid beter met horizontale drainage rondom woningblokken worden gewerkt als zich lokaal ernstige problemen mochten voordoen. Voor Otterlo wordt ontwatering weinig zinvol geacht. Niet alleen komen daar maar eens in de ca. 20 jaar te hoge grondwaterstanden voor (zij het dan gedurende langere tijd), maar de geohydrologische gesteldheid is er dusdanig, dat veel water moet worden afgevoerd om de grondwaterstand met een klein bedrag te verlagen. De voorkoming van grondwateroverlast kan daarom in Otterlo beter worden gezocht in bouwtechnische maatregelen.

Hoogste prioriteit zouden op grond van de situatie ter plaatse de dorpen Ederveen/De Klomp en Wekerom (in deze volgorde) moeten hebben.

1. INLEIDING

Op een aantal plaatsen in de gemeente Ede is sprake van wateroverlast. In de meeste gevallen gaat het om overlast als gevolg van te hoge grondwaterstanden. De omvang van het probleem was niet bekend, het bestaan ervan wel.

Voor de problematiek van grondwateroverlast is een aantal oorzaken aan te wijzen. Er zijn algemene en specifieke oorzaken.

Algemene oorzaken zijn isolatie van woningen en de verminderde ventilatie die daarvan het gevolg kan zijn en de verminderde tolerantie voor vochtproblemen, samenhangend met de hoger geworden eisen die t.a.v. woongenot worden gesteld.

Oorzaken van een wat meer specifiek karakter zijn:

- uitbreiding van de bebouwing in laaggelegen gebied met van nature hoge grondwaterstanden, met name in en na de jaren '60
- verwijdering van landbouwonwatering bij het bouwrijp maken
- de bijzondere ligging aan de rand van de Veluwe, een gebied met in hoofdzaak grondwaterafvoer. Dit grondwater stroomt in de richting van de Gelderse Vallei. De woonkernen op de overgang van Veluwe naar Vallei -Bennekom, Ede, Lunteren, Otterlo en Harskamp- hebben daardoor behalve met aanvoer van water via de neerslag ook met zijdelingse aanvoer van grondwater van de Veluwe te maken. In de woonkernen Ederveen, De Klomp en Wekerom is dat laatste niet of in slechts geringe mate het geval.

In het kader van de opzet van een systeem voor integraal gemeentelijk waterbeheer voor de gemeente Ede is door de LUW nader onderzoek gedaan naar oorzaken, omvang en mogelijke bestrijding van het probleem van grondwateroverlast. Daartoe zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- beschrijving van enkele achtergronden bij het probleem van grondwateroverlast in stedelijk gebied
- analyse van grondwaterstandsgegevens, ontleend aan het peilbuizennet van de gemeente Ede
- vaststelling per dorp van gebieden, waar de maximaal aanvaardbaar geachte grondwaterstand gedurende een aantal dagen per jaar wordt overschreden.
- vaststelling van knelpunten
- analyse van de hydrogeologische gesteldheid in de gemeente Ede
- geohydrologische schematisering tot een standaardprofiel per woonkern
- keuze van soorten ontwateringssystemen
- globale dimensionering van aan te leggen ontwateringssystemen

- vaststellen van een urgentievolgorde op grond van het aantal dagen per jaar dat de maximaal aanvaardbaar geachte grondwaterstand wordt overschreden
- het maken van een kostenberekening voor alle te ontwateren gebied, inclusief de momenteel wel voldoende ontwaterde gedeelten, zulks in verband met toekomstige vervanging van het ontwateringsstelsel.

De rapportage volgt de hierboven aangegeven lijn.

2. ACHTERGRONDEN

2.1. Grondwateroverlast

Onder grondwateroverlast worden ongewenste gevolgen van zowel een hoge als een lage grondwaterstand verstaan. Overlast van te lage grondwaterstanden heeft vooral betrekking op funderingen die onder de grondwaterspiegel moeten blijven liggen. Zulke funderingen komen in de gemeente Ede, voorzover bekend, niet voor. Dit rapport is daarom beperkt tot de mate van voorkomen en de oorzaken van te hoge grondwaterstanden in het bebouwde gebied van de gemeente Ede en het doen aan aanbevelingen omtrent te nemen maatregelen voor de aanpak van het probleem.

Een te hoge grondwaterstand leidt tot dusdanig vochtige kelders en/of kruipruimten, dat deze niet met behulp van normale ventilatie zijn droog te krijgen. Door de resulterende hoge luchtvochtigheid wordt de groei van schimmels en andere organismen in de hand gewerkt. Vooral voor mensen die gevoelig zijn voor bepaalde ziekten zoals astma, is zo'n situatie niet gezond [De Ruijter, 1986]. Voor het gebouw zelf is vocht eveneens slecht; corrosie van metalen leidingen, houtrot en loslaten van pleisterwerk en behang zijn enkele gevolgen. Teveel vocht kan bovendien leiden tot een hoger energieverbruik.

Overigens is niet alle vochtoverlast in gebouwen terug te voeren op te hoge grondwaterstanden; onvoldoende ventilatie, lekkende afvoerleidingen e.a. kunnen soortgelijke problemen veroorzaken. Een (te) hoge grondwaterstand is echter wel een van de belangrijkste -zo niet de belangrijkste- oorzaak van vochtproblemen in gebouwen.

Te hoge grondwaterstanden kunnen meestal worden bestreden door ontwateringsmaatregelen.

2.2. De begrippen ontwatering en afwatering

Het begrip ontwatering wordt in de Verklarende Hydrologische Woordenlijst [Gespreksgroep Hydrologische Terminologie, 1986] omschreven als "de afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drainbuizen en greppels naar een stelsel van grotere waterlopen". Verbonden met ontwatering is afwatering, in dezelfde woordenlijst omschreven als "de afvoer van water via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied". Beide zijn onderdelen van een stromingsproces. Daarin gaat ontwatering vooraf aan

afwatering. Het onderscheid is in het landelijk gebied duidelijk en functioneel; in bebouwd gebied is dat in veel mindere mate het geval. Greppels en kleine watergangen bijvoorbeeld komen in stedelijk gebied zelden of nooit voor. De meer gebruikelijke singels en vijvers worden in het algemeen niet in de eerste plaats aangelegd terwille van de afwatering, maar o.a. als middel om de grondwaterstand te beheersen; ze hebben dus ook een functie als ontwateringsmiddel.

2.3. Ontwateringsproblemen in stedelijk gebied

Grondwateroverlast in bebouwd gebied is in Nederland vooral in het afgelopen decennium een bekend verschijnsel geworden. Hiervoor is een aantal algemene oorzaken aan te wijzen. Soms ook zijn er gebiedsspecifieke oorzaken. Enkele bekende algemene oorzaken zijn de aanleg van onvoldoende ontwateringsmiddelen bij het bouwrijp maken, het onklaar raken van drains tijdens de bouw, geen of onvoldoende onderhoud aan drains en stijging van de grondwaterspiegel als gevolg van vervanging van lekkende, beneden de grondwaterspiegel gelegen riolering. Een gebiedsspecifieke oorzaak is bv. de ligging aan de rand van een traag reagerend grondwaterreservoir. Het belangrijkste voorbeeld daarvan in Nederland is de Veluwe. De grondwaterstanden kunnen daar gedurende een zekere tijd na een periode van opeenvolgende jaren met relatief weinig neerslag vrijwel voortdurend dalen, terwijl in tegengestelde situaties het omgekeerde effect optreedt. Daardoor is het mogelijk dat na perioden van soms 15 jaar of langer zonder grondwateroverlast, deze plotseling weer -en soms betrekkelijk langdurig- de kop kan opsteken. In hoofdstuk 4 komen enkele voorbeelden van dit verschijnsel aan de orde.

Een voorbeeld van een droge periode zijn de jaren 1970-1980. De jaren 1980-'88 waren aan de natte kant. Ook dit kan ertoe hebben bijgedragen, dat in de jaren '70 gebouwde wijken, waar aanvankelijk geen grondwateroverlast optrad, in de jaren '80 wel problemen zijn gesignaleerd.

Het bestaan van een problematiek met betrekking tot grondwateroverlast in het stedelijk gebied van Nederland wordt inmiddels alom erkend. Met betrekking tot de omvang zijn echter geen exacte cijfers bekend. Schattingen van het percentage woningen in Nederland met grondwateroverlast variëren van 3 tot 20%, in bijzondere gevallen 25% [Dijkmeester, 1988; Cusell, et.al., 1988]. De provincie Gelderland komt voor haar gebied tot een percentage van 1.5% van het woningbestand, waar grondwateroverlast is geconstateerd [Cusell, et.al., 1988]. Laatstgenoemde uitkomst is het resultaat van een enquête, niet van een

systematisch onderzoek naar de totale omvang van het probleem. De werkelijke omvang zal in Gelderland dan ook vermoedelijk aanzienlijk groter zijn.

Te constateren valt in elk geval, dat er in een niet te verwaarlozen deel van het stedelijk gebied in Nederland grondwateroverlast optreedt. De omvang is niet precies bekend en varieert per gebied. Deze kan slechts door nader onderzoek ter plaatse worden vastgesteld.

2.4. Kwantificeren van grondwateroverlast

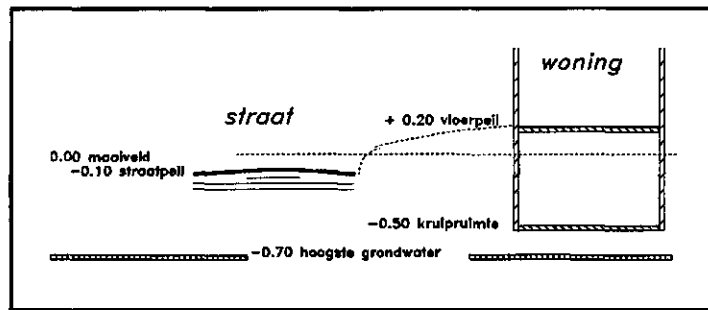
"Overlast" is een subjectief begrip; "grondwateroverlast" dus ook. Om grondwateroverlast te kunnen kwantificeren, dient men te beschikken over een norm. Meestal spreekt men van een ontwateringsnorm. Dat is een grondwaterstand die niet of gedurende gemiddeld niet meer dan enkele dagen per jaar mag worden overschreden.

Ontwateringsnormen hangen in beginsel af van de functie van het gebied, waarvoor ze moeten gelden. Er zijn echter in Nederland geen vaste normen. Enige gebruikelijke normen, grotendeels ontleend aan [Segeren, et.al., 1978], zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Enkele in de praktijk aangehouden ontwateringsdiepten.

bestemming	ontwateringdiepte (m beneden maaiveld)
bouwterreinen	1.00
woonwijken	0.70-1.00
kabels en leidingen	0.60-1.00
primaire wijkwegen	1.00
secundaire wijkwegen	0.50
industrie- en centrumgebieden	0.70-1.00
groenvoorzieningen	0.50

De norm van 0.70 m beneden maaiveld voor woongebieden komt neer op 0.20 m beneden bodem kruipruimte. Dit is weergegeven in fig. 2.1, die de relatie tussen (oorspronkelijke) maaiveldshoogte, straatpeil, vloerpeil en peil bodem kruipruimte illustreert.



Figuur 2.1. Schematische weergave gemiddelde bouwnormen voor vloer woning, onderkant kruipruimte, kruin weg en grondwaterstand.

Voor gebieden met een fijnzandige bodem, zoals het grootste deel van het lager gelegen bebouwde gebied van de gemeente Ede, is dat aan de krappe kant, tenzij de kruipruimte aan de onderzijde is voorzien van een betonplaat. In fijnzandige grond kan namelijk grondwater via de poriën gemakkelijk opstijgen tot 1-3 dm boven de eigenlijke grondwaterspiegel. Als een dergelijke toestand meer dan enkele dagen achtereen aanhoudt, kan vochtoverlast optreden, ondanks het feit dat de grondwaterspiegel onder de kruipruimte blijft. Dit kan een reden zijn, om in een gebied als de gemeente Ede een wat diepere ontwateringsnorm te hanteren dan 0.70 m beneden maaiveld.

Een andere reden om voor het gebied van de gemeente Ede met betrekking tot de ontwateringsnorm een extra veiligheidsmarge in acht te nemen, is gelegen in het feit dat als gevolg van de nabijheid van de Veluwe langjarige effecten, die minder goed zijn in te schatten dan "normale" seizoenseffecten, in het verloop van de grondwaterstanden in dit overgangsgebied een rol spelen. Dit komt nader aan de orde in hoofdstuk 4. Een ontwateringsnorm van 1 meter beneden maaiveld zou daarom voor de gemeente Ede aan te bevelen zijn. Bouwen zonder kruipruimte is een voor nieuwe uitbreidingen te overwegen alternatief.

Om te kunnen vaststellen, of in een gebied de ontwateringsnorm wordt overschreden, dient men te beschikken over grondwaterstandsgegevens over een voldoende lange tijd en bepaald over een voldoende dicht net van meetpunten. Wat als "voldoende" valt aan te merken hangt af van de plaatselijke omstandigheden.

In een gebied als de gemeente Ede, waar de invloed van de Veluwe met lange naijlingstijden van effecten van droge en natte jaren merkbaar is, zal men bij voorkeur over meetgegevens over een periode van 10-15 jaar of nog langer willen beschikken. Voor wat betreft de vereiste ruimtelijke dichtheid van meetpunten valt

op te merken, dat deze samenhangt met zowel de mate van ruimtelijke nauwkeurigheid, die wordt verlangd als de ruimtelijke variabiliteit van grondwaterstanden in het te beschouwen gebied.

De gemeente Ede beschikt over een grondwaterstandsmeetnet dat in het algemeen gesproken in voldoende mate aan bovengenoemde eisen tegemoet komt.

2.5. Bestuurlijk kader en verantwoordelijkheid

Met betrekking tot de ontwatering van het stedelijk gebied is momenteel wettelijk niets geregeld. Men kan stellen dat de gemeente hier als verantwoordelijke instantie voor het bouw- en woonrijp maken en als overheid met een algemene bestuurstaak in elk geval terzake aanspreekbaar is. De Derde Nota Waterhuishouding bepleit dat de zorg voor de ontwatering in het bebouwde gebied bij de gemeente komt te liggen (de afwatering van het stedelijk gebied zou volgens dezelfde nota bij voorkeur een waterschapsaangelegenheid moeten zijn) [Anonymus, 1989].

Dat er op termijn wettelijke regelingen ten aanzien van de verantwoordelijkheid voor de waterbeheersing in het stedelijk gebied zullen komen, ligt in de lijn der verwachting. Te verwachten is tevens, dat de totstandkoming van zulke regelingen zal worden voorafgegaan door een uitvoerige discussie, wat tot het takenpakket van de gemeente en wat tot het takenpakket van het waterschap, resp. zuiveringschap moet gaan behoren. Het gaat echter niet aan, in afwachting van de uitkomsten daarvan, de burger op te zadelen met de gevolgen van een gebrekkige grondwaterbeheersing. Het ligt voor de hand, dat het in veel gevallen de gemeente is, die initiatieven neemt. Een deel van de grondwaterproblematiek in het stedelijk gebied in Nederland en het voortbestaan ervan is nu al terug te voeren op het feit, dat er met betrekking tot het grondwaterbeheer geen wettelijk geregelde zorgplicht is.

Opvallend in de wetgeving met betrekking tot het grondwaterbeheer tenslotte is het feit dat de wetgever het onttrekken van grondwater ten behoeve van ontwatering en afwatering van gronden bewust buiten de werkingssfeer van de Grondwaterwet heeft laten vallen [Glasbergen, 1989]. Daarmee valt dit aspect van grondwaterbeheer buiten de directe bemoetenis van de provincie. Dat neemt niet weg, dat ontwateringssystemen in het stedelijk gebied ook van invloed zijn op de grondwaterhuishouding van aangrenzende gebieden. Er kunnen consequenties zijn voor bv. ecosystemen buiten het bebouwde gebied of de beschikbaarheid van grondwater als winbare grondstof.

Hoewel gemeenten of anderen, die ontwateringsmaatregelen in bebouwd gebied nemen, op dit punt formeel gesproken dus niet onder de regelgeving van de provincie vallen, zoals die voortvloeit uit de Grondwaterwet of de Wet op de Waterhuishouding, mag desondanks worden verwacht, dat ze hun verantwoordelijkheid voor het algemeen belang nemen. Dat betekent in concreto dat ze ervoor zorgen dat de ontwateringsmaatregelen doelmatig zijn ten aanzien van het voorkomen van grondwateroverlast in het stedelijk gebied, maar het omliggende gebied zo min mogelijk beïnvloeden. Hierop zal nader worden teruggekomen.

2.6. Waterkwaliteit

Ontwateringsmiddelen in de vorm van open water in het stedelijk gebied hebben meestal meer dan een functie. Ze zijn doorgaans geïntegreerd met de groenvoorziening en kunnen daarom beschouwd worden als aquatisch ecosysteem. Ze dienen meestal tevens als berging bij riooloverstortingen. Of dit laatste zo moet blijven is een vraag, die in het kader van deze studie niet beantwoord wordt.

Open water in het stedelijk gebied is vrijwel steeds multifunctioneel. Dat betekent, dat er zowel van de zijde van de gemeente, de waterkwantiteitsbeheerder -ongeacht of de gemeente dan wel een waterschap of belde die rol vervullen- als van die van de kwaliteitsbeheerder (zuiveringschap) bemoeienis is met het open water. Het beleid terzake van de betrokken instanties zal dus onderlinge afstemming behoeven. Gezien de verschillende betrokken belangen (groenbeheer, rioolbeheer, grondwaterbeheer) zal dat niet altijd eenvoudig zijn.

3. WERKWIJZE

Voor het vaststellen van de problemen op het gebied van ontwatering is een analyse gemaakt van de beschikbare gegevens en literatuur op het gebied van de (hydro-)geologie en hydrologie. Deze gegevens betreffen maaiveldshoogten, grondwaterstanden en grondboringen.

Aan de hand van deze gegevens in combinatie met ontwateringsels is het mogelijk geweest om een indeling in grondwater-overlastklassen te maken. Daarna is nagegaan met wat voor maatregelen de probleemgebieden voldoende ontwaterd konden worden. Hiervoor was uitgebreide informatie over de hydrogeologie ter plekke nodig.

3.1. Beschikbare gegevens

3.1.1. Grondwaterstanden

Ede heeft als een van de weinige gemeenten een vrij uitgebreid peilbuizenet voor het observeren van grondwaterstanden. In totaal zijn er zo'n 300 peilbuizen geplaatst, waarvan er momenteel rond de 200 geregeld waargenomen worden: eens per 14 dagen. Vooral in de periode tussen 1970 en 1975 is het bestand aan buizen sterk uitgebreid. Hierdoor beschikt men over een verzameling grondwaterstandsreeksen, die gemiddeld circa 15 jaar lang zijn. Op basis van deze gegevens is het goed mogelijk algemeen geldende uitspraken te doen over gemiddelde standen, hoogste standen en overschrijdingsfrequenties. Qua verdeling over de diepte valt het op dat 86% van de peilbuizen ondiep zijn (tot 10 meter), dat 11% iets dieper steekt (tot ca. 30 m) en 3% het diepste grondwater peilt. Dit komt goed overeen met het doel dat de gemeente met het meetnet heeft, namelijk het monitoren van grondwaterstanden in dat pakket, dat een mogelijke bedreiging vormt voor grondwateroverlast.

Het overgrote deel van de peilbuizen staat in of nabij bestaand of toekomstig woon- of industriegebied: voor informatie over grondwaterstanden in het buitengebied is men aangewezen op de provincie, het waterschap en het meetnet van de vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica van de Landbouwwuniversiteit. De verdeling van de peilbuizen per dorp ziet er als volgt uit:

tabel 3.1 verdeling van de peilbuizen naar dorp

	aantal	%
Ede-noord	52	17
Ede-Zuid	51	17
Bennekom	48	16
Lunteren	69	23
Ederveen	23	8
De Klomp	0	0
Harskamp	30	10
Wekerom	11	4
Otterlo	15	5

Het valt op dat er voor De Klomp geen meetgegevens beschikbaar zijn. In Lunteren zijn veel peilbuizen geïnstalleerd, die niet allemaal in het reguliere opnamebestand zitten.

De kwaliteit van de gemeten grondwaterstanden is matig: er is tot voor het ontwateringsonderzoek door de landbouwuniversiteit weinig aan kwaliteitscontrole gedaan, zodat er nog veel fouten en te laat doorgevoerde administratieve wijzigingen in het meet-bestand stonden. Ook zijn de metingen bij een aantal buizen erg onregelmatig verricht en ontbreken in sommige gevallen complete jaren.

3.1.2. Hoogtegegevens

Voor het vaststellen van wateroverlast moet men over voldoende nauwkeurige hoogtecijfers van het terrein beschikken, die op niet al te grote afstanden van elkaar voorkomen. Voor dit onderzoek is een aantal hoogtepuntenkaarten (1:10.000) gedigitaliseerd. Deze hebben een detail van ongeveer 1 punt per hectare, met een onnauwkeurigheid in de hoogte van 0.05 meter. Daarnaast is gebruik gemaakt van de maaiveldhoogtecijfers van de peilbuizen en van de hoogtecijfers van de rioolputdeksels in de gemeente Ede, die door DHV gedigitaliseerd zijn. Deze gegevens zijn weergegeven in hele centimeters. Omdat putdeksels vrijwel altijd in het wegdek liggen en de weg volgens de eerder omschreven bouwnormen gemiddeld 0.10 meter onder maaiveld ligt, is bij de putdeksel-hoogten 0.10 meter opgeteld voor het verkrijgen van een maaiveldshoogte.

Voor het vaststellen van de maaiveldshoogte in de wijde omgeving van een peilbuis is gebruik gemaakt van een wegingsformule, waarin het relatieve gewicht van een hoogtecijfer wordt bepaald door de inverse van de wortel van de afstand tot de peilbuis. Op deze manier wegen hoogtecijfers tot enkele tientallen meters afstand nog redelijk zwaar mee.

3.1.3. Geologie

De geologie van de Veluwe en van de Gelderse Vallei is redelijk goed gedocumenteerd. Vooral het werk van Meinardi, Verbraeck, Houtman en van Nelisse en Schoute draagt in belangrijke mate bij aan het inzicht van de algemene geologie van de gemeente Ede. Voor meer gedetailleerde informatie over de geologie rondom de woonkernen, zoals de exacte grens van een formatie, of de diepte en dikte van een belangrijk pakket was het echter nodig dat boorgegevens uit de omgeving nader bekeken werden. Daarvoor is gebruikt gemaakt van het grondboringenarchief van de gemeente Ede, van de vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica van de Landbouwniversiteit en van boorbedrijf De Nooy B.V.. Op lokaties waar geen of te ondiepe boringen verricht waren, zijn hiervoor aanvullende boringen verricht (Harskamp, Wekerom, Bennekom, Ede Veldhuizen-Noord en De Klomp).

Voor het bepalen van de doorlatendheid en de weerstanden van de verschillende pakketten is een vergelijking met de beschikbare pompproeven gemaakt. In Harskamp zijn twee aanvullende pompproeven gehouden om de hydrogeologische eigenschappen van het eerste en tweede watervoerende pakket vast te stellen.

3.2. Vaststellen van wateroverlast

Omdat er weinig systematische informatie was over het voorkomen en de mate van grondwateroverlast, is aan de hand van de beschikbare grondwaterstanden en de hoogtecijfers berekend in hoeverre van te voren vastgestelde droogleggingsnormen overschreden werden. Daarvoor zijn de grenzen van -0.70 en de -1.00 meter ten opzichte van maaiveld genomen (zie hoofdstuk 2.4.). Met de grondwaterstanden en de gemiddelde hoogte uit de omgeving van de grondwaterstandsbuis is het aantal overschrijdingen van de normen geteld. Dit aantal is uitgedrukt als fractie van het totale aantal metingen en kan bij een bekende meetfrequentie in een gemiddeld aantal dagen per jaar uitgedrukt worden. Per grondwaterstandsbuis is aldus het gemiddelde aantal overschrijdingsdagen per jaar berekend.

Deze cijfers bevatten een onnauwkeurigheid, die niet voor alle buizen gelijk is: hoe langer de reeks, des te nauwkeuriger en vermoedelijk ook des te representatiever is het resulterende getal. Om al te veel willekeur uit te sluiten, is alleen naar meetreeksen groter of gelijk aan 2 jaar (meer dan 48 waarnemingen) gekeken.

De zo verkregen cijfers zijn representatief voor de gehele waarneemperiode. In veel gevallen valt de waarneemperiode ook samen met de aanleg van een woonwijk en een ontwateringsstelsel. Dan is het verkregen overschrijdingscijfer representatief

voor het gedrag van het grondwatersysteem inclusief het al dan niet functionerende ontwateringssysteem. In sommige gevallen is pas in een later stadium een ontwateringsmiddel aangelegd. Er zou dan strikt genomen een overschrijdingsfrequentie berekend moeten worden voor de periode voor aanleg en voor de periode na aanleg van dit stelsel. Dit is niet gedaan. Wel is in zulke gevallen een nadere beschouwing gewijd aan de situatie voor en na de aanleg. Aan de hand van de tijd-stijlhoogtegrafieken is meestal goed te zien of een ontwateringsmiddel verlagend effect heeft op de grondwaterstand. Indien dit het geval is, dan is dit vermeld in het rapport. In veel gevallen is echter het effect van ontwatering niet of nauwelijks te merken en zal een te hoge overschrijdingsfrequentie er op duiden dat het systeem niet naar behoren functioneert en verbeterd of vervangen dient te worden.

3.3. Geohydrologische classificatie

Op basis van eerder onderzoek en de beschikbare literatuur was er reeds een globale indruk van de geologische samenstelling van het gebied aanwezig op de vakgroep. Om tot een preciezere definiëring van de waarden van de doorlaatvermogen en de verticale weerstanden van de pakketten te komen, zijn voor zo'n 200 boringen deze waarde(n) van de geohydrologische pakketten geschat. Deze schattingen zijn gemaakt op basis van een vergelijking van de boorbeschrijving met die van de beschikbare pompproeven uit de omgeving.

3.4. Vaststellen van de drainagebehoefte

Ter verlaging van de grondwaterstand kan men verschillende soorten ontwateringsmiddelen aanleggen. Uit de landbouw afkomstig zijn de horizontale drain en het open water: de sloot of het kanaal. Een put of een stelsel van putten is een voorbeeld van verticale drainage of bronnering.

Het principe van deze verschillende manieren van ontwateren is gelijk: de grondwaterspiegel wordt verlaagd, doordat een zekere hoeveelheid water onttrokken wordt uit het grondwater-reservoir en geloosd wordt op open water, dat een snelle afvoer bewerkstelligt.

Een belangrijke aanname voor de berekening van drainage-behoefte is de stationariteitsvoorwaarde: in de gebruikte drainageberekeningen wordt er van uitgegaan, dat het wateraanbod constant is, zodat ook de waterafvoer via de drains constant is. Dit komt er op neer dat men de voorkomende kwel en de neerslag constant veronderstelt. Een waarde van 10 millimeter neerslag per dag is een

veelvoorkomende norm in deze berekeningen. Voor stedelijk gebied kan hierop nog een correctie aangebracht worden: op het verharde oppervlak (straten, huizen) wordt de neerslag vrijwel volledig afgevoerd via de riolering en dringt geen neerslag de grond in. Daarom vermindert men de ontwerpneerslag met de fractie van het oppervlak dat bebouwd is.

Een ander belangrijk aspect in de berekening van de drainage is de diepte van de onderkant van de drain: hoe dieper een drain ligt, hoe effectiever deze water uit een watervoerend pakket kan aantrekken en hoe groter de grondwaterstandsverlaging die de drain bewerkstelligd. Voor horizontale drainage en sloten of singels geldt 2.50 meter als de limiet: nog dieper draineren is erg duur, respectievelijk neemt te veel ruimte in beslag. Vertikale drainage, uitgevoerd als een rij van verticale filters onderling verbonden door een horizontale, gesloten koppelleiding fungeert in feite als een zeer diepe horizontale drainage en bewerkt een volledige perforatie van het watervoerende pakket. Daarnaast kan verticale drainage gebruikt worden om het onderliggende watervoerende pakket te ontwateren, dat dan als een natuurlijke drain onder een wijk gaat fungeren. Dit is in een aantal gevallen in Ede een zeer doeltreffende manier om de grondwaterstand te verlagen. Ontwatering van alleen het bovenste watervoerende pakket vergt een veel groter aantal verticale filters en verbindingsleidingen.

Voor het berekenen van de maximale opbolling (dat is het nivoverschil tussen de stijghoogte van het water in de drain en de grondwaterstand precies midden tussen 2 parallelle drains) zijn voor horizontale drainage een aantal formules bekend. Variabelen in deze formules zijn de diepte van de drain, de onderlinge drainafstand, de ontwerp-neerslag+kwel en situatieafhankelijke factoren als de dikte van het watervoerende pakket, het doorlaatvermogen en de weerstand van de scheldende laag.

De berekening van de ontwatering door middel van een stelsel verticale filters is mogelijk met een formule, die door Van der Schaaf [Van der Schaaf, 1988] ontwikkeld is. Door de combinatie met een 'klassieke' drainageformule of een stromingsmodel kan men het werkingsgebied van een drain afleiden en zodoende het aantal meters drainleiding en het aantal verticale filters per hectare afleiden. Voor een dorp of een deel van een dorp kan op deze wijze het aantal verticale filters en het aantal meters leiding dat nodig is voor een effectieve drainage afgeleid worden, gegeven de geohydrologische situatie ter plaatse.

4. GRONDWATERSTANDEN EN ONTWATERINGSBEHOEFTE

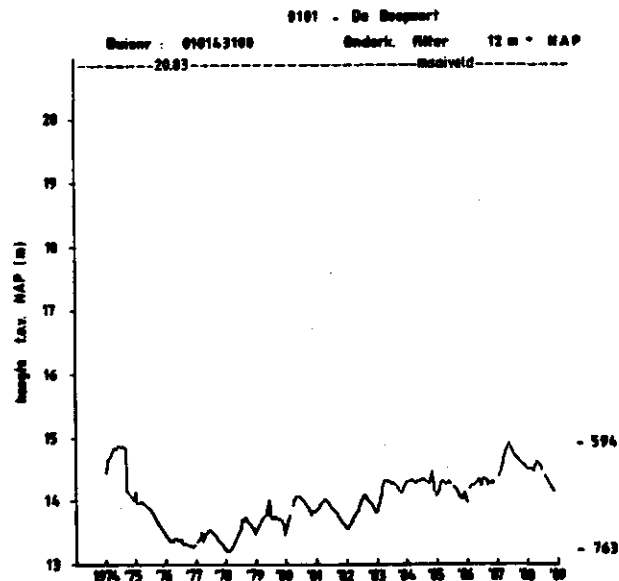
4.1. De grondwaterhuishouding in de gemeente Ede

4.1.1. Het verloop van de grondwaterspiegel in ruimte en tijd

Het neerslagoverschot van de westelijke Veluwe stroomt -voorzover het niet wordt opgepompt t.b.v. verschillende soorten watervoorziening- vrijwel geheel ondergronds af naar de Gelderse Vallei en het bekken van Otterlo. In het hoofdstuk Geohydrologie wordt van dit proces een nadere uitwerking gegeven.

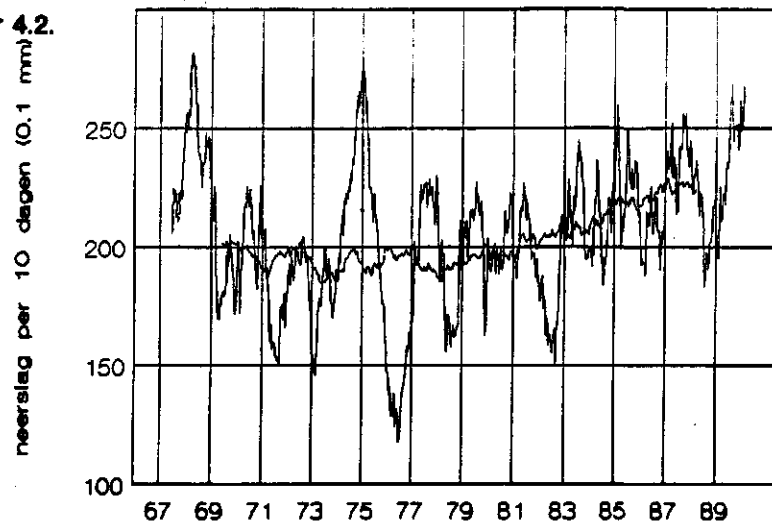
In het algemeen helt de grondwaterspiegel iets minder steil af dan het maaiveld. Dat betekent, dat de grondwaterstand van oost naar west steeds minder diep beneden maaiveld komt. Waar de grondwaterspiegel dicht onder maaiveld komt, komt grondwater in watergangen terecht en wordt het afgevoerd. Het via het watergangenstelsel afgevoerde water omvat uiteraard ook water, afkomstig van ter plaatse gevallen neerslag.

Het verloop van de grondwaterstand in de tijd wordt ook door dit proces beïnvloed. In het hoge gebied is het verloop vloeiend, met relatief geringe seizoensverschillen en relatief grote verschillen over langere reeksen van jaren. Dat heeft twee oorzaken: de grote omvang van het gebied met diepe grondwaterstanden en de berging in de soms enkele tientallen meters dikke, niet met water verzadigde zone boven de grondwaterspiegel en de met laatstgenoemde proces gepaard gaande vertragingseffecten van gevallen neerslag. Daardoor reageert het systeem nauwelijks op droge of natte perioden van korte duur en sterk vertraagd op zulke perioden van lange duur. Het duurt eveneens lang, voordat de invloed daarvan is uitgewerkt. Effecten van een reeks opeenvolgende natte of droge jaren blijven daardoor gedurende lange tijd aanwezig. Een voorbeeld is het grondwaterstandverloop in een peilbuis bij de Bospoort in Ede (fig. 4.1).



Figuur 4.1. Het grondwaterstandverloop in de peilbuis bij de Bospoort, Ede. Het effect van jaar-op-jaar-fluctuaties is duidelijk merkbaar, kortere fluctuaties nauwelijks.¹

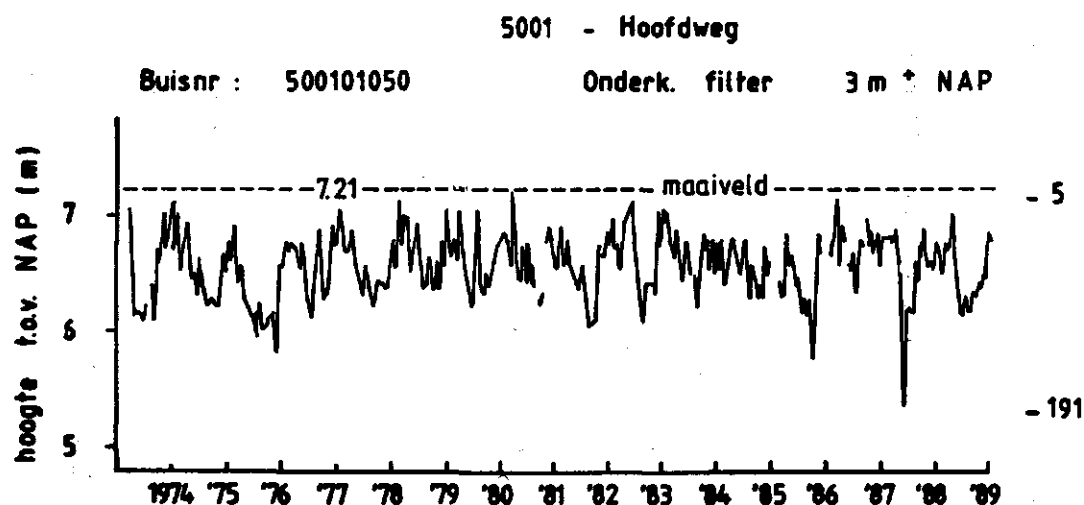
De grondwaterstand op deze plaats gaat sterk mee met de meerjarige neerslagtendens, zoals te zien is aan de neerslag gemeten te Wageningen in figuur 4.2.



Figuur 4.2. De neerslag, zoals gemeten te Wageningen. De meerjaarlijkse tendens wordt weergegevens door een lijn van het 5-jaarlijkse lopende gemiddelde.

¹Toelichting op de tijd-stijlhoogte-grafieken voor grondwaterstand:
De dikke, niet onderbroken lijn is het nivo van het grondwater in de peilbuis. Dit wordt elke 14 dagen waargenomen. Onderbrekingen duiden op ontbrekende waarnemingen.
Het nivo van het maaiveld is bovenaan in de grafiek weergegeven in meters t.o.v. NAP. Ook wordt de diepte van het filter (de onderkant van de buis) aangegeven, ter indicatie van het bemeten watervoerende pakket. Aan de rechterkant staan de hoogste en de laagste waterstanden van de meetreeks aangegeven in centimeters t.o.v. maaiveld.

De tegenhanger van dit grondwater-regime is het verloop in het lage gebied. Daar reageert de grondwaterspiegel snel op gevallen neerslag, maar valt door de aanwezigheid op korte afstand van ontwateringsmiddelen ook snel weer terug. De grondwaterstandsschommelingen zijn dan gezien de lange termijn relatief klein. Als voorbeeld is een peilbuis in Ederveen opgenomen (Hoofdweg, fig. 4.3). In het aangrenzende landbouwgebied, waar een ontwateringsstelsel aanwezig is, zullen de korte termijn-schommelingen wellicht kleiner zijn.



Figuur 4.3. Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in de Hoofdweg, Ederveen. Een peilbuis in een snel reagerend grondwatersysteem, die bij grote neerslag een duidelijke piek vertoont, die ook weer snel daalt.

De overgang van de ene situatie naar de andere heeft enkele typische kenmerken. Van oost naar west neemt vermindert de invloed van het stuwwalregime snel en neemt de invloed van het "laagland"-regime toe. Doordat eerst sloten en andere ontwateringsmiddelen ontbreken, neemt de seizoenschommeling aanvankelijk van "hoog" naar "laag" toe onder invloed van de geringere berging in de veel minder dikke niet met water verzadigde zone boven de grondwaterspiegel. Verder westelijk, waar de invloed van ontwatering zich doet gevoelen, worden deze schommelingen weer kleiner en krijgt het verloop in de tijd tevens een nog minder vloeiend karakter, terwijl de gemiddelde stand van jaar tot jaar nog maar weinig verschilt.

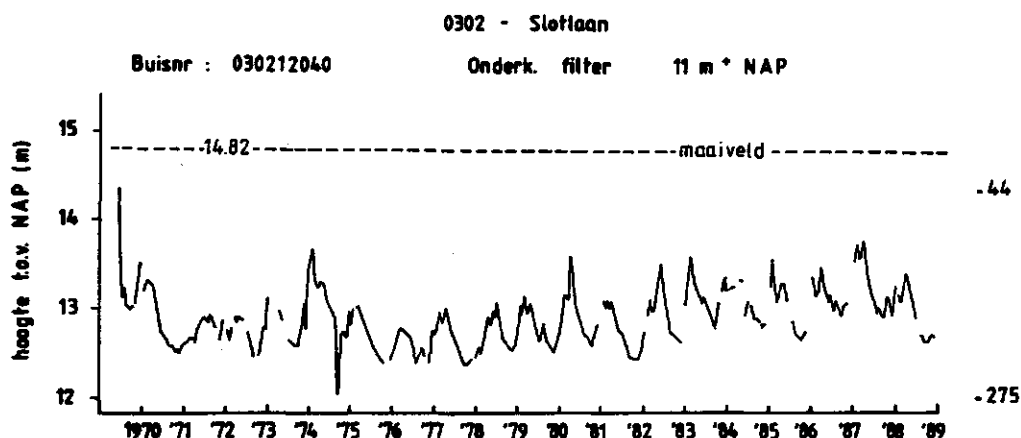
Dit is in beeld gebracht in de figuren 4.4, 4.5 en 4.6, die stijghoogteverlopen van resp. de Slotlaan, Gravenhof en Hofbeeklaan in Ede weergeven. Tabel 4.1 geeft enige kencijfers, inclusief de overschrijdingsduur in dagen per jaar van een tweetal diepten.

Tabel 4.1. Kengetallen van grondwaterstandsverlopen, gemeten op enkele peilbuizen in Noordoost Ede tot Ederveen.

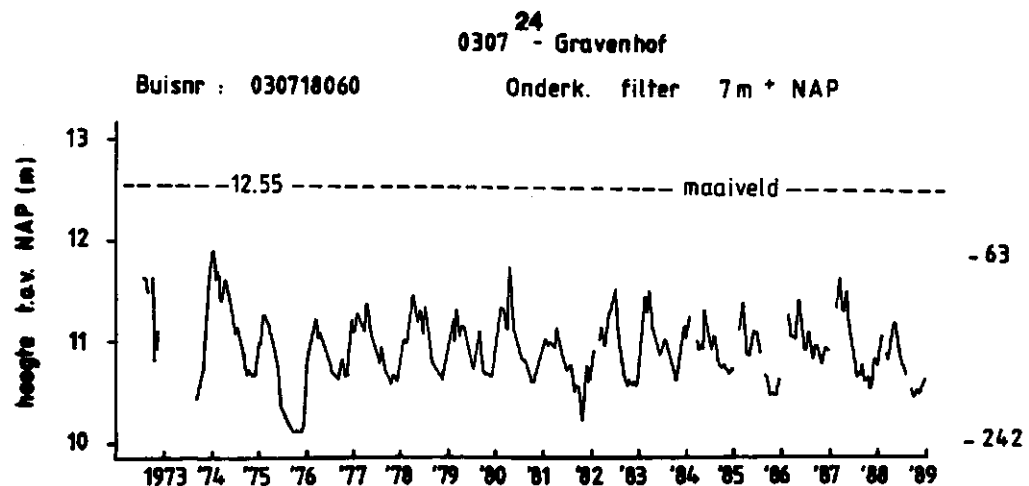
Standen in m beneden maaiveld. GHG en GLG: resp. gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstand, bepaald als de gemiddelde van de drie hoogste en de drie laagste grondwaterstanden in ieder waargenomen jaar.

Plaats	Maaiveld (m+NAP)	Grondwaterstand			aantal dagen per jaar	
		GHG	gemidd.	GLG	hoger dan	
					(m beneden maaiveld)	1.30m -mv
Bospoort	21.18	5.00	5.25	5.51	0	0
Slotlaan	15.14	1.66	1.93	2.30	18	0
Gravenhof	12.42	1.02	1.39	1.76	94	9
Hofbeeklaan	11.29	0.70	1.16	1.63	143	34
Ederveen	7.33	0.32	0.70	1.08	320	158

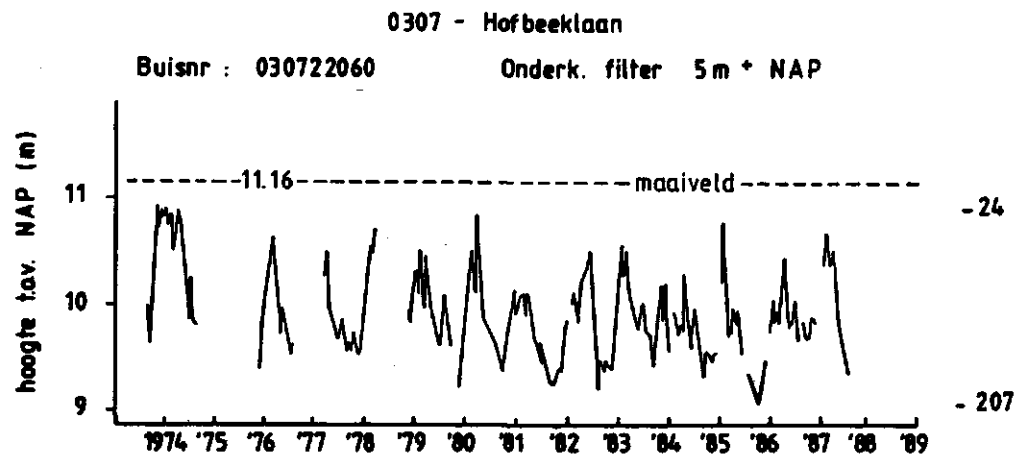
Hoge grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld die grondwateroverlast veroorzaken zullen in het lage gebied daarom frequent, maar gedurende korte perioden voorkomen. Hoe dichterbij de Veluwe, des te lager de frequentie van voorkomen in de zin van een gemiddeld aantal keren per jaar. Als ze echter voorkomen, kan de overlast van langere duur zijn. In extreme gevallen kan door volledig natuurlijke oorzaken zelfs grondwateroverlast optreden, waar deze in geen 10 of zelfs 20 jaar is geconstateerd.



Figuur 4.4. Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in de Slotlaan, een relatief hooggelegen deel van Ede-Veldhuizen.



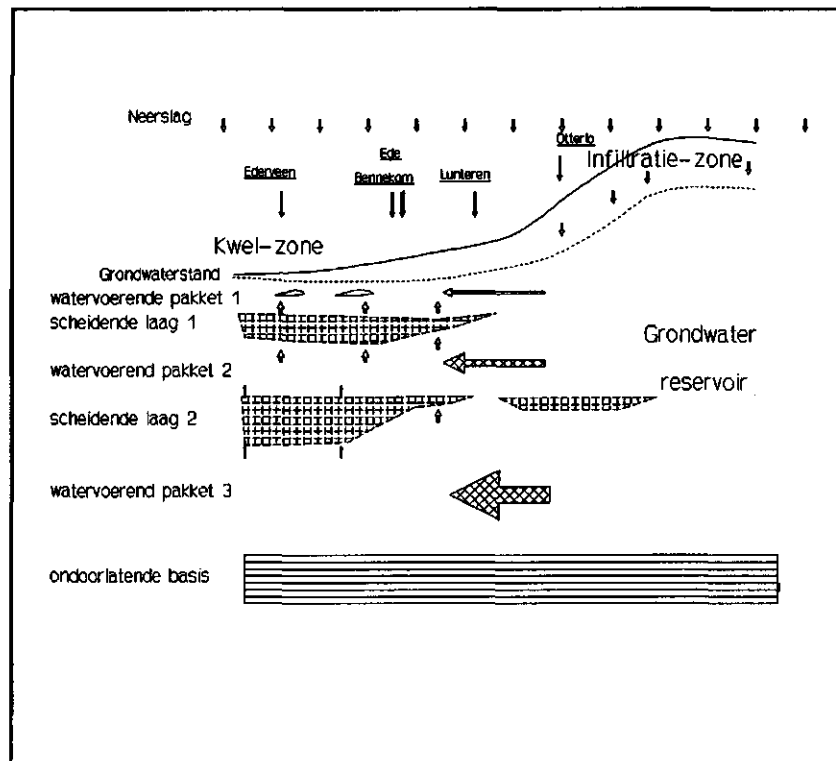
Figuur 4.5. Het grondwaterstandverloop in de peilbuis in Gravenhof, Ede-Veldhuizen-midden.



Figuur 4.6. Het grondwaterverloop in de peilbuis in Hofbeeklaan, het laagstgelegen deel van Ede-Veldhuizen.

4.1.2. Kwel

Omdat in het randgebied van de Veluwe, de Gelderse Vallei en het Bekken van Otterlo verschillende watervoerende pakketten op elkaar liggen, wordt het van de Veluwe afstromende water over die watervoerende pakketten verdeeld. De hoeveelheden per watervoerend pakket verhouden zich ongeveer als de respectievelijke doorlaatvermogens. De mate van vertikaal transport via scheidende lagen van het ene watervoerende pakket naar het andere is omgekeerd evenredig met de verticale weerstand van de betreffende laag.



Figuur 4.7. De geschematiseerde hydrologie van de Gelderse Vallei. Het grootste deel van het grondwater van de Veluwe wordt afgevoerd door de dieper gelegen, beter doorlatende pakketten. Kwel treedt op als de bovenste laag gedraineerd wordt en de scheidende laag een lage weerstand heeft.

Omdat het bovenste watervoerende pakket overal het minst doorlatend is, ontvangt het van de Veluwe ook de kleinste hoeveelheid grondwater. Dit proces is geïllustreerd in fig. 4.7. Doordat alleen het bovenste pakket wordt ontwaterd (meest via sloten en in het bebouwde gebied ook via drains), zal van oost naar west de stijghoogte erin sneller dalen dan in onderliggende pakketten. Daardoor ontstaat een opwaartse stroming van grondwater (kwel). De kwelintensiteit is evenredig met het ontstane stijghoogteverschil en - zoals hiervoor aangegeven - omgekeerd evenredig met de verticale weerstand van de scheidende laag. Indien deze weerstand gering is, kan ontwatering een aanzienlijke kwel teweegbrengen. Deze laatste doet het beoogde effect van de ontwatering deels teniet. In zulke gevallen valt te overwegen, ook het onderliggende watervoerende pakket te ontwateren. Dat kan echter alleen, als het doorlaatvermogen daarvan niet te hoog is en de weerstand van de tweede scheidende laag hoog genoeg. Anders moet voor het verkrijgen van een voldoende beheersing van de grondwaterstand al gauw zoveel water worden afgevoerd, dat men zich ernstig moet afvragen of dat uit een oogpunt van verantwoord kwantitatief beheer van grondwater wel zo wenselijk is.

Uit de gegeven geohydrologische schematiseringen volgt, dat de situatie wat dit aangaat per dorp verschilt.

In het lage valleigebied, i.c. de dorpen Ederveen en De Klomp ligt de situatie enigszins anders. Van zijdelingse toestroming vanuit de stuwwal is daar geen sprake. Bovendien is de klei in de Eemformatie er zo slecht doorlatend, dat de kwel er onder alle omstandigheden verwaarloosbaar klein is.

Dit alles betekent, dat op basis van de eerder gegeven geohydrologische schematisering per dorp verschillende ontwerpen voor ontwateringssystemen zullen moeten worden gehanteerd.

4.2. De behoefte aan ontwatering

4.2.1. Ontwateringseisen en -normen

Een ontwateringseis dient als maatstaf voor de bepaling van de behoefte aan een ontwateringssysteem en om te kunnen toetsen of een bestaand ontwateringssysteem voldoet aan redelijk te stellen eisen.

Een ontwateringseis houdt in, dat een bepaalde grondwaterstand gemiddeld niet meer dan een bepaald aantal dagen gedurende 1 of meer jaren wordt overschreden.

Een ontwateringsnorm dient als grondslag voor de dimensionering van een ontwateringsstelsel. Een ontwateringsnorm is juist gekozen als van het erop gebaseerde ontwateringsstelsel blijkt te voldoen aan de ontwateringseis.

Een ontwateringsnorm omvat tenminste twee grootheden: een ontwerpneerslag en een daarbij behorende ontwateringsdiepte. De laatste geldt in het algemeen voor een stationaire situatie. Dit wil zeggen, dat de hoogte van de grondwaterspiegel in evenwicht is met neerslag en afvoer. Men spreekt dan van een stationaire benadering. In werkelijkheid komt zo'n situatie zelden of nooit voor. Indien men echter de ontwerpneerslag goed kiest, wordt met een op stationaire basis berekend ontwateringssysteem toch een bruikbaar resultaat bereikt, d.w.z. de grondwaterspiegel komt zelden (gemiddeld niet meer dan enkele dagen per jaar) boven de aangehouden ontwateringsdiepte.

Hoewel er in Nederland wel werk is gedaan aan niet-stationaire benaderingen van ontwerpnormen voor stedelijke ontwateringssystemen, zijn niet-stationaire normen zelden toegepast.

Zoals in hoofdstuk 2 al is opgemerkt, gelden in Nederland gelden geen vaste ontwateringsnormen voor bebouwd gebied. In de praktijk worden veelal (ongeveer) de in tabel 2.1 vermelde ontwateringsdiepten gehanteerd bij een ontwerpneerslag van 5-10 mm/etmaal. 10 mm/etm geldt in beginsel voor onbebouwd gebied. Omdat in bebouwd gebied een deel van de neerslag via verhard oppervlak en de riolering wordt afgevoerd, kan daar worden uitgegaan van een lagere effectieve ontwerpneerslag. Afhankelijk van het percentage verhard oppervlak en de aard van de verharding kan een reductie met 20-50% worden toegepast.

4.2.2. Bepaling van de behoefte aan ontwateringsmiddelen

De behoefte aan ontwateringsmiddelen kan worden bepaald op basis van de overschrijdingsfrequentie van een bepaalde ontwateringsdiepte en de mate waarin dat door betrokkenen als acceptabel wordt ervaren. Het laatste criterium is subjectief en verandert in de tijd. Bij een project als het onderhavige, waarin de grondslag wordt gelegd voor een gemeentelijk beleid t.a.v. waterbeheer voor een periode van meer dan 20 jaar, kan men daarom beter uitgaan van "objectieve" normen als aangegeven in de vorige paragraaf.

Om voor alle bebouwde gebied van de gemeente Ede de behoefte aan ontwateringsmiddelen te bepalen, is uitgegaan van de volgende werkwijze.

1. Op basis van het verloop in de tijd van grondwaterstanden in en nabij het bebouwde gebied is de overschrijdingsfrequentie vastgesteld van een tweetal mogelijke ontwateringsdiepten, t.w. 0.70 m en 1 m beneden maaiveld. De geanalyseerde periode besloeg voornamelijk de jaren 1975-1989. De benodigde waarnemingen zijn vrijwel alle afkomstig van het peilbuisennet van de Dienst Openbare Werken van de gemeente Ede. De waarneemfrequentie daarvan is 2x per maand. Een waarneming vertegenwoordigt dus in principe een periode van ruim 2 weken. Dat betekent, dat een overschrijding van een bepaald peil van gemiddeld 1x per jaar te vertalen is als een overschrijding gedurende ruim twee weken per jaar.
2. Aan de hand van de analyses is een indeling in drie overschrijdingsklassen gemaakt.

Klasse 1 omvat het gebied, waarin een stand van 0.70 m beneden maaiveld gemiddeld 1x per jaar of vaker wordt overschreden. In dit gebied worden ontwateringsmaatregelen geacht, noodzakelijk te zijn.

Klasse 2 omvat het gebied, waarin een stand van 1 m beneden maaiveld 1x per jaar of vaker wordt overschreden, maar de stand van 0.70 m-mv niet. In dit gebied is er een zekere wenselijkheid van ontwateringsmaatregelen, maar de situatie is niet urgent.

Klasse 3 tenslotte omvat het gebied, waar overschrijdingen van een grondwaterstand van 1 meter beneden maaiveld niet zijn vastgesteld. Ontwateringsmaatregelen zijn er in beginsel niet nodig.

3. De klassen zijn per woonkern in kaart gebracht. De kaart is niet zonder meer te beschouwen als een ontwateringsbehoeftekaart, omdat geen rekening is gehouden met effecten van bestaande of gedurende de beschouwde periode gerealiseerde ontwateringssystemen.
4. Vervolgens wordt de aanwezigheid van bestaande ontwateringssystemen in rekening gebracht. Daarbij kunnen zich de volgende situaties voordoen:
 - Het gebied is ca. 8 jaar of langer geleden ingericht, heeft een ontwateringssysteem en ligt in klasse 3: ontwatering functioneert of is overbodig.
 - Idem, maar het gebied ligt in klasse 1 of 2: de ontwatering werkt waarschijnlijk niet of onvoldoende: controle aan de hand van grondwaterstandsverlopen.
 - Het gebied is onlangs ingericht, heeft een ontwateringssysteem en valt in klasse 1 of 2: doordat de analyse over een periode van 15 jaar is gedaan, overheerst daarin de situatie van voor de inrichting. Aan de hand van het verloop van de grondwaterstand moet worden nagegaan, in hoeverre de ontwatering effect heeft.
 - Het gebied is (nog) niet ingericht als stedelijk gebied en ligt in klasse 1: bij eventuele inrichting dienen ontwateringsmaatregelen ernstig te worden overwogen.
 - Idem, het gebied ligt in klasse 2 of 3: er zijn geen problemen te verwachten (als een gebied in klasse 2 ligt, mag worden aangenomen dat het aanbrengen van verhard oppervlak in het algemeen een voldoende verlagend effect op de grondwaterspiegel heeft).

4.3. De huidige ontwateringssituatie in de gemeente Ede

Evenals met betrekking tot de geohydrologische schematisering wordt de ontwateringssituatie, op basis van de hiervoor beschreven werkwijze per woonkern nader bezien. Uitgegaan wordt van een indeling in de hiervoor beschreven klassen 1 tot en met 3.

4.3.1. Bennekom

De na ca 1970 gerealiseerde wijken in het westen van Bennekom zijn alle voorzien van horizontale cunetdrainage. Het meest westelijke deel valt in klasse 1. Een indeling in drie deelgebieden is zinvol. Het zijn:

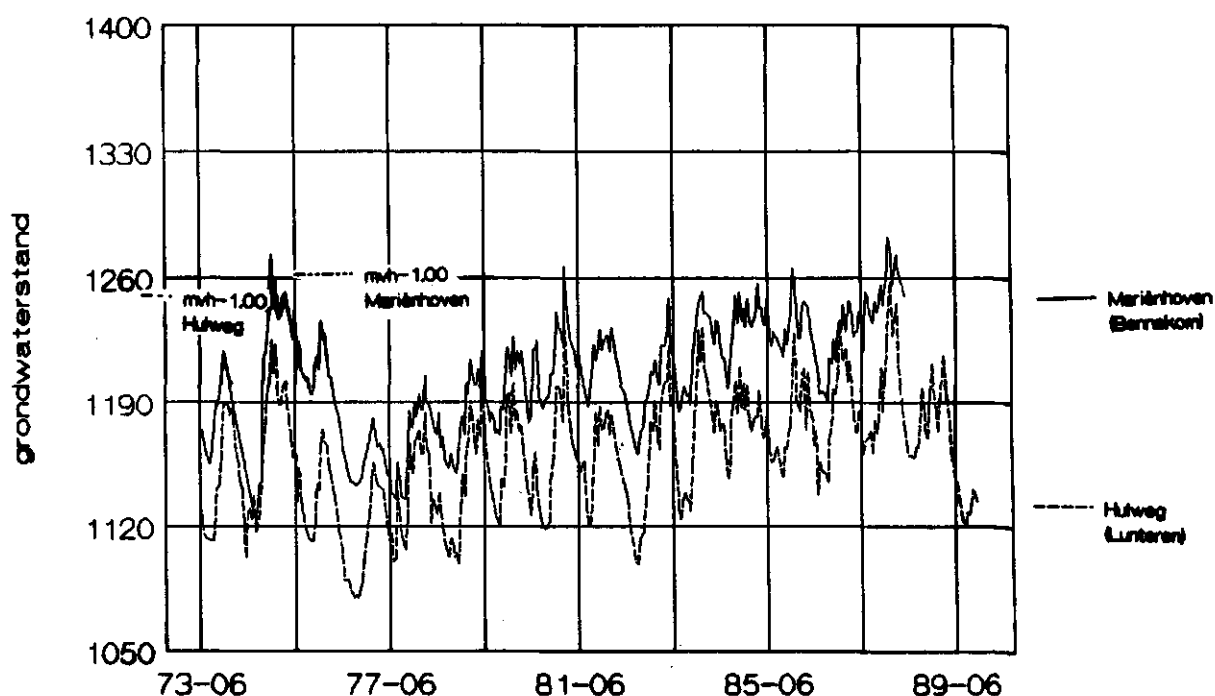
1. Het gebied tussen Wildekamp en Bovenweg
2. Het gebied tussen de sportvelden langs de Dr. W. Dreeslaan en de Commandeurweg
3. Het nieuwe uitbreidingsgebied ten n van de Langesteeg/Molenstraat

De lijnen van 0 dagen overschrijding van een grondwaterstand van 0.70, resp 1.00 m zijn weergegeven in fig 4.8.



Figuur 4.8. De overschrijdingszones voor Bennekom

Van deelgebied 1 valt het oostelijk deel in klasse 3. Aan de zijde van de Wildekamp wordt het peil van 0.70 m beneden maaiveld gedurende ongeveer 50-70 dagen per jaar overschreden. De grondwaterstand in het gebied vertoont gedurende de jaren '80 een duidelijk stijgende tendens (peilbuis 300317060, Marlenhoven, figuur 4.9.). Deze tendens is deels, maar niet volledig, te verklaren op grond van natuurlijke oorzaken (herstel van de grondwaterspiegel in de stuwwal na de droge jaren '70). Het verloop van de grondwaterstand lijkt sterk op dat in ongedraineerd gebied. Ter vergelijking kan de peilbuis aan de Hulweg in Lunteren dienen (4001-35, fig. 4.9). Geconcludeerd kan worden dat de drainage in deze wijk (nog) maar weinig invloed op de grondwaterstand heeft. Aanvullende maatregelen in het westelijk deel van het gebied zijn wenselijk.



Figuur 4.9. Een vergelijking tussen de peilbuis te Marlenhoven, Bennekom en Hulweg, Lunteren.

In de deelgebied 2, Commandeursweg/Jonkersloetlaan/Achterstraat zijn het voornamelijk de westelijke buizen die te hoge grondwaterstanden vertonen (nrs. 3003-05, -07, -09, -11). Deze overlast is 'matig' te noemen: gemiddeld komt het peil 3 weken per jaar hoger dan -1.00 m tov. maaiveld en ca 1 week per jaar hoger dan -0.70 m tov. maaiveld. De drainage die hier ligt is inmiddels 20 jaar oud en functioneert vermoedelijk slecht. De vervanging van dit systeem is minder urgent dan die van het systeem Breehoven/Langhoven.

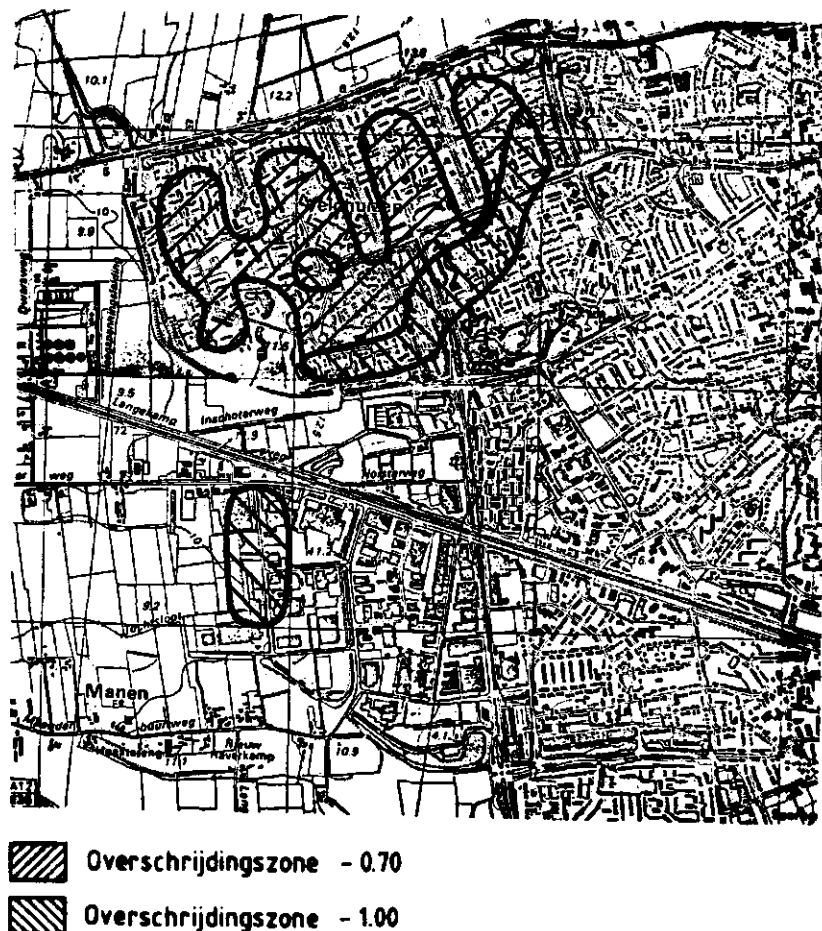
Behalve in deze smalle strook lijkt de ontwatering in deelgebied 2 behoorlijk te werken. Enige aanvullende ontwateringsmaatregelen langs de Achterstraat lijken gewenst.

De Halderbrink is een vrij nieuwe buurt, met drainage die voor een deel in 1976 is aangelegd, en voor een deel pas in '85-'88. Over de grondwateroverlast in de nieuwe wijk valt uit de peilbuisgegevens nog weinig af te leiden. In de wijk zelf staan peilbuizen langs de Halderweg en langs de Brinkerweg. De invloed van de drainage op de grondwaterstanden is nog niet duidelijk waar te nemen vanwege de korte periode. Vermoedelijk zal de leiding langs de Commandeursweg/Halderweg binnenkort vervangen moeten worden vanwege de hoge leeftijd (20 jaar).

4.3.2. Ede

De lijnen van 0 dagen overschrijding van een grondwaterstand van 0.70, resp. 1.00 m zijn weergegeven in fig. 4.10. Het valt op, dat de ontwatering in de buurt van singels of vijvers over het algemeen voldoende is. De gebieden met te hoge grondwaterstanden komen daar voor waar de afstand tot het open water te groot is geworden en de ondergrondse drainage niet of slecht functioneert. Het aantal dagen per jaar dat de grondwaterstand van 0.70 m beneden maaiveld wordt overschreden, ligt in het hele gebied in het algemeen lager dan 50. Ook hier valt een indeling in deelgebieden te maken:

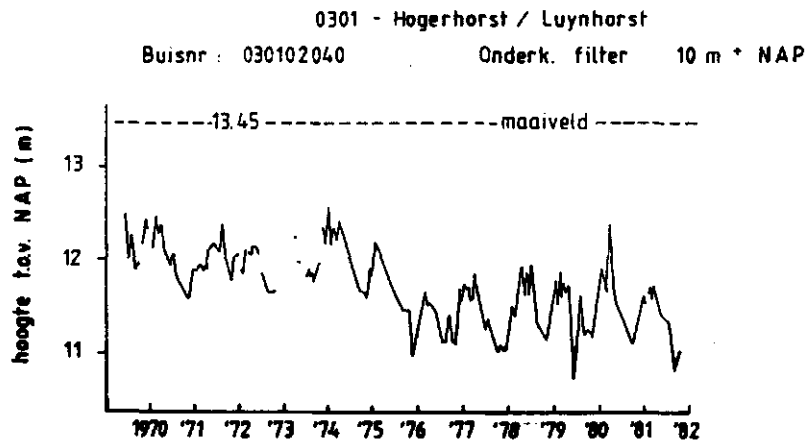
1. Ede Veldhuizen en Klaphek
2. Ede Zuidwest
3. Ede Maandereng
4. Ede Frankeneng, Rietkampen en Heestereng



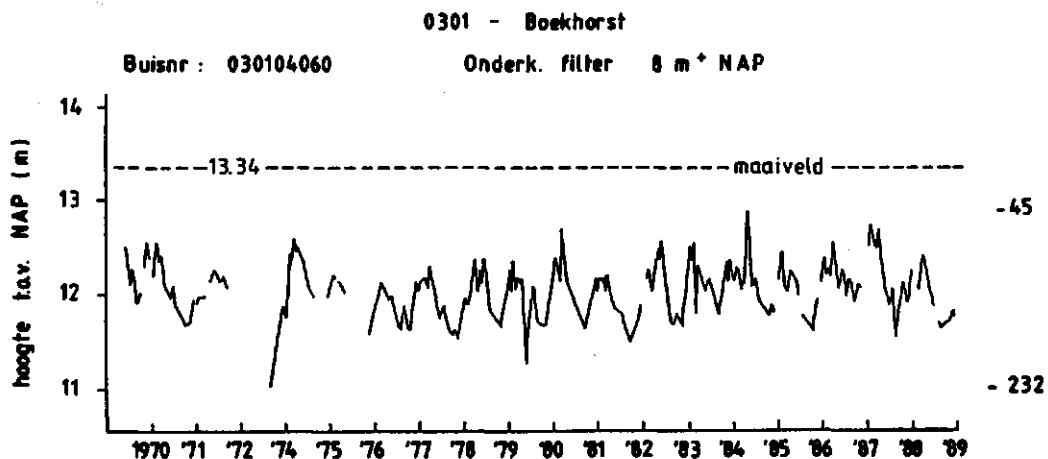
Figuur 4.10. De overschrijdingszones voor Ede

Ede-Veldhuizen en Klaphek

Zoals in figuur 4.10. is te zien, komt in de wijk Veldhuizen in grote mate grondwateroverlast voor, vooral in de lagergelegen, westelijke delen. In wijk 0301, de Horsten, komen hoge grondwaterstanden voor langs de Slotlaan. De aanleg van drainage in 1975 is goed te merken aan de grondwaterstand volgens buis 0301-02, maar bij Boekhorst (buis 0301-04) is deze invloed niet terug te vinden en komen gemiddeld 8 weken per jaar waterstanden van -0.70 m tov. maaiveld voor (figuur 4.11. a en b). Dit duidt er op dat ten minste een deel van de drainage niet functioneert en vervangen moet worden.



Figuur 4.11. a. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 0301-02: ontwateringstoestand is bevredigend.

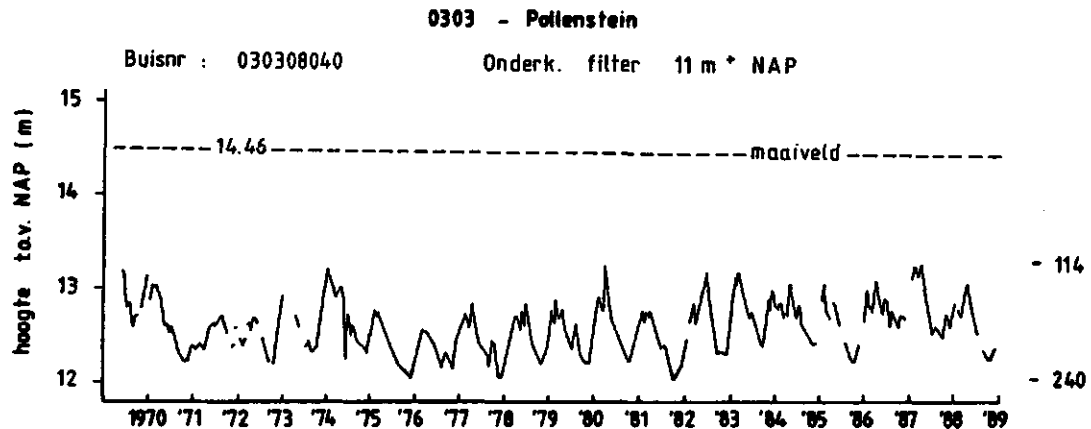


Figuur 4.11. b. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 0301-04 Boekhorst: te weinig invloed van ontwatering merkbaar.

In wijk 0302 de Burgen is geen drainage aangelegd. Buis 0302-10 te Sterkenburg geeft aan dat hier 7 dagen per jaar een grondwaterstand van -0.70 m tov maaiveld te verwachten is. Drainage lijkt niet urgent.

Wijk 0303 De Steinen is in 1975 gedraineerd is en vertoont een goede ontwatering. In het meest extreme geval (buis 0303-08; Pollenstein) wordt 2 à 3 weken per jaar een grondwaterstand hoger dan -1.00 meter t.o.v. maaiveld waargenomen, met gemiddeld 2 dagen per jaar een overschrijding van het -0.70 meter-nivo. Het

drainage-systeem moet normaal onderhouden worden en op termijn vervangen: over 5 à 10 jaar.

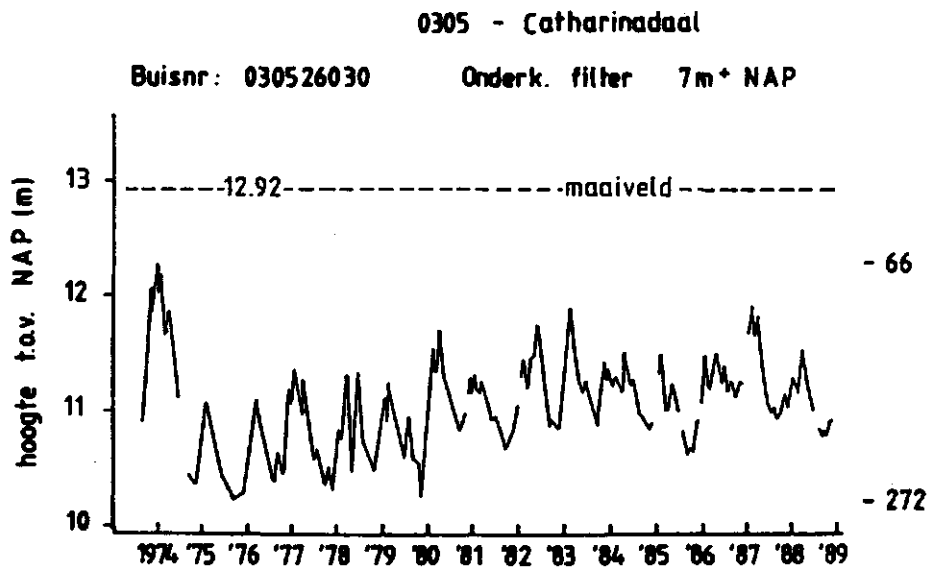


Figuur 4.12. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Pollenstein.

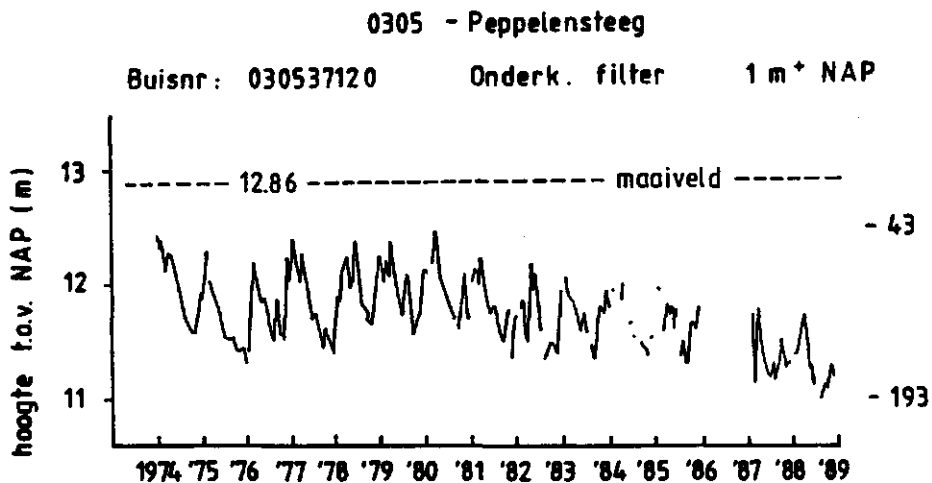
Wijk 0304 Jachtlaan en omgeving heeft ook een oude drainage (1970), maar heeft diepe grondwaterstanden (1.65 m - maaiveld als gemiddelde hoogste grondwaterstand). Het vervangen van de drainage kan ook hier nog enige tijd uitgesteld worden en is wellicht in het geheel niet nodig.

Wijk 0305 Catharinadaal e.o. is pas sinds 1985 gedraineerd. Het effect van deze drainage is niet merkbaar op buis 0305-26 Catharinadaal (fig. 4.13.(a)), waar gemiddeld 6 weken per jaar een grondwaterstand hoger dan 0.70 m - maaiveld gemeten wordt. Aanvullende maatregelen zijn dringend gewenst.

Bij de Peppelensteeg (0305-37, fig. 4.13.(b)) wordt wel een duidelijke verlaging van de grondwaterstand waargenomen. Vermoedelijk is de drainage van de sportvelden ten zuiden van de Koekeltseweg wel effectief. Omdat in deze buurt nu woningbouw gepland is in plaats van het huidige gebruik als sportvelden, zal de drainage van dit gebied opnieuw aangelegd worden.



Figuur 4.13. a. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Catharinadaal in één van de laagstgelegen gebieden van Ederveen: drainagemaatregelen zijn nog onvoldoende.

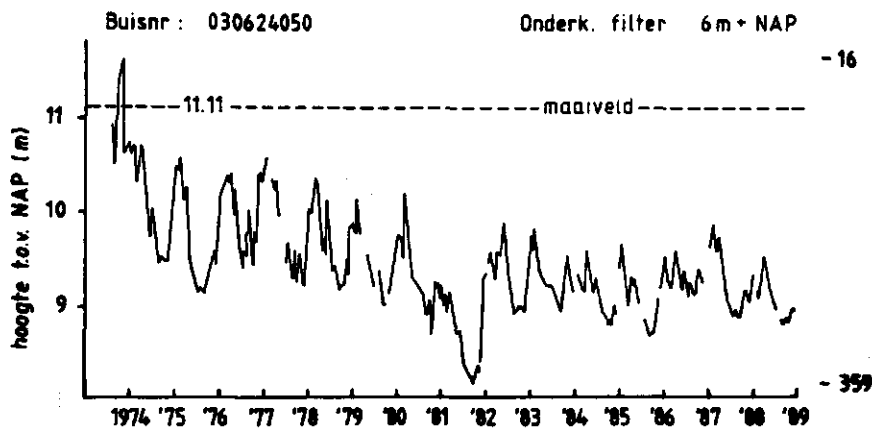


Figuur 4.13.b. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis Peppelensteeg, waar intensieve drainage vermoedelijk de oorzaak van de lagere grondwaterstanden is.

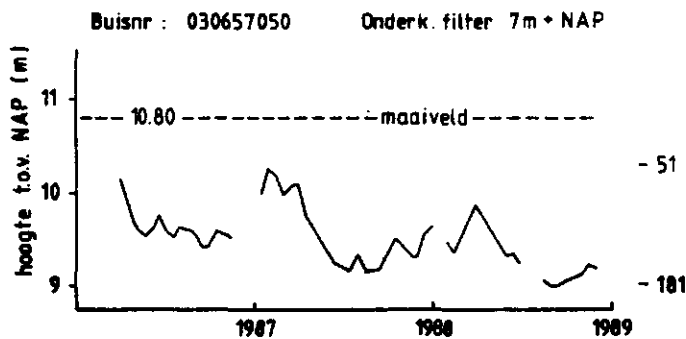
In 1977 en 1978 is in respectievelijk het noordelijke (De Velden) en het zuidelijke deel (De Beken) van wijk 0306 drainage aangelegd. De grondwaterstanden voor deze wijk zijn uitgezet in figuur 4.14.(a), (b) en (c). Peilbuis 0306-24 Liebeek, 4.14.(a), in het zuidwestelijk deel, vertoont een daling van de gemiddelde grondwaterstand vanaf 1978, zo dat vanaf 1980 geen waterstanden hoger dan 1 meter beneden maaiveld voorgekomen zijn. De drainage is echter niet overal even effectief: buis 57 (Veldbeeklaan, 4.14.(b)) en buis 58 (Saasveld, (c)), in het

noordelijke deel, laten over de periode '87 tot en met '89 grondwaterstanden zien, die gemiddeld 3 en 4 weken per jaar boven de 0.70 meter beneden maaiveld-grens uitkomen. In deze wijk zal de drainage (grondig) herzien moeten worden.

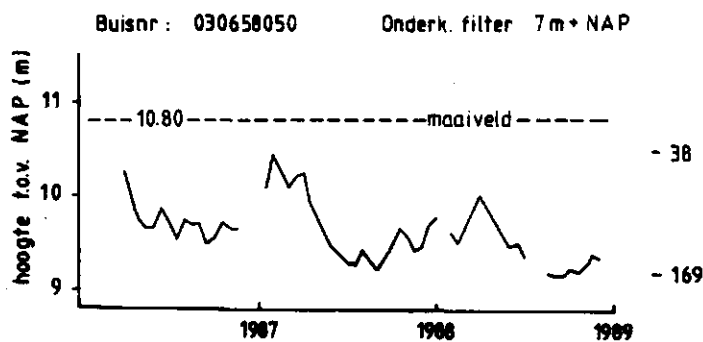
0306 - Liebeek



0306 - Veldbeeklaan



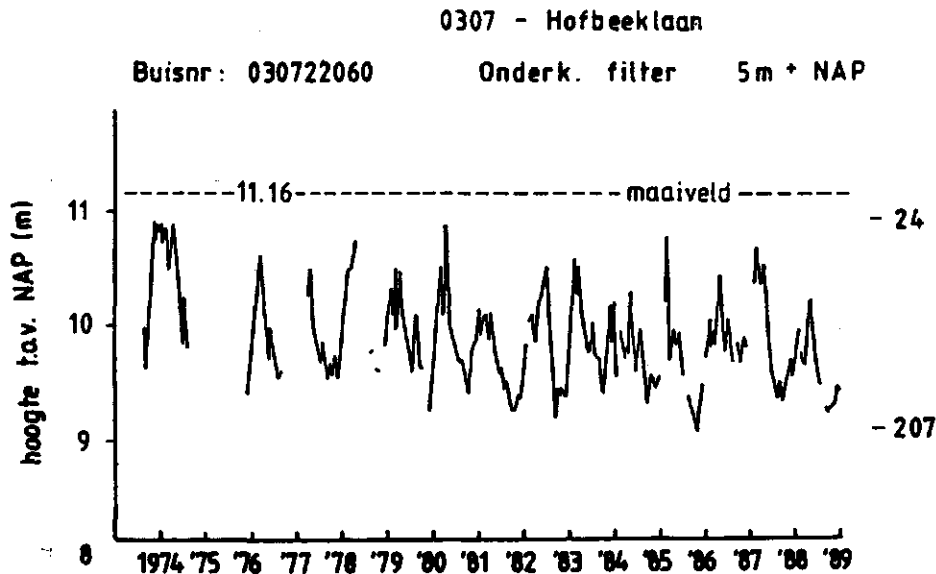
0306 - Saasveld.



Figuur 4.14.(a), (b) en (c). Het grondwaterstandverloop in wijk 0306 voor de peilbuizen Liebeek, Veldbeeklaan en Saasveld. Merk op, dat de drainage vanaf 1978 bij Liebeek voor een daling van de grondwaterstand zorgt. Bij de twee andere buizen is weinig van de invloed van drainage te merken.

In het noordelijk deel van wijk 0307 De Hoven is in 1976 drainage aangelegd. Het zuidelijk deel (Oosterhof e.o.) is in 1980 ontwaterd. Peilbuis 0307-22 Hofbeeklaan vertoont de ergste overlast in deze wijk: een overschrijding van het -0.70 meter-nivo gedurende 6 weken per jaar gemiddeld. Uit de tijdstijlhoogte-grafiek voor deze

buis is geen invloed van drainage te bemerken. Ook peilbuis 20 Nienhof (2 weken per jaar) en peilbuis 50-Hofbeeklaan (4 dagen per jaar) vertonen enige overschrijdingen van het -0.70 meter-nivo.

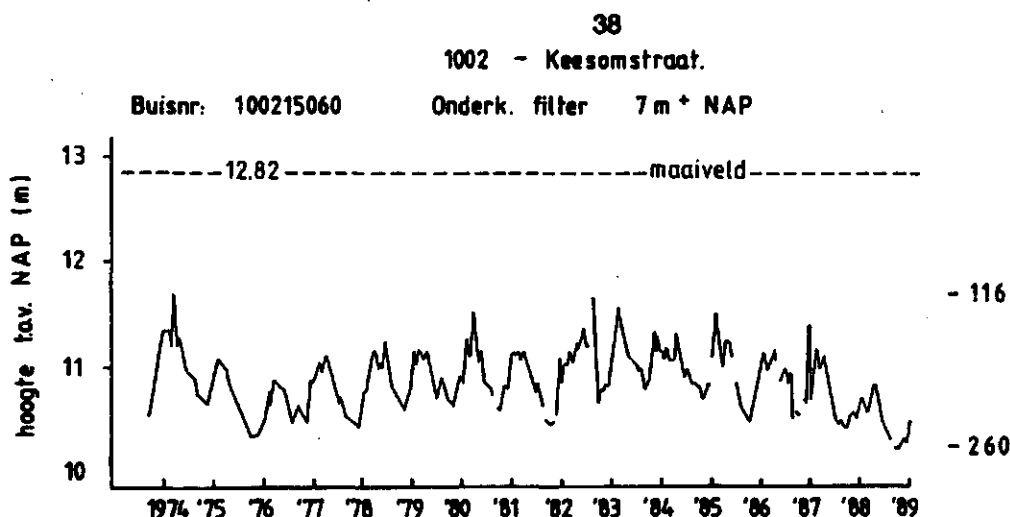


Figuur 4.15. Het grondwaterstandaverloop bij peilbuis Hofbeeklaan, buis 03070-22.

Ede-Zuidwest

In wijk 1001, Huigensstraat e.o., is in 1970 drainage aangelegd. Uit de beschikbare grondwaterstanden uit deze wijk blijkt, dat er tot op heden geen te hoge grondwaterstanden wijk opgetreden. De gemiddelde grondwaterstand bevindt zich op 2.30 beneden maaiveld, en als hoogste waarde is 1.60 m - maaiveld gemeten. Vermoedelijk is drainage in deze wijk niet nodig en functioneert het huidige drainagesysteem niet of nauwelijks.

In wijk 1002, Tooropstraat e.o., is in 1970 zo'n 700 meter drainage aangelegd. Uit de grondwaterstanden bij buis 1002-15 Keesomstraat (fig. 4.16.) en buis 19 Tooropstraat blijkt dat de hoogste voorgekomen standen rond de 1.25 beneden maaiveld liggen. Vermoedelijk functioneren de drains niet of nauwelijks vanwege de hoge leeftijd en de weinige malen dat deze drains water afvoeren. De ontwateringstoestand van deze wijk is op het ogenblik nog ruim voldoende. Na een periode van nog ca. 10 jaar zal het duidelijk worden of het nodig is de oude drains te vervangen, dan wel geen nieuwe drains meer aan te leggen.

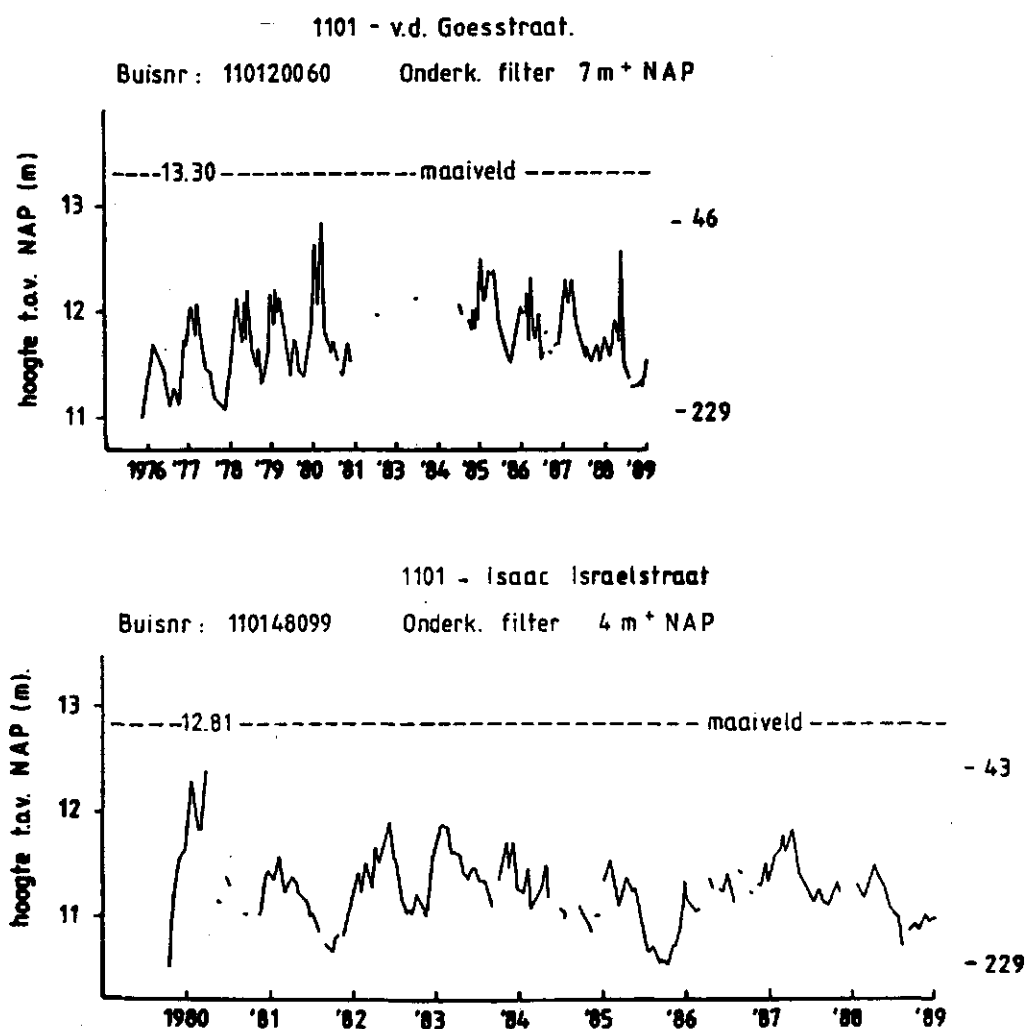


Figuur 4.16. Grondwaterstandsverloop in wijk 1002 volgens peilbuis 1002-15 Keesomstraat.

Wijk 1003, Diedenweg; Zandlaan, kent geen drainage. Peilbuis 1003-24 Zandlaan is de enige buis die te hoge grondwaterstanden kent: 5 à 6 weken per jaar boven de -0.70 m. Deze buis staat in een relatief laaggelegen weiland ten zuiden van de Praktijkschool voor Landbouwtechniek. In het huidige bebouwde deel van wijk 1003 is geen drainage nodig. Indien in het lager gelegen gedeelte gebouwd gaat worden, zullen wel ontwateringsmaatregelen genomen moeten worden.

Ede-Maandereng.

In de omgeving van de Jan de Beerstraat is in 1980 drainage aangelegd (wijk 1101 N). Deze wordt gevormd door verticale drainage en de zogenaamde 'groene vijver' aan de Jan Steenlaan. De overschrijdingen van het niveau van 0.70 m beneden maaiveld vallen voor de realisering van de groene vijver in 1988. Peilbuis 1101-20 v.d. Goesstraat, 21 v.d. Goesstraat en 48 Israelstraat (zie fig. 4.17.) tonen dat de grondwaterstand na aanleg van de drainage wel gedaald is, maar dat incidenteel plekken hoger dan 1.00 m - maaiveld voorkomen. Effecten van de vijver met verticale filters langs de Dreeslaan konden als gevolg van de late periode van aanleg (1988/1989) niet worden vastgesteld. Indien deze niet aanwezig mocht zijn is sprake van een krap ontworpen drainagestelsel en zal de werking regelmatig moeten worden gecontroleerd. Blijken de effecten duidelijk aanwezig, dan zijn voorlopig geen problemen te verwachten.



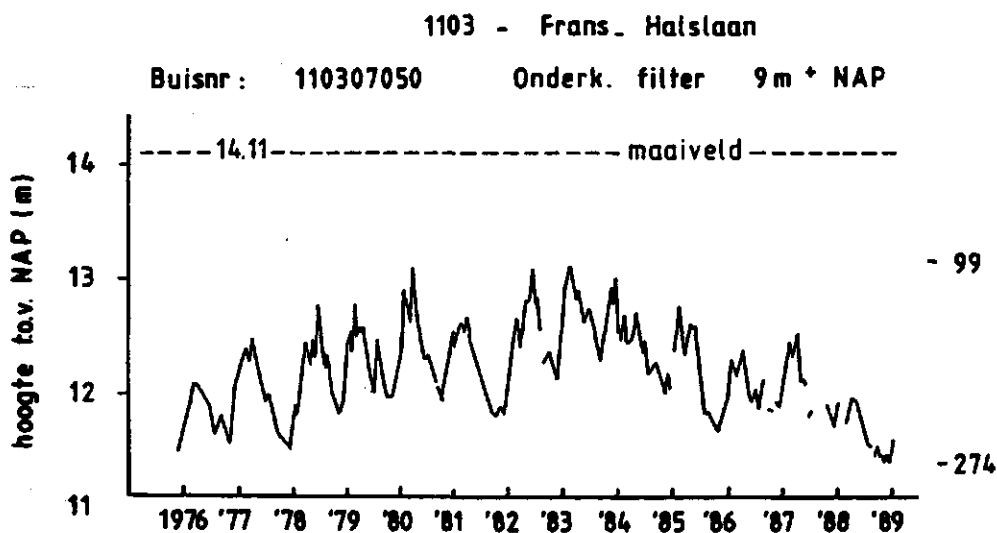
Figuur 4.17. De grondwaterstanden in Maandereng volgens de peilbuisen 1101-20 v.d. Goesstraat, (a) en 1101-48 Israelstraat, (b).

Het centrale deel van wijk 1101 (omgeving Israelstraat) is in 1985 aangelegd met drainage. Het zuidelijke deel (omgeving Jan Steenstraat) is in 1986 aangelegd. Ook voor deze delen geldt, dat hier van nature hoge waterstanden voorkomen, die door het drainagesysteem opgevangen moeten worden. De ontwateringsnorm van 0.70 meter beneden maaiveld wordt wel gehaald, maar de 1.00 meter-norm wordt 1 tot 3 weken per jaar overschreden. Dit relatief nieuwe drainagesysteem zal redelijk functioneren maar regelmatig onderhoud blijft geboden, tenzij ook hier het voorbehoud, gemaakt met betrekking tot de Van Goesstraat e.o. van toepassing blijkt te zijn: in dat geval zou het ontwateringssysteem ruim bemeten zijn.

Maandereng Oost (wijk 1102) is in 1983 aangelegd. Deze wijk ligt relatief hoger dan Maandereng-west. De waargenomen grondwaterstanden in deze wijk zijn tot nu toe

maar beperkt tot een periode van 1.5 jaar. Op grond van deze beperkte gegevens zijn er geen problematische grondwaterstanden in deze wijk geconstateerd.

Wijk 1103 Maandereng Zuid is in 1987 ontwaterd. Het open water aan de westzijde is later voorzien van een aantal verticale filters. Het effect van de aanleg van drainage is evident bij buis 1103-07 Frans Halslaan (fig. 4.18). Bij buis 47 Bovenbuurtweg is het effect van de drainage nauwelijks waar te nemen en komen nog steeds waterstanden van maximaal -1.10 meter ten opzicht van maaiveld voor.



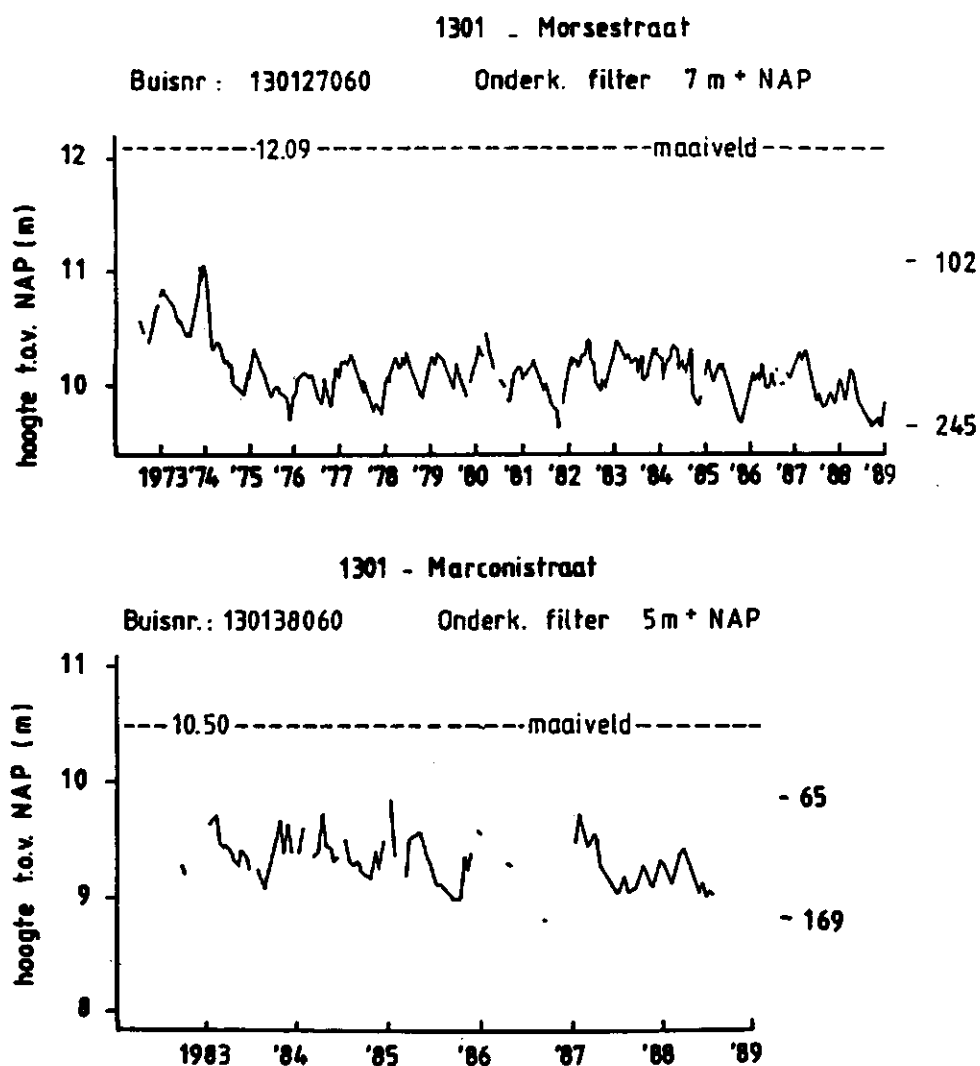
Figuur 4.18. Het effect van de aanleg van drainage in wijk 1103 (Maandereng-Zuid) op de grondwaterstand in de Frans Halslaan: peilbuis 1103-07.

Ede-Frankeneng/Rietkampen/Heestereng

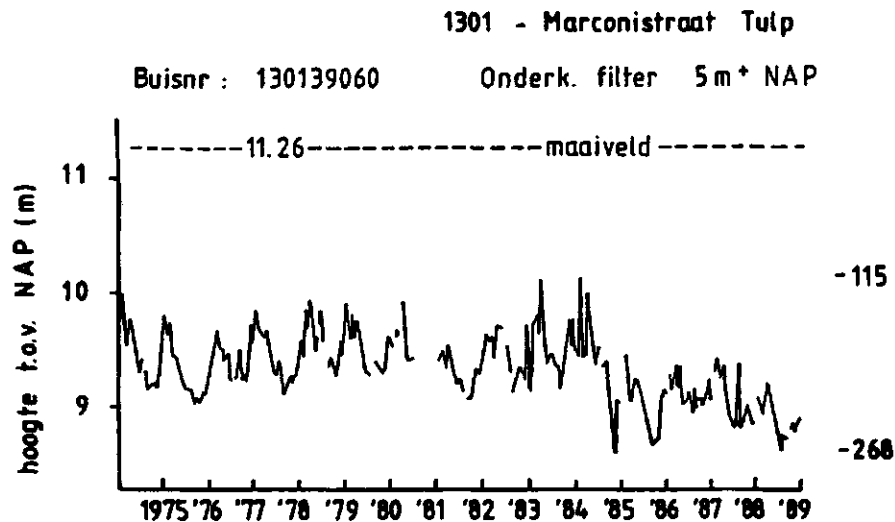
In 1975 is het oostelijk deel van Frankeneng (wijk 1301) ontwaterd. Het effect van deze ontwatering is duidelijk te zien aan peilbuis 1301-27 Morsestraat, waar het peil in dat jaar een halve meter daalt. De peilbuizen langs de Marconistraat en Frankeneng (Kok), de nummers 38, 39 en 40 tonen echter hogere grondwaterstanden: het peil boven de -1.00 meter wordt gemiddeld 2 tot 8 weken per jaar overschreden. Het peil boven de -0.70 meter wordt echter (vrijwel) niet overschreden.

De ontwatering in Frankeneng-west (Niels Bohrstraat), die in 1983 is aangelegd, draagt bij aan de verbeterde ontwatering van de Marconistraat. Na 1983 is de grondwaterstand daar zo'n halve meter gedaald.

In dit industriegebied zitten 2 belangrijke gebruikers van grondwater: Slachterij Stroomberg met een onttrekking van 778.000 m³ per jaar (1988) en NOBO banketbakkerij met een onttrekking van 98.000 m³ per jaar (1988). Beide bedrijven onttrekken uit het derde watervoerende pakket (dieper dan 35 meter -maaiveld). Deze onttrekkingen dragen (vrijwel) niet bij tot de ontwatering van dit gebied. De onttrekking van Stroomberg zorgt vermoedelijk voor een daling in het derde watervoerende pakket van zo'n 25 cm op een afstand van 100 meter. In de bovenliggende pakken zal vrijwel niets van deze daling gemerkt worden door de grote weerstand van de bovenliggende leemlaag (zie hoofdstuk 5).

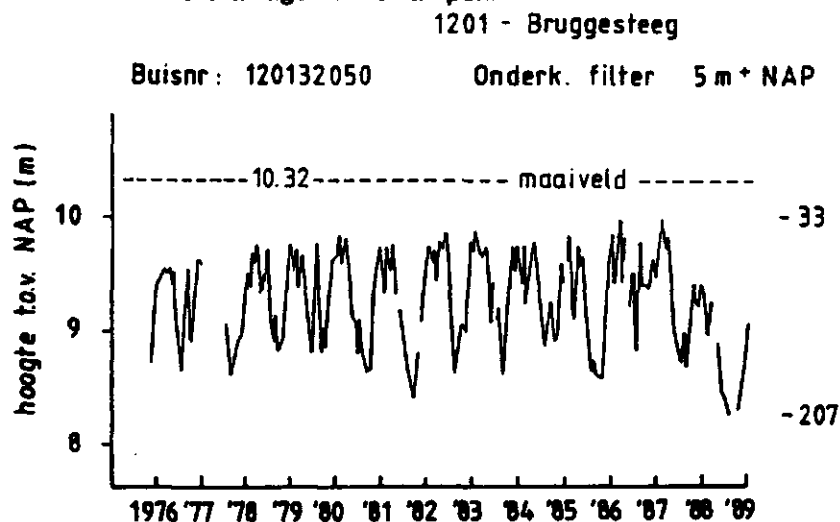


Figuur 4.19. De grondwaterstanden in oostelijk Frankeneng (1301): a. in de Morsestraat (1301-27) is het peil in 1975 een halve meter gedaald. b. In de Marconistraat (1301-38) blijven de grondwaterstanden relatief hoog maar komen niet boven de ontwateringsnorm.



Figuur 4.19.(c) Het effect van de aangelegde singels in 1985 is duidelijk te zien aan de grondwaterstanden van buis 1301-39 Marconistraat Tulp.

Heestereng (wijk 1302) en Rietkampen (wijk 1201) zijn nog in aanleg en hebben in 1987 tot en met 1989 een deel van de ontwatering gekregen. Deze ontwatering bestaat uit singels met een gemiddelde onderlinge afstand van ruim 300 m. Tussen twee opeenvolgende singels wordt aanvullende verticale drainage gerealiseerd. Na realisering zal het gebied naar verwachting geen ontwateringsprobleem hebben. Het effect van de singels is soms niet of nauwelijks en soms duidelijk terug te vinden in de peilbuizen. Zie bij voorbeeld peilbuis 1201-32 Bruggesteeg na 1988 (fig. 4.20.). De daling op deze buis na 1988 kan te maken hebben met de aanleg van verticale drainage in Rietkampen.

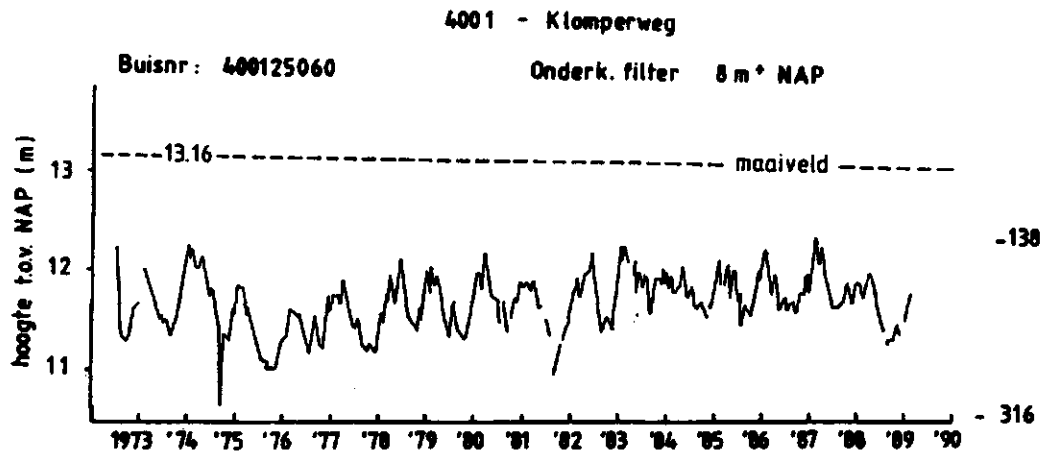


Figuur 4.20. Het grondwaterstandsverloop in de Rietkampen volgens peilbuis 1201-32 Bruggesteeg. Invloed van de aanleg van ontwateringsmiddelen na 1988 is leidt tot een verlaging van de hoogste stand van zo'n 40 cm.

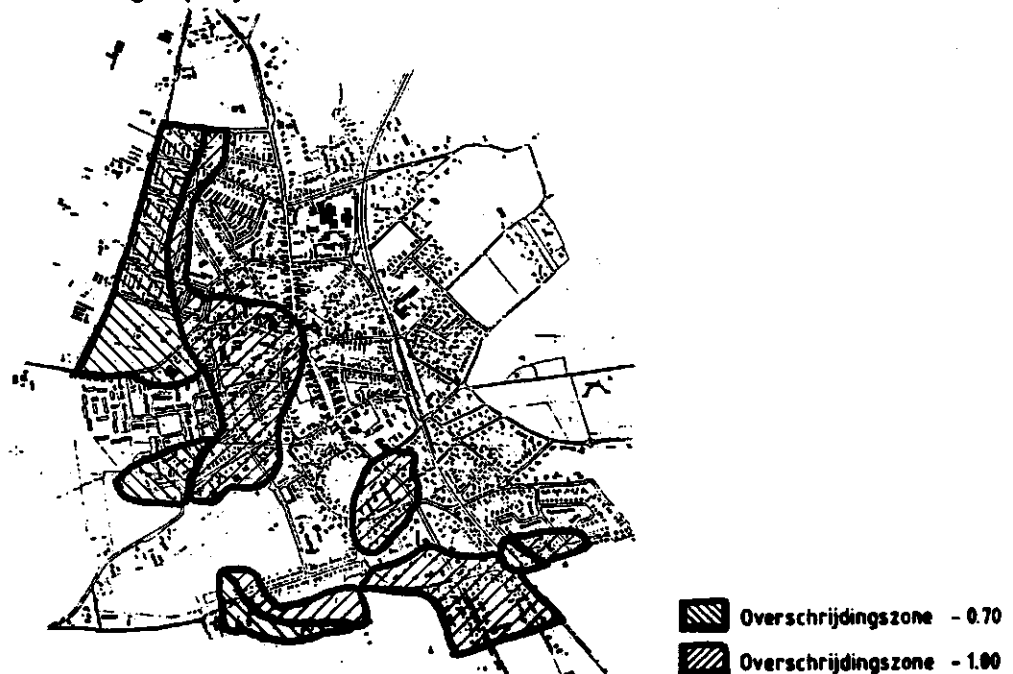
4.3.3. Lunteren

Het dorpsgebied van Lunteren kent nauwelijks ontwatering. In de periode 1975 tot 1979 is voor zo'n 250 meter horizontale drainage aangelegd in Marterlaan, Reeënlaan en Everlaan. Na 1984 is nog een deel in de Everlaan aangelegd, en verder 350 meter ring-drainage in de Hindelaan en 120 meter drain tussen de Klomperweg en de Hindelaan. In 1989 is verticale drainage aangelegd in het industrieterrein De Stroet.

Uit de 1.5 jaar waarnemingen bij Reeënlaan en Hermelijnlaan blijkt, dat de ontwatering krap, maar voldoende is. De peilbuizen 4001-23 Julianastraat, -25 Klomperweg, en 4002-26 Postweg (allen in het westelijk deel van Lunteren) tonen een overschrijding van respectievelijk 2, 18 en 8 dagen per jaar van het -0.70 meter-nivo: niet zeer verontrustend, maar wel een aanduiding dat de ontwatering van het westelijk deel het dorp niet optimaal is. Zie figuur 4.21.



Figuur 4.21. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 4001-25 Klomperweg in Lunteren. Gemiddelde overschrijding van het -0.70 meternivo is 18 dagen per jaar.



Figuur 4.22. De overschrijdingszones voor Lunteren

De bovengrenzen van het gebied met overschrijdingen van de grondwaterstand van 0.70, resp. 1.00 m beneden maaiveld zijn aangegeven in fig. 4.22. De situatie in Lunteren is van alle woonkernen in de gemeente Ede het meest gecompliceerd. Dit hangt wellicht samen met de ligging aan het eind van het resterende deel van de stuwwal van de eerste landijsuitbreiding in het Saalien, op de "hoek" van het Bekken van Otterlo. Mogelijk zijn scheefgestelde kleilagen in de stuwwal mede debet aan de situatie; zeker is dit echter niet. De grondwaterstanden worden sterk beïnvloed door de fluctuaties van de waterstand van de stuwwal. Hierdoor, en door de specifieke geologische omstandigheden bij Lunteren, is het aanleggen van meer drainage erg duur en weinig effectief. Aanbevolen wordt om de voorkomende problemen op kleine schaal aan te pakken: blok- of ringdrainage.

Ontwateringsmaatregelen in het westelijk deel van Lunteren zijn gewenst, doch niet zo urgent als in sommige andere gebieden van de gemeente Ede.

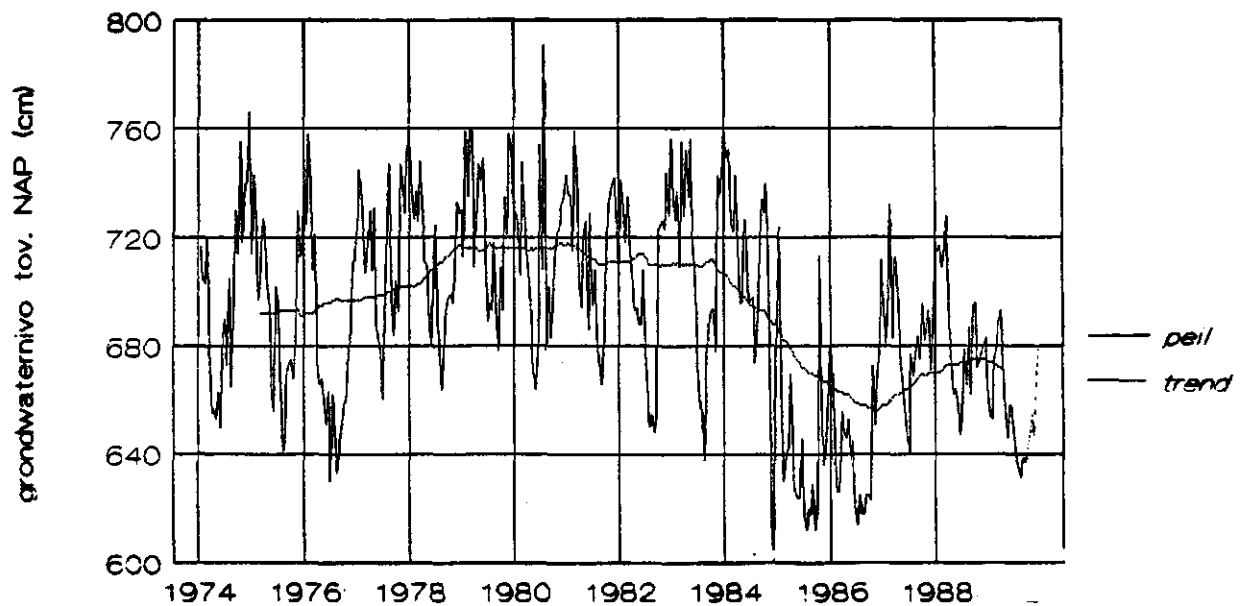
4.3.4. Ederveen

Het dorp Ederveen valt in zijn geheel in het gebied waar overschrijdingen van een grondwaterstand van 0.70 m beneden maaiveld voorkomen. De overschrijdingsfrequenties zijn zeer hoog: 100-200 dagen per jaar. De grondwaterstand stijgt af en toe tot bijna aan maaiveld. De grondwateroverlast in Ederveen heeft weinig te maken met aanvoer uit de Veluwe. De grondwaterspiegel in het gebied is van nature hoog en de toestand is nog verergerd doordat het Ederveen in de laatste decennia van een lintdorp is uitgebouwd tot een komdorp, waarbij sloten die dienst deden als ontwateringsmiddel zijn verdwenen en niet of in geringe mate vervangen door iets anders.

In Ederveen is in 1970 120 meter drain aangelegd in De Zicht. Deze leiding functioneert inmiddels niet meer. In 1977 is 600 meter leiding aangelegd in Hootsenstraat, Sneeuwbes-, Jasmijn- en een deel van Hortensiastraat. In 1983 is 450 meter drain aangelegd in het westelijk deel van Goudenregenstraat en in De Zicht. Het effect van deze drainagemaatregelen is vermoedelijk zeer lokaal, omdat bij geen van de peilbuizen een verlaging tot onder het -1.00 meter-nivo is waar te nemen.

Voor Ederveen heeft horizontale drainage weinig zin, vanwege het geringe uitstralingseffect van de horizontale drains. In 1984 is een systeem met verticale filters rondom het Hootsenplein aangelegd; het eerste in de gemeente Ede. Daar en in de nabije omgeving is sindsdien een duidelijke verbetering opgetreden. Op een peilbuis in de Azaleastraat is na 1984 het peil van 0.70 m beneden maaiveld

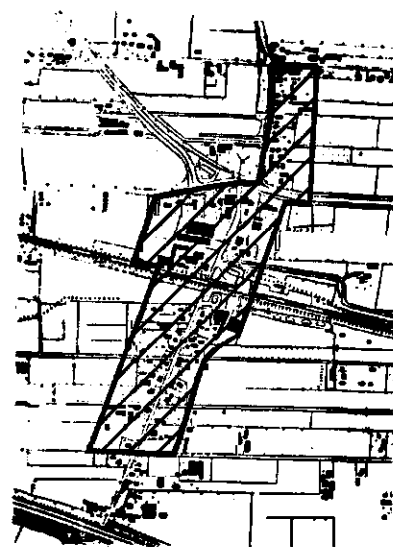
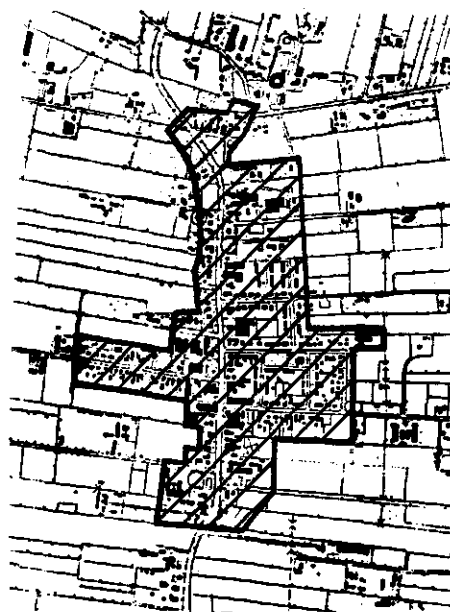
nog twee keer bereikt, terwijl voordien het gemiddelde peil maar weinig dieper lag dan 0.70 m -mv. Zie ook de grondwaterstands-grafieken van de buizen 5001-04 en -05 Hortensiastraat, -15 Sneeuwbes en -17 Azaleastraat (fig. 4.23.).



Figuur 4.23. De grondwaterstanden te Ederveen, Azaleastraat. Merk op, dat de verticale drainage sinds 1984 voor een daling van de grondwaterstand gezorgd heeft.

Naast de verticale filters is er in 1984 ook nog 150 meter horizontale drain aangelegd in het oostelijk deel van Goudenregen. In 1988 is 150 meter drain aangelegd in Smidstraat.

Een groot deel van Ederveen heeft dus wel drainage van redelijk recente datum, maar deze drainage voldoet niet aan de ontwateringsnorm. De gemiddelde overschrijding van het -0.70 meter-nivo van 18 peilbuizen bedraagt 125 dagen per jaar. Om wel aan deze norm te voldoen zal gelet op de ervaringen een drainagesysteem met verticale filters aangelegd moeten worden. Gezien de hoge grondwaterstanden en de frequentie waarmee deze voorkomen, heeft vervanging / vernieuwing van het drainagesetel in Ederveen de hoogste prioriteit. Figuur 4.24. geeft een overzicht van de gebieden en Ederveen waar op korte termijn dit stelsel vernieuwd moet worden.



Figuur 4.24. De overschrijdingszones voor Ederveen, en **figuur 4.25,** de vermoedelijke overschrijfingszones voor De Klomp.

4.3.5. De Klomp

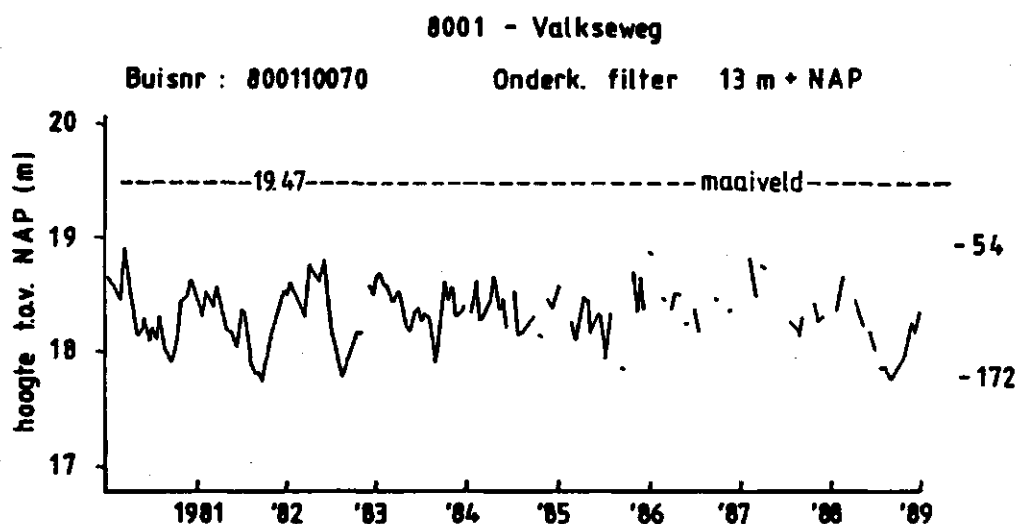
De Klomp heeft geen drainage. Grondwatergegevens voor De Klomp zijn schaars: de vakgroep Hydrologie van de Landbouwniversiteit Wageningen heeft anderhalf jaar meetgegevens beschikbaar. Aan de hand van grondwaterstanden te Ederveen is gepoogd om de grondwaterstanden voor een langere periode te herleiden. Op grond van deze reconstructie en de lokale hoogte van het maaiveld kan een ruwe schatting gemaakt worden van de overschrijding van de ontwateringsnorm. In De Klomp zou dan gemiddeld zo'n 2 weken per jaar de -0.70 meter-norm worden overschreden en voor zo'n 10 weken per jaar de -1.00 meter-norm (zie fig. 4.25.). Ook omdat De Klomp niet is uitgebouwd tot een komdorp, mag ook worden aangenomen dat de situatie er wat minder ernstig is dan in Ederveen. Zekerheidshalve zouden op niet te lange termijn drainage-maatregelen moeten worden genomen en/of nader onderzoek moeten worden uitgevoerd. Met het regelmatig waarnemen van de grondwaterstand zal zo snel mogelijk begonnen moeten worden.

4.3.6. Wekerom

Rondom 1967 is drainage aangelegd in de Edeseweg. Deze is met 23 levensjaren de oudste drainage in de gemeente Ede. Pas in 1982 en in 1985 is Wekerom verder gedraineerd: in De Riemt, De Ring en Dorpsplein en een dwars-streng onder percelen tussen de Wejersweg en de Edeseweg. Uit de onderhoudsrapporten blijkt

dat de drainage nog al wat problemen kent. De Edeseweg is regelmatig verstoord geraakt door graafwerkzaamheden. Deze verstoppingen zijn hersteld. De Dorpsplein-drainage blijkt niet aangesloten te zijn op verdere afwateringssystemen. De leiding tussen de Ring en Edeseweg kan niet doorgespoten worden en functioneert slecht.

Het functioneren van drainage kan afgeleid worden van de grondwaterstanden. Wat de ontwateringstoestand betreft moet geconstateerd worden dat de grondwatergegevens erg onvolledig zijn: een kwart van de meetdata ontbreekt. Desondanks is het mogelijk een beeld van de grondwateroverlast te krijgen. Gemiddeld komt in Wekerom 8 weken per jaar een waterstand hoger dan -0.70 meter voor, met uitschieters naar 20 weken (buis 8001-02 Evinkweg). Figuur 4.26. toont de grondwaterstand in buis 8001-10 Valkseweg, omdat dit de meest complete reeks van waarnemingen is. Ook De Riemt, waar pas recent drainage aangelegd is, heeft 4 tot 9 weken per jaar last van te hoge grondwaterstanden. Uit onderhoudsrapporten blijkt ook dat de aanleg en het onderhoud van de drains in De Riemt problematisch is.



Figuur 4.26. Het grondwaterstandsverloop bij peilbuis 8001-10 Valkseweg, Wekerom.

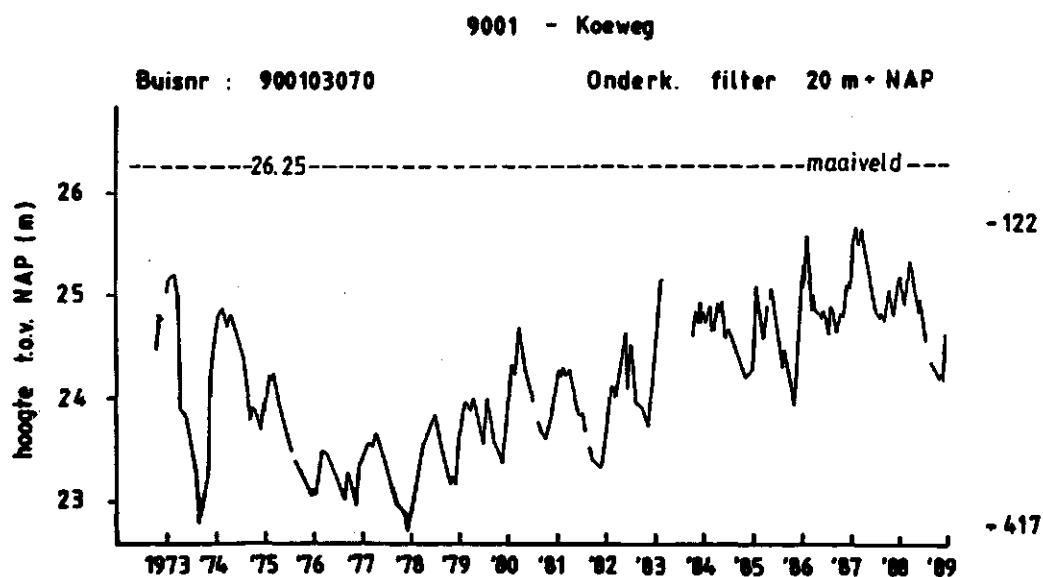
Duidelijk is, dat aanleg van een ontwateringssysteem in het grootste deel van het dorp Wekerom als noodzakelijk kan worden aangemerkt. De overschrijdingzone-kaart bestrijkt dan ook het hele dorp Wekerom (fig. 4.27.)



Figuur 4.27. De overschrijdingszone voor Wekerom

4.3.7. Otterlo

De situatie in Otterlo is zeer bijzonder. Het dorp ligt geheel binnen het beïnvloedingsgebied van de stuwwal. Slechts in het zuidwesten valt over de laatste 15 jaar enige overschrijding van het peil van 1.00 m beneden maaiveld te constateren. Sinds 1978 is echter de gemiddelde grondwaterstand met ongeveer anderhalve meter gestegen. De overschrijdingen van het 1 m-niveau zijn dan ook van de laatste jaren. Na de droge jaren 1988 en 1989 lijkt een licht dalende tendens te zijn ingezet. Niettemin dient men ermee rekening te houden, dat de grondwaterstand in Otterlo hoger kan stijgen dan in 1987-88, toen de hoogste standen van de laatste jaren optraden. Figuur 4.28. toont de grondwaterstanden voor de peilbuis aan de Koeweg (9001-03) voor de periode 1973 tot 1980. In de jaren '60 bv. zijn nog hogere standen opgetreden. In 1967 kwam zelfs een deel van de weg Otterlo-Arnhem blank te staan. Een ontwateringssysteem in Otterlo zal dus maar sporadisch hoeven te werken (bv. eens in de 20 jaar), maar dan wel gedurende vrij lange tijd. Het is daarom zeer de vraag, of aanleg daarvan gewenst is. Bovendien is de geohydrologische situatie in Otterlo dusdanig, dat om een redelijke verlaging van de grondwaterspiegel te realiseren, zeer veel water zal moeten worden afgevoerd.

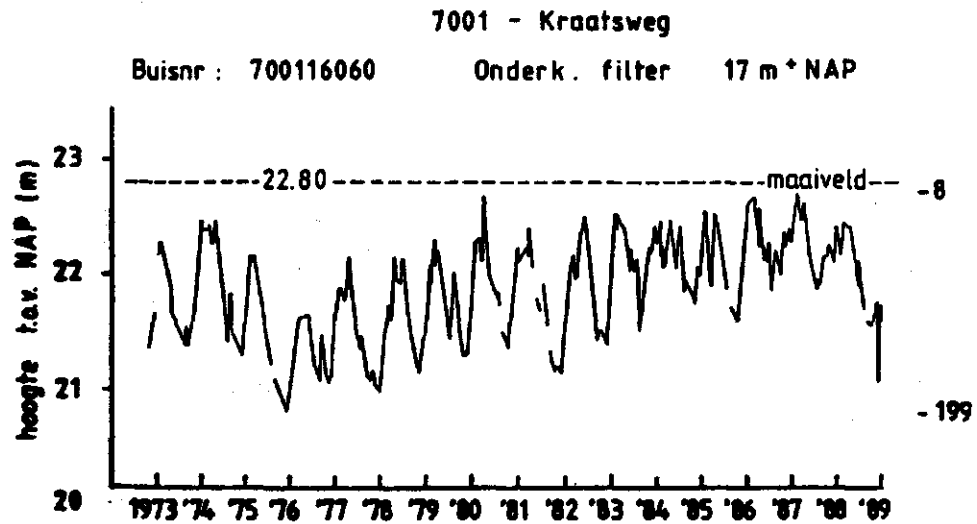


Figuur 4.28. Het grondwaterstandsverloop in peilbuis 9001-03 Koeweg, Otterlo. Het verschil tussen de laagste stand (zomer 1978) en de hoogste stand (winter 1988) bedraagt 2,5 meter.

Wellicht is het daarom voor wat betreft Otterlo verkieslijker om grondwateroverlast te beperken door het aanpassen van bouwvoorschriften voor dit dorp. Met name aanleg van kruipruimten en niet waterdichte kelders dient te worden voorkomen.

4.3.8. Harskamp

Het gehele gebied van Harskamp kent overschrijdingen van de grondwaterstand van 0.70 m beneden maaiveld. De gemiddelde overschrijdingsduur is zo'n 5 weken per jaar. Het grondwaterregime in Harskamp wordt net als in Otterlo in sterke mate bepaald door het grondwaterstandsverloop op de Veluwe. Sinds 1978, toen de laagste gemeten standen voorkwamen is de gemiddelde grondwaterspiegel in de oostelijke helft van Harskamp met meer dan een meter gestegen. In het westelijk deel is de stijging beperkt tot enkele decimeters, maar daar ligt de grondwaterspiegel gemiddeld toch al dicht bij het oppervlak dan in het oosten. De overschrijdingsfrequentie van het peil van 0.70 m -mv is er dan ook het grootst. Zie bij voorbeeld peilbuis 7001-16 Kraatsweg, waar gemiddeld gedurende 10 weken per jaar een grondwaterstand boven de -0.70 meter voorkomt (fig. 4.29.). Het hele dorp heeft in mindere of meerdere mate last van een te hoge grondwaterstand (fig. 4.30).



Figuur 4.29. Het grondwaterstandsverloop voor peilbuis 7001-16 bij Kraatsweg, Harskamp. Gemiddelde overschrijding van het -0.70 meternivo bedraagt 73 dagen per jaar.

In Harskamp is in het noorden en zuidwesten enige horizontale drainage aanwezig: in 1980 is ca. 200 meter drainage aangelegd in Harskampereng en Ruttenbeeklaan en in 1983 is 140 meter aangelegd tussen het woonwagenkamp aan de Molenstraat tot aan de ontwateringssloot aan de Molenweg. In het noordoosten wordt een kleine recente nieuwbouwwijk (Ruttenbeeklaan c.a.) ontwaterd d.m.v. een vijver en uitbreiding van de drain in 1989. Over de werking van deze horizontale drainage valt slechts op te merken, dat deze **blijkbaar te weinig invloed heeft om grotere delen van het dorp droog te houden in natte tijden.**



Figuur 4.30. De overschrijdingszone voor Harskamp

Verbetering van de ontwatering van het dorp Harskamp door het aanbrengen van verticale filters mag als wenselijk worden aangeduid.

4.4. Knelpunten

De situatie in Ederveen en waarschijnlijk in wat mindere mate die in de Klomp is voor wat betreft de grondwateroverlast het ernstigste knelpunt in de gemeente Ede.

Verbetering van de ontwateringssituatie is eveneens urgent in Wekerom.

De situatie in het noordwestelijk deel van Ede-Veldhuizen behoeft duidelijk verbetering. Het daar aangelegde ontwateringsstelsel werkt niet of onvoldoende, wellicht met uitzondering van het meest recent aangelegde westelijke deel van het gebied. Ook het gebied langs de Wildekamp in Bennekom hoort bij deze categorie.

Wat minder ernstig, maar wel verbetering behoevend is de situatie in Harskamp. Hetzelfde geldt -wellicht in nog iets mindere mate- voor het westen van Lunteren.

In het dorp Otterlo tenslotte zal ruwweg gemiddeld eens in de 20 jaar gedurende een half of een heel jaar grondwateroverlast kunnen optreden. Of die met ontwateringsmiddelen moet worden bestreden is zeer de vraag: tegen de tijd dat ze moeten werken, zijn ze mogelijk al onwerkzaam geworden.

5. GEOHYDROLOGIE

5.1. Voeding en afstroming van grondwater

Grondwater wordt gevoed door neerslag. Het deel van de neerslag dat niet verdampt of via verhard oppervlak wordt afgevoerd, komt in het grondwater terecht. Het wordt neerslagoverschot genoemd. Het neerslagoverschot in de gemeente Ede ligt buiten gebieden met verhard oppervlak rond de 300 mm/jaar. Bij aanwezigheid van een ont- en afwateringsstelsel zal het grootste deel van het neerslagoverschot via dat systeem afstromen. Bij afwezigheid ervan vindt afstroming vrijwel uitsluitend plaats via de bodem, mits het doorlaatvermogen daarvoor groot genoeg is. Op de Veluwe is het laatste het geval.

In het relatief hooggelegen oostelijk deel van de gemeente Ede (Veluwe) is dus geen afwateringssysteem, in het lager gelegen westelijk deel (Gelderse Vallei) wel. In waterstaatkundige termen spreekt men ook wel van gebieden met zichtbare en onzichtbare afwatering (de term "afwatering" wordt dan in een iets andere betekenis gebruikt dan in de eerder gegeven definitie!). De grondwaterstand in de Gelderse Vallei is als gevolg van de daar plaatsvindende afvoer via oppervlaktewater lager dan die op de Veluwe. Er is daarom een stroming van grondwater van de Veluwe naar de Gelderse Vallei, die ruwweg ongeveer van oost naar west is gericht.

De bebouwde kernen van de gemeente Ede liggen op drie (Ederveen, De Klomp en Wekerom) na op de overgang van onzichtbare naar zichtbare afwatering. Behalve door neerslag wordt in de overige vijf (Bennekom, Ede, Lunteren, Otterlo en Harskamp) het grondwater dus ook gevoed door zijdelingse aanvoer van de Veluwe. Dit heeft consequenties voor het grondwaterregime ter plaatse. Waar nodig, wordt daarop teruggekomen.

De wijze van afstroming van grondwater van de Veluwe wordt mede bepaald door de geologische gesteldheid, in het bijzonder de afwisseling van goed en slecht doorlatende lagen. Deze afwisseling is ook van belang voor de aard en de dimensionering van de in te zetten ontwateringsmiddelen. De hydrogeologie van de gemeente Ede zal daarom globaal worden behandeld. Vervolgens komt de geohydrologische schematisering (indeling in watervoerende en afsluitende lagen) aan de orde. Deze laatste wordt per woonkern uitgewerkt.

5.2. Beknopte hydrogeologie van de gemeente Ede

De onderkant van de als watervoerend aan te merken lagen wordt gevormd door fijnzandige slibhoudende tot kleilige afzettingen van de zee. De bovenkant ervan helt af naar het nno. Bij Bennekom ligt deze op ca. NAP-130 m en bij Harskamp op ca. NAP-190 m [Verbraeck, 1984; Rijks Geologische Dienst, 1974]. De afzettingen behoren tot de Formatie van Oosterhout en dateren uit het Pliocene (Laat-Tertiair). Ze zijn gevormd onder een warm klimaat.

De overgang van Tertiair naar Kwartair ging gepaard met een daling van de temperatuur. Door de vorming van ijskappen daalde de zeespiegel en verdween de zee geheel of grotendeels uit het gebied dat nu Nederland is. De aanvoer van sediment werd overgenomen door rivieren. Voordat het zover was, werd in een ondiepe zee materiaal afgezet dat in het algemeen wat grover van samenstelling is dan de F. van Oosterhout. Het staat bekend als de Formatie van Maassluis. Deze formatie is ca. 20 m dik en ligt op de F. van Oosterhout.

Op de F. van Maassluis is een dik pakket rivierafzettingen gesedimenteerd. Het is grotendeels grof van samenstelling, maar bevat enkele kleilagen die plaatselijk van belang zijn voor de grondwaterstroming. De dikte is in Bennekom ongeveer 80 m, bij Harskamp ca. 120 m. Binnen het pakket wordt een aantal eenheden (formaties) van verschillende herkomst onderscheiden. De belangrijkste in geohydrologisch opzicht is de Formatie van Harderwijk. Deze omvat, behalve een kleilaag in het onderste deel die mogelijk niet aaneengesloten voorkomt [Houtman, 1985], voornamelijk grove zanden met een hoge doorlatendheid. De dikte van de F. van Harderwijk is daarom in hoge mate bepalend voor het doorlaatvermogen van het totale pakket aan rivierafzettingen. Ter hoogte van Bennekom bedraagt deze ca. 40 m; tussen Ede en Lunteren ca. 80 m [Verbraeck, 1984]; richting Harskamp wellicht nog iets meer.

De vorm van het gebied zoals we dat nu kennen is in grote lijnen bepaald door gebeurtenissen in de voorlaatste ijstijd, het Saalien. Het Scandinavische landijs breidde zich in die periode uit tot over de noordelijke helft van het huidige Nederland. Langs de rand van het landijsgebied vloeide het ijs uit in gletsjertongen die diepe bekkens vormden. Het uit deze bekkens frontaal en zijdelings weggedrukte materiaal werd neergelegd in zg. stuwwallen. De huidige Gelderse Vallei is ontstaan als zo'n bekken. De bijbehorende stuwwallen zijn de Utrechtse Heuvelrug en de stuwwal van Lunteren tot Wageningen. Laatstgenoemde stuwwal loopt bij Lunteren niet verder naar het noorden door. Dat is het gevolg van een latere landijsuitbreiding gedurende dezelfde ijstijd. Tijdens die uitbreiding werd door een nieuwe gletsjertong het bekken van Otterlo gevormd. Dit bekken wordt in het

zuiden en oosten begrensd door resp. de stuwwal van Oud-Reemst en die van Kootwijk.

De stuwwallen op de Veluwe bestaan dus hoofdzakelijk uit rivierafzettingen die oorspronkelijk in de huidige aangrenzende lagere gebieden zijn gevormd en zijn verplaatst als gevolg van de beweging van het Saalien-landijs. Dit materiaal is door zijn oorsprong overwegend goed doorlatend. Het ligt op niet verplaatst materiaal van dezelfde oorsprong. Het stuwwalgebied van de Veluwe bestaat daarom uit een zeer dik pakket goed doorlatend materiaal. Dit is de hoofdoorzaak van het feit, dat het neerslagoverschot van de Veluwe voor het overgrote deel ondergonds afstroomt naar de aangrenzende lagere gebieden; het doorlaatvermogen is -op enkele locale, niet in de gemeente Ede voorkomende uitzonderingen na- ruimschoots voldoende om het huidige neerslagoverschot van de Veluwe als grondwater af te voeren.

Bij de afsmelting van het landijs ontstond in het zuidelijk deel van de Gelderse Vallei vermoedelijk gedurende enige tijd een smeltwatermeer. Op de bodem daarvan bezonk fijn materiaal. Dit materiaal is in het gebied ten w van Ede en Bennekom terug te vinden als een weinig doorlatende klei- en leemlaag, doorgaans tot ca. 6 m dik. De bovenkant ligt op een diepte van NAP-20 tot NAP-25 m [Verbraeck, 1984]. Plaatselijk, vooral ten w van Bennekom, kan de laag tot 15 m dik zijn; vermoedelijk bestaan daar alleen de bovenste meters uit deze zg. bekkenleem en bestaat het onderste deel uit klei, ouder dan Saalien (Formatie van Kedichem). Ter hoogte van Ede en zuidelijker komt de bekkenleem in het Valleigebied als een aaneengesloten pakket voor, verder noordelijk en in het grootste deel van het Bekken van Otterlo is dat niet het geval. [Houtman, 1985; Meinardi, 1978]. In laatstgenoemde gebieden is hij daarom in geohydrologische zin van weinig betekenis. Bovenop dit klei- en leempakket laag ligt een ca. 10 m dikke laag van grovere, vrij goed doorlatende afzettingen van verschillende herkomst die in een later deel van het Saalien zijn ontstaan.

In een gebied rond Harskamp en oostelijker ligt op ca. NAP-30 m en dieper een pakket klei en leem van 8-10 m dik, dat waarschijnlijk eenzelfde ontstaanswijze heeft als de bekkenleem in de Gelderse Vallei [Aelmans, F.G. 1975; Hettinga, et.al., 1989]. Of de laag onder Harskamp zelf voorkwam was bij het begin van het onderzoek niet bekend. In het kader van het aanvullend onderzoek is de laag aangeboord bij de voorbereiding van de pompproef nabij de Ruttenbeeklaan en bij een boring aan de westzijde van het dorp. Aangenomen mag daarom worden, dat de laag zich onder het hele dorp uitstrekt. Gezien dikte en samenstelling moet de laag een aanzienlijke verticale weerstand hebben.

De afzettingen uit het Saalien worden gerekend tot de Formatie van Drente. Deze afzettingen -zowel de slecht als de goed doorlatende- kunnen i.v.m. het ontwerp van ontwateringssystemen van essentieel belang zijn, zoals verderop zal blijken.

De periode na het Saalien, het Eemien, was gemiddeld genomen een betrekkelijk warme periode; voor een deel zelfs warmer dan het huidige klimaat. Daardoor smolten de ijskappen op de polen een eindweegs af en steeg de zeespiegel. De zee drong de slechts deels opgevulde gletsjertongbekkens binnen. De meest zuidelijke uitbreiding van deze Eemzee ligt in een betrekkelijk smal gebied tussen Ede en Veenendaal, iets ten z. van de huidige A12 [Verbraeck, 1984]. In deze zee werd bovenop een laag relatief grof schelphoudend zand klei afgezet. De dikte van deze kleilaag varieert in de gemeente Ede van ca. 2 tot 8 meter. De bovenkant ligt op ca. NAP-7 m [Van der Schaaf, et.al., 1990]. Deze kleilaag fungeert in het centrale deel van de Gelderse Vallei als afsluitende laag en is om die reden van belang bij het ontwerp van ontwateringssystemen in dat gebied.

Buiten de rechtstreekse invloed van de Eemzee zijn afzettingen gevormd, bestaande uit relatief fijne zanden, veenlagen en lokale kleilagen. Deze afzettingen komen voor in het gehele Valleigebied. In het gebied ten w van Bennekom en in een enkele km brede zone ten o en ten w van het gebied met in zee gevormde Eemklei zijn het de enige in het Eemien gevormde lagen. In het Bekken van Otterlo komt op ca. NAP-3 m en dieper een vermoedelijk aaneengesloten laag sterk kleihoudend materiaal van enkele meters dik voor. Dat is enkele m hoger dan de zeeklei in het eigenlijke Gelderse Valleibekken. Gezien onder meer deze hoogteligging gaat het vermoedelijk niet om een zeeafzetting. De werkelijke ontstaanswijze is niet geheel duidelijk.

Alle afzettingen van het Eemien worden gerekend tot de Eemformatie. De niet onder direkte invloed van de zee gevormde afzettingen worden meestal aangeduid met de term "continentaal", de andere met "marien".

Op de Eemformatie ligt de Formatie van Twente. De formatie omvat afzettingen uit de laatste ijstijd, het Weichselien. Deze ijstijd eindigde ca. 10000 jaar geleden. In het Weichselien bereikte het landijs Nederland niet. De uit deze periode daterende afzettingen bestaan uit verspoeld materiaal van plaatselijke herkomst, windafzettingen (vooral zg. dekzand) en veen. Laatstgenoemd materiaal ontstond in warmere tussenperiodes. Het materiaal is relatief fijnkorrelig, het zand vooral onderin veelal enigszins humeus. De grens met de eronder liggende Eemafzettingen is zonder gebruikmaking van geavanceerde dateringsmethoden zelden precies aan te geven.

De onderste lagen van de F. van Twente bevatten vaak leemlagen die qua korrelgroottesamenstelling sterk aan loess doen denken. Deze lagen kunnen plaatselijk voor de waterhuishouding van belang zijn.

De afzettingen, jonger dan de F. van Twente zijn -voorzoover aanwezig- van gering belang. Veenvan van de F. van Griendtsveen kwam voor bij Ederveen en zuidelijker. Het is grotendeels vergraven en verdwenen.

5.3. Geohydrologische schematisering

5.3.1. Algemeen

Bij een algemene geohydrologische schematisering van het gebied kunnen drie watervoerende pakketten en twee scheidende lagen worden onderscheiden. Van boven naar beneden zijn dit:

Watervoerend pakket 1: omvat in hoofdzaak afzettingen van de F. van Twente. De dikte bedraagt 10-15 m. Uit door de gemeente Ede in Ederveen en Lunteren gehouden pompproeven blijkt een doorlaatvermogen van ruim beneden de 100 m²/etm. In de "waterbezwaarnotitie" [Van der Schaaf, et.al., 1990] wordt eenzelfde getal genoemd.

Scheidende laag 1: omvat minder goed doorlatende lagen van de Eemformatie en eventueel leemlagen aan de basis van de F. van Twente. De dikte, aangegeven als de som van de dikten van de slecht doorlatende lagen in genoemde formaties bedraagt 1-4 m in gebieden waar de Eemformatie geen mariene afzettingen bevat; waar deze wel aanwezig zijn, kan de totale dikte oplopen tot ca. 10 m. De verticale weerstand van de laag is hoog (>1000 etm) waar deze mariene Eemkleien bevat [Houtman, 1985; Meinardi, 1978], daarbuiten aanmerkelijk lager (L).

Watervoerend pakket 2: omvat de matig tot goed doorlatende afzettingen van de F. van Drente en die aan de basis van de Eemformatie. In het gebied ten w van Bennekom en Ede ligt het doorlaatvermogen op 125-175 m²/etm, in het bekken van Otterlo is deze aanmerkelijk hoger. De bij Harskamp gehouden pompproef leverde een waarde van ca. 450 m²/etm. De dikte is in het Gelderse Valleibekken ruim 10 meter, in het oosten van het Bekken van Otterlo ca. 25 m.

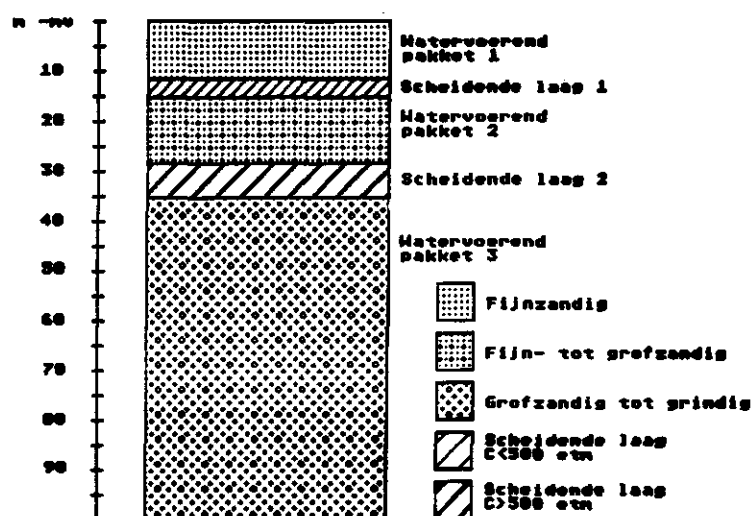
Scheidende laag 2: omvat de bekkenleem van de F. van Drente en eventueel vrijwel direkt daaronder aanwezige klei van de F. van Kedichem. In het westen van Bennekom en het noordwesten van Ede omvat de laag wellicht uitsluitend klei en

kleilige lagen van de F. van Kedichem. De verticale weerstand ligt in de orde van 1500-5000 etmalen [Driessen, et.al., 1983], de dikte tussen 3 en 15 m.

Watervoerend pakket 3: omvat de doorlatende lagen, afgezet voor het Saallen. Soms wordt een vierde watervoerend pakket onderscheiden beneden een kleilaag in de F. van Tegelen, resp. de F. van Harderwijk. Voor het onderzoek, waarop dit rapport betrekking heeft, is laatstgenoemd onderscheid echter niet relevant. Het doorlaatvermogen van het totale pakket loopt op van ca. 2000 m²/etm nabij Rhenen tot zo'n 5000-6000 m²/etm in het Bekken van Otterlo [Houtman, 1985; Meinardi, 1978].

De boven omschreven situatie is te beschouwen als "standaard"profiel voor de zuidelijke helft van de Gelderse Vallei. De opbouw is grafisch weergegeven in figuur 5.1.

In het gebied van de stuwwallen ligt de situatie anders. De stuwwallen zijn in het Saallen gevormd onder invloed van oprukkend landijs. De scheidende lagen zijn vervolgens gevormd onder invloed van afsmeltend landijs in dezelfde ijs tijd of door andere invloeden daarna. De scheidende lagen komen daarom in het stuwwalgebied niet voor. Daar is dus in het algemeen, afgezien van mogelijke plaatselijke complicaties door aanwezigheid van oudere kleilagen in of onder de stuwwal, sprake van een ongedeeld watervoerend pakket. Een uitzondering is het voorkomen van klei uit de F. van Drente in het oosten van het Bekken van Otterlo. Dat heeft te maken met het eerder vermelde gegeven dat dit bekken is gevormd tijdens een tweede landijsuitbreiding in het Saallen.



Figuur 5.1. "Standaardprofiel" voor de Gelderse Vallei.

Omdat vijf van de acht woonkernen van Ede in het overgangsgedebied van stuwwalgebied en Vallei liggen, d.w.z. in het gebied waar de scheidende lagen

beginnen, is het van belang, dat per woonkern of deel daarvan met voldoende nauwkeurigheid wordt vastgesteld of en zo ja waar de scheidende lagen aanwezig zijn.

5.3.2. Regionale verschillen

De situatie met betrekking tot de geohydrologische opbouw is ook in de bekkens in de gemeente Ede niet uniform. Dit hangt in hoofdzaak samen met verschillen in de scheidende lagen. De volgende verschillen zijn van belang:

1. De aanwezigheid van zeeklei in de eerste scheidende laag. Waar deze klei niet voorkomt, is de invloed van het wel aanwezige continentale deel van de Eemformatie regionaal gezien gering.
2. De aanwezigheid van loess-achtige lagen onderin de F. van Twente. Deze kunnen plaatselijk van belang zijn, waar de zeeklei in de Eemformatie ontdekkingsreis.
3. De aanwezigheid van een doorlopende kleiige laag onderin de Eemformatie. Deze is van belang in het Bekken van Otterlo.
4. De verbreiding van de bekkenleem van de F. van Drente. Ten noorden van Ederveen is deze laag waarschijnlijk niet aaneengesloten aanwezig en is dus in hydrologische zin "lek". Dit blijkt o.m. uit boringen t.b.v. het onderzoek rond het bedrijventerrein Stroet te Lunteren [Van der Schaaf, 1988] en een rond 1963 uitgevoerde, niet gepubliceerde pompbeurt van het ICW ten w van Lunteren. De vermoedelijk geringe hydrologische betekenis van de laag wordt ook door verschillende auteurs genoemd [Houtman, 1985; Meinardi, 1978].
5. Het doorlaatvermogen van watervoerend pakket 2 is in het o van het Bekken van Otterlo aanzienlijk groter dan in het Gelderse Vallei-bekken.

Gezien de aangegeven verschillen in lagenopbouw binnen het gebied van de gemeente Ede is het weinig zinvol, uit te gaan van een enkele algemene schematisering. In het rapport betreffende het waterbezwaar [Van der Schaaf, et.al., 1990] werd een indeling in een viertal typen aangehouden.

Gelet op het doel van het in dit rapport beschreven onderzoek -

advisering aangaande ontwateringssystemen van een lokaal karakter- lijkt ook die indeling aan de grove kant. Daarom is gekozen voor een schematisering per woonkern. Eventuele variabiliteiten en onzekerheden binnen de woonkern worden daarbij aangegeven. Delen waar gelet op de grondwaterstand zeker geen ontwatering behoeft te worden toegepast, blijven buiten beschouwing. Het gaat om gebieden, waar over de afgelopen ca. 15 jaar geen grondwaterstanden van minder dan 1 meter beneden maaiveld zijn geconstateerd.

Behandeld worden achtereenvolgens: Bennekom, Ede, Lunteren, Ederveen, De Klomp, Wekerom, Otterlo en Harskamp. In enkele woonkernen, t.w. Bennekom, Ede, Wekerom, Harskamp en De Klomp is aanvullend veldonderzoek verricht.

5.4. Geohydrologische schematisering per dorp

5.4.1. Bennekom

Voornamelijk het westen van Bennekom heeft of komt in aanmerking voor ontwatering. Het betreffende gebied ligt in hoofdzaak ten w van een rechte lijn langs de Commandeurweg. In de rest van het dorp ligt de grondwaterspiegel voldoende diep beneden maaiveld.

Van het gebied is een groot aantal boorbeschrijvingen beschikbaar. Geen van alle was echter diep genoeg om te kunnen vaststellen, in hoeverre de tweede scheidende laag betekenis heeft. Omdat vlak ten w van het gebied op de betreffende diepte een kleilaag van 10-15 m dik voorkomt, is het waarschijnlijk dat het met het oog op ontwatering relevante gedeelte van het profiel aan de onderzijde wordt begrensd door genoemde bekkenleem.

Ter verificatie is een proefboring gemaakt aan het Hackfortsgoed. Uit die boring is gebleken, dat daar van 38.50 tot 47.00 m beneden maaiveld een kleilaag voorkomt. Gezien de diepteligging gaat het vermoedelijk niet om bekkenleem van de F. van Drente, maar om klei van de F. van Kedichem. Omdat de bekkenleem iets verder westelijk waarschijnlijk (vrijwel) direkt op de klei van de F. van Kedichem ligt, mag worden aangenomen, dat in hydrologisch opzicht sprake is van een aaneengesloten scheidende laag.

In watervoerend pakket 1 komt tot een diepte van 4-5 m voornamelijk fijn zand voor. Het doorlaatvermogen van dit deel mag op grond van de korrelgrootte worden geschat op ca. 30 m²/etm.

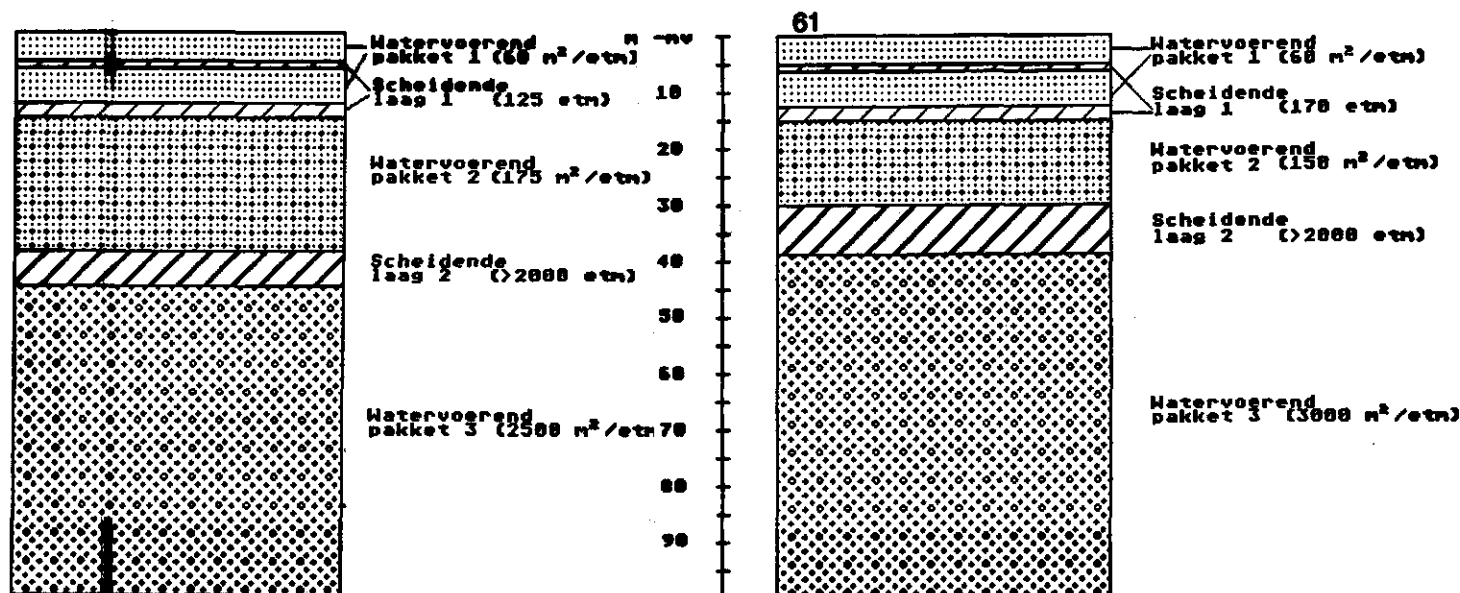
Tussen 5 en 10-15 m diepte komen in hetzelfde pakket naast meest fijn zand veenlagen voor met een gezamenlijke dikte van gemiddeld ca. 3 m of meer. Ze behoren waarschijnlijk deels tot de Eernformatie en deels tot de Formatie van Twente. Het zand tussen ca 5 en 10 m -mv draagt voor ca. 30 m²/etm bij aan het horizontale doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket. De Eernformatie bevat in Bennekom geen klei van betekenis. Wel gaat het veen plaatselijk soms vergezeld van klei tot enige dm dikte. De gezamenlijke veen- en eventuele kleilagen vormen ter plaatse de eerste scheidende laag. Uit pompproeven in de Gelderse Vallei en in Ede blijkt deze laag een redelijk homogene verticale weerstand te hebben van ca 100-200 etm [Van der Schaaf, 1986; idem 1987; idem, 1990]. In het westen van Bennekom lijkt, gezien de totale dikte en samenstelling een weerstandwaarde van 100-150 etm een reële schatting.

Het tweede watervoerende pakket dat blijkens de proefboring reikt tot ca. 38 m diepte is vrij goed doorlatend. De grofheid -en daarmee het doorlaatvermogen- lijkt, gelet op de beschikbare boorbeschrijvingen van oost naar west wat af te nemen. Gezien de relatief vrij grote dikte van het pakket mag worden aangenomen dat het doorlaatvermogen wat boven het gemiddelde voor deze laag ligt. Een geschatte waarde van 175 m²/etm lijkt verantwoord.

Diepteliggingen en geohydrologische constanten kunnen als volgt worden samengevat:

- watervoerend pakket 1: tot ca 10 m -mv; 60-70 m²/etm
- scheidende laag 1: veenlagen en plaatselijk wat klei met een totale veendikte van 3 m of meer tussen 5 en 15 m -mv; verticale weerstand 100-150 etmalen (de laag overlapt met watervoerend pakket 1).
- watervoerend pakket 2: 15-38 m - mv.; doorlaatvermogen 175 m²/etm, ten o van de Commandeurweg geleidelijk oplopend. -scheidende laag 2: klei van de Formatie van Kedichem en/of F. van Drente; verticale weerstand zeer hoog (> > 1000 etm)
- watervoerende laag 3: pre-Saale afzettingen, doorlaatvermogen ca. 2500 m²/etm

Het geschematiseerde systeem is afgebeeld in figuur 5.2.



Figuur 5.2. en 5.3. Geschematiseerd profiel Bennekom en Ede.

5.4.2. Ede

Het gebied, waar ontwatering aan de orde komt is ook hier het westelijk deel van de bebouwde kom. Het gaat in hoofdzaak om de na ca. 1960 gerealiseerde stadsuitbreidingen.

De geohydrologische opbouw omvat het geheel aan watervoerende en scheidende lagen van het hiervoor gedefinieerde "standaard"profiel, met dien verstande dat de Eemformatie net als in Bennekom alleen continentale afzettingen bevat. De totale dikten veen en klei die de verticale weerstand van de eerste scheidende laag vormen, nemen ten o van de IJn Dreeslaan/Keesomstraat van west naar oost af. Op grond van eerder gehouden pompproeven in Rietkampen en aan de westrand van Maandereng mag voor dit gebied worden uitgegaan van een verticale weerstand van ca. 170 etm., verder naar het oosten toe geleidelijk afnemend tot onbetekenend aan de voet van de stuwwal.

De tweede scheidende laag ligt wat hoger dan in Bennekom: bovenkant ca. 30 m beneden maaiveld.

Het tweede watervoerende pakket heeft een doorlaatvermogen van ca. 125 m²/etm in Rietkampen tot ca. 150 m²/etm in de zw-punt van Maandereng. Beide gegevens zijn bepaald aan de hand van pompproeven. Verder naar het oosten lijkt zich eenzelfde situatie voor te doen als in Bennekom, nl. een verdere geleidelijke toename van het doorlaatvermogen van west naar oost, zij het wat minder uitgesproken.

Voor het noorden van Veldhuizen kon het doorlopen van de tweede scheidende laag niet worden bevestigd door middel van bestaande boringen. Daarom is bij de Koelhorst een extra boring verricht. Daar bleek dat vanaf 35 meter diepte tenminste 5 meter fijnzandige klei aanwezig was - de tweede scheidende laag ligt dus wat dieper dan in Ede Zuid.

Samengevat ziet het "standaard" Edese profiel er als volgt uit:

- Watervoerend pakket 1: ca 0-10 m -mv, doorlaatvermogen 60-70 m²/etm
- Scheidende laag 1: veenlagen en plaatselijk enige klei tussen 5 en 15 m -mv met een gezamenlijke dikte van ca. 3 m of meer, vanaf de Dreeslaan/Keesomstraat naar het o geleidelijk in dikte afnemend. Vertikale weerstand ca. 170 etm, vanaf de Dreeslaan/Keesomstraat naar het o geleidelijk afnemend.
- Watervoerend pakket 2: 15-30 m -mv in het zw; 15-35 m -mv in het nw, doorlaatvermogen 125-150 m²/etm., richting stuwwal waarschijnlijk wat toenemend.
- Scheidende laag 2: Bekkenleem van de F. van Drente, verticale weerstand zeer groot, beginnend op 30 m diepte in het zw en op 35 m in het nw.
- Watervoerend pakket 3: pre-Saale afzettingen, doorlaatvermogen ca. 3000-3500 m²/etm

Het geschematiseerde systeem is afgebeeld in figuur 5.3.

5.4.3. Lunteren

Het gebied, dat in beginsel voor ontwatering in aanmerking komt is de wzw-helft van het dorp.

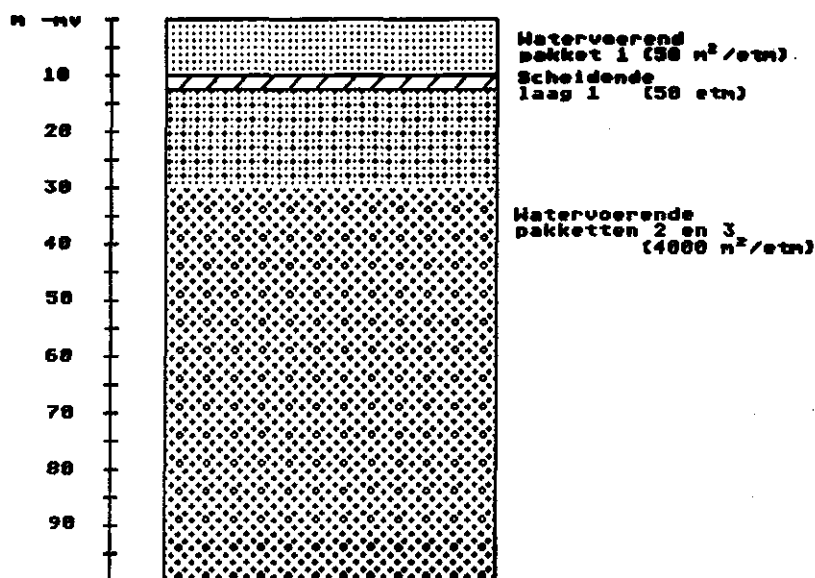
Er is een duidelijk verschil met de geohydrologische opbouw van Ede, doordat de tweede scheidende laag er nauwelijks van betekenis is. De eerste scheidende laag is eveneens vrij summier ontwikkeld. De zeekleiafzettingen van de Eemformatie komen pas 1-2 km ten w van de huidige westelijke grens van de bebouwing voor. Belangrijk is een loessachtige laag aan de basis van de Formatie van Twente en enige veenachtige lagen tussen ca. 10 en 16 m -mv. De verticale weerstand is waarschijnlijk niet veel hoger dan 50 etmalen [Van der Schaaf, 1988]. Het horizontale doorlaatvermogen van het erboven gelegen pakket ligt blijkens een t.b.v. het onderzoek naar de ontwateringsmogelijkheden van het bedrijventerrein "Stroet" ten w van het dorp niet boven de 30 m²/etm. Gezien de verschillende boorbeschrijvingen lijkt dit doorlaatvermogen van w naar o wat toe te nemen.

Daarom wordt voor het bebouwde deel van Lunteren uitgegaan van een waarde van $50 \text{ m}^2/\text{etm}$.

Samengevat is de situatie in het westelijk deel van Lunteren als volgt te omschrijven:

- watervoerend pakket 1: 0-10 m -mv; doorlaatvermogen $50 \text{ m}^2/\text{etm}$.
- scheidende laag 1: 1-3 m leem en veen, verticale weerstand niet meer dan 50 etm
- ongedeeld watervoerend pakket 2 en 3; totaal doorlaatvermogen 3500-4500 m^2/etm .

Het geschematiseerde systeem is afgebeeld in figuur 5.4.



Figuur 5.4. Geschematiseerd profiel Lunteren.

5.4.4. Ederveen

De situatie in Ederveen wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van mariene Eemafzettingen in de eerste scheidende laag. De bovenkant ligt op 11-13 m beneden maaiveld. Het doorlaatvermogen van het erboven gelegen eerste watervoerende pakket is door middel van pompproeven aan het Hootsenplein en de Hortensiastraat bepaald op ca. $65 \text{ m}^2/\text{etm}$.

De eerste scheidende laag heeft door de aanwezigheid van zeeklei een dusdanige verticale weerstand -enkele duizenden etmalen [Meinardi, 1978]-, dat de eronder liggende lagen met het oog op de aanleg van ontwateringssystemen van weinig

belang zijn. Volledigheidshalve worden ze hieronder beschreven en in figuur 5.5 aangegeven.

Het tweede watervoerende pakket heeft, behalve de schelphoudende zanden onderin de Eemformatie, eenzelfde tot iets fijnere samenstelling als in het westen van Ede. Het doorlaatvermogen ervan zal dan ook rond de 120-150 etm. liggen. De tweede scheidende laag heeft in Ederveen een verticale weerstand van 1600 m^2/etm [Meinardi, 1978]. Het doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket is door middel van een pompproef bepaald op 3500 m^2/etm [Meinardi, 1978]. Een samenvattende schematisering:

- Watervoerend pakket 1: ca. 12 m dik, doorlaatvermogen ca 65 m^2/etm .
- Scheidende laag 1: ca. 3 m dik, verticale weerstand enkele duizenden etmalen
- Watervoerend pakket 2: ca. 15 m dik, doorlaatvermogen 120-150 m^2/etm .
- Scheidende laag 2: ca. 6 m dik, verticale weerstand 1600 etm.
- Watervoerend pakket 3: ca. 80 m dik, doorlaatvermogen ca. 3000 m^2/etm .

5.4.5. De Klomp

Van De Klomp waren geen boorgegevens beschikbaar. Er is van uitgegaan dat de situatie in de Klomp voor wat betreft het eerste watervoerende pakket en de eerste scheidende laag vergelijkbaar is met die van Ederveen. Dit is inmiddels geverifieerd met een boring. De aanname bleek correct te zijn.

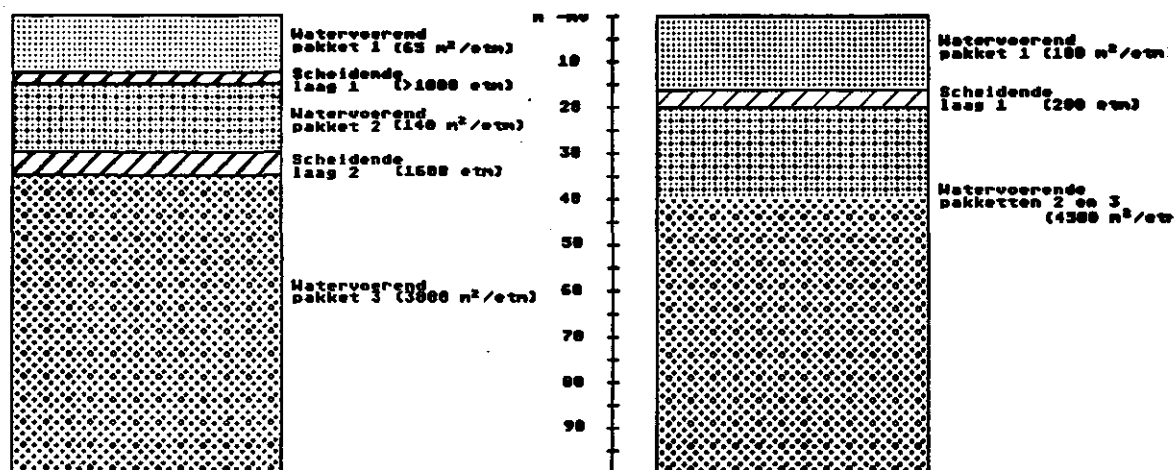
5.4.6. Wekerom

Onder het dorp Wekerom bestaat de eerste scheidende laag uit klei of kleihoudend materiaal, soms met enig veen aan de basis. De bovenkant van de laag ligt op een diepte van 16-17 m beneden maaiveld (NAP - 3 m). De dikte bedraagt 1-4 meter.

Omdat het aantal beschikbare boringen voor Wekerom aan de krappe kant was en de boringen niet in het dorp zelf lagen, zijn twee aanvullende boringen gemaakt; een op het Dorpsplein en een op de westpunt van De Ring. Het boven geschetste beeld werd daarbij bevestigd.

De tweede scheidende laag werd in de enige beschikbare boring van voldoende diepte niet aangetroffen. Ook in een recente studie betreffende het waterwingebied Edese Bos [Hettinga, et.al., 1989] wordt uitgegaan van het ontbreken van de laag

onder Wekerom. Deze laag is dus afwezig of in ieder geval onderbroken, wat met betrekking tot het ontwerpen van een ontwateringssysteem vrijwel op hetzelfde neerkomt.



Figuur 5.5. en 5.6. Geschematiseerd profiel Ederveen en Wekerom.

Het eerste watervoerende pakket omvat meest fijnzandig materiaal; het doorlaatvermogen is dus niet groot. Het wordt geschat op hooguit $100 \text{ m}^2/\text{etm}$. Gezien de uitkomst van de pompproef in Harskamp, die voor hetzelfde pakket dat daar bijna 50% dikker is, een waarde van $120 \text{ m}^2/\text{etm}$ opleverde, is deze schatting te verantwoorden.

De verticale weerstand van de eerste scheidende laag is in Wekerom niet met behulp van een pompproef vastgesteld. Bij de tweede in Harskamp uitgevoerde pompproef werd voor dezelfde laag een weerstand van 200 etm gevonden. Een waarde van 200 etmalen lijkt voor Wekerom, gezien de uit de beschikbare boorbeschrijvingen gebleken dikte en samenstelling, een veilige aanname.

Samengevat kan het systeem Wekerom als volgt worden omschreven:

- Watervoerend pakket 1: 16-17 m dik, doorlaatvermogen ca. $100 \text{ m}^2/\text{etm}$ of iets lager;
- Scheidende laag 1: tot 4 m dik, verticale weerstand ca. 200 etm ;
- Ongedeeld watervoerend pakket 2 en 3: ruim 100 m dik, doorlaatvermogen $4000\text{-}5000 \text{ m}^2/\text{etm}$.

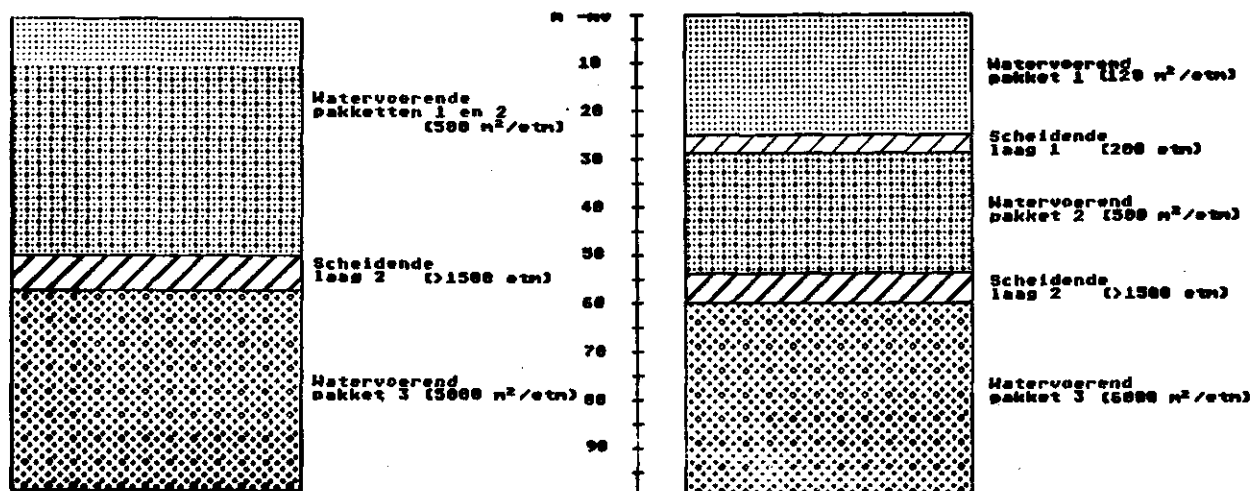
De schematisering is weergegeven in figuur 5.6.

5.4.7. Otterlo

In Otterlo ontbreekt de eerste scheidende laag geheel of nagenoeg geheel. Op ca. 50 m beneden maaiveld (NAP-25 m) ligt de bovenkant van een tot 10 m dikke kleilaag die vrijwel zeker behoort tot de F. van Drente. Het pakket boven laatstgenoemde kleilaag is over het geheel genomen vrij grofzandig van samenstelling. Het is het ongedeelde watervoerend pakket 1 en 2. Het doorlaatvermogen moet, gezien de uitkomsten van de pompproeven te Harskamp en de overeenkomst tussen boorbeschrijvingen van het pakket in beide dorpen, rond de $500 \text{ m}^2/\text{etm}$ of wellicht nog iets hoger liggen. De verticale weerstand van de tweede scheidende laag zal, gezien dikte en samenstelling, waarschijnlijk tenminste enige duizenden etmalen bedragen. Het eronder gelegen derde watervoerende pakket is ruim 100 m dik en heeft een doorlaatvermogen van ca. $5000 \text{ m}^2/\text{etm}$. De situatie is in het kort als volgt te beschrijven:

- Ongedeeld watervoerend pakket 1 en 2. Dikte 50 m, doorlaatvermogen $500 \text{ m}^2/\text{etm}$
- Tweede scheidende laag, ca 8 m dik, verticale weerstand hoog
- Derde watervoerend pakket, 80-100 m dik, doorlaatvermogen van ca. $5000 \text{ m}^2/\text{etm}$.

De schematisering van Otterlo is weergegeven in figuur 5.7.



Figuur 5.7. en 5.8. Geschematiseerd profiel Otterlo en Harskamp

5.4.8. Harskamp

Met betrekking tot Harskamp bestond onzekerheid ten aanzien van:

- de aanwezigheid van de twee scheidende lagen

- het doorlaatvermogen van het bovenste deel van het profiel.

Er zijn daarom twee boringen en twee pompproeven gedaan.

Uit de boringen bleek dat in Harskamp een volledig profiel met twee scheidende en drie watervoerende lagen aanwezig is.

De eerste boring en de pompproeven zijn uitgevoerd op ca. 200 m ten zo van de vijver aan de Rутtenbeeklaan, de tweede boring langs de westrand van het dorp. Bij de eerste pompproef zijn het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket en verticale weerstand van de eerste scheidende laag bepaald, bij de tweede het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket.

Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket kwam uit op 120 m^2/etm .

De bovenkant van de eerste scheidende laag ligt op een diepte van ca. 25 m beneden maaiveld (NAP-3 m); t.o.v. NAP dus even hoog als in Wekerom. Dikte en samenstelling zijn vergelijkbaar; de laag lijkt in Wekerom mogelijk iets minder kleilig dan in Harskamp. De verticale weerstand is door middel van de pompproef bepaald op ca. 200 etmalen.

Het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket is bepaald op 500 m^2/etm .

De verticale weerstand van de tweede scheidende laag is niet precies bekend. Bij de beide boringen is vastgesteld dat de dikte groter is dan 3 m. In enkele boringen in de omgeving, waarbij de laag volledig is doorboord, bleek een dikte van ca. 8 m; vergelijkbaar met de situatie in Otterlo. Daarom mag in elk geval worden uitgegaan van een verticale weerstand van enige duizenden etmalen.

Samengevat is de situatie in Harskamp als volgt:

- Watervoerend pakket 1: 25 m dik, doorlaatvermogen rond 120 m^2/etm
- Scheidende laag 1: tot ca. 4 m dik, verticale weerstand ca. 200 etm.
- Watervoerend pakket 2: 25 m dik, doorlaatvermogen 500 m^2/etm
- Scheidende laag 2, ca. 8 m dik, verticale weerstand hoog
- Watervoerend pakket 3: ca. 100 m dik, doorlaatvermogen ca. 6000 m^2/etm .

De opbouw is geschematiseerd weergegeven in figuur 5.8.

6. ONTWATERINGSMAATREGELEN

6.1. Aan ontwateringssystemen te stellen eisen

6.1.1. Voldoen aan de ontwateringsnorm, uitstralingseffect

De fundamentele eis, waaraan een ontwateringssysteem moet voldoen, is dat het bij de gehanteerde ontwerpneerslag de vereiste ontwateringsdiepte realiseert. Dat betekent, dat in het ontwaterde gebied bij de ontwerpneerslag het hoogste punt van de grondwaterspiegel die ontwateringsdiepte niet mag overschrijden.

Aan deze eis is met technische middelen in de meeste gevallen zonder meer te voldoen. Ontwatering betekent echter onttrekking van grondwater. Het effect van die onttrekking stopt niet bij de rand van het bebouwde gebied. Dat kan -zeker op de rand van de Veluwe- ten koste gaan van de winbare hoeveelheid grondwater. Het draagt ook bij aan verdroging in het landelijke gebied. Het effect van ontwateringssystemen in individuele woonwijken is weliswaar op regionale schaal bezien niet groot, maar als langs de Veluwerand op grote schaal intensief wordt ontwaterd, zal zo'n geheel aan systemen toch een merkbare invloed hebben op de grondwaterhuishouding van het omliggende gebied.

Ook met het oog op een van de doelstellingen van de derde Nota Waterhuishouding [Anonymus, 1989], t.w. "een zodanig beheerste grondwatersituatie dat een duurzaam gebruik van grondwater door belanghebbende sectoren en een duurzame ontwikkeling van bos, natuur en landschap gewaarborgd zijn" ligt beperking van uitstralingseffecten van ontwateringssystemen voor de hand.

Weliswaar is momenteel hieromtrent bij wet nog niets geregeld, maar op termijn is op dit punt waarschijnlijk wel het een en ander te verwachten. Vooruitlopend daarop en op grond van overwegingen van instandhouding van een aanvaardbaar milieu zou het dan ook niet onlogisch zijn, dat aan ontwateringssystemen -zoals aangelegd en aan te leggen in de gemeente Ede- tevens de eis wordt gesteld dat naast het voldoen aan het ontwateringscriterium het uitstralingseffect zo gering mogelijk dient te zijn.

6.1.2. Beperking van het uitstralingseffect

De vraag is, hoe het uitstralingseffect van een ontwateringssysteem kan worden beperkt. Het ligt voor de hand, hierbij te denken aan

1. het realiseren van een ontwateringsdiepte die niet groter is dan strikt noodzakelijk
2. het tegengaan van uitzakking van de grondwaterspiegel in droge perioden

Beide punten leiden tot een systeem dat alleen werkt als dat met het oog op de ontwatering nodig is. De vereiste ontwateringsdiepte wordt dan gerealiseerd zonder dat de gemiddelde grondwaterstand meer wordt verlaagd dan nodig is.

Dit gaat niet zonder problemen. Als de grondwaterspiegel relatief hoog wordt gehouden, kan er minder neerslagwater in de grond worden geborgen. Dat leidt tot een hogere afvoercapaciteit van het systeem en dus tot een hogere ontwerpneerslag. De verhoogde afvoercapaciteit zal echter gedurende kortere perioden worden benut dan die van een systeem met een juist toereikende capaciteit. Gemeten naar tot nog toe gebruikelijke normen zal het ontwateringssysteem dus een zekere overcapaciteit moeten hebben.

Het inzetten van die vergrote capaciteit zal slechts mogen plaatsvinden als dat nodig is. Dat vereist een regeling van het ontwateringssysteem. Gebruikelijke ontwateringssystemen zijn doorgaans niet geregeld in de zin dat ze naar believen "aan" en "uit" kunnen worden gezet. Men denke bv. aan open water. Het enige potentiële regelmechanisme is peilbeheer. Met het oog op bescherming van taluds, beschoeiingen e.d. kan het peil echter niet ongestraft in belangrijke mate worden gevarieerd, tenzij constructies zijn gebezigd die daartegen bestand zijn.

Een andere reden, waarom het peil van open water niet altijd naar believen kan worden geregeld, is het feit dat het in veel gevallen een bergingsfunctie vervult bij overstorting van de riolering. Dat is bv. in Ede-Veldhuizen het geval. Als het peil van het open water hoger komt dan de overstortdrempel, zou het water het riool in lopen.

Bij boven de waterspiegel uitmondende drains geldt dat de afvoer weliswaar ophoudt als de grondwaterspiegel beneden het niveau van de uitmonding zakt, maar dat deze bij een grondwaterstand boven de drains evenredig is met het verschil tussen grondwaterstand en niveau van de drainuitmonding. Voor een voldoende afvoercapaciteit bij het ontwerpcriterium moeten de drains dus op een redelijke afstand beneden de maximaal aanvaardbare grondwaterstand liggen. Het

alternatief is het leggen van zeer veel drains, wat o.a. uit een oogpunt van onderhoud niet erg aantrekkelijk is.

Deze bezwaren zijn te ondervangen als de werking van ontwateringsmiddelen regelbaar wordt gemaakt. Daarvoor zijn verschillende oplossingen mogelijk.

Indien peilregeling van open water niet op bezwaren stuit, valt het instellen van een zomer- en een winterpeil te overwegen. Het zomerpeil zal dan een aantal dm hoger liggen dan het winterpeil, omdat in de winter meer grondwater moet worden afgevoerd dan in de zomer. Overigens dient de mogelijkheid, in natte zomers tot een lager peil over te gaan, aanwezig te blijven. De regeling met een dergelijk systeem blijft echter vrij ruw, omdat het optimale peil afhangt van de hoeveelheid neerslag in de komende dagen. Een dergelijk systeem zou dus eigenlijk op de toekomst moeten reageren, wat slechts in zeer beperkte mate mogelijk is. Overigens is t.b.v. de ontwikkeling van dergelijke systemen in landelijk gebied wel recent onderzoek verricht [van Bakel,1989] en nog gaande.

Een tweede mogelijkheid bestaat uit het bemalen van drains. Daarmee vervalt de vrije uitloop ervan. Bemalen drains kunnen eenvoudig worden geregeld door de bemaling aan of uit te zetten. Dat kan in principe worden geautomatiseerd. Indien de pomp wordt aan- en uitgeschakeld op basis van optredende grondwaterstanden in het te ontwateren gebied, is in principe een effectief systeem mogelijk, omdat het rechtstreeks reageert op de grondwaterstand zelf en niet op een afgeleide grootheid, zoals het peil van open water of het uitmondingsniveau van een horizontale drain.

6.2. Soorten ontwateringssystemen

Bij ontwatering van stedelijk gebied zijn verschillende soorten ontwateringssystemen en combinaties daarvan mogelijk. De belangrijkste zijn:

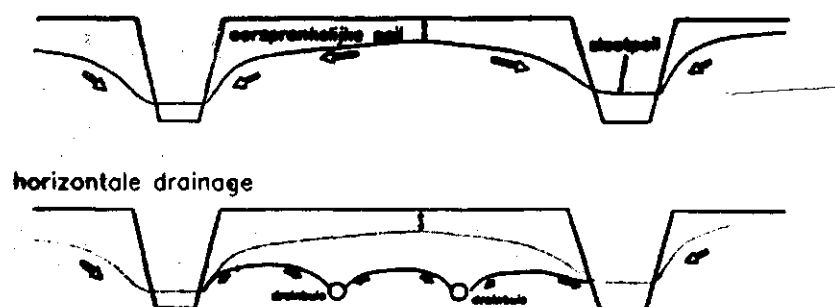
- open water (singels en/of vijvers)
- horizontale drains
- verticale drains

6.2.1. Open water

Het peil van open water beïnvloedt de grondwaterstand in zijn omgeving. Peilbeheersing van open water betekent dus -zoals in het voorgaande al is opgemerkt- indirect een zekere vorm van grondwaterstandsbeheersing. Bij

ontwatering door singels is de grondwaterspiegel het hoogst halverwege tussen twee singels. Dit is uitgebeeld in figuur 6.1a.

Open water fungeert ook als aanvullende waterberging bij riooloverstortingen. Bovendien levert het bij de aanleg doorgaans grond op die elders in het plan nodig is, zodat bij de aanleg en inrichting van het betreffende gebied in veel gevallen met een gesloten grondbalans kan worden gewerkt.



Figuur 6.1.a. Ontwatering door singels of sloten; (b) ontwatering door een combinatie van horizontale drains en singels

Open water in stadswijken maakt ook onderdeel uit van het openbaar groen en heeft als zodanig dus ook een recreatieve functie. Het is dus vrijwel altijd een multifunctioneel element.

Doordat het grondwater in een deel van het gebied van de gemeente Ede ernstig is vervuild met nitraat, is aanleg van waterpartijen op sommige plaatsen minder raadzaam. Het gaat hier vooral om de hoger gelegen gebieden op de overgang van gebieden met onzichtbare naar die met zichtbare afwatering. Te veel nitraat in het water kan leiden tot ongewenste ontwikkeling van algen, zuurstofarmoede en stank. In het lage gebied is de nitraatverontreiniging in het algemeen minder ernstig [Dijkhuis, et.al., 1985]. Daarom kan aan de westkant van Ede, Bennekom en Lunteren en in Ederveen en waarschijnlijk Wekerom open water zonder meer als ontwateringsmiddel worden gebruikt. In de overige dorpen lijkt het beter, alleen met gesloten drainagesystemen (horizontale en verticale drains) te werken.

6.2.2. Horizontale drains

Horizontale drains zijn geperforeerde bulzen die beneden de grondwaterspiegel worden gelegd. Hun effect is vergelijkbaar met dat van singels (in feite zijn singels v.w.b. hun invloed op de grondwaterspiegel op te vatten als horizontale drains). Door hun veel kleinere natte omtrek zijn horizontale drains echter in het algemeen minder effectief dan singels. Horizontale drains kunnen dicht of verstopt raken door ijzerafzetting of inslibbing van fijn zand. Ze hebben daarom regelmatig onderhoud nodig in de vorm van doorspoelen (eens per 2-5 jaar). In veel bebouwde gebieden in Nederland wil het daaraan nog wel eens ontbreken. Horizontale drains lozen doorgaans op open water. Ook worden ze wel als ontwateringsmiddel in combinatie met open water gebruikt (fig. 6.1.a.).

In bebouwd gebied wordt horizontale drainage vaak aangelegd in de vorm van cunetdrainage. De drains worden dan bij wegaanleg onderin het uitgegraven wegcunet gelegd. Ook een rioolsleuf kan hiervoor worden gebruikt. De drain komt dan in het algemeen vrij diep te liggen: 2-3 m is niet ongewoon.

In bijzondere gevallen wordt ter bescherming van individuele gebouwen wel horizontale drainage in een ring om het gebouw gelegd. Men spreekt dan van horizontale ringdrainage.

6.2.3. Vertikale drains

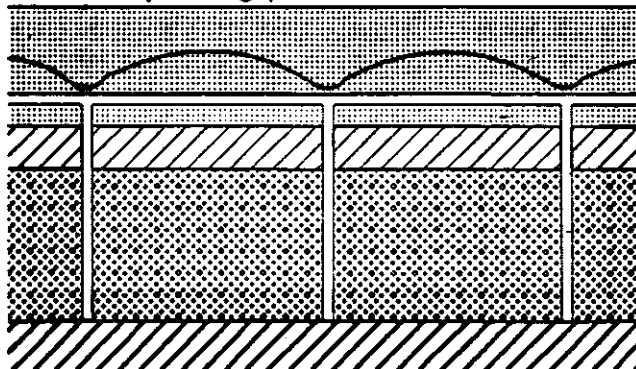
Vertikale drains zijn in principe vertikaal in de bodem geplaatste geperforeerde bulzen.

Soms is er geen sprake van een buis, maar wordt een vertikaal geboord gat opgevuld met grind of zand. Men spreekt dan van grind- of zandpalen. Grind- en zandpalen worden gebruikt om grondwater naar een dieper watervoerend pakket te laten weglopen. Dat heeft alleen zin, als de stijghoogte in dat diepere pakket permanent lager is dan die in het te ontwateren watervoerende pakket en de overige omstandigheden een verdere afvoer via het diepere pakket mogelijk maken. In de gemeente Ede is dat laatste meestal niet het geval. Deze vorm van verticale drainage heeft daar dus weinig zin.

Veel zinvoller onder Edese omstandigheden is een vorm van verticale drainage die ook wel met de term "vertikale bronnering" wordt aangeduid. Een dergelijk systeem bestaat uit een of meer rijen verticale filters, aan de bovenzijde verbonden door een verzamelleiding die wordt afgepompt. Een dergelijk systeem functioneert in Ederveen (Hootsenplein), de stadsuitbreiding Maandereng in Ede en het

bedrijventerrein Stroet in Lunteren. Het is in aanleg in de uitbreiding Rietkampen en gepland voor Heestereng.

Het beïnvloedingsgebied van deze vorm van verticale drainage is groter dan dat van horizontale drainage, doordat over de volle diepte van het watervoerend pakket water kan worden onttrokken. Ook is het mogelijk, meer dan een watervoerend pakket te ontwateren, waarbij het tweede watervoerende pakket daarbij fungeert als een natuurlijke drain onder het te ontwateren gebied (fig. 6.2). De verticale weerstand van de scheidende laag tussen de twee watervoerende pakketten mag dan niet al te groot zijn. Als een dergelijke constructie mogelijk is, kan het beïnvloedingsgebied verder worden vergroot. Uiteraard is ook hier combinatie met ontwatering door middel van open water mogelijk. Ze wordt in het uitbreidingsgebied Rietkampen toegepast.



Figuur 6.2. Vertikale drainage zorgt voor ontwatering van het tweede watervoerende pakket en daarmee voor een verbeterde ontwatering van het eerste watervoerende pakket.

Doordat het beïnvloedingsgebied van deze vorm van verticale drainage relatief groot is, leent het systeem zich goed voor aanleg in bestaande wijken. Er hoeft minder voor overhoop gehaald te worden. De ervaring in Nederland met verticale drainage is beperkt. Traditioneel wordt meestal horizontale drainage toegepast.

Waarschijnlijk heeft verticale drainage minder onderhoud nodig dan horizontale en is de levensduur langer. Vereiste is wel, dat de horizontale verbindingsleiding niet als geperforeerde buis wordt uitgevoerd en zo als drain mee gaat functioneren. Deze laatste optie klinkt weliswaar verleidelijk, maar zeker onder Edese omstandigheden is er op termijn een vrij groot risico van verstopping als gevolg van inslibbing aan verbonden. Als de horizontale leiding verstopt raakt, worden de bovenstrooms van de verstopping gelegen verticale filters eveneens onwerkzaam, doordat ze niet meer kunnen afvoeren. Gedeeltelijk inslibben van verticale filters kan minder kwaad, omdat het slib onderin de filters terecht komt en niet het gehele filter, laat staan het systeem, onwerkzaam wordt. In feite worden bij de voorgestelde wijze van aanleg ontwaterings- en transportfunctie in het

ontwateringsstelsel op die manier gescheiden, waardoor de betrouwbaarheid van het systeem als geheel wordt vergroot.

Niettemin is het raadzaam, elk vertikaal filter via een onderhoudsput bereikbaar te houden, opdat de werkzame diepte kan worden gepeild en indien nodig filters kunnen worden schoongemaakt.

Een verticale drainage volgens de zojuist beschreven opzet zal in de meeste gevallen moeten worden bemalen. Dit spoort met de eerder gestelde wenselijkheid van regulering van de werking van ontwateringssystemen, teneinde niet meer grondwater af te hoeven voeren dan strikt noodzakelijk.

6.3. Systeemkeuze

Voor de meeste situaties in Ede lijkt verticale drainage de meest geschikte oplossing. Het systeem is in bestaande wijken het gemakkelijkst aan te leggen. Ondanks de beperkte ervaring in Nederland met dit soort systemen mag ervan worden uitgegaan dat verticale drainage duurzamer is dan horizontale. De aanlegkosten zullen niet of nauwelijks hoger zijn dan die van horizontale drainage, omdat bij aanleg in bestaande wijken de hoogste kostenpost wordt gevormd door de horizontale leiding en niet door de benodigde verticale filters. Bovendien kan bij verticale drainage de afstand tussen de strengen - afhankelijk van de situatie - al gauw een factor 1.5 tot 2.5 groter zijn dan die tussen strengen horizontale drains.

Verticale drainage vergt naar verwachting, eenmaal geïnstalleerd, weinig onderhoud. Inslibben heeft pas na lange tijd merkbaar effect, doordat het ingeslibde materiaal onderin de verticale filters terecht komt, waar het slechts een klein deel van het filter blokkeert. Uiteraard dient bij de omstorting van te plaatsen filters rekening te worden gehouden met de korrelgroottesamenstelling van de omringende grond. In geval van lagen met zeer fijn materiaal kan worden overwogen, ter hoogte daarvan blinde (niet geperforeerde) buis toe te passen. Het installeren van dergelijke systemen vergt dus het nodige vakmanschap. Alle verticale filters dienen via een onderhoudsput toegankelijk te zijn.

Om uitstralingseffecten te voorkomen, dient zoveel mogelijk te worden uitgegaan van bemalen en dus reguleerbare systemen. Automatische regulering op basis van grondwaterstanden is met betrekkelijk geringe kosten mogelijk. Om ijzerafzetting en neerslag van ander materiaal tegen te gaan zouden de systemen in tijden dat niet ontwaterd behoeft te worden af en toe (bv. 1x per week) kunnen worden doorgespoeld, zodanig dat de in het systeem aanwezige hoeveelheid water enige

malen wordt ververst. Een dergelijk systeem functioneert dan ongeveer als een CV-pompschakelaar in de zomer.

In nieuw aan te leggen wijken kan eventueel worden uitgegaan van open water, indien daarmee de grondbalans van het gebied gesloten kan worden gehouden. Men dient zich echter te realiseren dat regulering middels open water weliswaar niet onmogelijk is, maar technisch minder eenvoudig dan verticale drainage als boven omschreven.

Horizontale drainage kan desgewenst als voorlopig ontwateringsmiddel worden toegepast in nieuwe wijken. Als deze drainage langer dienst moet doen, dient ze te worden voorzien van aansluitpunten voor doorspoeling en zodanig te zijn gelegd, dat onderhoud daadwerkelijk mogelijk is.

Lozing van drainagewater op het riool (ook het RWA-riool) als permanente oplossing dient te worden voorkomen. RWA-rioolwater dient te worden beschouwd als afvalwater, drainwater niet. Afvoer van drainwater via rioleringen leidt tot onnodige vergroting van het volume aan afvalwater en is daarom ongewenst. Het concept-waterhuishoudingsplan van Gelderland stelt dit overigens ook [Provincie Gelderland, 1990]. Wel kan worden geloosd op eventueel open water binnen het bebouwde gebied. Uiteindelijk zal het water direkt of indirekt op de bij het waterschap in beheer zijnde watergangen worden geloosd.

6.4. Aanbevolen ontwateringsmaatregelen

De te nemen ontwateringsmaatregelen verschillen per dorp. De aanbevelingen zijn gebaseerd op verticale drainage, tenzij anders aangegeven. De lengte van de verticale filters is voor elk dorp afgeleid van de geohydrologische schematisering. Er is uitgegaan van een filterdiameter van 0.15 m.

De onderlinge afstanden van de rijen verticale filters en de afstanden tussen opeenvolgende filters in de rij zijn bepaald onder gebruikmaking van een berekeningswijze die is ontwikkeld voor de dimensionering van het systeem voor het bedrijventerrein Stroet bij Lunteren [Van der Schaaf, 1988; Idem, 1989]. Bij een bekend aantal te draineren hectares volgt daaruit ten naastbij het aantal boringen en de totale lengte verzamelleiding.

Er is steeds uitgegaan van een diepte van de verzamelleiding van 2 m beneden maaiveld en een te realiseren ontwateringsdiepte van 0.8 meter beneden maaiveld.

De maatgevende neerslag is enigszins afhankelijk van het soort gebied; bij een hoog percentage verhard oppervlak is een lagere neerslag aangehouden dan in situaties met relatief weinig verhard oppervlak. De berekeningen geven een systeem dat als minimum dient te worden beschouwd. Daarom is naast een minimaal aantal filters ook een groter aantal "te verwachten" opgenomen. Hetzelfde geldt voor het aantal meters verzamelleiding. Daarin is de onmogelijkheid verdisconteerd van optimale plaatsing van filters, alsmede een lichte overdimensionering om een systeemregulering mogelijk te maken.

Waar nodig is rekening gehouden met kwel uit de onderliggende watervoerende laag. De behandeling vindt per dorp plaats. De aangegeven oppervlakten zijn inclusief reeds gedraineerd gebied, dit met het oog op toekomstige vervanging.

6.4.1. Bennekom

Gezien de beschikbare boorgegevens en de uitkomst van de aanvullende boring is uitgegaan is van ontwatering van zowel het eerste als het tweede watervoerende pakket.

De uitgangspunten en uitkomsten staan in tabel 6.1

Tabel 6.1. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Bennekom

Watervoerende pakketten:	1 en 2
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	60 m ² /etm
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 2:	175 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	125 etm
Vertikale weerstand scheidende laag 2:	hoog (invloed te verwaarlozen)
Maatgevende neerslag:	6 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	75 ha.
Rijafstand:	150 m
Filterafstand in de rij:	95 m
Filters per ha:	0.7 minimaal
Aantal filters:	54 (min); 71 (verwacht)
Verzamelleiding:	1920 m (min); 2500 m (verwacht)
Onderzijde filter:	35-40 m beneden maaiveld

6.4.2. Ede

Uitgegaan is van eenzelfde systeem als in Bennekom, zij het met enigszins andere systeemconstanten. Er is uitgegaan van een maatgevende neerslag van 6 mm/etm. De totale oppervlakte, exclusief momenteel in aanleg zijnde wijken, beslaat ca. 400 ha.

Uitgangspunten en uitkomsten staan in tabel 6.2.

Tabel 6.2. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Ede

Watervoerende pakketten:	1 en 2
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	50 m ² /etm
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 2:	125 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	150 etm
Vertikale weerstand scheidende laag 2:	hoog (invloed te verwaarlozen)
Maatgevende neerslag:	6 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	300 ha.
Rijafstand:	200 m
Filterafstand in de rij:	68 m
Filters per ha:	0.74 minimaal
Aantal filters:	222 (min); 290 (verwacht)
Verzamelleiding:	15000 m (min); 19500 m (verw.)
Onderzijde filter:	30-35 m beneden maaiveld

6.4.3. Lunteren

Omdat in Lunteren de tweede scheidende laag niet of nauwelijks is ontwikkeld, dient daar een ontwateringssysteem beperkt te blijven tot de bovenste 10 m van het profiel. Indien dieper wordt gegaan, bestaat het risico dat het tweede en derde watervoerende pakket mee worden ontwaterd. Als gevolg van het hoge doorlaatvermogen van dit ongedeelde pakket levert dit een grote afvoer van water met weinig resultaat in de zin van grondwaterstandsverlaging.

Gezien de betrekkelijk geringe verticale weerstand van de scheidende lagen aan de basis van watervoerend pakket 1 is rekening gehouden met kwel. Deze is gebaseerd op gelijk blijven van de stijghoogte onder de eerste scheidende laag en op de verticale weerstand van die laag.

Ontwatering is voorzien voor een vrij smal gebied aan weerszijden van de Hertenlaan en t.z.t. in het gerealiseerde uitbreidingsgebied in het nw. De gebruikte gegevens en de berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Lunteren

Watervoerende pakketten:	1
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	50 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	50 etm
Vertikale weerstand scheidende laag 2:	afwezig
Maatgevende neerslag:	6 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	25 ha.
Rijafstand:	200 m
Filterafstand in de rij:	10 m
Filters per ha:	4.76 minimaal
Aantal filters:	120 (min); 155 (verwacht)
Verzamelleiding:	1250 m (min); 1625 m (verwacht)
Onderzijde filter:	10 m beneden maaiveld

Gezien de berekende dichtheid van verticale filters, die vooral wordt veroorzaakt door te verwachten kwel, is als alternatief horizontale drainage rondom woonblokken te overwegen in gevallen van ernstige klachten. Het aanhouden van een zodanige afstand tot woningen dat de drains buiten tuintjes e.d. kunnen worden gelegd, lijkt, gezien de berekende strengafstand voor verticale drainage, wel verantwoord.

Er moet dan wel aan weerszijden van (twee min of meer evenwijdige) rijen woningen een horizontale drain worden gelegd, liefst in de vorm van een ring, waardoor minder gauw algehele verstopping van het systeem optreedt. Er dient regelmatig onderhoud plaats te vinden in verband met de mogelijkheid van inslibbing. Daarmee moet, gezien de fijnzandige bodem ter plaatse, ernstig rekening worden gehouden.

6.4.4. Ederveen

Als gevolg van de aanwezigheid van mariene klei in de Eemformatie en de daarmee samenhangende hoge verticale weerstand van de eerste scheidende laag heeft het in Ederveen alleen zin, het eerste watervoerende pakket te ontwateren. Met kwel via de eerste scheidende laag behoeft geen rekening te worden gehouden.

Uitgangspunten en uitkomsten staan in tabel 6.4.

Tabel 6.4. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Ederveen

Watervoerende pakketten:	1
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	65 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	zeer hoog
Maatgevende neerslag:	6.5 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	20 ha.
Rijafstand:	200 m
Filterafstand in de rij:	20 m
Filters per ha:	2.5 minimaal
Aantal filters:	50 (min); 65 (verwacht)
Verzamelleiding:	1000 m (min); 1250 m (verwacht)
Onderzijde filter:	20 m beneden maaiveld

6.4.5. De Klomp

Met betrekking tot De Klomp is er van uitgegaan, dat de situatie er vergelijkbaar is met die in Ederveen. De resultaten van de in het kader van het onderzoek verrichte boring geven aan dat dit verantwoord is. De Klomp kan dan worden ontwaterd d.m.v. 1 rij verticale filters.

De filterafstand in de rij is berekend op 30 m bij een ontwerpneerslag van 7.5 mm/etm. De lengte van de rij wordt 1000-1200 m, zodat minimaal 33 en te verwachten 40 filters van 10 m diep moeten worden geplaatst.

6.4.6. Wekerom

Om dezelfde reden als in Lunteren is het in Wekerom raadzaam, de ontwatering te beperken tot het eerste watervoerende pakket. Tabel 6.5 geeft uitgangspunten en uitkomsten. Er is rekening gehouden met kwel via de eerste scheidende laag, waarbij er evenals voor Lunteren vanuit is gegaan, dat de stijghoogte beneden de eerste scheidende laag niet noemenswaard door de ontwatering wordt beïnvloed.

Als gevolg van de verticale weerstand van de eerste scheidende laag, die aanmerkelijk hoger is dan in Lunteren, is de invloed van de kwel op de dichtheid van verticale filters in Wekerom veel kleiner dan die in eerstgenoemde woonkern.

Tabel 6.5. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Wekerom

Watervoerende pakketten:	1
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	100 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	200 etm
Maatgevende neerslag:	7 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	20 ha.
Rijafstand:	200 m
Filterafstand in de rij:	20 m
Filters per ha:	2.5 minimaal
Aantal filters:	50 (min); 65 (verwacht)
Verzamelleiding:	1000 m (min); 1250 m (verwacht)
Onderzijde filter:	16 m beneden maaiveld

6.4.7 Otterlo

Zoals al eerder is opgemerkt, is het aanleggen van een ontwateringsstelsel voor Otterlo niet bijzonder zinvol. Afgezien van het probleem, dat een ontwateringsstelsel gemiddeld slechts gedurende een -zij het relatief lange- periode in de 10-20 jaar behoeft te werken, is ook de geohydrologische gesteldheid in deze woonkern er niet naar om drainage toe te passen. Als gevolg van het ontbreken van de eerste scheidende laag en het hoge gezamenlijke doorlaatvermogen van het eerste en tweede watervoerende pakket (tenminste 500 m²/etm) moet relatief veel water worden afgevoerd om een behoorlijk effect te kunnen bereiken.

Het lijkt daarom in dit geval beter, bij de bouw van woningen e.d. rekening te houden met hoge grondwaterstanden door het bouwen zonder kruipruimte of kelders, tenzij deze laatste waterdicht worden uitgevoerd.

6.4.8. Harskamp

Uit de uit beschikbare boorgegevens en door middel van boringen en pompproeven verkregen resultaten valt af te leiden, dat zowel de verticale weerstand van de eerste scheidende laag als het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket zo hoog zijn, dat een ontwateringssysteem bij voorkeur tot het eerste watervoerende pakket beperkt dient te blijven. Ontwateren van het tweede watervoerende pakket zal voornamelijk veel afvoer en weinig grondwaterstandsverlaging opleveren.

Er is op dezelfde wijze als voor Wekerom rekening gehouden met kwel via de eerste scheidende laag.

Uitgangspunten en uitkomsten zijn aangegeven in tabel 6.6.

Tabel 6.6. Uitgangspunten en uitkomsten berekening verticale drainage voor Harskamp

Watervoerende pakketten:	1
Doorlaatvermogen watervoerend pakket 1:	120 m ² /etm
Vertikale weerstand scheidende laag 1:	200 etm
Maatgevende neerslag:	7 mm/etm
Oppervlakte te ontwateren:	25 ha.
Rijafstand:	250 m
Filterafstand in de rij:	33 m
Filters per ha:	1.2 minimaal
Aantal filters:	30 (min); 39 (verwacht)
Verzamelleiding:	1000 m (min); 1300 m (verwacht)
Onderzijde filter:	20-25 m beneden maaiveld

6.5 Urgentievolgorde

Het meest urgent is de situatie in Ederveen. Samen met het minder urgente de Klomp moet hier 40 ha dringend behoorlijk worden ontwaterd. De reeds genomen maatregelen zijn deels effectief (Hootsenplein), maar bestrijken een beperkt gebied.

De daaropvolgende urgentieklasse wordt gevormd door het dorp Wekerom (20 ha).

Met betrekking tot het dorp Harskamp (25 ha) kan worden gesteld, dat de situatie er rond 1987/88 nogal ongunstig was, maar dat na de twee relatief droge zomers van 1989 en 1990 de situatie enigszins lijkt te zijn verbeterd. Het grondwaterregime lijkt er op dat van Otterlo, maar de standen zijn er dichter onder maaiveld. Qua ernst van de situatie is Harskamp te vergelijken met het noordwesten van Ede-Veldhuizen, hoewel de soort situatie er duidelijk anders is. Weliswaar is het gemiddeld aantal dagen per jaar met te hoge grondwaterstanden ongeveer even

hoog, maar in Harskamp duren zulke perioden in het algemeen langer, maar treden ze minder frequent op.

In het noordwestelijk deel van Ede-Veldhuizen (ca. 100 ha) is het ontwateringsstelsel dringend aan vervanging toe. Hetzelfde geldt voor een klein gebied in Bennekom langs de Wildekamp (ca. 5 ha). De situatie is er duidelijk minder ernstig dan in Wekerom.

In Luntern treden plaatselijk relatief lichte problemen op, maar de situatie is er in het algemeen niet echt ernstig.

In de overige gebieden lijkt het ontwateringsstelsel redelijk tot goed te functioneren. Zolang dat het geval is, zijn er geen dwingende redenen om bestaande stelsels te vervangen. Wel dient ermee rekening te worden gehouden, dat deze systemen op termijn onwerkzaam zullen worden. De levensduur is afhankelijk van onderhoud en omstandigheden. Men dient er rekening mee te houden, dat er 10-20 jaar na aanleg wel problemen kunnen ontstaan.

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1. Conclusies

7.1.1. De ontwateringssituatie in de gemeente Ede

Er is een inventarisatie van meerjarige reeksen van in en rondom bebouwd gebied in de gemeente Ede gedane grondwaterstandswaarnemingen gemaakt. Vergelijking van de verkregen gegevens met gedefinieerde ontwateringsnormen heeft geleid tot de constatering, dat in een aantal woonkernen of delen daarvan grondwateroverlast optreedt.

De gehanteerde ontwateringsnormen zijn 0.70 en 1.00 m beneden maaiveld. De norm van 0.70 wordt landelijk gehanteerd. Die van 1.00 m is aangehouden in verband met de bodemgesteldheid in de meerderheid van de gebieden waar grondwateroverlast is geconstateerd. Die is zodanig, dat bij een grondwaterstand van 0.70 m beneden maaiveld nog zoveel capillaire opstijging van grondwater plaatsvindt, dat de bodem onder kruipruimten bij die stand nog vrijwel geheel met water verzadigd kan zijn. Bij een grondwaterstand van 1 meter beneden maaiveld is dat niet meer het geval.

Aan de norm wordt geacht te zijn voldaan, indien geen overschrijdingen zijn geconstateerd gedurende een periode van 10 jaar (doorgaans 1980 t.e.m. 1989) of langer. Per dorp -min of meer in volgorde van afnemende ernst van de situatie- worden hieronder de belangrijkste conclusies weergegeven.

Ederveen

De meest ernstige grondwateroverlast treedt op in Ederveen. Daar wordt de norm van 0.70 m beneden maaiveld gemiddeld meer dan 100 dagen per jaar overschreden. In een deel van Ederveen (omgeving Hootsenplein) is de grondwateroverlast door de aanleg van een vertikaal drainagesysteem in 1985 sterk teruggedrongen. Aangelegde horizontale systemen lijken weinig effect te hebben.

De Klomp

Hydrologisch gezien is de situatie in De Klomp vergelijkbaar met die in Ederveen. Op grond van de weinige beschikbare waarnemingen lijkt de conclusie gerechtvaardigd, dat de situatie in De Klomp minder ernstig is dan die in Ederveen.

Wekerom

Eveneens minder ernstig dan in Ederveen, maar toch ongunstig, is de situatie in Wekerom. De norm van 0.70 m -mv. wordt daar gemiddeld ca. 60 dagen per jaar overschreden. Er zijn in 1967, 1982 en 1985 drainagesystemen aangelegd. Deze systemen lijken niet of slecht te functioneren. Het onlangs aangelegde systeem in De Riemt is door het geringe aantal beschikbare waarnemingen na aanleg nog niet goed te beoordelen.

Harskamp

In het dorp Harskamp overschrijdt de grondwaterstand de norm van 0.70 m beneden maaiveld gemiddeld 30-40 dagen per jaar. In jaren, waarin de grondwaterstanden op de Veluwe relatief laag zijn, is er geen of weinig grondwateroverlast (de jaren '70), in jaren met hoge waterstanden op de Veluwe (jaren '87-88) des te meer. De overschrijdingen van de norm zijn in het algemeen behalve iets minder frequent ook iets minder groot dan in Wekerom.

Ede

In de wijk Veldhuizen komt vooral in de lager gelegen westelijke delen in vrij grote mate grondwateroverlast voor. De invloed van aangelegde drainage is soms wel, soms niet terug te vinden in grondwaterstandsverlopen. De overschrijdingsduur van de norm van 0.70 m kan tot 50-60 dagen per jaar bedragen; meestal is hij aanmerkelijk lager. In een aantal gebieden, met name de Horsten lijkt de aangelegde drainage aan vervanging toe te zijn.

In het gebied bij Catharinadaal, waar in 1985 horizontale drainage is aangelegd, lijkt deze althans deels niet of slecht te functioneren. Omdat de overschrijdingsduur van de 0.70 m-norm daar ca. 40 dagen per jaar kan bedragen, zijn aanvullende ontwateringsmaatregelen nodig.

In de "Beken" is het effect van de aldaar aangelegde drainage wisselend. Plaatselijk komen overschrijdingen van de 0.70 m-norm van 20-30 dagen per jaar voor. Ook daar zijn -op lokale schaal- aanvullende maatregelen gewenst.

De drainage in de Hoven, aangelegd in 1976 en 1980, lijkt niet overal even goed te werken. Er zijn lichte overschrijdingen van de 0.70 m.-norm. In een deel van de Hofbeeklaan is de gemiddelde overschrijdingsduur met ca. 40 dagen/jaar het grootst.

In Ede Zuidwest en Maandereng zijn de problemen gering. Er komen lichte overschrijdingen voor van de 1.00 m-norm. De overschrijdingen van de 0.70 m-norm in het bebouwde gebied van Maandereng behoren sinds de aanleg van de "Groene Vijver" met verticale drainage tot het verleden. In hoeverre de recent aangelegde waterpartijen langs de Dreeslaan effect hebben, kon door het geringe aantal waarnemingen na aanleg niet worden vastgesteld.

Bennekom

In het westen van Bennekom komen in een smalle zone langs de westrand van het dorp overschrijdingen van de 0.70 m-norm voor met een frequentie tot 70 dagen per jaar; gemiddeld veel minder. In het zw. (Wildekamp e.o.) lijkt de grondwaterstand een stijgende tendens te hebben, die deels zou kunnen worden verklaard door het geleidelijk onwerkzaam worden van de rond 1972 aangelegde horizontale drainage.

Lichte grondwateroverlast treedt op ten w. van de Commandeursweg. De norm van 0.70 m wordt gemiddeld gedurende ca. 7 dagen en die van 1 m gedurende 20 dagen per jaar overschreden. De drainage in de nieuwbouw in het nw. ligt er nog te kort om uitspraken te kunnen doen over het functioneren.

Lunteren

De overschrijdingsfrequenties van de 0.70 m-norm zijn gering: in het algemeen minder dan 20 dagen per jaar. Ze doen zich voornamelijk voor in het westen van het dorp.

Otterlo

Grondwateroverlast in Otterlo treedt zelden op. De laatste 15 jaar zijn slechts overschrijdingen van de 1.00 m-norm geconstateerd. Die zijn van de laatste jaren en hangen samen met de algehele stijging van de grondwaterstanden op de Veluwe gedurende de jaren '80. Gezien de samenhang met de grondwaterstand op de Veluwe is het denkbaar, dat in Otterlo eens per enige tientallen jaren gedurende langere tijd grondwateroverlast kan optreden, zoals bv. in 1967 gebeurde, toen zelfs de weg Otterlo Arnhem deels onder water kwam te liggen.

7.2.1. Geohydrologie

De grondwaterstand in woonkernen langs de Veluwe rand -dat zijn Bennekom, Ede, Lunteren, Otterlo en Harskamp- staat in meerdere of mindere mate onder invloed

van de grondwaterstand op de Veluwe. Kenmerkend is een traag verloop in de tijd; effecten van reeksen natte en/of droge jaren ijlen lang na. De invloed is het sterkst in Otterlo en Harskamp, het kleinst in het westen van Ede.

Wekerom, Ederveen en De Klomp liggen buiten de direkte invloedssfeer van de Veluwe. Laatstgenoemde drie dorpen liggen alle in het gebied met zichtbare afwatering, de overige in de overgangszone van onzichtbare naar zichtbare afwatering.

De geohydrologische gesteldheid is in sterke mate bepalend voor zowel de grondwatersituatie als voor de mogelijke wijzen van ontwatering.

De geohydrologische opbouw van het gebied omvat in het algemeen drie watervoerende pakketten met daartussen twee scheidende lagen.

De bovenste twee watervoerende pakketten hebben in het algemeen een matig doorlaatvermogen ($< 100-500 \text{ m}^2/\text{etm}$), het doorlaatvermogen van het onderste pakket is hoog tot zeer hoog ($2500-6000 \text{ m}^2/\text{etm}$). De weerstandseigenschappen van de scheidende lagen variëren sterk: van ca. 50 tot enige duizenden etm.

Bennekom en Ede

In het gebied van Bennekom en Ede is de verticale weerstand van de eerste scheidende laag vrij gering en die van de tweede scheidende laag hoog. Het gezamenlijk doorlaatvermogen van eerste en tweede watervoerend pakket is vrij bescheiden (in het algemeen niet veel meer dan $200 \text{ m}^2/\text{etm}$). Het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket is 2-3x zo hoog als die van het eerste. Het derde watervoerende pakket speelt in verband met ontwatering een verwaarloosbare rol als gevolg van de hoge weerstand van de tweede scheidende laag.

Lunteren

In Lunteren ontbreekt de tweede scheidende laag vrijwel en is de eerste nog minder sterk ontwikkeld dan in Bennekom en Ede.

Ederveen en De Klomp

In Ederveen en De Klomp bevat de eerste scheidende laag veel klei en heeft daardoor een hoge verticale weerstand ($> 1000 \text{ etm}$). Daarom speelt bij ontwatering

daar alleen het eerste watervoerende pakket een rol. Het doorlaatvermogen ervan ligt rond de $65 \text{ m}^2/\text{etm}$.

Wekerom

In Wekerom is de eerste scheidende laag vrij goed ontwikkeld (vertikale weerstand ca. 200 etm), maar ontbreekt de tweede scheidende laag.

Otterlo

In Otterlo ontbreekt de eerste scheidende laag, doch is de tweede prominent aanwezig op ca. 50 m diepte. De verticale weerstand ervan is hoog, waarschijnlijk $> 1000 \text{ m}^2/\text{etm}$. Het doorlaatvermogen van eerste en tweede watervoerend pakket samen ligt rond de $500 \text{ m}^2/\text{etm}$.

Harskamp

In Harskamp komen zowel eerste als tweede scheidende laag voor. De eerste scheidende laag heeft een verticale weerstand van ca. 200 etmalen, die van de tweede ligt vrijwel zeker aanmerkelijk hoger ($> 1000 \text{ etm}$). Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket ligt op ca. $120 \text{ m}^2/\text{etm}$, dat van het tweede op $500 \text{ m}^2/\text{etm}$.

7.1.3. Ontwateringsmaatregelen

In de gemeente Ede blijken ontwateringssystemen in de vorm van horizontale drainage vaak slecht te voldoen. Dat is deels te wijten aan een te geringe onderhoudsintensiteit, deels aan de vaak zeer fijnzandige samenstelling van de bovenste meters van de bodem, waardoor gemakkelijk inslibbing kan optreden. Ook aanleg onder minder gunstige omstandigheden en bouwactiviteiten na de aanleg kunnen daarbij van (ongunstige) invloed zijn.

Een aanzienlijk deel van reeds aangelegde drainagesystemen zal op niet al te lange termijn moeten worden vervangen, in andere gebieden zoals Ederveen zal aanvullende drainage moeten worden gelegd.

De in de jaren '80 aangelegde verticale drainagesystemen blijken zeer effectief te zijn. Hoewel de aanlegkosten van verticale systemen hoger liggen dan die van horizontale, lijkt in de meerderheid van de gevallen verticale drainage te verkiezen boven horizontale. Vertikale systemen zijn minder gevoelig voor verstopping door

inslibben. Ze hebben in de meeste gevallen een grotere werkingssfeer. Daardoor hoeft bij aanleg in bestaande wijken minder overhoop te worden gehaald. Ze hebben bovendien waarschijnlijk een langere levensduur. Indien de horizontale koppelleiding wordt uitgevoerd als blinde buis, zal onderhoud daarvan hoogst zelden nodig zijn. Het grootste deel van het onderhoud kan worden beperkt tot de verticale filters, die daartoe aan de bovenkant tot aan de straat moeten zijn verlengd in de vorm van een onderhoudsput.

Vertikale drainagesystemen zijn zeer geschikt om elektronisch te worden geregeld. Daarmee kan worden voorkomen, dat grondwater wordt afgevoerd in tijden dat dit uit een oogpunt van voorkoming van grondwateroverlast niet nodig is.

Op de meeste plaatsen in de gemeente Ede kan verticale drainage worden toegepast. Uitzondering is het dorp Lunteren. Doordat daar alleen de dunne eerste scheidende laag aanwezig is, veroorzaakt drainage van het bovenste watervoerende pakket veel kwel vanuit het tweede en derde watervoerende pakket. Als gevolg daarvan is de werkingssfeer van ieder drainagesysteem daar beperkt en vervalt een belangrijk voordeel van verticale drainage. Vergroting van de werkingssfeer kan daar alleen ten koste van de afvoer van veel grondwater. Op grond van milieuoverwegingen lijkt dat minder gewenst. De overige woonkernen in de gemeente kunnen in beginsel met verticale drainage worden ontwaterd.

De eventueel te hanteren systemen verschillen als gevolg van de geohydrologische omstandigheden per woonkern. Per woonkern kunnen op grond van de situatie de volgende aanbevelingen worden gedaan.

Bennekom en Ede

Vertikale drainage in het eerste en tweede watervoerende pakket. Het tweede w.p. kan fungeren als natuurlijke drain, waardoor het werkingsgebied van het ontwateringssysteem wordt vergroot.

Lunteren

Alleen horizontale drainage komt in aanmerking om hiervoor genoemde redenen.

Ederveen en De Klomp

Vertikale drainage, uitsluitend in het eerste watervoerende pakket. De verticale weerstand van de eerste scheidende laag is te hoog om het tweede watervoerende pakket als natuurlijke drain te kunnen laten fungeren.

Wekerom

Vertikale drainage in het eerste watervoerende pakket. Door het ontbreken van de tweede scheidende laag zou ontwatering van het tweede watervoerende pakket automatisch ontwatering van het hoogdoorlatende derde watervoerende pakket inhouden, waarmee een grote verspilling van grondwater zou optreden.

Otterlo

Gezien de weinig frequent voorkomende grondwateroverlast hoeft hier geen ontwateringssysteem te worden aangelegd. Het zou bovendien betekenen, dat het eerste en tweede pakket met een gezamenlijk vrij hoog doorlaatvermogen tegelijk zouden moeten worden ontwaterd, gezien het ontbreken van de eerste scheidende laag. Dat betekent dat om een kleine grondwaterstandsverlaging te bereiken, relatief veel water moet worden afgevoerd.

Harskamp

Vertikale drainage van alleen het eerste watervoerende pakket lijkt het meest zinvol. Weliswaar is de verticale weerstand van de eerste scheidende laag niet bijzonder hoog, maar het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket is zo groot, dat ontwatering ervan gepaard zou gaan met een aanzienlijke onttrekking van grondwater en een aanzienlijk uitstralingseffect buiten het dorp zelf zou hebben.

7.2. Aanbevelingen

In de loop van het onderzoek door de Landbouwniversiteit zijn een aantal onduidelijkheden naar voren gekomen die tijdens de beperkte duur van het onderzoek niet nader onderzocht konden worden. Mochten de hieronder geschetste problemen van wezenlijk belang zijn voor de afweging van de keuze voor een ontwateringssysteem, dan zullen deze punten in een later stadium nog opgeklaard moeten worden.

nauwkeurigheid van hoogtecijfers

Vooraf in Ede-Veldhuizen en in Lunteren is in een aantal gevallen grondwateroverlast geconstateerd in gebieden, waar men weinig of geen klachten

van ontvangen had. Een mogelijke verklaring hiervoor is de gehanteerde schattingswijze van het nivo van de kruipruimte-bodems. De nivo's van kruipruimte zijn via een aantal benaderingen verkregen. Voor de bepaling van de hoogte van het maaiveld is uitgegaan van de nivo's van straatpeilen, die gemiddeld in Nederland 10 cm lager dan het maaiveld liggen. De vloer van een kruipruimte bevindt zich gemiddeld in Nederland op 50 cm onder het maaiveld. De ontwateringsnorm gaat er van uit dat de grondwaterstand eigenlijk niet hoger dan 50 cm onder de vloer van de kruipruimte mag komen en in geen geval hoger dan 20 cm onder de vloer. Om de in dit rapport gedane uitspraken over wateroverlast in Ede-Veldhuizen en in Lunteren te kunnen verifiëren, moet er gecontroleerd worden of in deze woonwijken de aanname van de gemiddelde afwijkingen van maaiveld van het straatnivo en het nivo van de bodem van de kruipruimte geldig zijn. Mochten deze structureel verschillen van de -10 en -50 cm-gemiddelden voor Nederland, dan moet de ontwateringstoestand van deze wijken nogmaals berekend worden.

effectiviteit van de aanbevolen ontwateringsmiddelen

Met verticale drainage in stedelijk gebied is tot op heden in Nederland weinig ervaring opgedaan. Deze drainagesystemen functioneren in Ederveen en Maandereng nu voor resp. 6 en 2 jaar. Uit de grondwaterstandbuizen in de omgeving van deze systemen kan afgeleid worden, dat de systemen effectief werken. (fig. 4.27). De werkingssfeer van een systeem van verticale drainage kan theoretisch bepaald worden, waarbij bepaalde schattingen van het doorlaatvermogen en de verticale weerstanden gebruikt worden. Of deze aannames kloppen, zal nog gecontroleerd moeten worden, door de werkelijke werkingssfeer van het drainagesysteem te bepalen, en aan de hand daarvan terug te rekenen wat de systeem-parameters moeten zijn.

Ook het gebruik van een geregeld ontwateringssysteem is een nieuw concept. Een geregeld systeem kan automatisch of handmatig afgesteld worden. De mate van overdimensionering en de in te stellen bufferzone voor het aanslaan en afslaan van de pomp of klep zullen getoetst moeten worden op de effectiviteit.

LITERATUUR

- Aelmans, F.G. (1975); Grondwaterkaart van Nederland. Inventarisatierapport IJsseldal. Kaartbladen 27 West, 27 Oost, 33 West, 33 Oost. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.
- Anonymus (1989); Derde Nota Waterhuishouding. SDU Uitgeverij, Den Haag
- Bakel, P.J.T. van (1986); A systematic approach to improve the planning, design and operation of surface water management systems: a case study. ICW-rapport 13, Diss. LUW, Wageningen.
- Cusell, J., R.H.C.M. Awater, en Th.J. van de Nes (red) (1988); Grondwateroverlast in het stedelijk gebied van de provincie Gelderland. Een technisch en/of bestuurlijk probleem? Rapport van de Begeleidingscommissie Waterhuishouding Bebouwd Gebied. Provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water, afd. Water, Arnhem.
- Dijkmeester, P.N.M. (1988); Omvang van de grondwateroverlast in het stedelijk gebied van Nederland. Een inschatting. TU Delft, vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing & Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA.
- Dijkhuis A., H. Popken en H. Winkels (1985); Nitraat in het grondwater rondom Lunteren. Landbouwhogeschool, Meded. Vakgroep Cultuurtechniek 82.
- Driessen, J. en F. Vossen (1983); De invloed van een slecht doorlatende laag op de grondwaterbeweging in de zuidelijke Gelderse Vallei. Doctoraalscriptie Landbouwhogeschool, Vakgroep Cultuurtechniek.
- Hettinga, F.A.M. en P.J. Stuyfzand (1989); Hydrochemie en hydrologie van het waterwingebied Edese Bos en omgeving. KIWA, Hoofdafd. Speurwerk, Nieuwegein.
- Houtman, H. (1985); Grondwaterkaart van Nederland. Amersfoort- Oost. Kaartblad 32 Oost. Inventarisatierapport. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft-Oosterwolde.
- Glasbergen, P., M.C. Groenenberg en F.A. Roorda (1989); Naar een strategisch grondwaterbeheer. VUGA Uitgeverij, 's-Gravenhage.
- Gespreksgroep Hydrologische Terminologie (1986); Verklarende hydrologische woordenlijst. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Rapporten en Nota's no. 16
- Meinardi, C.R. (1978); Geohydrologische gegevens van Zuidelijk Flevoland en de Gelderse Vallei. RID-mededeling 78-4.
- Provincie Gelderland (1990); Concept Waterhuishoudingsplan. Water in Beweging. Voorlopig vastgesteld door Gedeputeerde Staten op 10 april 1990.

Rijks Geologische Dienst (1974); Geologisch onderzoek Gelderse Vallei.
Project 7004, Haarlem.

Ruijter, D.C. de (1986); Te hoog grondwater in de bebouwde omgeving.
Oorzaken, gevolgen en mogelijke maatregelen. Stichting Bouwresearch, nr. 145.

Schaaf, S. van der (1986); Verslag van de pompproeven in de Bennekomse
Meent en de Achterbergse Hooilanden op 4 en 6 november 1986. LUW, rapp.
Vakgr. Cultuurtechniek 31

Schaaf, S. van der (1987); Geohydrologische gevolgen van de aanleg van de
A30 in het gebied ten westen van Ede. LU, rapp. vakgroep Cultuurtechniek,
Wageningen.

Schaaf, S. van der (1988); Onderzoek naar de ontwateringsmogelijkheden van
het bedrijventerrein "De Stroet" bij Lunteren. Rapp. 38, Vakgr. Cultuurtechniek,
Landbouwniversiteit Wageningen.

Schaaf, S. van der (1990); De ontwateringsmogelijkheden van een deel van het
stadsuitbreidingsgebied Rietkampen, gemeente Ede. LUW, vakgroep HBH (in
bewerking).

Schaaf, S.v.d., H.J. Roelofs en J.B.M. Wiggers (1990); Het waterbezwaar,
veroorzaakt door afvoer van de hogere gronden en het stedelijk gebied in de
gemeenten Ede en Wageningen. DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en
Landbouwniversiteit, Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica.

Schaaf, S. van der (1989); Design of a vertical drainage system in a shallow
aquifer with an underlying semiconfined aquifer. In: Dodd, V.A. and P.M. Grace
(eds): Agricultural Engineering. Proceedings of the 11th International Congress
on Agricultural Engineering/Dublin/4-8 September 1989. A.A. Balkema,
Rotterdam.

Segeren, W.A. en H. Hengeveld (1978); Bouwrijp maken van terreinen.
Technische Hogeschool Delft, Afd. Civiele Techniek.

Verbraeck, A. (1984); Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland
1:50.000. Blad Tiel West (39W) en Tiel Oost (39O). Rijks Geologische Dienst,
Haarlem.

BIJLAGEN

In de bijlagen treft men achtereenvolgens aan

- I - een begrippenlijst**
- II - een tabel met de overschrijdingen van de 100- en 70-cm nivo's**
- III - een overzicht van de beschikbare geologische boringen in de gemeente Ede**
- IV - de boorbeschrijvingen van de boringen die voor dit onderzoek verricht zijn.**
- V - een overzicht van de pompproeven verricht in de omgeving van de gemeente Ede**
- VI - de uitwerking van de pompproeven te Harskamp, verricht voor dit onderzoek.**

I. Begrippenlijst

Afwatering

De afvoer van water via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

Doorlatendheid

Het vermogen van de grond om vloeistof of gas door te laten, meestal uitgedrukt in m/etm.

Doorlaatvermogen

Maat voor het vermogen van een watervoerend pakket om water door te laten. Produkt van dikte en gemiddelde doorlatendheid van het pakket, meestal uitgedrukt in m^2/etm .

Gemiddelde hoogste grondwaterstand

zie GHG

Gemiddelde laagste grondwaterstand

zie GLG

GHG

Gemiddelde hoogste grondwaterstand: rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden van ieder jaar over een periode van een aantal jaren (meestal bij een waarneemfrequentie van 2x per maand)

GLG

Gemiddelde laagste grondwaterstand: rekenkundig gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden van ieder jaar over een periode van een aantal jaren (meestal bij een waarneemfrequentie van 2x per maand)

Grondwater

Water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot water beneden de grondwaterspiegel.

Infiltratie (inziging)

Neerwaartse stroming van water, waardoor aanvulling van het grondwater tot stand komt

Inziging

Zie Infiltratie

Kwel

Het uittreden van grondwater door een verticale (stijgende) beweging.

NAP Normaal Amsterdams Peil. Het Nederlandse standaard-vergelijkingsvlak voor de hoogteligging.

Neerslagoverschot

Het verschil tussen bruto neerslag enerzijds en de som van interceptie (inclusief die door verharde oppervlakken) en werkelijke verdamping anderzijds.

Ontwatering

De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drainbuizen en greppels naar een stelsel van grotere waterlopen.

Peilbuis

Een buis met een kleine diameter (< 30 cm) waarin een grondwaterstand kan gemeten worden.

Scheidende laag

Ondoorlatende of slecht doorlatende laag tussen twee watervoerende lagen.

Vertikale weerstand

Weerstandbiedend vermogen van een scheidende laag, doorgaans uitgedrukt in etmalen.

Vrije grondwaterspiegel

Het vlak door de punten waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan 0 heeft.

Watervoerend pakket

Een bodemlaag die water doorvoert en die aan de boven- en onderzijde begrensd wordt door twee slecht doorlatende of ondoorlatende lagen of door een slecht doorlatende of ondoorlatende laag en een vrije waterspiegel.

II. Analyse van grondwaterstanden

KNELPUNTEN analyse van grondwaterstandsmetingen: alle buizen met een overschrijding van het -1.30 m-nivo

Legenda

buisnr: de code van de peilbuis

x,y : coördinaten in meters

mvh : maaiveldshoogte in meters ten opzichte van NAP

bjr : beginjaar van de reeks

mjr : aantal jaren in de reeks

miss : percentage ontbrekende gegevens

onfil: onderkant van het filter van de peilbuis in meters ten opzichte van NAP

ghg : gemiddelde hoogste grondwaterstand (komt gemiddeld 3 maal per jaar voor)

glg : gemiddelde laagste grondwaterstand (idem)

+130: aantal dagen per jaar dat een grondwaterstand hoger dan -1.30 m ten opzichte van maaiveld voorkomt

+100: aantal dagen per jaar dat een grondwaterstand hoger dan -1.00 m voorkomt

+ 70: aantal dagen per jaar dat een grondwaterstand hoger dan -0.70 m voorkomt

Ede-Noord

buisnr	x	y	straat	mvh	bjr	mjr	miss	onfil	ghg	glg	+130	+100	+70
030101040	172560	450653	Slotlaan	13.37	70	19.9	8.2	10.6	54	139	245	156	81
030102040	172454	450792	Hogerhorst/Luynhorst	13.37	70	13.0	9.3	10.6	117	188	113	49	8
030103030	172480	450820	Wulverhorst	13.45	70	2.0	6.4	10.1	97	170	108	33	0
030104060	172500	450825	Boekhorst	13.39	70	18.9	13.9	8.9	78	146	155	74	56
030210050	172906	451007	Sterkenburg	14.88	70	19.9	7.9	10.7	143	209	54	17	7
030211040	172954	451031	Sterkenburg	15.14	70	10.8	20.4	11.9	176	240	25	7	0
030212040	172954	450818	Slotlaan	15.14	70	19.9	11.3	11.7	166	230	23	3	0
030305050	172872	450584	Sijpestein	14.86	70	13.7	17.1	10.6	152	218	60	16	0
030306040	172926	450666	Goudenstein	15.01	70	19.9	7.5	11.5	166	233	26	4	0
030308040	172820	450649	Pollenstein	14.55	70	19.9	6.7	11.3	135	203	58	21	2
030431050	172798	449731	Voerakker	14.00	73	16.9	9.1	9.8	156	218	22	2	0
030432050	172868	449494	Voerakker	14.03	73	9.8	5.1	9.6	170	231	28	0	0
030433050	172820	449500	Wildforster	14.02	73	16.9	9.9	9.8	181	238	3	0	0
030434050	172856	449500	Wildforster	13.83	75	11.0	20.8	9.7	168	223	23	3	0
030436070	172975	449420	Jachtlaan	14.23	81	16.9	9.1	8.2	184	242	16	0	0
030526030	172217	450286	Catharinadaal	12.38	74	15.9	5.0	7.7	61	140	262	125	42
030527119	172224	450262	Catharinadaal	12.66	74	15.9	7.6	3.0	99	171	96	26	5
030537120	172488	449686	Peppelensteeg	12.86	82	14.9	11.7	1.7	79	146	228	104	27
030538070	172251	449759	Langekampweg	13.16	75	15.9	6.8	6.6	184	261	8	0	0
030539070	171847	449818	Inschoterweg	11.30	75	15.9	16.2	5.4	94	167	140	31	5
030624050	171715	450197	Liebeek	11.05	74	15.9	6.3	6.6	72	162	166	123	82
030625109	171741	450195	Liebeek	11.08	74	15.9	6.0	1.6	71	163	176	119	74
030649060	171634	450802	Opveld	11.25	82	7.9	7.4	6.5	111	180	68	15	0
030657050	171517	450658	Veldbeeklaan	10.81	87	2.9	11.4	7.0	85	160	165	53	24
030658050	171534	450720	Saasveld	10.87	87	2.9	11.4	7.0	80	158	182	59	29
030659050	171502	450811	Grootveld	10.92	87	2.9	11.4	7.0	99	162	141	41	0
030717070	172125	450580	Gravenhof	12.39	73	8.8	8.1	7.1	165	248	15	0	0
030718060	172080	450675	Gravenhof	12.42	73	16.9	9.1	7.6	102	176	100	31	10
030719050	173250	450845	Veldhuizerbrink	15.50	76	16.9	16.5	11.9	167	219	25	0	0
030720060	172021	450689	Nienhof	12.29	74	15.9	4.5	7.4	100	173	100	36	15
030721109	172027	450665	Nienhof	12.24	74	15.9	4.2	3.4	96	172	104	35	13
030722060	171696	450525	Hofbeeklaan	11.29	74	15.9	19.1	5.7	70	163	169	84	40
030723109	171675	450500	Hofbeeklaan	11.14	74	15.9	14.1	2.0	63	159	190	92	45
030748060	172116	450461	Nienhof (slotlaan)	12.43	82	7.9	10.0	7.5	124	193	38	0	0
030750060	171677	450350	Hofbeeklaan	11.05	82	7.9	7.4	6.3	104	187	89	25	4

Ede-Zuid

buisnr	x,	y,	straat	,mvh,bjr	mjr,	miss	onfil	ghg,	glg	+130	+100	+70	
100324090	174233	447625	Zandlaan	16.70	81	6.6	26.6	17.3	65	141	233	113	38
110112060	173076	447773	Nwe.Wageniningsweg	11.47	76	14.0	4.8	6.6	24	83	338	328	266
110113109	173067	447803	Nwe.Wageniningsweg	11.60	76	14.0	14.6	2.7	36	102	323	287	198
110114060	172904	448348	Nwe. Wageniningsweg	12.82	74	16.0	9.6	7.3	164	243	7	0	0
110120060	173387	448370	v.d. Goesstraat	13.35	76	13.0	22.4	7.8	121	202	41	9	3
110121099	173409	448374	v.d. Goesstraat	13.46	76	11.0	22.0	5.7	124	191	48	4	0
110148099	173240	448160	Isaac Israelstraat	13.24	81	10.0	13.8	4.4	131	200	42	16	0
110150050	173030	448243	Avecampstraat	12.57	85	5.0	28.3	8.7	115	180	81	13	0
110307050	173815	447832	Frans Halslaan	14.21	76	14.0	5.1	9.5	141	213	38	8	0
110308219	173788	447825	Frans Halslaan	14.25	76	14.0	10.7	-6.1	175	246	9	0	0
110353050	173251	447602	Rubensstraat	11.99	88	2.0	4.2	7.9	115	160	63	0	0
110354050	173407	447484	Rubensstraat	12.43	88	2.0	4.2	8.5	110	170	56	0	0
120128060	172775	448309	Bruggesteeg	11.94	76	14.0	3.0	6.7	83	175	147	69	12
120130060	172333	447636	Hoefweg	9.94	76	13.3	7.9	4.8	78	137	294	138	9
120131099	172338	447658	Hoefweg	9.91	76	13.3	8.2	2.3	71	127	321	188	25
120132050	172178	448319	Bruggesteeg	10.18	76	14.0	7.7	5.9	49	146	267	199	131
120133099	172205	448305	Bruggesteeg	10.21	76	14.0	7.7	2.4	57	146	259	186	89
120134070	171776	447910	Lange Weideweg	8.87	76	14.0	3.0	2.6	67	142	273	160	30
120135109	171763	447887	Lange Weideweg	9.06	76	14.0	1.8	-4	84	157	219	84	4
120144099	172766	448280	Bruggesteeg	12.08	76	14.2	24.7	4.0	111	196	84	14	0
130125060	172649	448995	Lorentzstraat	12.85	75	17.0	3.2	7.3	208	263	1		
130126060	172615	448702	Galvaniststraat	12.44	76	14.0	7.4	7.4	162	222	1		
130136060	171674	448590	Maanderbuurtweg	10.66	76	14.0	2.4	5.4	131	241	24	0	0
130137089	171643	448585	Maanderbuurtweg	10.55	76	15.0	8.3	3.1	144	237	13	0	0
130138060	171912	449195	Marconistraat	10.49	82	6.6	29.1	5.3	90	141	225	62	0
130139060	171825	449370	Marconistraat Tulp	10.57	74	15.0	12.5	5.9	94	154	201	67	7
130140060	171974	449480	Frankeneng kok	11.41	74	15.0	4.2	6.2	109	172	110	16	0
130241129	170988	449574	Schutterweg	10.00	81	10.0	7.9	-1.5	130	212	58	5	0
130242100	170981	449542	Schutterweg	10.22	81	10.0	20.8	4.6	147	233	8	0	0
130243050	170473	448704	Maanderbuurtweg	8.08	81	4.9	33.1	4.0	93	139	208	42	0
130251209	171013	449574	Schutterweg	9.87	81	1.6	36.8	-10.0	147	215	30	0	0
130252139	170496	448694	Maanderbuurtweg	8.03	81	3.9	19.1	-3.6	85	136	235	101	0
203255030	172508	451782	Doesburgerbuurt	13.72	82	8.9	21.5	11.1	27	83	315	291	224

Bennekom

buisnr	x,	y, straat	,mvh,bjr	mjr,	miss	onfil	ghg,	glg	+130	+100	+70		
300305060	174142	445880	Molenstraat	13.31	73	17.0	4.7	7.4	106	175	98	23	7
300306050	174341	445824	Molenstraat	14.78	73	17.0	7.6	10.0	199	268	3	0	0
300307060	174198	445622	Oude Achterstraat	12.98	73	16.0	9.7	8.4	101	163	155	22	2
300309060	174302	445493	Grietjeshof	13.46	73	11.0	31.4	8.1	148	215	22	6	0
300311060	174304	445272	Achterstraat	12.87	73	17.0	4.4	8.0	111	170	91	19	7
300312040	174529	445323	Kierkamperweg	13.29	73	17.0	4.7	10.2	63	132	281	164	50
300313050	174549	445088	Wildekamp	12.94	73	17.0	4.4	8.6	51	123	301	212	90
300314050	174701	445291	Langhoven	14.14	73	17.0	4.4	9.9	133	185	41	11	3
300315060	174674	444970	Breehoven	13.47	73	17.0	4.9	8.9	91	146	228	77	15
300317060	174805	444852	Marienhoven	13.62	73	15.4	10.8	9.3	105	159	167	33	0
300318050	173966	445581	Nergenasebosweg	12.37	74	16.0	5.5	8.4	77	185	196	80	21
300319089	173956	445562	Nergenasebosweg	11.76	74	16.0	7.3	4.9	2	83	353	345	291
300320050	173941	445868	Lange steeg	12.54	74	16.0	4.4	8.9	73	145	266	133	25
300321079	173938	445884	Lange Steeg	12.52	74	15.0	3.6	6.9	57	136	305	168	64
300401060	174164	446371	Brinkerweg	13.91	73	17.0	5.4	8.7	109	180	95	27	9
300402060	174286	446389	Halderbrink	14.75	73	17.0	4.7	9.4	165	234	7	2	0
300403060	174098	446032	Halderweg	13.57	73	17.0	5.2	8.1	94	165	152	51	13
300404070	174309	446125	Halderweg	14.34	73	17.0	7.1	8.5	141	203	29	5	2
300422060	173881	446416	West Breukelderweg	14.00	74	16.0	4.7	9.2	169	265	1		
300424060	173648	446454	Kromme steeg	12.77	74	16.0	33.9	8.1	72	165	188	95	36
300425089	173626	446444	Kromme steeg	12.80	74	16.0	33.9	5.6	77	165	176	82	30
300426079	174127	446380	Brinkerweg	13.79	74	16.0	5.5	7.2	116	190	93	14	2
300427040	174104	446387	Brinkerweg	13.79	74	16.0	5.7	10.2	126	204	54	9	0
300428050	174123	446567	West Breukelderweg	14.80	74	15.0	4.7	10.9	200	289	2	0	0
300429089	174136	446579	West Breukelderweg	14.99	74	16.0	5.5	8.0	183	270	2	0	0
300430060	174185	446884	West Breukelderweg	14.88	76	14.0	7.5	10.8	191	265	2	0	0
300431109	174180	446904	West Breukelderweg	14.46	76	14.0	7.5	6.6	170	230	11	0	0
300432060	174059	446826	Bovenbuurtweg	14.02	76	14.0	7.8	9.0	116	200	90	30	6
300433089	174076	446828	Bovenbuurtweg	14.61	76	14.0	7.8	6.6	184	258	1		
300434060	173826	446815	Bovenbuurtweg	13.79	74	14.0	5.4	8.6	135	231	31	2	0
300435089	173837	446792	Bovenbuurtweg	13.71	74	16.0	4.7	6.1	109	199	91	26	0
300436050	173943	446944	Bovenbuurtweg	13.55	74	13.0	5.5	9.1	116	201	86	19	0
300437109	173943	446911	Bovenbuurtweg	13.44	74	16.0	5.2	4.8	78	166	201	103	30
300439109	174090	447117	Hoekelumsebrinkweg	14.25	74	16.0	4.7	5.3	149	228	20	2	0
300440040	173705	447072	BOVENBUURTWE	13.01	81	9.0	9.8	8.4	140	230	4	0	0
300441129	173679	447066	BOVENBUURTWE	12.84	81	10.0	9.6	7	92	172	184	52	0
300442050	173650	447196	Bovenbuurtweg	12.94	74	13.0	5.1	8.8	70	170	214	120	38
300443089	173632	447193	Bovenbuurtweg	12.91	74	16.0	4.4	5.5	51	153	244	160	75
303144050	173233	446627	Nwe.Wageniningsweg	11.54	74	16.0	4.7	7.7	32	112	334	299	199
303145109	173222	446661	Nwe.Wageniningsweg	11.35	74	16.0	4.7	2.9	14	99	345	319	237
303146099	173072	447341	Maanderdijk	11.49	76	13.9	6.0	3.7	60	130	298	195	73

Lunteren

buisnr	x,	y,	straat	,mvh,bjr	mjr,	miss	onfil	ghg,	glg	+130	+100	+70	
400103060	171539	454660	Oude Arnhemseweg	15.41	72	18.0	9.7	9.8	138	237	29	8	0
400104060	171359	454583	Honskamperweg	15.14	72	18.0	5.1	9.8	142	230	20	5	0
400109060	171467	454402	Wuitekampweg	14.68	72	13.7	15.8	9.5	121	223	49	11	0
400110050	171628	454473	Oude Arnhemseweg	15.32	72	18.0	5.6	12.5	155	264	14	4	0
400114060	171289	454865	Zandkampweg	15.58	72	18.0	3.7	10.7	175	256	15	6	0
400122070	171463	454741	Oude Arnhemseweg	16.26	72	18.0	8.1	10.9	208	298	5	0	0
400123050	170852	455359	Julianastraat	14.19	72	17.0	5.2	11.0	116	184	96	15	2
400124060	171045	455027	Roskammersteeg	14.73	74	17.2	9.0	10.1	189	266	11	0	0
400125060	170737	454996	Klomperweg	13.27	73	17.2	9.2	8.0	108	177	117	37	18
400133060	170404	454863	Klomperweg	12.53	73	17.2	9.0	7.0	83	169	164	68	29
400135050	170698	454534	Hulweg	13.53	73	17.0	4.9	8.2	140	223	33	18	3
400165050	170490	455010	Hermelijnslaan	12.34	88	2.2	39.6	8.6	83	144	160	68	0
400166050	170416	455083	Reeenlaan	12.33	88	2.2	39.6	8.7	108	167	103	0	0
400226060	170561	455405	Postweg	13.62	73	17.2	9.2	8.4	136	217	34	19	8
403225159	167410	453835	Fliertseweg	8.06	62	12.0	12.5	-6.6	27	108	350	285	225
403226289	167410	453835	Fliertseweg	8.06	62	12.0	12.9	-19.2	6	68	358	353	317
403227499	167410	453835	Fliertseweg	8.06	62	11.0	10.6	-39.6	5	71	354	345	300
403302060	171745	454660	Zwarte Water	15.25	89	18.0	5.1	12.2	88	180	159	61	21
403306060	171044	454561	Kleine Goorpad	14.01	72	18.0	4.4	8.5	104	179	129	29	6
403307050	170933	454408	Kleine Goorpad	13.45	72	19.0	4.4	8.6	53	150	259	167	63
403308060	171250	454383	Honskamperweg	13.90	72	18.0	6.5	8.6	92	180	139	57	20
403311060	171799	454566	Hogeveenweg	15.34	72	18.0	11.1	10.9	90	190	146	59	17
403312060	171937	454612	Hoge Veenweg	15.43	72	18.0	5.3	10.6	145	221	31	4	0
403327060	170028	455252	Hullerpad	11.26	73	17.0	4.9	6.0	50	135	287	180	70
403329050	169812	454593	Klomperweg	10.84	73	17.0	3.9	6.4	76	133	307	120	41
403330070	170065	454404	Klomperweg	12.03	73	17.0	9.1	6.2	84	175	145	64	29
403331060	170250	454541	Klomperweg	12.07	73	17.0	3.9	6.9	50	147	248	155	74
403332060	170137	454718	Klomperweg	11.67	73	17.0	5.4	6.4	34	129	306	220	119
403334060	170558	454275	Heuvelseweg	12.14	73	17.0	4.4	6.7	33	134	294	220	129
403336090	170753	456246	Dorpsstraat	13.69	75	15.0	4.7	5.7	137	203	29	3	0
403339070	170762	456055	Wormshoefweg	13.94	81	9.9	14.3	7.8	151	211	5	0	0
403340409	170782	456060	Wormshoefweg	13.92	81	9.9	14.3	-24.3	155	211	5	0	0
403341239	169823	455217	Postweg	11.31	81	10.0	4.6	-10.3	39	103	327	298	174
403342239	169752	454948	Hullerpad	10.77	81	10.0	5.9	-10.7	8	66	328	328	307
403343239	170190	454527	Klomperweg	12.03	81	10.0	4.6	-9.6	73	146	250	99	14
403361499	170550	453654	Heuvelseweg	10.95	61	15.6	19.3	-37.0	-16	30	357	357	355
403362329	170569	453656	Heuvelseweg	10.95	61	15.6	15.0	-20.6	32	100	359	325	222
403363020	170558	453631	Heuvelseweg	10.88	61	15.6	18.2	9.0	17	90	364	338	270
403444060	172426	457714	Meulunterseweg	16.23	82	6.9	18.1	11.2	81	181	169	78	21
403457040	172034	457427	Hessenweg	15.90	63	6.0	3.5	11.9	166	258	5	0	0
420113269	173475	460700	Kl. Kamp (Barnevld)	14.29	63	24.0	14.2	-11.0	28	104	341	287	204
420114319	173475	460700	Kl. Kamp (Barnevld)	14.29	63	24.0	14.6	-15.2	7	66	348	338	280
420115509	173475	460700	Kl. Kamp (Barnevld)	14.29	63	24.0	14.6	-35.1	7	66	348	339	282
420125509	181030	463970	Kootwijkerzand Blvd	25.68	66	20.0	5.4	-23.0	299	352	15	3	0

Ederveen

buisnr	x	y	straat	,mvh,bjr	mjr	miss	onfil	ghg	glg	+130	+100	+70	
500101050	168112	452324	Hoofdweg	7.33	74	16.0	3.9	3.4	34	110	359	300	169
500102060	168109	452496	Nieuweweg	7.49	74	17.0	2.2	2.3	21	90	344	317	239
500103060	168387	452496	Nieuweweg	7.58	74	17.0	14.7	2.9	25	107	328	265	174
500104060	168368	452784	Hortensiastraat	8.01	74	17.0	12.3	2.5	47	133	281	193	110
500105060	168059	452760	Hortensiastraat	7.81	74	17.0	6.6	2.5	33	105	328	276	170
500107050	167995	453181	Hoofdweg	8.19	74	17.0	2.9	3.6	53	132	303	222	75
500108050	168000	453190	Hoofdweg	8.29	75	17.0	2.5	3.8	55	125	314	227	71
500109060	168055	453055	Hoofdweg	8.11	74	16.0	2.3	3.0	51	141	299	217	75
500110060	167811	452601	Schars	7.63	74	17.0	2.7	2.6	42	113	332	267	140
500111050	167568	452623	Schars	7.61	74	17.0	2.5	3.5	52	124	310	241	83
500113060	167782	452427	Schoolstraat	7.38	74	17.0	2.5	3.0	11	107	342	283	193
500114129	168019	452528	Hoofdweg	7.49	74	16.0	13.0	-3.9	32	97	315	295	190
500115129	168362	452645	Sneeuwbesstraat	7.83	74	16.0	12.5	-3.8	13	93	320	306	234
500116060	168141	452843	Gouden regen straat	7.99	74	16.0	6.8	6.0	57	139	297	195	96
500117050	168251	452691	Azaleastraat	7.89	74	16.0	3.6	3.5	59	147	259	181	77
500118050	168204	452512	Nieuwe weg	7.61	74	16.0	2.6	3.4	38	114	348	275	168
500130050	168193	452621	Hootsenstraat	7.81	88	2.0	8.3	3.7	75	141	149	58	0
503106040	168387	453002	Seringstraat	8.08	74	16.0	2.9	4.9	-7	75	342	336	287
503112060	167210	452777	Schars	7.68	74	17.0	2.2	2.6	55	146	269	177	52
503123269	168600	452148	Buurtweg	7.31	63	14.0	17.6	-16.4	-85	-10	328	328	328
503124529	168603	452127	Buurtweg	7.33	71	14.0	17.6	-42.2	-137	-84	328	328	328
503129030	168605	452096	Buurtweg	7.48	87	0.9	18.2	5.4	-22	75	385	385	304

Harskamp

buisnr	x,	y,	straat	,mvh,bjr	mjr,	miss	onfil	ghg,	glg	+130	+100	+70	
700101070	179985	460847	Smachtenburgweg	24.03	74	17.0	3.4	18.0	82	176	166	85	35
700102070	180125	460632	Harskamperengweg	24.45	74	17.0	3.2	18.8	105	206	107	42	17
700103080	179968	460364	Dorpsstraat	23.83	74	17.0	13.0	17.3	86	183	163	76	21
700104060	180293	460393	Tepelenburgweg	24.61	74	16.0	3.7	19.4	93	199	135	67	27
700105060	180446	460192	Tepelenburgweg	25.08	74	17.0	3.4	20.2	129	234	69	25	15
700106060	180133	460098	Dorpsstraat	24.13	74	17.0	3.2	18.9	94	189	151	69	21
700107060	180288	459980	Dabbelseweg	24.29	74	17.0	3.2	18.7	46	146	249	182	94
700108060	180137	459919	Laarweg	23.86	74	17.0	3.2	18.1	71	160	220	137	49
700111060	179873	459829	Molenweg	23.42	74	17.0	5.2	18.3	52	152	245	165	66
700112060	179867	460046	Molenweg	23.24	74	16.0	3.7	18.6	122	213	53	9	3
700114070	179681	460628	Pijnenburgweg	23.24	74	17.0	8.8	18.1	60	167	198	131	64
700116060	179695	460760	Kraatsweg	23.01	74	17.0	3.7	17.4	57	157	232	168	73
700117070	179947	460058	Margrietlaan	23.65	74	16.0	3.4	17.5	82	173	184	93	25
700118060	180020	460137	Julianalaan	23.80	74	16.0	4.2	17.6	103	192	122	41	4
700119099	180001	460151	Julianalaan	23.76	75	15.0	3.9	15.6	88	180	185	85	25
700120040	179983	460142	Julianalaan	23.73	75	15.0	5.0	20.5	75	166	225	125	45
700121060	179621	460072	De Harskamp	22.99	75	15.0	3.6	17.8	81	174	200	85	17
700122070	179775	461079	Harderwijkkerweg	23.32	81	8.9	16.4	17.4	87	159	232	105	6
700123339	179756	461060	Harderwijkkerweg	23.65	81	8.0	15.1	-8.2	128	198	58	9	0
700209060	180171	459622	Molenstraat	24.05	74	17.0	3.4	19.0	53	159	218	163	95
700210060	180088	459622	Molenstraat	23.91	74	17.0	3.7	18.6	58	163	218	142	59
700236000	180047	459571	Molenstraat H	23.94	90	1.9	41.3	19.4	55	159	135	122	27
700237000	180069	459575	Molenstraat M	23.94	90	1.9	41.3	13.4	58	161	135	122	27
700238000	180098	459582	Molenstraat L	23.94	90	1.9	41.3	9.4	54	158	135	122	27
703113060	179684	460250	Edeseweg	23.55	74	17.0	3.2	18.6	88	193	127	54	14
703115060	179498	460528	Pijnenburgweg	22.88	74	17.0	2.9	17.9	59	167	225	163	61
703116130	176300	460200	Westerengseweg	16.93	63	24.0	14.1	5.2	26	87	349	333	236
703117319	176300	460200	Westerengseweg	16.93	63	24.0	14.2	-13.0	11	76	348	340	283
703118429	176300	460200	Westerengseweg	16.93	63	24.0	14.2	-24.4	11	75	349	342	284
703130090	178950	462050	Braeckweg	22.23	63	24.0	14.8	14.2	79	160	178	120	69
703131189	178950	462050	Braeckweg	22.23	63	24.0	14.1	5.5	94	168	159	97	49
703132389	178950	462050	Braeckweg	22.23	63	24.0	14.1	-15.1	99	171	150	95	47
703133000	180054	459497	Molenweg H	23.77	90	1.9	41.3	19.4	53	151	176	122	68
703134000	180070	459475	Molenweg M	23.77	90	1.9	41.3	13.4	55	152	176	122	68
703135000	180078	459499	Molenweg L	23.77	90	1.9	41.3	8.4	56	151	176	108	68

Wekerom

buisnr		x,	y,	straat	,mvh,bjr	mjr,	miss	onfil	ghg,	glg	+130	+100	+70
800102050	177364	458011	Evekinkweg	18.86	82	5.2	25.8	15.5	44	119	325	270	143
800103109	177503	458165	Evekinkweg	18.95	82	9.0	27.0	9.5	78	139	226	95	7
800104040	177493	458367	AG.WEIJERSWEG	18.84	82	9.0	20.9	15.4	55	124	275	189	71
800105040	177323	458282	DE RIEMT	18.49	86	4.0	38.5	15.0	68	126	272	173	25
800106040	177340	458308	DE RIEMT	18.55	86	4.0	38.5	15.3	54	120	291	192	62
800107040	177358	458329	DE RIEMT	18.58	86	4.0	42.7	15.2	54	122	279	186	53
800108040	177438	458285	EDESEWEG	18.87	86	4.0	44.2	15.5	46	136	200	96	41
800110070	177692	458465	Valkseweg	19.15	81	9.0	20.5	13.1	48	121	310	250	111
800111379	177696	458446	Valkseweg	19.29	81	8.9	16.4	-16.8	57	132	273	178	55
800112429	177719	458454	Edeseweg	19.32	69	1.0	0.0	-22.5	70	172	182	76	0

Otterlo

buisnr	x	y	straat	,mvh,bjr	mjr	miss	onfil	ghg	glg	+130	+100	+70	
900102070	181263	457050	Edeseweg	26.75	74	17.0	3.2	20.6	176	263	31	13	0
900103070	181197	456740	Koeweg	26.35	74	17.0	6.6	20.2	168	254	28	7	0
900104070	181258	456556	egijpte	26.54	74	17.0	2.9	20.3	201	290	18	5	0
900105070	181159	456337	Mosselsepad	26.04	74	17.0	3.2	19.7	188	276	19	3	0
900106090	181526	456250	Vijverlaan	26.55	74	17.0	3.2	18.9	203	282	19	4	0
900107080	182007	456490	Heiderand	27.12	74	17.0	3.4	20.5	202	268	29	6	0
900109070	181499	456892	Zandingsweg	27.31	74	17.0	3.2	20.8	223	305	4	0	0
900111070	181830	457502	Hoenderloseweg	27.84	74	17.0	3.4	21.5	246	327	1		
900112249	181347	457159	Harskamperweg	27.15	74	16.0	3.4	4.2	208	290	6	2	0
900113149	181284	456582	Egijpte	26.54	74	16.0	4.7	13.6	180	265	12	3	0

III. lijst van beschikbare boringen in de gemeente Ede

Legenda

buurt : buurtcode
 luwnr : landbouwniversiteit-nummer
 x : x-coördinaat [m]
 y : y-coördinaat [m]
 jrmd : jaar en maand waarop de boring verricht is
 adres : locatie van de boring
 plaats,nr : dorp-code en volgnummer per dorp
 diepte : totale diepte van de boring, gemeten vanaf maaiveld [m]
 mv : de hoogte van het maaiveld ten opzichte van NAP [m]
 rgd-code : classificatie volgens de rijksgeologische dienst

buurt	luwnr	x	y	jrmd	adres	plaats,nr	diepte	mv	rgd-code
Bennekom									
	716	174600	445600	4601	1 Brandput 4	b	47.75	16.00	39f20
	717	170800	446400	4901	1 Craatsweg 12	b	63.00	7.40	39f106
	17	176100	445500	5410	Hullenberg	b 39f107	47.50	35.00	39f108
305100	73	174510	447930	4706	1 Hoekelum West Edweg	b a	36.00		
305100	74	174860	447890	6501	1 Honalaan 2	b b	29.00	20.40	
305100	75	174880	447490	6506	1 Hoekelum luthus buit	b c	27.50		
305100	76	174950	447580	5306	1 Hoekelum bungalow	b d	27.50		
305100	77	175010	447520	6105	1 Hoekelum blokhus Sprengb	e	17.25		
305100	78	175820	448170	4707	1 HORA	b f	35.00		
305100	79	176460	447880	5303	1 HORA	b g	35.00		
305100	80	176120	448090	6202	1 HORA bung.park	b h	35.00		
300401	81	174120	446585	7400	1 West Breukelderweg	b	1	7.50	15.34
300402	82	173840	446820	7400	1 Bovenbuurtweg	b	2	7.50	13.41
300403	83	173655	447200	7400	1 Viaduct B.weg	b	3	7.50	12.82
300404	84	174115	447140	7400	1 Hoekelumsebrinkweg	b	4	9.00	14.25
303105	85	173220	446700	7400	1 Nw.Wageningsweg	b	5	10.50	11.48
300406	86	173590	446465	7400	1 Krommesteeg	b	6	7.50	10.43
300307	87	173935	445900	7400	1 Nergensebosweg	b	7	6.00	12.82
300408	88	174085	446410	7400	1 Brinkerweg	b	8	6.00	13.33
300309	89	173970	445600	7400	1 Nergensebosweg	b	9	7.50	18.00
300410	90	173935	446970	7400	1 Bovenbuurtweg	b	10	9.00	13.59
300411	91	173745	446245	7400	1 West Breukelderweg	b	11	10.50	13.97
300312	92	174800	445650	4004	1 Dorpstraat 23	b	12	40.00	
300213	93	175150	445010	4005	1 Bosweg 24	b	13	33.00	12.94 39f33
300114	94	174780	446170	4004	1 Acacialaan 22	b	14	38.00	14.00 39f107
300415	95	174080	446840	7600	1 Bovenbuurtweg	b	15	8.00	
300416	96	174335	446970	7600	1 W.Breukelderweg	b	16	9.50	
303117	97	173850	445395	5212	1 Lage Steeg96/IVRO	b	17	62.00	11.45
300418	98	174320	446335	4607	1 Halderbrink 25	b	18	32.35	12.24 39f36
300419	99	174185	446190	5206	1 Halderweg 41	b	19	34.00	12.81 39f37
300420	100	174225	446250	4807	1 Halderweg 35	b	20	33.00	14.15 39f38
300421	101	174350	446530	4103	1 Halderbrink 38	b	21	34.50	
300422	102	173860	447225	6704	1 Bovenbuurt 44	b	22	28.50	
300423	103	174060	447190	6706	1 Hoekelumseb 2	b	23	36.00	
300424	104	174100	447120	4610	1 Hoekelumseb 5	b	24	34.00	14.27 39f41
300425	105	173890	446875	6504	1 Bovenbuurt 56	b	25	33.50	
300426	106	173995	446860	7212	1 Bovenbuurt 53	b	26	33.00	13.41 39f42
300427	107	174000	446940	7111	1 Bovenbuurt 45	b	27	37.00	
300328	108	174340	445830	4612	1 Veenderweg 61	b	28	35.00	
300429	109	174260	445900		1 Veenderweg 64	b	29	32.50	
300430	110	174150	445994	6504	1 Veenderweg 76	b	30	33.00	
300431	111	174150	445900	5602	1 Veenderweg 79	b	31	32.50	
300332	112	174600	445740	5612	1 Veenderweg 27	b	32	32.50	
300433	113	173665	446600	6211	1 Krommesteeg 10	b	33	28.20	
300434	114	173790	446715	5507	1 Krommesteeg 6	b	34	32.00	
300435	115	173730	445930	5205	1 Langesteeg 10	b	35	24.00	
303136	116	172990	447170	6811	1 Maanderdijk 1	b	36	25.50	
300437	117	174090	446815	4805	1 West Breukelder	b	37	25.00	
303138	118	173290	446120	5712	1 Viermorgen 3	b	38	26.50	
303139	119	173270	446243	5208	1 Viermorgen 7	b	39	26.00	
300440	120	173768	446617		1 Krommesteeg	b	40	4.00	
300441	121	173780	446390		1 West Breukelderweg	b	41	4.00	
300442	122	173874	446056		1 Langesteeg	b	42	4.50	
300443	123	173877	447254			b	43	13.98	
303144	124	172070	446630	6812	1 Dijkgraaf 7	b	44	24.00	
303145	125	172440	445340	6109	1 Dijkgraaf	b	45	24.50	
303146	126	171990	445870	6310	1 Dickenseweg 2	b	46	25.40	
303147	127	172390	446270	6904	1 Krommesteeg 38	b	47	53.50	9.75
303148	128	172390	446230	6308	1 Krommesteeg 38	b	48	25.00	

303149	129	172740	445525	6202	1	Langesteeg 31	b	49	25.00	
303150	130	172755	445485	6507	1	Langesteeg 31	b	50	58.50	8.10
303151	131	172070	445515	5507	1	Lange Rijnsteeg 2	b	51	24.00	
303152	132	171750	445810	6511	1	Dikkensweg 3	b	52	59.00	9.90
303153	133	171655	445837	6805	1	Dikkensweg 6	b	53	57.50	8.45
303154	134	171800	445910	6603	1	Dikkensweg 4	b	54	59.50	9.20
303155	135	172140	445990	6706	1	Dijkgraaf 34	b	55	24.00	
303156	136	172370	446100		1	Krommesteeg 7	b	56	25.00	
303157	137	172635	446105	7009	1	Harnsedijkje 7	b	57	26.00	
303158	138	172780	445970	6704	1	Harnsedijkje 3a	b	58	24.00	
303159	139	172950	445980	6512	1	Harnsedijkje 2	b	59	29.00	
303160	140	171280	446300	5609	1	Harsloweg 1	b	60	23.00	
303161	141	171450	446380	6204	1	Rijnsteeg 14	b	61	23.50	
303162	142	171725	446395	5601	1	Craatsweg	b	62	23.50	
303163	143	172030	446415	5502	1	Craatsweg	b	63	24.50	39f395
303164	144	171420	446540	6612	1	Rijnsteeg 12a	b	64	65.50	8.15
303165	145	172870	446610	4906	1	Harnsesteeg	b	65	25.00	
303166	146	172860	446650	6602	1	Harnsesteeg 9	b	66	26.50	
303167	147	172665	446930	4905	1	Harnsesteeg	b	67	24.80	
303168	148	172330	446880	5108	1	Harnsesteeg 12	b	68	23.20	
303169	149	171985	446770	4606	1	Dijkgraaf 14	b	69	23.50	
303170	150	172020	446915	6805	1	Dijkgraaf 3	b	70	59.50	8.70
303171	151	171365	446910	5308	1	Rijnsteeg 8	b	71	24.00	7.50
303172	152	172125	447395	7402	1	Maanderdijk 11	b	72	22.50	
303173	153	172790	447205	7001	1	Maanderdijk 3-5	b	73	26.00	
303174	154	172495	447220	6511	1	Harnsesteeg 6	b	74	25.00	
303175	155	171900	447310	6611	1	Dijkgraaf 6	b	75	26.00	
303176	156	171215	447290	6704	1	Rijnsteeg 2	b	76	26.00	
303177	157	170440	446400	4901	1	Craatsweg 12	b	77	63.00	7.15 39f106
303178	158	169999	446320	7411	1		b	78	55.00	39e128
382178	159	168900	447350	7502	1	Benedeneind Veenendaalb	b	79	107.50	6.40 39e129
300480	160	173650	446000	8407	1	Kaardebol	b	80	27.00	
305181	161	178000	446640	8507	1	Hertogweg	b	81	78.50	
	706	177000	445200	8506	1	Keyenbergeseweg:Leemkub	b	82	98.76	
305100	162	177150	445720	5509	1	Mosweg 3	b	100	36.00	
305100	163	174590	445820	3205	1	Krulweg 8	b	101	32.00	
305100	164	176960	445380	6305	1	Fransekamp	b	102	38.00	
300400	165	173965	446870	7608	1	Bovenbuurt 51	b	103	36.50	
300300	166	175010	444885	6307	1	Bovenweg 33	b	104	41.20	
303100	167	169350	447000	7007	1	Valleiweg 5	b	105	24.00	
303100	168	169610	446760	7610	1	Meentweg 6	b	106	28.00	
303100	169	169730	446635	8109	1	Meentweg 4	b	107	28.00	
303100	170	169390	447220	7705	1	Meentdijk 7	b	108	24.00	
303100	171	169450	447220	6309	1	Meentdijk 5	b	109	24.00	
305100	172	178380	446720	7208	1	Moftbos 8	b	110	30.00	
305100	174	178080	446850	7709	1	Moftbos 2	b	112	34.50	
305100	175	178075	446850	5905	1	Moftbos 2	b	113	21.50	
300200	176	174920	445760	6406	1	Kerkhoflaan 11	b	114	32.00	
303100	177	168975	447260	7804	1	Meentdijk 19	b	115	24.00	
303100	178	172450	445400	7709	1	Langesteeg 35	b	116	24.00	
120100	179	172430	447650	7805	1	Hoefweg 2	b	117	26.00	
303100	180	171450	446360	8003	1	Kraatsweg/rijnsteeg 14b	b	118	26.00	
303100	181	170700	446360	8003	1	Kraatsweg 7	b	119	26.00	
303100	182	172730	445430	7908	1	Langesteeg 31	b	120	24.50	
303100	183	171700	446725	7706	1	Dijkgraaf 16	b	121	25.50	
303100	184	172720	446290	7908	1	Harnsesteeg 11	b	122	55.50	10.00
300400	185	174090	446500	8008	1	van Balverenweg Rozebob	b	123	37.00	
303100	186	170900	447320	7706	1	Maanderdijk 23	b	124	24.50	
303100	187	172450	447410	7802	1	Harnsesteeg 2	b	125	26.00	
305100	188	178720	446660	7705	1	De Bosbeek	b	126	36.50	
350400	189	176770	444940	6405	1	Keyenbergeseweg 13	b	127	43.50	
300200	190	176120	446120	7402	1	P.Hendrikweg to 17	b	128	19.00	
303100	191	172440	448530	3111	1	Maanderbuurt	b	129	58.26	11.50
303100	192	171100	445440	7600	1	Slagsteeg 20	b	130	58.00	6.60
303100	193	170560	447230	6408	1	Slagsteeg 1	b	131	22.54	
303100	194	170670	446650	5608	1	Slagsteeg 5	b	132	24.30	
303100	195	170520	446520	3204	9	Slagsteeg 10	b	133	53.00	7.20
303100	196	173630	445480	7803	1	Mansholtlaan	b	134	26.25	
303100	197	172220	444410	4706	1	Egelsteeg	b	135	56.50	6.00
303100	198	171865	447490	2806	1	Dijkgraaf/maanderd	b	136	61.00	8.70
303100	199	172000	447050	2711	1	Dijkgraaf	b	137	58.00	9.10
303100	200	172380	445270	2600	1	Dijkgraaf	b	138	59.00	7.40
303100	201	172350	446090	3011	1	Kraatsweg	b	139	55.50	9.40
303100	202	171330	447020	3005	1	Rijnsteeg	b	140	48.00	7.90
303100	203	171300	446270	2609	1	Korte Rijnsteeg B	b	141	58.50	7.75
303100	204	171890	445220	2707	1	Rijnsteeg	b	142	62.40	7.30
303100	205	171550	445630	2609	1	Rijnsteeg (zijweg, langb	b	143	57.50	7.60
303100	206	172625	445550	8509	1	Langesteeg 18	b	144	59.00	7.60
303100	207	173150	445590	2611	1	Langesteeg/Nergena	b	145	52.00	9.20
303100	208	172380	445370	2012	1	Dijkgraaf 'Schoonhov'	b	146	60.80	7.40
303100	209	173320	445700	2710	1	Langesteeg	b	147	50.50	11.10
305100	210	177415	446850	8609	9	Dikkenbergweg 56	b	148	51.00	
303100	211	169350	447000	5501	1	Valleiweg 3	b	149	24.50	
303100	212	170560	446000	7803	1	Veensteeg	b	150	23.50	
303100	213	174570	445665	4904	1	Veenderweg 19	b	151	31.00	

X

303100	214	172725	444550	4804	1	Dijkgraaf weiland	b	152	54.00	6.40
305100	215	175980	447370	2610	1	Hoekelum	b	153	66.00	
	698	174425	445775	9009	1	Hackfortsgoed, DeNooy	b	154	60.00	15.00

Eds

	718	170950	448990	1501		Spoorwegovergang schute	32h 4	30.50		32h 4
	719	174000	451550	5704	1	Kernheimseweg NIZO	e 32h 8	117.50		32h 8
205100	248	175310	451750	6604	1	Edesebos	e 32h117	71.00		32h117
	721	176300	453500	5101	1	Magazijnen Ede-Otterlo	32h66	50.00	28.00	32h66
	720	169880	449360	7103	1	5 - 1002 FW Gelderl	e 39e110	10.50		39e110
	251	173140	450300	7708	1	KinderbHeempark	e 39f	34.00		39f
303100	250	169000	447000	6310	1	Wolfsdijk	e 39f	67.50		
	19	175260	448280	1500		Maanderbuurtweg	e 39f110	31.50	25.00	39f110
	20	175000	448600	2000		Ned Kunszijdefabr.	e 39f127	45.00	22.00	39f127
	21	175000	448650	5200		AKU	e 39f133	112.00	22.00	39f133
303100	252	172070	446170	6212	1	DeCraatsgebouw	e 39f21	67.50	9.80	39f21
	28	179570	448235	7004		Ginkelse Heide	e 39f224	148.00	23.00	39f224
	253	173730	448775	4003	1	Papekop bij Korenbl	e 39h113	36.00	19.00	39h113
100101	254	173010	449130	6706	1	v Meinenstraat 7	e	1	79.00	14.30
100302	255	174070	447830	6811	1	Zandlaan CentSch	e	2	71.50	15.60
100303	256	174290	448170	6508	1	Reehorsterweg	e	3	72.00	18.20
100304	257	174050	448040	6503	1	Reehorsterweg	e	4	69.00	16.30
100305	258	174060	447930	6504	1	Reehorsterweg	e	5	65.50	17.00
100106	259	173160	449090	6909	1	Maanderbuurt 17	e	6	52.00	14.40
	10107	260	174210	449375	4003	1	Laan 1933ZuidSpoor	e	7	40.00
100108	261	173400	448780	3911	1	Nijverheidplein	e	8	36.12	
100309	262	173680	448950	4003	1	Kerkweg Poortpl	e	9	36.80	
100310	263	174280	448860	4003	1	Nassaulaan/Parkweg	e	10	40.00	
120111	264	171895	448455		1	Lange Weideweg	e	11	15.00	
120112	265	172360	448410		1	v.Steenbergenweg	e	12	12.55	
	10113	266	174480	448895		NS Stationsstraat Spbae		13	8.00	
120114	267	172250	447960		1	Bruggesteeg	e	14	13.55	9.50
120115	268	172780	448090		1	Bruggesteeg	e	15	11.35	11.50
	10516	269	174690	448880		Klinkenbergerweg	e	16	9.50	
110117	270	173350	447790		1	Hoefweg	e	17	11.55	
110318	271	173655	447500		1	Bovenbuurtweg	e	18	12.05	
100319	272	174680	448800			Klinkenbergerweg	e	19	9.50	
100120	273	173070	449040	6604	1	Maanderbuurt 24	e	20	26.00	
	30521	274	172210	449580	6605	1	Blokpost 16	e	21	29.00
100322	275	174190	448900	6805	1	Parkweg 58	e	22	32.00	
130223	276	171880	448710		1	Dirkeweideweg 11	e	23	29.00	
100324	277	174220	448220	5704	1	Reehorsterweg	e	24	30.50	18.00
130125	278	172170	449010		1	Lumierestraat	e	25	10.00	
110126	279	173170	448350		1	Tooroplaan	e	26	9.05	13.00
110227	280	173740	448100		1	Bovenbuurtweg	e	27	10.55	14.50
100128	281	172870	448890	5900	1	Stroomberg	e	28	69.00	13.37
100130	283	172875	448850	6411	1	Stroomberg	e	30	89.00	13.60
130131	284	172530	449410	6804	1	FrankenEng HAF	e	31	73.00	12.30
130133	286	172405	449005	7403	1	Morsestraat 13	e	33	69.00	11.90
110134	287	173560	447910		1	Hoefweg	e	34	4.00	
110335	288	173860	447480	6906	1	Bovenbuurt/Stroomberg	e	35	64.00	14.40
110136	289	173110	448090		1	NwWageningsseweg	e	36	4.00	12.10
110237	290	173520	448470		1	Tooroplaan	e	37	4.00	14.30
110338	291	173730	447560		1	Bovenbuurtweg	e	38	32.00	
130239	292	171610	448590	7611	1	Maanderbuurtweg	e	39	7.00	
100140	293	173015	449260	6210	1	Frankeneng/Macostan	e	40	30.00	
110341	294	173815	447765	5905	1	Bovenbuurtweg 32	e	41	31.00	
120142	295	172220	447940	6711	1	Bruggesteeg 10	e	42	25.50	
130143	296	171555	449630	5002	1	Schuttersteeg 11a	e	43	29.00	
130144	297	172620	449270		1	Banketfab NOBO	e	44	84.00	13.00
130245	298	171370	449535	7002	1	Schuttersweg 19	e	45	58.00	11.00
303140	299	173110	447360	7611	1	Maanbrt naast viaduct	e	46	8.00	
110147	300	173380	448370	7611	1	tov 3e flat maanderenge	e	47	8.00	13.40
130248	301	171600	448885	6504	1	Maanderbuurt 60	e	48	50.50	9.90
130249	302	171020	448840	6703	1	Maanderbuurt 58	e	49	25.00	
120150	303	171790	447925	7611	1	Lange Weideweg	e	50	9.50	8.60
120151	304	172200	448290	7611	1	Bruggesteeg	e	51	8.00	10.20
120152	305	172330	447640	7611	1	Hoefsesteeg+brugsteeg	e	52	8.00	10.20
120153	306	172780	448315	7611	1	Brugsteeg achter BP	e	53	8.00	10.70
110154	307	173070	447815	7611	1	Nw wagen.weg bpstatione	e	54	9.50	11.50
303117	308	172540	447480		1	A12/Harnsesteeg	e	55	17.00	10.20
110356	309	173810	447840	7611	1	Hoefweg	e	56	20.00	13.85
110357	310	173875	447435	7611	1	Bovenbuurt over viaduce	e	57	9.50	13.90
100158	311	173490	448760		1	Verl Parkweg	e	58	36.90	
203159	312	170460	449560	7410	1	Schuttersteeg	e	59	60.00	8.50 39f298
130260	313	170715	449305	7103	1	Schuttersteeg	e	60	12.55	39f251
130261	314	171045	449285	7103	1	Schuttersteeg	e	61	25.00	8.60 39f252
130262	315	171260	449390	7103	1	Schuttersteeg	e	62	11.25	10.20 39f245
130263	316	170215	449150	7103	1	Schuttersteeg	e	63	11.55	7.90 39f253
203163	317	170380	449130	7103	1	Schuttersteeg	e	64	12.10	39f254
130265	318	170345	448845	7103	1	Maanderbuurtweg	e	65	12.50	8.20 39f244
130266	319	170800	448845	7103	1	Maanderbuurtweg	e	66	14.25	9.10 39f243
130267	320	171080	449005	7103	1	Maanderbuurtweg	e	67	13.10	8.40 39f255

120168	321	171910	447750	4100	1	A12/Lange Weideweg	e	68	16.60	8.80	39f103
130269	322	171310	448945	7103	1	Nabij Maanderbuurtweg	e	69	11.95	8.80	39f247
130270	323	171035	448675	7103	1	Maanderbuurtweg	e	70	10.55	10.00	39f248
130271	324	170710	448450	4100	1	Rijksweg 12	e	71	12.40	7.30	39f99
130272	325	171060	448230	4100	1	Rijksweg 12	e	72	10.10	7.60	39f100
203173	326	170360	449330	7103	1	bij Schuttersteeg	e	73	12.85	8.00	39f242
130274	327	170565	448840	7103	1	Bij Maanderbuurt	e	74	25.00	8.20	39f249
130275	328	170910	448940	7103	1	Bij Maanderbuurt	e	75	13.60	8.30	39f250
130276	329	171205	449195	7103	1	bij Schuttersteeg	e	76	11.50		39f246
120177	330	172340	447560	4100	1	A12/Brugsteeg	e	77	16.60	10.00	39f104
300478	331	173775	447280	4100	1	A12/Nieuwe Wageningsse	e	78	13.90	13.20	39f92
300479	332	173880	447270	4100	1	A12/Nieuwe Wageningsse	e	79	12.20	13.40	39f193
100380	333	174570	447190	4100	1	A12/Edeseweg	e	80	13.30	17.30	39f94
203181	334	171760	447820	4100	1	A12/Lange Weideweg	e	81	12.20	8.50	39f101
30583	335	172175	449620	1500	1	Spoor/Spindersteeg	e	83	27.30	11.20	39f109
130184	336	172390	449460	4700	1	Frankeneng	e	84	25.00	13.30	39f116
130185	337	172390	449460	4700	1	Frankeneng	e	85	18.20	8.10	39f115
203186	338	169880	449360	7103	1	Bij Maanderbuurt	e	86	10.50		
203187	339	168750	449175			Drangonderweg	e	87	28.00		
120188	340	172875	448272	8903	1	Dreeslaan	e	88	30.50		
120189	341	172898	448206	8903	1	Dreeslaan	e	89	30.50		
203100	342	170000	448500	8809	1	Maanderbuurt 60	e	101	29.50		
130200	243	171082	448854	8908	1	Heestereng	e 102a		28.25	8.92	
130200	244	171090	448860	8909	1	Heestereng	e 102b		19.50	8.92	
130200	245	171106	448872	8909	1	Heestereng	e 102c		19.50	8.82	
130200	246	171130	448890	8909	1	Heestereng	e 102d		19.50		
130200	343	172000	449000	8907	1	Heestereng	e	103	28.00		
130200	344	172001	449000	8907	1	Heestereng	e	104	28.00		
130200	345	172002	449000	8908	1	Heestereng	e	105	28.00		
130200	346	172003	449000	8907	1	Heestereng	e	106	28.00		
203200	347	170910	452940	7703	1	Schampsteeg 10	e	200	34.50		
203100	348	169300	448700	6808	1	Zuiderkade 16	e	201	24.00		
203100	349	169370	448320	7503	9	Zuiderkade 37	e	202	27.50		
120100	242	173100	447720	8312	1	Hoefweg	e	203	29.00		
130100	583	172270	449600	8012	1	Horsteweg gemaal	e	212	30.00		
100300	350	174110	448015	7006	1	Reehorsterweg 29	e	233	77.00	16.70	
100300	351	174300	448170	6411	1	Reehorsterweg 31	e	234	31.00		

Ede-noord

205100	353	182420	449220	7505	8	Caf/rest Pl. Wambuis	en40A		30.00		
30701	354	172025	450680			Peilbuis 20	en	1	9.00		
30702	355	171660	450510			Peilbuis 21	en	2	9.20		
30603	356	171750	450200			Peilbuis 22	en	3	9.00	10.95	
30504	357	172220	450290			Peilbuis 23	en	4	9.00		
205105	358	178875	449880	8508	1	Schaapskooi	en	5	28.25	24.28	
205106	359	175250	453710	8507	1	Hessenweg	en	6	38.50	33.72	
205107	360	175500	453240	8507	1	Hilgeraweg	en	7	42.25	38.75	
205108	361	176885	452625	8508	1	Edese Heide	en	8	30.00	25.49	
10109	362	174460	451340	4003	1	Kreelscheweg	en	9	46.00		
10110	363	174480	450720	7810	1	Achterom en Parkterr.	en	10	62.00	22.40	
10111	364	174365	450890	4003	1	Marktstraat	en	11	54.00	20.90	32h10
10113	366	174320	450115	4003	1	Acacialaan/Stationswg	en	13	39.50		32h 9
205100	367	174910	454020	8109	1	Hessenweg 41	en	203	32.50		
205100	368	176330	453530	7706	1	Apeldoornseweg 16	en	204	29.50	28.00	
20312	369	173870	450510	8011	1	Waterloweg/Schaapweg	en	205	33.00		
20200	370	173810	450540	8609	1	Schaapweg/Veenderweg	en	206	67.00	18.50	
10100	371	174470	451340	8210	1	Bospoort	en	207	33.00		
203200	372	173530	451640	8107	1	Lunterseweg 1	en	208	28.00		
203200	373	173475	451820	7805	1	Lunterseweg	en	209	34.00		
10200	374	174425	451610	5912	1	Rijksweg Dierenasiel	en	210	25.40		
30200	375	172880	451330	7706	1	Veldhuizen Luneburg	en	211	36.00		
403300	376	171470	454300	2809	1	Edeseweg 26	en	213	75.00		
303100	377	170870	447430	8107	1	Maanderdijk 22	en	214	24.50		
205100	378	177720	449730	7712	1	Verl Arnhemseweg, Hof ven	en	215	25.50		
30500	379	172750	449390	8111	1	Keesootunnel	en	216	27.00		
30700	380	172060	450730			Vloesiveld/Schoonderb	en	217	30.00		
30700	381	172100	450480	5608	1	Horsterweg 3a	en	218	28.50		
10100	382	174480	450340	8512	1	Brandweerkazerne	en	219	55.00	23.50	
130100	383	172100	449040	6806	1	Vening Meinezstr. 7	en	220	79.00	11.10	
130100	384	172100	449050	6611	1	Vening Meinezstr. 7	en	221	37.00		
20300	385	174200	450370	7212	1	Maanderweg 36	en	222	85.00	20.50	
20300	386	174210	450390	4812	1	Maanderweg 36	en	223	96.00	20.55	
20300	387	174220	450370	5911	1	Maanderweg 36	en	224	86.00	20.50	
203200	388	170280	450790	7212	1	Rijksweg 31	en	225	30.00		
205100	389	178500	450040	7301	1	Ginkelseweg 3	en	226	38.00		
205100	390	178500	451000	7410	1	De Mossel	en	227	36.00		
10100	391	174360	451220	7106	1	De Bospoort	en	228	31.50		
205100	392	179140	452380	6005	1	Hindekamp/bosbedr.	en	229	32.00		
205100	393	178600	450960	3112	1	Rijksweg	en	230	34.00		
205100	394	176370	448200	7903	1	Horalaan 161	en	231	40.50		
205100	395	176330	448035	7611	1	Horalaan 53	en	232	45.00		
130100	396	172170	449850	5007	1	Vloesiveld	en	235	29.50		
10200	397	174100	451680	7803	1	Knuttelweg 8	en	236	38.00		

xii

203100	398	170700	449510	6707	1	Schuttersteeg 19	en	237	60.00	9.10	
205100	399	176060	454450	7501	1	Wekeromseweg 30	en	238	36.00		
205100	400	175710	453210			1 Driesprong	en	239	28.00		
205100	401	176785	453950	5105	1	Driesprong	en	240	27.00		
205100	402	174590	453770	8204	1	Woutersweg 15	en	241	42.00		
205100	403	176320	454925	7208	1	Wekeromseweg 'Valouwe'	en	242	36.00		
205100	404	176770	454780	7704	1	De Valouwe	en	243	46.00		
30600	405	171060	450870	6606	1	Rijksweg 24	en	244	29.00	10.00	
30600	406	171060	450875	4606	1	Rijksweg 24	en	245	30.00	10.00	
203100	409	169570	449350	7503	1	Maanderbuurtweg 39	en	248	30.00		39f
205100	410	176450	447930	3205	1	Horalaan 24	en	249	54.20		
10200	691	174000	451550	5704	1	Kernhemseweg NIZO	en	250	117.00		
	748	172550	451220	9011		Koelhorst	en	251	40.00		
20200	247	173870	450480	4002	1	SchaapwgWaterloowg	en	252	43.50		32h11
20200	249	173470	450920	4002	1	SchaapwgVeldhuiz	en	253	37.50		32h12

Ederveen

500101	411	167999	453191	5000	1	Hoofdweg <Brlw-Lntkd>	ev	1	68.50	8.00	32g88
403202	412	167350	453903	6112	9	Krommeweg 5	ev	2	50.00		32g91
500103	413	167960	452239			1 Hoofdweg to Munckbeek	ev	3	68.50	7.50	32g87
503104	414	168890	452130	6206	1	Buurtweg bij Munckbeek	ev	4	49.94		
403205	415	168591	453770	7406	1	De Venen 7	ev	5	24.00		32h40
403206	416	168633	453340	7108	1	Luntersekade 19	ev	6	54.00		32h95
500107	417	168150	452650	8405	1	Hootsenplein	ev	7	35.75		
500108	418	168150	452655	8406	1	Hootsenplein	ev	8	12.00		
500109	419	168220	452790	8606	1	Hortensiastr	ev	9	12.50		
500110	420	167950	453000	8606	1	Hoofdweg (methorst)	ev	10	32.00		
500111	421	168700	453680	7808	1	Hoofdweg	ev	11	13.00	7.73	32g104
403212	422	168710	454330	7808	9	Klompweg	ev	12	30.00		
403213	689	168250	453750	4200	1	De Bruynhorst RWK	ev	13	40.00	8.00	32g86
500114	690	168125	453250	5406	1	Bruinhorst woonoord	ev	14	41.00		32g89
	723	167900	452300	301		Boring bij school	ev	15	18.80		32g27
	722	168300	454450	401		De Fliert	ev	16	57.90	8.70	32g84

Harskamp

700100	425	180160	460070	2812	1	Brandput330	h	0	35.50	19.28	
700101	426	180100	460140	4803	1	Dorpstraat	h	1	30.05		33c54
700102	584	179753	461070				h	2			
700103	585	179789	461036				h	3	33.00		
700104	586	179918	460451				h	4			
700105	427	179750	461080	8012	9	Radioweg	h	5	32.00		
705106	428	180050	461650	4705	1	NoorderheideSchijvenloh	h	6	29.00		
705107	429	179260	462570	6001	1	SBB vakantiecentrum	h	7	29.30		
705108	430	179480	462580	8511	1	SBB Harskamperdennen	h	8	32.00		
703110	432	180140	459230	5909	1	Molenweg 105	h	10	36.00		
700111	433	179610	460015	6609	1	Buitenctr.DeHarskamp	h	11	32.00		
700212	434	180149	459870	7001	1	Laarweg to Beatrixln	h	12	20.00		
700113	435	179796	460643	7001	1	Laarweg	h	13	20.00		
700114	436	178120	461770	8605	1	Kraatsweg 27a	h	14	32.00		
700115	437	179860	460310	2806	1	Edeseweg 214	h	15	32.00		
700216	587	180700	459700	5300	1	Legerplaats pmp3	h	16	91.00		33c10
700217	588	180760	459720	5108	1	Legerplaats pmp2	h	17	90.00	28.00	33c09
700118	700	179900	459800	9007	1	Molenstraat hLaarweg	h	18	57.20		
700119	701	180140	460390	9007	1	Ruttenbeeklaan pput	h	19	55.25		
700120	702	180140	460391	9007	1	Ruttenbeek +1	h	20	21.00		
700121	703	180145	460400	9007	1	Ruttenbeek +15	h	21	30.30		
700122	704	180150	460415	9007	1	Ruttenbeek +35	h	22	30.30		
700123	705	180160	460440	9007	1	Ruttenbeek +75	h	23	30.30		

De Klomp

203201	438	169870	450860	6603	1	Heko-spantenfabr.	k	1	77.50		32e
603102	439	168975	450420	7811	1	Griftweg 17	k	2	28.00		
603103	440	168980	450420	8405	1	Griftweg 17	k	3	65.50		
603104	441	169210	450370	8607	1	Griftweg 19	k	4	56.00		
603105	692	168200	450320	7406	1	Griftweg	k	5	60.00	7.00	32g142
600106	699	167890	450900	9009	1	Stationsweg busplein	k	6	17.80		

Lunteren

	12	174000	452400	6700		Stuwwal lunteren	l	32h113	165.00	36.80	32h113
405101	445	173260	457150	6605	1	Vijfsprongweg 25	l	1	34.50		
405102	446	173920	455140	6406	1	Hessenweg 90	l	2	35.00		
405103	447	174020	454975	6306	1	Luntersebosweg 6	l	3	25.50		
405104	448	172040	455275	6404	1	Boslaan 82	l	4	29.50		
405105	449	173910	456025	6406	1	Boslaan 129	l	5	30.50		
405106	450	174350	455590	4807	1	Scheleberg	l	6	35.00		
405107	451	173727	455927	6407	1	Boslaan 123	l	7	31.00		
405108	452	172875	454990	6509	1	De Koepel	l	8	41.00		

405109	453	172737	455630	1	Boslaan 89	1	9	38.00	
400110	454	171150	454950	4005	1 Dorpstr to Bosln	1	10	42.00	
405111	455	172600	456290	4806	1 Engweg 61	1	11	24.00	
203212	456	172360	453550	6611	1 Peteweg 9	1	12	33.25	
405113	457	172650	454670	1	1 Galgenbergweg 1	1	13	32.00	
205114	458	173070	453780	1	1 Peteweg 8.8a	1	14	35.00	
403415	459	172940	458625	1	1 Meulunterseweg 43	1	15	28.50	
205116	460	174880	455240	6907	1 Immenweg 22	1	16	25.00	
403117	461	167400	457800	6909	1 Nederwouseweg 1a	1	17	31.50	
405118	462	174520	455280	7409	1 Immenweg 12	1	18	31.00	
205119	463	173019	454179	7203	1 Goorsteeg 40	1	19	32.00	
403320	464	170620	456530	7405	1 Barneveldseweg 10	1	20	54.00	
403321	465	169055	455652	7007	1 Postweg 114	1	21	41.00	
405122	466	174770	455620	7104	1 Hoge Valksedijk 25	1	22	31.00	
405123	467	172620	456725	7406	1 Hessenweg 23a/85	1	23	68.00	
405124	468	172600	454710	7401	1 Galgenbergweg 1	1	24	42.00	
403325	469	171470	457530	7201	1 Ruitenbeekweg 9	1	25	71.25	
400226	470	170807	456033	4300	1 Wormshoef bij Dorpstral	26	64.50		32h107
400327	471	171421	455245	4552	1 Boslaan by bosrand	1	27	58.00	
400128	576	170973	455241	4552		1	28		
400229	577	170881	455464	4554		1	29		
403430	472	172477	457788	5000	1 Meulunterseweg to bywel	30	47.00		
403431	473	172050	457450		1 Hessenweg to Zandweg	1	31	46.00	
403432	474	174281	459233	6110	1 De Valk Cooperatie	1	32	39.50	
403333	475	170554	453644	6111	1 Neuvelseweg by Goorstel	33	49.25	10.99	
400134	476	170830	455320	6207	1 Julianastr by Postweg	1	34	46.10	13.93 32h106
403335	477	168980	455709	6207	1 Postweg by 3Huiz	1	35	40.71	10.11
203236	478	172688	453325	8212	1 Molenweg by Barteweg	1	36	25.00	10.11 32h172
403437	479	172430	457700	8211	1 Meulunterseweg/bywg	1	37	28.50	
400238	480	170785	456050	8012	1 Wormshoefweg	1	38	32.50	
403339	481	169790	455000	8010	1 Hullerpad Zuiverschap	1	39	20.00	
403340	482	169740	454950	8012	1 Hullerpad Zuiverschap	1	40	33.25	5.70 39e184
405141	483	172125	455550	7608	1 Bosweg 63	1	41	44.00	
405142	484	172490	456580	7801	1 Hessenweg 85	1	42	56.00	
405143	578	172620	456725	7406	1 Hessenweg	1	43	68.00	
400344	485	171460	455210	8310	1 Hoek Boslaan Bosrand	1	44	26.50	
403348	489	172600	454570	7805	1 Galgenberg 2	1	48	32.00	
403349	490	169827	455252	8010	1 Postweg 103	1	49	20.00	32h98
403451	492	175350	458990	5808	1 Hoge Valkseweg 37	1	51	30.00	
400152	493	170254	455030	7607	1 Kempjes pompproef	1	52	38.00	12.03 32g36?
405153	494	174745	455430	8508	1 Immenweg	1	53	37.00	32.12
400254	495	170290	455030	9	De kempjes 6	1	54	13.00	11.90
400255	496	170580	455100	9	De kempjes 7	1	55	12.00	12.90
403356	497	173050	453990	7203	1 Goorsteeg 66	1	56	32.00	
403357	498	173510	454310	5704	1 Goorsteeg 9	1	57	31.00	
400158	499	170980	454210	4806	1 Dorpstraat	1	58	39.50	
405159	500	172610	454730	8101	1 Galgenbergweg 1	1	59	29.25	
403160	501	166930	456580	8607	1 Beekhoekweg 1	1	60	50.00	
403461	502	173550	458490	8605	1 Lage Veldweg	1	61	62.00	
403462	503	170590	459390	8605	1 Zeggelaarsseweg 38	1	62	32.00	
403263	693	169000	454150	5601	1 Klomperweg pomp 1	1	63	78.80	8.00 32g85
403364	694	169000	455500	6200	1 Pompproef M97 ICW	1	64	50.00	10.01 32g107
403265	10	167260	455650	6201	1 ICW-peilput 88	1	65	50.00	32g92
403366	4	169010	455870	6207	1 ICW-peilput 97 (N90)	1	66	40.71	32g108

Luw-boringen

504	171300	445850		lu38f419	10.80	
517	173200	446300	7310	lu39f414	7.60	
519	172200	444700		lu39f610	13.90	6.50

RGD-boringen (overige)

726	167102	458970	6801	Boring 734 RGD Ndwood n	32g124	12.00	8.60	32g124
-----	--------	--------	------	-------------------------	--------	-------	------	--------

Otterlo

14	183230	452480	6811	Arnhem-Otterlo	o	33c39	43.70	27.70	33c39
805101	520	178700	456270	1 Roekelse Bosweg	o	1	47.70		
903102	521	180782	456352	1 Koeweg	o	2	36.00		33c02
905103	522	182373	457272	1 Hoge Veluwe Houtkampweg	o	3	34.00		
903104	523	181569	457663	1 Woonwagkp Apeld/Bovenwo	o	4	37.00		
905105	524	182424	457216	1 Houtkampw board.BK	o	5	33.00		
900106	525	181412	457027	1 NH Kerk,Kerklaan	o	6	31.00		32g144
900107	526	181724	457243	4402 1 Begr.pl. Boenderl/Dorpo	o	7	39.00		
900108	527	181636	456738	5811 1 Onderlangs to Dennen	o	8	36.00		32g137
900111	529	181344	457193	9 Harskampweg to Dorpstro	o	11			32g164
900112	580	181278	456580	9 Egypte by Buurtbos	o	12			33c37
903113	581	179175	458030	1 Lange Heideweg 6	o	13	9.80		
903114	530	180750	457018	3911 1 Edeseweg/Barneveldseweg	o	14	50.00		
900115	531	181507	456249	3911 1 Harderwijkerweg	o	15	86.00		33c23
900116	582	181332	456808	9 Arnhemsweg	o	16			32g136

900117	283	181488	457105	9	Dorpsstraat	o	17			
905118	532	185500	459350	2708	1 Apeldoornse JSHubert	o	18	178.20		
905219	533	186345	459940	7609	1 Apeldoornseweg	o	19	28.00	43.38	
905120	534	183413	451950	8212	1 Harderwijkerweg	o	20	24.30		33c54
903121	535	180830	456685	8103	1 RWZI Otterlo	o	21	38.00		
900122	536	181700	457720	7910	1 Hoenderloseweg 6	o	22	33.50		
900124	538	181313	457310	4009	1 Harskamperweg	o	24	68.00		
905125	539	181170	455480	7505	1 Camping Blijde Wereld	o	25	31.50		
905126	540	181000	455350	7705	1 Camping Blijde Wereld	o	26	30.00		
905127	541	181300	455400	7904	1 Camping Blijde Wereld	o	27	35.00		
905128	542	180860	455250	8207	1 Camping Blijde Wereld	o	28	80.00		
900129	543	181750	456190	8000	1 Zwembad de Zanding	o	29	43.00		
900130	544	181890	455980	8000	1 Zwembad de Zanding	o	30	48.50		
905131	545	181520	450850	3106	1 Oude Reemst	o	31	40.00		
205132	546	179140	452380	6005	1 Hindekamp	o	32	32.00		

Veenendaal

203101	556	168530	449150	7702	1 Dragonderweg 2	v	1	28.00	11.00	32g127
380203	557	167050	448930	8401	1 Vijgendam 27	v	3	59.00		
203104	558	168970	448650	5003	Spitweg 1	v	4	27.00		
203105	559	168910	449450	7707	1 Maanderbroekweg 13	v	5	22.50		
380106	560	166800	449010	8609	1 Nieuweweg 2/2a	v	6	32.00		
380307	561	166600	447470	8304	1 Laan der techniek 12	v	7	117.00		
380309	563	167310	446220	8310	1 Middelbuurtseweg 35a	v	9	54.00		
380113	567	166480	448890	7701	1 Beatrixstraat 64	v	13	23.00		
	738	169500	445500	2601	1 Grift (kan. A'dam-Rijnv		15	8.35	5.55	39e 1
	739	166600	449100	2501	1 Sajatfabriek, Schuppenv		16	121.00	6.00	39e 8
	741	166780	447480	7210	1 Carolaan, Ind.weg 38	v	18	150.50	6.00	39e119
	742	166800	444900	7408	1 Zandgat	v	19	52.50	10.00	39e132
	743	168750	449175		1 Dragonder	v	20	28.00	5.70	39e184

Wekerom

800101	570	177703	458460	4600	1 Edeseweg/Lagevalksewegw		1	48.50		32h64
803102	571	176660	457820		1 Vijfsprongweg 5	w	2	34.00		
803103	572	176870	458970		1 Lage Valkseweg 20	w	3	28.50		
800104	573	177710	458458	8010	1 Edeseweg hValkseweg	w	4	35.50		
803105	574	177586	457442	7710	1 Roekeseweg 17	w	5	38.00		
800106	695	177490	458230	8006	1 Dorpsplein	w	6	31.00		
800107	696	177230	458300	8006	1 De Ring	w	7	31.00		

Wageningen

27	176000	445000	3200	Wageningen-Hoog	wg	1	57.00	40.00	39f22	
18	177850	444950	6300	Ital	wg	14	95.00	30.00	39f108	
23	177800	444950	6100	Ital	wg	16	60.50	30.00	39f175	

IV. boorbeschrijvingen van boringen, verricht tijdens onderzoek Integraal Waterbeheer Ede

boring De Klomp Stationsweg



DE NOOIJ BENNEKOM B.V.

APPARATENBOUW-CONSTRUCTIEWERK-POMPINSTALLATIES-GRONDBORINGEN

HACKFORTSGOED 29 - POSTBUS 80 - 6720 AB BENNEKOM
TELEFOON 08389 - 14227 - TELEFAX 08389 - 17696

K6
63

Boringno. :
Kaartblad :
X- coörd. : 167.890
Y- coörd. : 450.900
Plaats : De Klomp
Straat : Stationsweg (plein busstation)
Naam/contactp. : dhr. E. van Peurseme/ dhr. S. van der Schaaf
Opdrachtgever : D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
Boormethode : pulsen
Boorbuisdiam. : 150mm; 1.75 m lang
Diepte : 17.80 m.m.v.
NAP :
Doel boring : bodemonderzoek/waarnemingsfilter
Waterstand :
Datum aanvang : 10-09-1990 Datum gereed : 13-09-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

			M50-getal
van	0 tot 0.30 m.m.v.	zand, zwart, matig fijn	210/300
van	0.30 tot 0.60 m.m.v.	zand, geel, matig grof	300/420
van	0.60 tot 1.70 m.m.v.	zand, geel, matig fijn, leemhoudend	150/210
van	1.70 tot 2.10 m.m.v.	zand, geel, matig grof + grint	300/420
van	2.10 tot 3.80 m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn	105/150
van	3.80 tot 5.25 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	5.25 tot 6.00 m.m.v.	zand, grijs, uiterst fijn, kleihoudend	16/50
van	6.00 tot 7.50 m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn	105/150
van	7.50 tot 9.50 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	9.50 tot 10.80 m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn	105/150
van	10.80 tot 11.50 m.m.v.	veen, bruin	
van	11.50 tot 13.60 m.m.v.	zand, matig fijn	150/210
van	13.60 tot 14.30 m.m.v.	veen	
van	14.30 tot 16.40 m.m.v.	klei + schelpen	
van	16.40 tot 17.80 m.m.v.	zand, matig grof	300/420

FILTERSTELLING :

van 17.75 tot 16.75 m.m.v. PVC-sleuvenfilter 57x63mm, perf. 0,4mm met PVC-bodem. Gepeild: 18.26 m.
van 12.20 tot 13.20 m.m.v. slagvast PVC-sleuvenfilter 45x50mm, perf. 0,3mm met PE-bodem. Gepeild: 13.77 m.
van 8.50 tot 7.50 m.m.v. slagvast PVC-sleuvenfilter 45x50mm, perf. 0,3mm met PE-bodem. Gepeild: 9.22 m.

STIJGBUIS :

- PVC-stijgbuis 57x63mm;
- slagvast PVC-stijgbuis 45x50mm;
- beide met gelijkde mofverbinding.

GRINTOMSTORTING :

van 17.80 tot 16.50 m.m.v. diam. 1,5 - 2,5 mm.
van 13.60 tot 11.50 m.m.v. diam. 1,5 - 2,5 mm.
van 9.00 tot 6.50 m.m.v. diam. 1,5 - 2,5 mm.

KLEIAFDICHTING :

van 16.50 tot 13.60 m.m.v. Vulklei (Ondoor).
van 11.50 tot 10.70 m.m.v. Vulklei (Ondoor).
van 6.00 tot 5.00 m.m.v. Vulklei (Ondoor).

* Opmerkingen:- afwerking aan maaiveld met beschermkoker, model DOW, diam. 150mm.

boring Bennekom Hackfortsgoed



DE NOOIJ BENNEKOM B.V. 698

APPARATENBOUW-CONSTRUCTIEWERK-POMPINSTALLATIES-GRONDBORINGEN

 HACKFORTSGOED 29 - POSTBUS 80 - 6720 AB BENNEKOM
 TELEFOON 08389 - 14227 - TELEFAX 08389 - 17696

B

Boringno. : 3
 Kaartblad :
 X- coörd. :
 Y- coörd. :
 Plaats : Bennekom
 Straat : Hackfortsgoed 29
 Naam/contactp. : dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever : D.O.W. Gemeente Ede, Ede / L.U., Wageningen /
 De Nooij Bennekom B.V., Bennekom
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam. : diam. 200mm
 Diepte : 60.00 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek, waarnemingsfilters
 Waterstand :
 Datum aanvang : 22-08-1990 Datum gereed : 10-09-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

Van	Tot	Diepte (m.m.v.)	Grondsoort	M50-getal
van 0 tot 1.70	1.70	m.m.v.	zand, zwart, matig fijn	150/210
van 1.70 tot 3.50	3.50	m.m.v.	zand, geel, matig fijn/grof	210/300
van 3.50 tot 4.50	4.50	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 4.50 tot 4.60	4.60	m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn+leem	105/150
van 4.60 tot 5.00	5.00	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 5.00 tot 6.20	6.20	m.m.v.	zand, geel, zeer fijn + veen	50/75
van 6.20 tot 7.60	7.60	m.m.v.	zand, donker grijs, midd./mat. fijn	105/150
van 7.60 tot 9.80	9.80	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn/grof	210/300
van 9.80 tot 11.00	11.00	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van 11.00 tot 12.40	12.40	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn/grof	210/300
van 12.40 tot 14.80	14.80	m.m.v.	zand, grijs, mat. fijn/grof+grintje	210/300
van 14.80 tot 15.70	15.70	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van 15.70 tot 18.00	18.00	m.m.v.	zand, licht grijs, matig fijn	150/210
van 18.00 tot 20.00	20.00	m.m.v.	zand, licht grijs, matig fijn	150/210
van 20.00 tot 22.50	22.50	m.m.v.	zand, licht grijs, matig fijn	150/210
van 22.50 tot 25.00	25.00	m.m.v.	zand, licht grijs, matig fijn	150/210
van 25.00 tot 27.00	27.00	m.m.v.	zand, licht grijs, matig fijn	150/210
van 27.00 tot 28.00	28.00	m.m.v.	zand, geel, matig fijn/grof	210/300
van 28.00 tot 30.00	30.00	m.m.v.	zand, geel, matig grof + grintje	300/420
van 30.00 tot 31.00	31.00	m.m.v.	zand, d.geel, mat./midd.grof, lemerig	420/600
van 31.00 tot 33.00	33.00	m.m.v.	zand, d.geel, matig/middel grof	420/600
van 33.00 tot 36.00	36.00	m.m.v.	zand, geel, matig/middel grof	420/600
van 36.00 tot 37.20	37.20	m.m.v.	zand, geel, mat./midd.grof+zandsteen	420/600
van 37.20 tot 38.50	38.50	m.m.v.	zand, geel, matig/middel grof	420/600
van 38.50 tot 41.00	41.00	m.m.v.	klei, sterk zandhouden	16/50
van 41.00 tot 47.00	47.00	m.m.v.	klei	16/50
van 47.00 tot 48.20	48.20	m.m.v.	zand, geel, matig fijn, slibhoudend	150/210
van 48.20 tot 49.50	49.50	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 49.50 tot 50.60	50.60	m.m.v.	zand, geel, matig fijn/grof	300/420
van 50.60 tot 52.00	52.00	m.m.v.	zand, geel, middel grof	420/600
van 52.00 tot 56.00	56.00	m.m.v.	zand, geel, middel grof	420/600
van 56.00 tot 58.00	58.00	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	105/150
van 58.00 tot 60.00	60.00	m.m.v.	zand, geel, middel/matig grof	420/600

boring Ede-Veldhuizen Koelhorst

Boringno. :
 Kaartblad :
 X-coörd. : 172.550
 Y-coörd. : 451.220
 Plaats : Ede
 Straat : Koelhorst
 Contactpers. : E. van Peurseem/S. van der Schaaf
 Opdrachtgever : DOW Gemeente Ede/LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam. : 150 mm, 1.75 m lang
 Diepte : 40.50 m.
 NAP :
 Doel Boring : bodemonderzoek/waarnemingsfilter
 Waterstand : ca. 1.60 m. bovenkant peilbuis
 Datum aanvang : 14-11-1990 Datum gereed: 20-11-1990

OMSCHRIJVING:			M50-getal
van 0.00 tot 0.60 m.m.v.	Zand, bruin, matig fijn		150/210
van 0.60 tot 2.00 m.m.v.	Zand, geel, matig fijn		150/210
van 2.00 tot 3.25 m.m.v.	Zand, geel, matig fijn		150/210
van 3.25 tot 3.80 m.m.v.	Zand, matig fijn/grof + grint		210/300
van 3.80 tot 4.25 m.m.v.	Veen		
van 4.25 tot 5.00 m.m.v.	Zand, middel fijn, slibhoudend		75/105
van 5.00 tot 6.00 m.m.v.	Veen		
van 6.00 tot 9.00 m.m.v.	Zand, matig fijn, veenhoudend		150/210
van 9.00 tot 11.50 m.m.v.	Zand, matig fijn		150/210
van 11.50 tot 13.00 m.m.v.	Zand, middel/matig fijn		105/150
van 13.00 tot 13.40 m.m.v.	Veen		
van 13.40 tot 14.30 m.m.v.	Zand, matig fijn, veenhoudend		150/210
van 14.30 tot 14.90 m.m.v.	Veen		
van 14.90 tot 16.50 m.m.v.	Zand, matig fijn		150/210
van 16.50 tot 18.00 m.m.v.	Zand, matig fijn		150/210
van 18.00 tot 20.50 m.m.v.	Zand, matig fijn/grof		210/300
van 20.50 tot 24.75 m.m.v.	Zand, matig fijn/grof		210/300
van 24.75 tot 29.00 m.m.v.	Zand, matig fijn/grof		210/300
van 29.00 tot 32.25 m.m.v.	Zand, matig fijn, leemhoudend		150/210
van 32.25 tot 34.00 m.m.v.	Zand, zeer fijn		50/ 75
van 34.00 tot 35.20 m.m.v.	Zand, matig grof		300/420
van 35.20 tot 40.50 m.m.v.	Klei (zacht), zanderig		

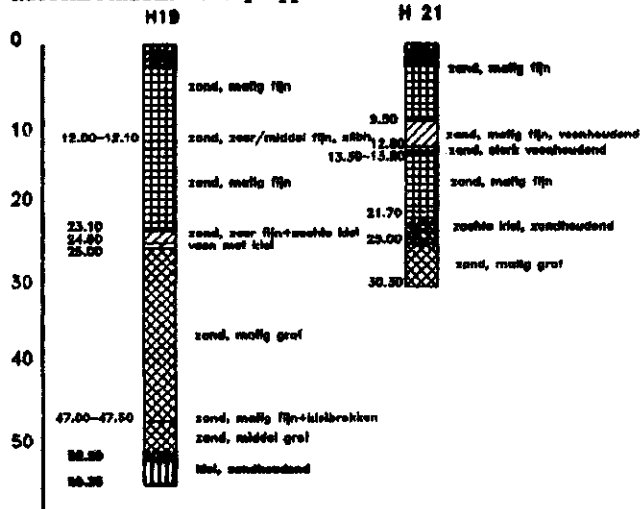
boringen Harskamp
1.Laarweg

Boringno. :
 Kaartblad :
 X- coörd. :
 Y- coörd. :
 Plaats : Harskamp
 Straat : Molenstraat hoek Laarweg
 Naam/contactp: dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever: D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam.: 200mm
 Diepte : 57.20 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek, waarnemingfilters
 Waterstand :
 Datum aanvang: 09-07-1990 Datum gereed: 19-07-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:	M50-getal
van 0 tot 0.80 m.m.v. zand, bruin/geel, middel fijn	75/105
van 0.80 tot 1.80 m.m.v. zand, geel, middel fijn	75/105
van 1.80 tot 4.00 m.m.v. zand, grijs, middel/zeer fijn	50/105
van 4.00 tot 6.00 m.m.v. zand, grijs, matig fijn	150/210
van 6.00 tot 9.00 m.m.v. zand, grijs, middel fijn	75/105
van 9.00 tot 10.30 m.m.v. zand, grijs, middel fijn	75/105
van 10.30 tot 11.50 m.m.v. zand, grijs, matig fijn	150/210
van 11.50 tot 12.50 m.m.v. zand, grijs, zeer fijn, sterk slibh.	50/75
van 12.50 tot 14.50 m.m.v. zand, grijs, matig fijn	150/210
van 14.50 tot 16.50 m.m.v. zand, grijs, matig/middel fijn	105/150
van 16.50 tot 19.50 m.m.v. zand, grijs, middel fijn	75/105
van 19.50 tot 21.00 m.m.v. zand, grijs, middel fijn	75/105
van 21.00 tot 23.50 m.m.v. klei, zacht, sterk zandhoudend	
van 23.50 tot 24.20 m.m.v. zand, grijs, matig grof+veel grint	300/420
van 24.20 tot 27.00 m.m.v. zand, grijs, matig fijn/grof, veenh.	210/300
van 27.00 tot 27.60 m.m.v. zand, grijs, matig fijn/grof	210/300
van 27.60 tot 29.00 m.m.v. zand, grijs, matig grof	300/420
van 29.00 tot 31.00 m.m.v. zand, grijs, middel grof	600/1000
van 31.00 tot 32.25 m.m.v. zand, grijs, middel/zeer grof	600/1400
van 32.25 tot 33.00 m.m.v. zand, grijs, matig grof	300/420
van 33.00 tot 34.20 m.m.v. zand, grijs, middel grof	600/1000
van 34.20 tot 36.00 m.m.v. zand, grijs, matig grof	300/420
van 36.00 tot 38.00 m.m.v. zand, grijs, matig fijn	150/210
van 38.00 tot 39.40 m.m.v. zand, grijs, middel grof	600/1000
van 39.40 tot 41.00 m.m.v. zand, grijs, middel/matig grof	420/600
van 41.00 tot 43.50 m.m.v. zand, grijs, middel/matig grof	420/600
van 43.50 tot 45.50 m.m.v. zand, grijs, middel grof	600/1000
van 45.50 tot 47.50 m.m.v. zand, grijs, matig/middel grof	420/600
van 47.50 tot 49.50 m.m.v. zand, grijs, matig grof + grintje	300/420
van 49.50 tot 53.00 m.m.v. zand, grijs, middel fijn	75/105
van 53.00 tot 54.00 m.m.v. zand, grijs, zeer fijn	50/75
van 54.00 tot 57.20 m.m.v. klei	

2. Ruttenbeeklaan voor pompproef



H20
702

Boringno. : 5, op 1 m afstand van pompput 1
 Kaartblad :
 X- coörd. :
 Y- coörd. :
 Plaats : Harskamp
 Straat : Ruttenbeeklaan (vijver)
 Naam/contactp: dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever: D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam.: 200mm
 Diepte : 21.25 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek/pompput t.b.v. pompproef
 Waterstand : ca. 2.01 m.m.v.
 Datum aanvang: 23-07-1990 Datum gereed: 25-07-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

				M50-getal
van	0 tot	0.70 m.m.v.	zand, zwart, middel fijn	75/105
van	0.70 tot	1.90 m.m.v.	zand, bruin/geel, middel fijn	75/105
van	1.90 tot	2.90 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	2.90 tot	6.00 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	6.00 tot	7.60 m.m.v.	zand, geel/grijs, middel/matig fijn	105/150
van	7.60 tot	10.00 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	10.00 tot	10.90 m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van	10.90 tot	12.00 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	12.00 tot	12.10 m.m.v.	zand, middel fijn+veen+slibhoudend	75/105
van	12.10 tot	13.90 m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn	105/150
van	13.90 tot	15.50 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	15.50 tot	18.50 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	18.50 tot	21.00 m.m.v.	zand, grijs, middel/matig fijn	105/150
van	21.00 tot	m.m.v.	zand, matig fijn, sterk slibhoudend	150/210

Ruttenbeeklaan: diepe boring voor pompput

H 19
701

Boringno. : I
 Kaartblad :
 X- coörd. : 180140
 Y- coörd. : 460350
 Plaats : Harskamp
 Straat : Ruttenbeeklaan (vijver)
 Naam/contactp: dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever: D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen (stelling)
 Boorbuisdiam.: 200mm
 Diepte : 55.25 m.m.v.
 NAP : ± 2.40
 Doel boring : bodemonderzoek/pompput t.b.v. pompproef
 Waterstand : ca. 1.83 m.m.v.
 Datum aanvang: 19-06-1990 Datum gereed: 02-07-90
 =====

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

M50-getal

van	0 tot	0.70 m.m.v.	zand, zwart, middel fijn	75/105
van	0.70 tot	2.00 m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van	2.00 tot	2.90 m.m.v.	zand, geel, matig fijn+fin grint	150/210
van	2.90 tot	6.00 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	6.00 tot	7.50 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	7.50 tot	10.00 m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van	10.00 tot	10.90 m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van	10.90 tot	12.00 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	12.00 tot	12.10 m.m.v.	zand, grijs, zeer/middel fijn, slibh.	50/105
van	12.10 tot	13.70 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	13.70 tot	15.50 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	15.50 tot	18.50 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	18.50 tot	21.00 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	21.00 tot	23.10 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn, slibhoud.	75/105
van	23.10 tot	24.50 m.m.v.	zand, grijs, zeer fijn+zachte klei	50/75
van	24.50 tot	25.00 m.m.v.	veen met klei	
van	25.00 tot	27.20 m.m.v.	zand, donker grijs, matig grof+grint	300/420
van	27.20 tot	28.10 m.m.v.	zand, grijs, matig grof + grint	300/420
van	28.10 tot	29.10 m.m.v.	zand, grijs, matig grof	300/420
van	29.10 tot	30.50 m.m.v.	zand, grijs, middel grof + grint	600/1000
van	30.50 tot	32.00 m.m.v.	zand, grijs, middel grof	600/1000
van	32.00 tot	35.00 m.m.v.	zand, donker grijs, middel grof	600/1000
van	35.00 tot	36.60 m.m.v.	zand, licht grijs, matig/middel grof	420/600
van	36.60 tot	38.00 m.m.v.	zand, l.grijs, mat./midd.grof+grint	420/600
van	38.00 tot	40.00 m.m.v.	zand, l.grijs, mat./midd.grof+grint	420/600
van	40.00 tot	43.00 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn/middel grof	210/600
van	43.00 tot	46.00 m.m.v.	zand, grijs, matig grof	300/420
van	46.00 tot	47.00 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	47.00 tot	47.50 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn+kleibrokken	150/210
van	47.50 tot	50.00 m.m.v.	zand, grijs, matig grof	300/420
van	50.00 tot	52.20 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	52.20 tot	55.25 m.m.v.	klei, grijs, zandhoudend	

Ruttenbeeklaan: op 15 meter vanaf pompput

H 21
703

Boringno. : 2, op 15 m afstand van pompput 1
 Kaartblad :
 X- coörd. : 180145
 Y- coörd. : 460400
 Plaats : Harskamp
 Straat : Ruttenbeeklaan.
 Naam/contactp: dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever: D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam.: 145 mm; 1.50 m lang
 Diepte : 30,30 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek/ waarnemingsfilters t.b.v. pompproef
 Waterstand :
 Datum aanvang: 04-07-1990 Datum gereed: 06-07-1990

=====

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

			M50-getal
van	0 tot 0.70 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	0.70 tot 2.00 m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van	2.00 tot 3.80 m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van	3.80 tot 4.90 m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van	4.90 tot 6.80 m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van	6.80 tot 7.80 m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van	7.80 tot 9.50 m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van	9.50 tot 9.80 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn, veenhoudend	150/210
van	9.80 tot 12.80 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn, veenhoudend	150/210
van	12.80 tot 13.30 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn + grint	150/210
van	13.30 tot 13.80 m.m.v.	zand, zeer fijn, sterk veenhoudend	50/75
van	13.80 tot 15.50 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	15.50 tot 17.30 m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van	17.30 tot 20.80 m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van	20.80 tot 21.70 m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van	21.70 tot 25.00 m.m.v.	zachte klei, zandhoudend	
van	25.00 tot 25.10 m.m.v.	veen	
van	25.10 tot 27.10 m.m.v.	zand, grijs, middel grof + grint	600/1000
van	27.10 tot 28.80 m.m.v.	zand, grijs, matig grof	300/420
van	28.80 tot 30.30 m.m.v.	zand, grijs, middel grof	600/1000

FILTERSTELLING :

van 30.00 tot 29.00 m.m.v. PVC-sleuvenfilter 52x60, perf. 0,4mm
 met PE-bodem. Gepeild: 30.57 m.
 van 7.00 tot 6.00 m.m.v. PVC-sleuvenfilter 52x60, perf. 0,4mm
 met PE-bodem. Gepeild: 7.65 m.

STIJGBUIS :

PVC-stijgbuis 52x60mm met schroefdraad-
verbinding, verpakt met PTFE-tape.

GRINTOMSTORTING :

van 30.30 tot 28.30 m.m.v. diam. 1,5 - 2,5 mm.
 van 7.50 tot 5.50 m.m.v. diam. 1,5 - 2,5 mm.

KLEIAFDICHTING :

van 25.00 tot 21.00 m.m.v. Vulklei (Ondoor).

*Opmerkingen:- afwerking aan maaiveld met beschermkoker, model DOW,
diam. 150mm.

Ruttenbeeklaan: op 35 en op 75 meter vanaf pompput

Boringno. : 3, op 35 m afstand van pompput 1
 Kaartblad :
 X- coörd. :
 Y- coörd. :
 Plaats : Harskamp
 Straat : Ruttenbeeklaan (vijver)
 Naam/contactp : dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever : D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam. : 145 mm; 1.50 m lang
 Diepte : 30,30 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek/ waarnemingsfilters t.b.v. pompproef
 Waterstand :
 Datum aanvang : 02-07-1990 Datum gereed: 04-07-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

van	tot	m.m.v.	zand, zwart, middel fijn	M50-getal
van 0 tot	0.80	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 0.80 tot	2.80	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 2.80 tot	5.00	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 5.00 tot	6.30	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 6.30 tot	7.60	m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van 7.60 tot	9.80	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 9.80 tot	10.10	m.m.v.	veen + middel fijn zand	
van 10.10 tot	12.00	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 12.00 tot	12.10	m.m.v.	veen + middel fijn zand	
van 12.10 tot	13.80	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 13.80 tot	18.00	m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van 18.00 tot	20.00	m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van 20.00 tot	21.10	m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van 21.10 tot	21.50	m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van 21.50 tot	24.00	m.m.v.	klei, zacht, zandhoudend	
van 24.00 tot	24.50	m.m.v.	veen + zeer fijn zand	
van 24.50 tot	26.50	m.m.v.	zand, grijs, matig grof + grint	300/420
van 26.50 tot	28.40	m.m.v.	zand, grijs, midde/zeer grof	600/1400
van 28.40 tot	30.30	m.m.v.	zand, licht geel, middel grof	600/1000

Boringno. : 4, op 75 m afstand van pompput 1
 Kaartblad :
 X- coörd. :
 Y- coörd. :
 Plaats : Harskamp
 Straat : Ruttenbeeklaan (vijver)
 Naam/contactp : dhr. S. van der Schaaf
 Opdrachtgever : D.O.W. Gemeente Ede, LU Wageningen
 Boorbedrijf : De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode : pulsen
 Boorbuisdiam. : 145 mm; 1.50 m lang
 Diepte : 30,30 m.m.v.
 NAP :
 Doel boring : bodemonderzoek/ waarnemingsfilters t.b.v. pompproef
 Waterstand :
 Datum aanvang : 04-07-1990 Datum gereed: 06-07-1990

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN:

van	tot	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	M50-getal
van 0 tot	0.70	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 0.70 tot	2.00	m.m.v.	zand, geel, middel fijn	75/105
van 2.00 tot	3.80	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 3.80 tot	4.90	m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van 4.90 tot	6.80	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 6.80 tot	7.80	m.m.v.	zand, geel, middel/matig fijn	105/150
van 7.80 tot	9.50	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 9.50 tot	9.80	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn, veenhoudend	150/210
van 9.80 tot	12.80	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van 12.80 tot	13.30	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn + grint	150/210
van 13.30 tot	13.80	m.m.v.	zand, zeer fijn, sterk veenhoudend	50/75
van 13.80 tot	15.50	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van 15.50 tot	17.30	m.m.v.	zand, grijs, matig fijn	150/210
van 17.30 tot	20.80	m.m.v.	zand, geel, matig fijn	150/210
van 20.80 tot	21.70	m.m.v.	zand, grijs, middel fijn	75/105
van 21.70 tot	25.00	m.m.v.	klei, grijs, zacht, zandhoudend	
van 25.00 tot	25.10	m.m.v.	veen	
van 25.10 tot	27.10	m.m.v.	zand, grijs, middel grof + grint	600/1000
van 27.10 tot	28.80	m.m.v.	zand, grijs, matig grof	300/420
van 28.80 tot	30.30	m.m.v.	zand, grijs, middel grof	600/1000

boringen Wekerom

1. Dorpsplein

Boringno. W 6
 Kaartblad
 X 177510
 Y 458250
 Plaats Wekerom
 Straat Dorpsplein
 Contactpersoon
 Opdrachtgever Gem. Ede
 Boorbedrijf De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode Puls
 Boorbuisdiam. 150 mm (1.50 lang)
 Diepte 31.00 m
 NAP ca. 18.95 m
 Doel boring
 Waterstand
 Datum aanvang : 12-6-1990 Datum gereed:

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN

van 0.00 tot 1.00 m.m.v.	Zand,	zwart,	middel fijn
van 1.00 tot 1.60 m.m.v.	Zand,	geel,	middel fijn
van 1.60 tot 2.20 m.m.v.	Zand,	geel,	middel fijn + fijne grint
van 2.20 tot 3.60 m.m.v.	Zand,	geel,	matig grof
van 3.60 tot 6.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	middel fijn
van 6.00 tot 7.50 m.m.v.	Zand,	geel,	matig grof
van 7.50 tot 8.70 m.m.v.	Zand,	geel,	matig fijn
van 8.70 tot 10.30 m.m.v.	Zand,	geel,	matig fijn / matig grof
van 10.30 tot 11.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	matig fijn / matig grof
van 11.00 tot 14.80 m.m.v.	Zand,	grijs,	matig fijn, sterk slibhoudend
van 14.80 tot 16.50 m.m.v.	Zand,	grijs,	middel / zeer fijn, slibhoudend
van 16.50 tot 18.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	zeer fijn, sterk slibhoudend
van 18.00 tot 18.80 m.m.v.	Klei,		zacht
van 18.80 tot 19.10 m.m.v.	Veen		
van 19.10 tot 21.00 m.m.v.	Zand,	d. grijs,	matig fijn
van 21.00 tot 22.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	matig grof + grintje
van 22.00 tot 25.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	matig fijn
van 25.00 tot 31.00 m.m.v.	Zand,	l. grijs,	matig grof
van 31.00 m.m.v.	Zand,	grijs,	matig grof

2. De Ring

Boringno. W 7
 Kaartblad
 X 177230
 Y 458300
 Plaats Wakerom
 Straat De Ring
 Contactpersoon E. v. Peursum
 Opdrachtgever Gem. Ede
 Boorbedrijf De Nooij Bennekom B.V.
 Boormethode Puls
 Boorbuisdiam. 145 mm (1.50 lang)
 Diepte 21.50 m
 NAP ca. 18.50 m
 Doel boring
 Waterstand
 Datum aanvang : 14-6-1990 Datum gereed:

OMSCHRIJVING GRONDSOORTEN

van	0.00 tot	0.60 m.m.v.	Zand,	zwart,	middel fijn
van	0.60 tot	1.00 m.m.v.	Zand,	geel,	matig fijn
van	1.00 tot	1.60 m.m.v.	Zand,		middel fijn, met hout en veen
van	1.60 tot	3.70 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn
van	3.70 tot	5.90 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn/ zeer fijn
van	5.90 tot	7.30 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn
van	7.30 tot	8.00 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn, hard + veen
van	8.00 tot	9.50 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	matig fijn
van	9.50 tot	12.00 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn
van	12.00 tot	14.50 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn
van	14.50 tot	16.00 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	middel fijn
van	16.00 tot	20.00 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	zeer fijn + kleilaagjes
van	20.00 tot	21.50 m.m.v.	Zand,	1. grijs,	matig grof
van	21.50	m.m.v.	Zand,	1. grijs,	matig grof / middel grof

V. Lijst van beschikbare pompproeven in de omgeving van de gemeente Ede

(pompproeven allen gehouden in het eerste watervoerende pakket)

Legenda:

x en y : de coördinaten van de lokatie waar de pompproef gehouden is;
 pakketdikte : de dikte van de watervoerende laag;
 KD : het doorlaatvermogen van deze laag;
 k/meter : de doorlatendheid (een eigenschap van het type zand; is afhankelijk van de korrelgrootte);
 top, basis : de bovenkant, respectievelijk de onderkant van de laag; ten opzichte van NAP;
 maaiveld : de hoogte van het maaiveld ter plekke, ten opzichte van NAP;
 C : de weerstand van de slecht doorlatende laag onder of van de slecht doorlatende lagen boven en onder het watervoerende pakket;
 dikte c-laag : de dikte van de slecht doorlatende klei-, leem- of veenlaag;
 C/m : de weerstand per meter van de slecht doorlatende laag; kan sterk variëren, omdat veen een veel lagere weerstand per meter heeft dan klei.

lokatie	x	y	pakket- dikte[m]	KD [m ² /d]	k/meter [m/d]	top [m]	basis [m]	maaiveld [m]	C [etm]	dikte c-laag	C/m
Lunteren											
De Stroet	169525	455375	11.00	26	2.36	10.50	-0.50	10.90	50	0.50	100
De Biezen	168750	459300	14.00	120	8.57	11.00	-3.00	[niet beschikbaar]			
Harskamp											
Ruttenbeek-2	180140	460390	20.00	120	6.00	23.00	3.00	24.00	-	-	-
Ruttenbeek-3	180140	460390	30.50	510	16.72	0.50	-30.00	24.00	200	2.50	80
Gelderse Vallei											
Ben.Meent	169475	446300	25.90	186	7.18	4.55	-21.35	5.15	385	3.10	124
Achterbergse	170060	444625	23.90	196	8.20	3.40	-20.50	5.20	46	1.80	26
Veenkampen zo	171450	443580	15.00	225	15.00	-5.05	-20.05	5.90	63	1.10	57
Veenkampen nw	171030	443770	14.30	232	16.22	-5.90	-20.20	5.80	64	1.00	64
Blauwe Hel	167950	447450	11.00	159	14.45	-6.00	-17.00	5.20	148	1.60	93
Ede											
Rietkampen B	172315	447865	15.80	138	8.73	-2.70	-18.50	11.00	166	3.00	55
Rietkampen D	172365	448200	13.50	127	9.41	-4.20	-17.70	10.30	168	3.00	56
Heestereng	171020	448875	0.00	[nog niet uitgewerkt]							
Maandereng	172800	447500		149					148	2.75	54
Harskamp											
Ruttenbeek Hk	180100	460600	25	150	6.00	22.00	-3.00	22	250	4.00	63
Ederveen											
Hortensia	168220	452790	12.50	60	4.80	7.75	-4.75	7.75	45	0.40	113

Bijlage VI. pompproeven Ruttenbeeklaan, Harskamp

Zie ook boorbeschrijvingen te Harskamp, bijlage IV.

Om de ontwateringsmogelijkheden voor Harskamp te bepalen, was het nodig de geohydrologische parameters (het doorlaatvermogen en de verticale weerstand) van de bovenste pakketten vast te stellen.

Hierover bestond onduidelijkheid: uit boorbeschrijvingen bleek een kleilaagje voor te komen op een diepte van ca. 23 meter beneden maaiveld, waar bij boringen H19, H21, H22 en H23 ook nog veen werd aangetroffen (zie bijlage IV). Het was onduidelijk of deze laag dezelfde fysische eigenschappen zou vertonen als de laag bij Wekerom. De weerstand en het doorlaatvermogen van deze pakketten waren nog niet eerder bepaald via een pompproef, voor zover dit te achterhalen was.

De pompproeven werden uitgevoerd in de aanstaande groenstrook naast een deel van de Ruttenbeeklaan, dat nog in aanleg was. Geschatte coördinaten $X = 180140$ m, $Y = 460390$ m. Naast de pompput is een raai met peilbuizen geïnstalleerd op de afstanden 20, 35, en 75 meter vanaf de pompput, in noordelijke richting. Per lokatie is een peilbuis met een diep en een ondiep filter geïnstalleerd op respectievelijk de diepten 29-30 en 6-7 meter beneden maaiveld. Bij de eerste twee pompproeven werd gepompt uit het watervoerende pakket tussen de 25 en 50 meter beneden maaiveld. Bij de laatste pompproef werd gepompt uit het watervoerende pakket tussen freatisch water (ca. 2 meter -mv) en 21 meter beneden maaiveld.

Er zijn in totaal drie pompproeven gehouden, omdat de metingen in het eerste geval niet lang genoeg uitgevoerd konden worden.

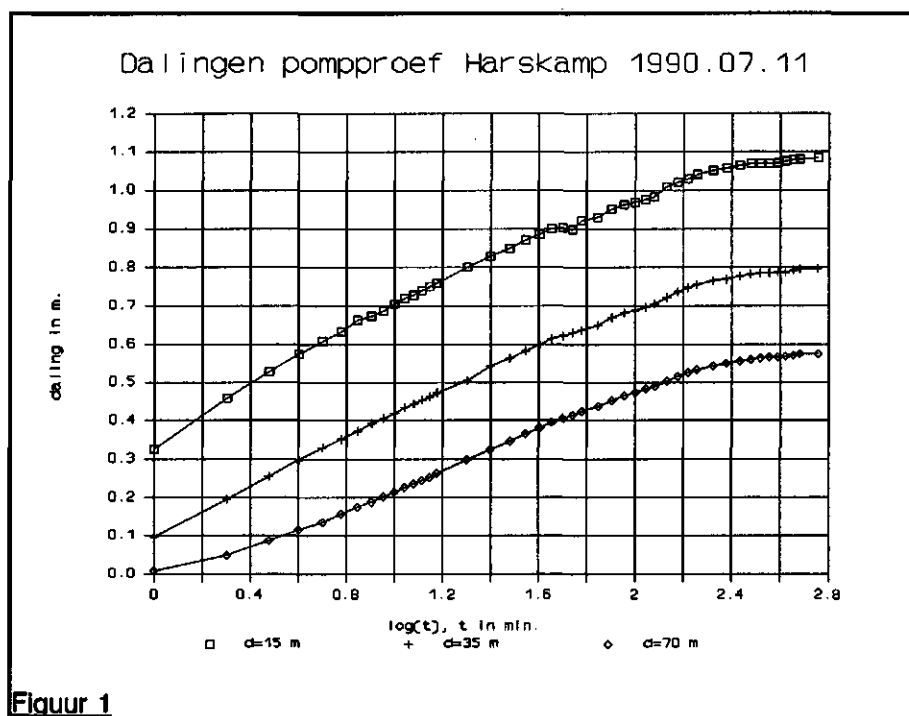
De eerste pompproef

De eerste pompproef vond plaats op 11 juli 1990. In de voorafgaande 5 dagen was in totaal 9.0 mm neerslag gevallen, terwijl de Penman verdamping over deze periode 9.6 mm bedroeg (in Wageningen). In de 5 dagen daarvoor was 23.2 mm neerslag gevallen bij een verdamping van 14.5 mm. Tijdens de pompproef is op de lokatie een lichte bui gevallen, die voor een geschatte neerslag van minder dan 2 mm zorgde.

Er kan aangenomen worden dat de aanvulling of onttrekking van het grondwaterreservoir op 11 juli 1990 verwaarloosbaar was.

In 7 omliggende grondwaterstandsbuizen is de grondwaterstand gedurende de meetdag (tussen 9:00 en 19:55) met gemiddeld 7 mm gestegen, wat verwaarloosbaar is ten opzichte van de uiteindelijke dalingen in de peilbuizen bij de peilput. De uiteindelijke daling in de verste peilbuis (75 meter) bedroeg 0.578 meter.

De pompproef is gestart om 9:42. Er is doorgepompt tot 19:31, toen de pompproef onderbroken werd door een stroomstoring. Voortzetting van de pompproef was daarna niet meer mogelijk. Het debiet van de pomp was in de eerste twee uur wat onregelmatig en schommelde rond de 1050 m^3 per dag. Daarna sprong het debiet naar 1080 m^3 per dag. Oorzaak was vermoedelijk het vrij zware stroomgebruik van de nabijgelegen bouwplaats, dat na de middag afnam. De uitgezette dalingen van de drie peilbuizen tegen de logaritme van de tijd vertonen een redelijk regelmatige lijn (figuur 1.). Er bestaat twijfel of de daling die bereikt is op 19:31 het uiteindelijke, stationaire peil is: de daling over de laatste anderhalf uur bedroeg nog 3, 1 en 1 mm voor de buizen op 20,35 en 75 meter. Bovendien bleken verschillende uitwerkingsmethoden sterk verschillende resultaten op te leveren. Op grond hiervan, van de stroomonderbreking, de neerslag overdag en enige twijfel ten aanzien van de effecten van neerslag/ verdamping van vorige dagen is besloten tot opnieuw uitvoeren van de pompproef. Desondanks is een uitwerking gedaan volgens de methode Hantush-I (zie 'Kruseman & De Ridder', 1970). Deze methode gaat uit van het principe dat de uiteindelijke daling bereikt is en grondwaterstroming naar de put stationair verloopt. Deze aanname is in dit geval dus twijfelachtig.



Figuur 1

Voor de drie peilbuizen geeft dit de volgende resultaten:

put		I	II	III	gemiddeld
afstand	d [m]	20	35	70	
uiteindelijke daling	S _{max} [m]	1.085	0.797	0.576	
spreadsingslengte	L [m]	480	528	493	500
doorlatendheid	kD [m ² /etm]	517	608	623	583
weerstand	C [dag]	445	459	390	431

Als aangenomen wordt, dat de drie meter dikke kleilaag op 52 meter diepte een veel groter weerstand heeft dan de ca. drie meter dikke laag slibhoudend zand, veen en klei op 21 meter diepte, dan is de C-waarde uit deze pompproef vrijwel alleen van toepassing op de bovenste slechtdoorlatende laag en kan de onderste slechtdoorlatende laag als ondoorlatend opgevat worden. Dat betekent dat de klei-laag op 21 meter diepte een gemiddeld weerstand van ca. 145 etmaal per meter heeft.

Het doorlaatvermogen van het ca 25 meter dikke pakket matig grove zand is berekend op 583 m²/etmaal, wat neerkomt op een specifiek doorlaatvermogen van 23 m/etmaal. Dit is een redelijk normale waarde voor matig grof zand.

Van andere uitwerkingsmethoden worden de resultaten niet gepresenteerd, omdat besloten is dat de uiteindelijke daling niet bereikt was en de proef overgedaan is.

De tweede pompproef

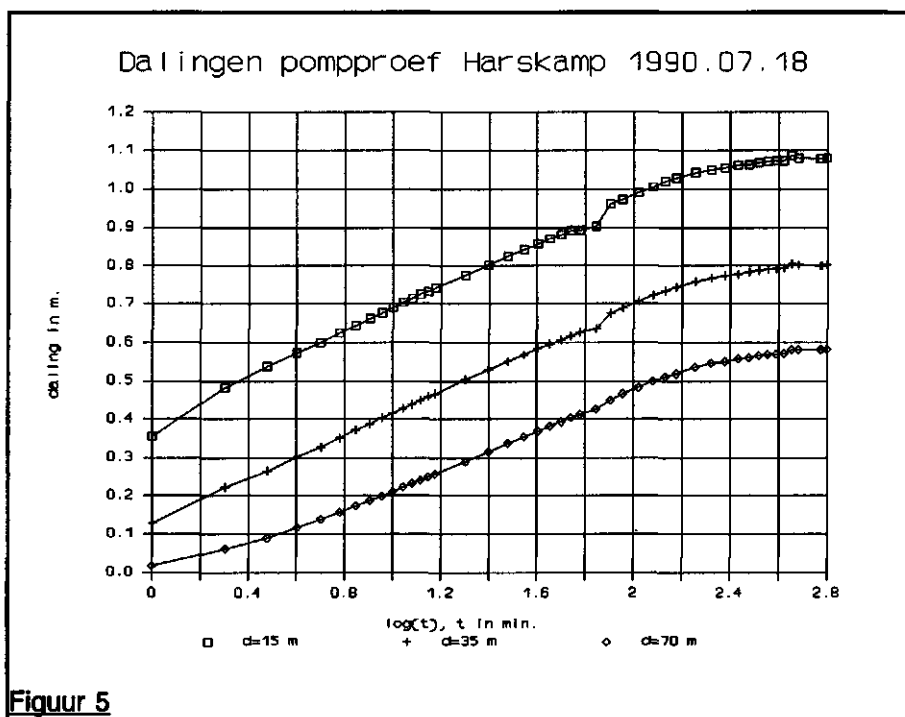
De tweede pompproef is gehouden op 18 juli 1990. In de voorafgaande 7 dagen is geen neerslag gevallen; op 9 en 10 juli is 2.0 en 1.5 mm neerslag gevallen in Wageningen. De verdamping over de voorgaande 5 dagen bedroeg 22 mm (4.4 mm/dag). De grondwaterstand in de peilbuizen in de omgeving vertoonde een dalende tendens. De niet-

beïnvloede buizen gaven een gemiddelde daling over de meetdag van 13 mm voor de diepe buizen en 12 mm voor de ondiepe buizen.

De pompproef is gestart om 9:27 en beëindigd om 20:03, toen (vermoedelijk) de stationaire toestromingssituatie bereikt was. Deze proef heeft dus 636 minuten geduurd, wat 8% meer is dan de 589 minuten die de eerste pompproef duurde.

Ook ditmaal was het debiet van de pomp in het begin onregelmatig en lager dan aan het eind: gedurende de eerste 70 minuten schommelde het debiet rond de $1030 \text{ m}^3/\text{etmaal}$, daarna stabiliseerde het zich vlot rond de $1070 \text{ m}^3/\text{etmaal}$. Aan het einde nam het debiet gedurende de laatste 30 minuten met 4% toe, nadat het daarvoor eerst 1% gedaald was.

De dalingen van de grondwaterstand in de drie putten tonen weer een vloeiende lijn, met een enkele sprong, die verklaard kan worden door de plotselinge toename in het debiet van de pomp (zie figuur 2).



Het valt op dat de uiteindelijke dalingen nauwelijks groter zijn dan bij de eerste pompproef. Voor put 1, op 20 meter van de pompput, is de daling zelfs lager dan de eerste maal.

De uitwerking van deze pompproef volgens de Hantush-I-methode geeft waarden voor de weerstand van 1630, 620 en 510 etmalen voor de peilbuizen op respectievelijk 20, 35 en 70 meter. Het berekende doorlaatvermogen varieert rond de $650 \text{ m}^2/\text{dag}$. Omdat eerste pompproef een meer vloeiende vorm van het middendeel van de curves heeft, en omdat de metingen van peilbuis I (20 m) kennelijk wat beïnvloed zijn, zijn de resultaten van de eerste pompproef gebruikt voor de Hantush-methode. Deze methode gebruikt namelijk juist het middendeel van de curve. De andere methodes zijn gebaseerd op de eindwaarde of het verloop in de eerste 20 minuten van de pompproef (die voor de knik in pompproef 2 vallen). Daarom is voor die methodes de tweede pompproef gebruikt.

De resultaten van deze verschillende methodes zijn weergegeven in de volgende tabel. De benamingen komen overeen met die van Kruseman en De Ridder (1970). Omdat bij de verschillende methoden niet alle putten meegeteld hebben in de vaststelling van de parameter-waarden, hebben de methodes die met meerdere putten gebruiken een evenredig zwaarder gewicht gekregen voor de bepaling van de 'gemiddelde' waarden van het doorlaatvermogen en de weerstand. Een De Glee-bepaling telt dus 3* zo zwaar als een Hantush-I-uitkomst voor peilfilter I. Verder wordt ook het geometrisch gemiddelde berekend.

De waarde hiervan is vermoedelijk een betere mogelijke schatting voor de weerstand dan het rekenkundig gemiddelde omdat de weerstand geacht mag worden bij benadering een trekking te zijn uit een log-normale verdeling. Het geometrisch gemiddelde wordt bepaald door het gemiddelde van de logaritmen van de waarden te berekenen. De antilog van dit getal levert dan het geometrisch gemiddelde.

put afstand	I 20	II 35	III 70	Kd	C
De Glee	1	1	1	413	133
Theis	1	1	1	416	
Hantush1	1			517	445
Hantush1		1		608	459
Hantush1			1	623	390
Hantush2	1	1	1	620	233
Walton		1		530	58
Walton			1	612	114
aantal waarden				14	11
gewogen gemiddelde				516.9	233.1
gew.geometr. gemiddelde				508.3	195.2

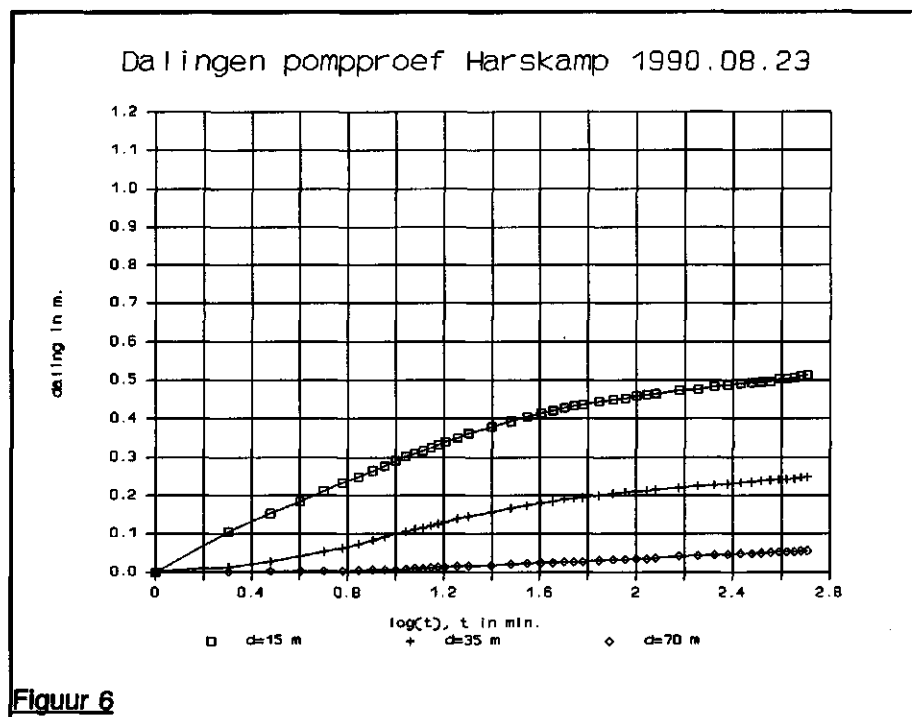
De verschillen voor de weerstand zijn erg groot. Dit is voor de weerstand vrij gebruikelijk. De berekende weerstand is het hoogst voor de Hantush-I-methode, en het laagst voor de Walton-methode. De waarde van het geometrische gemiddelde van de weerstand is 195 dagen. Dit komt neer op ca 80 dagen per meter, wat een waarde is die goed overeenkomt met andere waarden van klei-pakketen op die diepte in de regio. Het doorlaatvermogen is redelijk nauwkeurige te schatten en bedraagt zo'n 510 m²/dag.

De derde pompproef

Om meer duidelijkheid over de weerstand van eerste scheidende laag te verkrijgen, is besloten een derde pompproef uit te voeren; ditmaal in het freatische grondwater, dus boven de kleilaag op 21 meter diepte. Hiervoor is een pompfilter geïnstalleerd dat geperforeerd was van 4 tot 21 meter beneden maaltveld.

Deze pompproef is uitgevoerd op 23 augustus 1990. In de vijf dagen voor deze datum is in totaal 38 mm neerslag gevallen (station Haarweg, Wageningen), waarvan 16.7 mm op de 18-de en 15.4 mm op de 20-ste. De verdamping over de vijf voorgaande dagen bedroeg 9.3 mm. Op grond hiervan zou men een stijging van het grondwater verwachten van gemiddeld 5.7 mm per dag. Aan de hand van de peilbuizen uit de omgeving bleek het grondwater echter 3.7 mm gedaald te zijn over de meet-periode. De neerslag had waarschijnlijk als gevolg van de droge bovengrond het grondwater niet bereikt.

Vanwege de geringe dikte van het freatische pakket en vanwege de vermoedelijk geringere waarde van het doorlaatvermogen is met een veel lager debiet gepompt dan in de eerste twee pompproeven. Ditmaal met gemiddeld 199 m³/dag. De uiteindelijke dalingen waren hierdoor ook veel minder dan in de vorige pompproeven: 51 cm voor de eerste put en slechts 5.6 cm voor de put op 70 meter van de pompput. Zie figuur 3 voor de dalingen tegen de logaritme van de tijd. Al tijdens de uitwerking van de Hantush-I-methode bleek, dat de daling van put III te weinig was om een nauwkeurige schatting van de helling van de curve te maken. Daarom zijn de waarden van put III niet meegenomen in de verdere berekeningen.



Omdat de dalingen van peilbuis III zo onnauwkeurig zijn, kon de De Glee-methode niet gebruikt worden. De resultaten zijn in de volgende tabel weergegeven.

put afstand	I 20	II 35	III 70	kD	C
Theis	1	1		95	
HantushI	1			119	162
HantushI		1		195	140
Walton		1		150	52
Walton	1			85	32
aantal waarden				9	7
gewogen gemiddelde				82.1	55.1
gew. geometr. gemiddelde				117.8	78.4

Er moet opgemerkt worden, dat de pompproef is uitgevoerd in freatisch water, terwijl alle uitwerkingsmethoden die gebruikt zijn van toepassing op spannings- of op semi-spanningswater. Door een relatief laag pompdebiet te gebruiken kunnen deze uitwerkingsmethoden wel in deze situatie gebruikt worden.

Ook bij deze pompproef blijkt de waarde van de weerstand moeilijk vast te stellen. Het geometrisch gemiddelde is ca. 78 dagen. Wordt de uitkomst van de Hantush-methode achterwege gelaten, dan is de (normaal) gemiddelde weerstand slechts zo'n 42 dagen. De gevonden weerstand is een combinatie van de weerstand van de scheidende laag op 21 meter en de nalevering van water uit bovenliggend pakket. Als gevolg van de geringe dalingen en de voor freatische omstandigheden beperkte duur van de pompproef moet de gevonden waarde als onbetrouwbaar worden beschouwd. De poging om de verticale weerstand van de eerste scheidende laag op deze wijze vast te stellen is dus niet gelukt. Het doorlaatvermogen (kD) is in minder gevoelig en dus wel bruikbaar.

Samenvattend gesteld, blijkt de hydrogeologische opbouw van noordwest Harskamp uit de volgende lagen te bestaan:

diepte weerstand	grondsoort	doorlaatvermogen
0.00-21.00 m;	zand, matig fijn tot matig grof;	120 m ² /dag
21.00-23.50 m;	klei, zacht, sterk zandhoudend;	200 dagen
23.50-54.00 m;	zand, matig fijn tot middel grof + grindje	510 m ² /dag
54.00-57.20 m;	klei	> 1500 dagen

LITERATUUR

Kruseman, G.P., en N.A. De Ridder, 1970, 'Analysis and evaluation of pumping test data', first edition, Int. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, pp.200

Meetgegevens en uitwerkingen van de drie pompproeven te Harskamp

Eerste pompproef Harskamp, Wormgoorweg/Ruttenbeeklaan

Datum: 1990/07/11 Begintijdstip: 09:42

Eindtijdstip: 19:31 Gestopt wegens stroomstoring

Afstand filter20, 35 en 70 m.

Coördinaten pomput: X= 180160

Y= 460350

Tijd (min)	W A A R N E M I N G E N (peil - b.b. in m)						log(tijd)	D A L I N G E N (in m)					
	20-diep	20-ondi	35-diep	35-ondi	70-diep	70-ondi		20-diep	20-ondi	35-diep	35-ondi	70-diep	70-ondi
0	2.572	2.342	2.532	2.277	2.374	2.086							
1	2.898		2.630		2.383		0.000	0.326	-2.342	0.098	-2.277	0.009	-2.086
2	3.032		2.727		2.424		0.301	0.460	-2.342	0.195	-2.277	0.050	-2.086
3	3.100		2.787		2.460		0.477	0.528	-2.342	0.255	-2.277	0.086	-2.086
4	3.148		2.830		2.489		0.602	0.576	-2.342	0.298	-2.277	0.115	-2.086
5	3.180	2.311	2.861	2.248	2.510	2.077	0.699	0.608	-0.031	0.329	-0.029	0.136	-0.009
6	3.206		2.884		2.532		0.778	0.634	-2.342	0.352	-2.277	0.158	-2.086
7	3.236		2.905		2.549		0.845	0.664	-2.342	0.373	-2.277	0.175	-2.086
8	3.246		2.925		2.562		0.903	0.674	-2.342	0.393	-2.277	0.188	-2.086
9	3.259		2.938		2.576		0.954	0.687	-2.342	0.406	-2.277	0.202	-2.086
10	3.277	2.319	2.951	2.253	2.588	2.078	1.000	0.705	-0.023	0.419	-0.024	0.214	-0.008
11	3.292		2.967		2.599		1.041	0.720	-2.342	0.435	-2.277	0.225	-2.086
12	3.300		2.977		2.609		1.079	0.728	-2.342	0.445	-2.277	0.235	-2.086
13	3.312		2.987		2.618		1.114	0.740	-2.342	0.455	-2.277	0.244	-2.086
14	3.323		2.996		2.627		1.146	0.751	-2.342	0.464	-2.277	0.253	-2.086
15	3.331	2.326	3.006	2.260	2.636	2.080	1.176	0.759	-0.016	0.474	-0.017	0.262	-0.006
20	3.372	2.330	3.036	2.266	2.671	2.080	1.301	0.800	-0.012	0.504	-0.011	0.297	-0.006
25	3.401	2.334	3.075	2.278	2.699	2.081	1.398	0.829	-0.008	0.543	0.001	0.325	-0.005
30	3.421	2.338	3.095	2.282	2.720	2.082	1.477	0.849	-0.004	0.563	0.005	0.346	-0.004
35	3.443	2.340	3.115	2.274	2.740	2.083	1.544	0.871	-0.002	0.583	-0.003	0.366	-0.003
40	3.457	2.343	3.132	2.277	2.755	2.084	1.602	0.885	0.001	0.600	0.000	0.381	-0.002
45	3.472	2.346	3.147	2.278	2.770	2.084	1.653	0.900	0.004	0.615	0.001	0.396	-0.002
50	3.475	2.347	3.154	2.280	2.780	2.084	1.699	0.903	0.005	0.622	0.003	0.406	-0.002
55	3.470	2.349	3.162	2.282	2.789	2.086	1.740	0.898	0.007	0.630	0.005	0.415	0.000
60	3.493	2.349	3.169	2.282	2.798	2.086	1.778	0.921	0.007	0.637	0.005	0.424	0.000
70	3.502	2.351	3.182	2.283	2.812	2.087	1.845	0.930	0.009	0.650	0.006	0.438	0.001
80	3.523	2.352	3.202	2.285	2.828	2.088	1.903	0.951	0.010	0.670	0.008	0.454	0.002
90	3.535	2.354	3.214	2.284	2.840	2.088	1.954	0.963	0.012	0.682	0.007	0.466	0.002
100	3.541	2.354	3.221	2.285	2.849	2.088	2.000	0.969	0.012	0.689	0.008	0.475	0.002
110	3.549	2.357	3.230	2.283	2.857	2.088	2.041	0.977	0.015	0.698	0.008	0.483	0.002
120	3.554	2.358	3.238	2.289	2.864	2.089	2.079	0.982	0.016	0.706	0.012	0.490	0.003
135	3.581	2.357	3.255	2.289	2.877	2.089	2.130	1.009	0.015	0.723	0.012	0.503	0.003
150	3.594	2.362	3.269	2.291	2.890	2.091	2.176	1.022	0.020	0.737	0.014	0.516	0.005
165	3.602	2.362	3.279	2.292	2.900	2.090	2.217	1.030	0.020	0.747	0.015	0.526	0.004
180	3.613	2.362	3.287	2.292	2.907	2.091	2.255	1.041	0.020	0.755	0.015	0.533	0.005
210	3.624	2.363	3.297	2.294	2.918	2.091	2.322	1.052	0.021	0.765	0.017	0.544	0.005
240	3.630	2.362	3.302	2.295	2.924	2.091	2.380	1.058	0.020	0.770	0.018	0.550	0.005
270	3.637	2.363	3.309	2.296	2.930	2.092	2.431	1.065	0.021	0.777	0.019	0.556	0.006
300	3.641	2.364	3.314	2.295	2.934	2.092	2.477	1.069	0.022	0.782	0.018	0.560	0.006
330	3.641	2.367	3.318	2.298	2.938	2.094	2.519	1.069	0.025	0.786	0.021	0.564	0.008
360	3.642	2.367	3.318	2.297	2.940	2.095	2.556	1.070	0.025	0.786	0.020	0.566	0.009
390	3.643	2.366	3.320	2.298	2.941	2.095	2.591	1.071	0.024	0.788	0.021	0.567	0.009
420	3.649	2.366	3.320	2.298	2.942	2.096	2.623	1.077	0.024	0.788	0.021	0.568	0.010
450	3.652	2.366	3.324	2.298	2.946	2.097	2.653	1.080	0.024	0.792	0.021	0.572	0.011
480	3.654	2.367	3.328	2.297	2.949	2.098	2.681	1.082	0.025	0.796	0.020	0.575	0.012
570	3.657	2.367	3.329	2.298	2.950	2.098	2.756	1.085	0.025	0.797	0.021	0.576	0.012

Referentiebuizt1	t2	t3	t4	filterdiepte	X	Y	Hantush-I-uitwerking		
							20-diep	35-diep	70-diep
	9:00	13:25	17:25	19:55	m-mv	Sm	1.09	0.8	0.578
Dabbelseweg	-	1.956	1.960	1.957	4.33-5.33	180240 459980 Sp	0.545	0.4	0.289
Molenstraat	1.570	1.560	1.566	1.562	3.55-4.55	180090 459575 dSp	0.365	0.303	0.274
	1.534	1.520	1.527	1.523	9.50-10.50	2.3Sp/d3.4342		3.0363	2.4259
	1.502	1.495	1.504	1.501	13.52-14.52	r/L	0.0417	0.0663	0.142
Bedrijventerr.	1.585	1.566	1.570	1.568	3.28-4.28	180065 459505 r	20	35	70
	1.564	1.548	1.551	1.550	11.77-12.77	L	479.61	527.90	492.85 500.15
	1.544	1.538	1.546	1.543	14.36-15.36	Q	1075	1075	1075
					(Peilen in m. ben. ref)	kD	517.03	607.70	623.02 582.58
gemiddeld	1.5498	1.5378	1.544	1.5411		C	444.90	458.58	390.04 431.17

P O M P D E B I E T

Tijd Meter Debiet int. tijd

0	522.57				
33	546.84	1059.05	16.5	1073	1.5185
38	550.55	1068.48	35.5	1073	1.5787
58	565.20	1054.80	48.0	1073	1.7634
63	568.82	1042.56	60.5	1073	1.7993
68	572.48	1054.08	65.5	1073	1.8325
73	576.09	1039.68	70.5	1073	1.8633
78	579.75	1054.08	75.5	1073	1.8920
83	583.41	1054.08	80.5	1073	1.9190
88	587.06	1051.20	85.5	1073	1.9444
98	594.35	1049.76	93.0	1073	1.9912
108	601.61	1045.44	103.0	1073	2.0334
118	608.86	1044.00	113.0	1073	2.0718
128	616.10	1042.56	123.0	1073	2.1072
138	623.50	1065.60	133.0	1073	2.1398
143	627.25	1080.00	140.5	1073	2.1553
148	630.98	1074.24	145.5	1073	2.1702
158	638.44	1074.24	153.0	1073	2.1886
168	645.90	1074.24	163.0	1073	2.2253
178	653.38	1077.12	173.0	1073	2.2504
188	660.88	1080.00	183.0	1073	2.2741
198	668.40	1082.88	193.0	1073	2.2966
218	683.40	1080.00	208.0	1073	2.3384
228	690.89	1078.56	223.0	1073	2.3579
238	698.36	1075.68	233.0	1073	2.3765
248	705.85	1078.56	243.0	1073	2.3944
258	713.35	1080.00	253.0	1073	2.4116
268	720.85	1080.00	263.0	1073	2.4281
278	728.35	1080.00	273.0	1073	2.4440
288	735.84	1078.56	283.0	1073	2.4593
298	743.35	1081.44	293.0	1073	2.4742
308	750.85	1080.00	303.0	1073	2.4885
328	765.81	1077.12	318.0	1073	2.5158
348	781.16	1105.20	338.0	1073	2.5415
368	796.14	1078.56	358.0	1073	2.5658
388	811.12	1078.56	378.0	1073	2.5888
408	826.10	1078.56	398.0	1073	2.6106
428	841.09	1079.28	418.0	1073	2.6314
448	856.08	1079.28	438.0	1073	2.6512
468	871.05	1077.84	458.0	1073	2.6702
563	942.06	1076.36	515.5	1073	2.7505
578	953.28	1077.12	570.5	1073	2.7619
		1073.05			

Tweede pompproef Harskamp, Wormgoorweg/Ruttenbeeklaan

Datum: 1990/07/18 Begintijdstip: 09:27

Eindtijdstip: 20:03

Afstand filter 20, 35 en 70 m.

Middelste watervoerende pakket

Coördinaten pompput: X= 180160

Y= 460.35

W A A R N E M I N G E N (peil - b.b. in m)							D A L I N G E N (in m)						
Tijd (mpompput	20-diep	20-ondi	35-diep	35-ondi	70-diep	70-ondi	log(tijpompput	20-diep	20-ondi	35-diep	35-ondi	70-diep	70-ondi
0	1.962	2.677	2.381	2.645	2.320	2.479	2.115						
1		3.033	2.350	2.773		2.497	2.114	0.000	0.356	-0.031	0.128	0.018	-0.001
2		3.160	2.350	2.868		2.541	2.112	0.301	0.483	-0.031	0.223	0.062	-0.003
3		3.215		2.910		2.589	2.110	0.477	0.538		0.265	0.090	-0.005
4		3.250		2.947		2.596	2.110	0.602	0.573		0.302	0.117	-0.005
5		3.278	2.343	2.973	2.296	2.617	2.110	0.699	0.601	-0.038	0.328	-0.024	0.138
6		3.302		2.997		2.636		0.778	0.625		0.352	0.157	
7		3.321		3.018		2.652		0.845	0.644		0.373	0.173	
8		3.340		3.033		2.666		0.903	0.663		0.388	0.187	
9		3.353		3.049		2.678		0.954	0.676		0.404	0.199	
10		3.367	2.360	3.061	2.300	2.690	2.109	1.000	0.690	-0.021	0.416	-0.020	0.211
11		3.380		3.073		2.701		1.041	0.703		0.428	0.222	
12		3.391		3.084		2.711		1.079	0.714		0.439	0.232	
13		3.402		3.095		2.719		1.114	0.725		0.450	0.240	
14		3.410		3.104		2.728		1.146	0.733		0.459	0.249	
15		3.419	2.368	3.112	2.308	2.736	2.111	1.176	0.742	-0.013	0.467	-0.012	0.257
20		3.453	2.370	3.149	2.311	2.768	2.112	1.301	0.776	-0.011	0.504	-0.009	0.289
25		3.480	2.374	3.175	2.314	2.795	2.112	1.398	0.803	-0.007	0.530	-0.006	0.316
30		3.502	2.378	3.197	2.318	2.818	2.113	1.477	0.825	-0.003	0.552	-0.002	0.337
35		3.520	2.381	3.214	2.320	2.833	2.115	1.544	0.843	0.000	0.569	0.000	0.354
40		3.534	2.382	3.230	2.322	2.849	2.115	1.602	0.857	0.001	0.585	0.002	0.370
45		3.548	2.384	3.241	2.323	2.861	2.116	1.653	0.871	0.003	0.596	0.003	0.382
50		3.558	2.386	3.252	2.323	2.873	2.116	1.699	0.881	0.005	0.607	0.003	0.394
55		3.568	2.388	3.262	2.325	2.883	2.116	1.740	0.891	0.007	0.617	0.005	0.404
60	5.295	3.570	2.388	3.271	2.327	2.892	2.117	1.778	3.333	0.893	0.007	0.626	0.007
70		3.579	2.389	3.280	2.329	2.905	2.118	1.845	0.902	0.008	0.635	0.009	0.427
80		3.638	2.389	3.320	2.329	2.929	2.118	1.903	0.961	0.008	0.675	0.009	0.450
90	5.495	3.650	2.395	3.334	2.330	2.945	2.118	1.954	3.533	0.973	0.014	0.689	0.010
105		3.669	2.397	3.353	2.332	2.963	2.119	2.021	0.982	0.016	0.708	0.012	0.484
120	5.538	3.682	2.398	3.368	2.333	2.979	2.119	2.079	3.576	1.005	0.017	0.723	0.013
135		3.696	2.399	3.379	2.334	2.990	2.120	2.130	1.019	0.018	0.734	0.014	0.511
150		3.705	2.400	3.389	2.337	2.998	2.120	2.176	1.028	0.019	0.744	0.017	0.519
180		3.719	2.402	3.404	2.338	3.015	2.121	2.255	1.042	0.021	0.759	0.018	0.536
210		3.727	2.401	3.412	2.338	3.025	2.121	2.322	1.050	0.020	0.767	0.018	0.546
240	5.617	3.732	2.403	3.419	2.339	3.030	2.121	2.380	3.655	1.055	0.022	0.774	0.019
270	5.580	3.738	2.404	3.423	2.339	3.037	2.122	2.431	3.618	1.061	0.023	0.778	0.019
300		3.740	2.404	3.429	2.340	3.041	2.123	2.477	1.063	0.023	0.784	0.020	0.562
330	5.585	3.745	2.404	3.432	2.340	3.045	2.123	2.519	3.623	1.068	0.023	0.787	0.020
360		3.749	2.407	3.435	2.341	3.048	2.124	2.556	1.072	0.026	0.790	0.021	0.569
390		3.750	2.407	3.438	2.340	3.049	2.125	2.591	1.073	0.026	0.793	0.020	0.570
420	5.600	3.751	2.407	3.439	2.342	3.051	2.126	2.623	3.638	1.074	0.026	0.794	0.022
450		3.763	2.408	3.450	2.341	3.061	2.127	2.653	1.086	0.027	0.805	0.021	0.582
480	5.580	3.757	2.409	3.447	2.343	3.060	2.127	2.681	3.618	1.080	0.028	0.802	0.023
590		3.755	2.409	3.444	2.343	3.060	2.127	2.771	1.078	0.028	0.799	0.023	0.581
600	5.567	3.755	2.409	3.445	2.343	3.060	2.128	2.778	3.605	1.078	0.028	0.800	0.023
630	5.575	3.756	2.408	3.447	2.345	3.061	2.129	2.799	3.613	1.079	0.027	0.802	0.025

Hantush-I-uitwerking

Referentie	buizFilter	t0	t1	t2	t3	t4	t5				
	m+NAP	900716	900717	900718	900718	900718	900718				
		22:00	22:00	09:00	12:40	18:15	19:40	Sm	20-diep	35-diep	70-diep
Tijd in min.-->		0	1440	2200	2420	2635	2840	Sp	0.5395	0.401	0.291
Harderw 22.78	14	20.926	20.910	20.902	20.906	20.897	20.902	dSp	0.3	0.29	0.265
Harderw 22.76	6	20.800	20.790	20.790	20.790	20.787	20.784	2.3Sp/d	4.136	3.180	2.526
Harderw 22.74	-15	20.760	20.757	20.758	20.757	20.752	20.748	r/L	0.0196	0.0556	0.1213
Radiowe 23.62	17	21.356	21.352	21.340	21.345	21.355	21.339	r	20	35	70
Radiowe 23.61	-8	21.137	21.124	21.128	21.099	21.087	21.078	L	1020.4	629.5	577.1
Wekerom 20.08	13	18.102	18.143					Q	1064.1	1064.1	1064.1
Wekerom 20.08	-17	18.143	18.123					kD	636.6	635.3	651.0
Otterlo 27.56	4	25.000	24.983					C	1635.5	623.7	511.5

Verschillen t.o.v. t0

Tijd in min.-->		0	1440	2200	2420	2635	2840				
Harderw 22.78	14	0	-0.016	-0.024	-0.020	-0.029	-0.024	8.780			
Harderw 22.76	6	0	-0.010	-0.010	-0.010	-0.013	-0.016	16.760			
Harderw 22.74	-15	0	-0.003	-0.002	-0.003	-0.008	-0.012	37.740			
Radiowe 23.62	17	0	-0.004	-0.016	-0.011	-0.001	-0.017	6.620			
Radiowe 23.61	-8	0	-0.013	-0.009	-0.038	-0.050	-0.059	31.610			
Wekerom 20.08	13	0	0.041	0.033	0.031	0.029	0.027	7.080			
Wekerom 20.08	-17	0	-0.020	-0.029	-0.032	-0.035	-0.037	37.080			
Otterlo 27.56	4	0	-0.017	-0.023	-0.025	-0.026	-0.028	23.560			

Correctie daling diepe filters: -0.01 m

Correctie daling ondiepe filters: geen

P O M P D E B I E T

Tijd Meter Debiet tustijdlog(tijd)

0	2960.99			
10	2960.23	1042.6	5.0	1
15	2971.86	1045.4	12.5	1.1760
20	2975.42	1025.3	17.5	1.3010
25	2978.06	1048.3	22.5	1.3979
30	2982.63	1028.2	27.5	1.4771
35	2986.18	1022.4	32.5	1.5440
40	2989.76	1031.0	37.5	1.6020
45	2993.32	1025.3	42.5	1.6532
50	2996.90	1031.0	47.5	1.6989
55	3000.46	1025.3	52.5	1.7403
60	3004.02	1025.3	57.5	1.7781
65	3007.55	1016.6	62.5	1.8129
70	3011.04	1005.1	67.5	1.8450
75	3014.67	1044.0	72.5	1.8750
80	3018.41	1078.6	77.5	1.9030
85	3022.13	1071.4	82.5	1.9294
90	3025.83	1065.6	87.5	1.9542
95	3029.56	1074.2	92.5	1.9777
110	3040.73	1072.3	102.5	2.0413
125	3051.87	1069.4	117.5	2.0969
140	3063.03	1071.4	132.5	2.1461
155	3074.22	1074.2	147.5	2.1903
170	3085.40	1073.3	162.5	2.2304
185	3096.58	1073.3	177.5	2.2671
200	3107.72	1069.4	192.5	2.3010
225	3126.30	1070.2	212.5	2.3521
245	3141.14	1068.5	235.0	2.3891
275	3163.41	1069.0	260.0	2.4393
305	3185.64	1067.0	290.0	2.4842
335	3207.89	1068.0	320.0	2.5250
365	3230.15	1068.5	350.0	2.5622
395	3252.39	1067.5	380.0	2.5965
425	3274.63	1067.3	410.0	2.6283
455	3296.87	1067.8	440.0	2.6580
485	3318.01	1062.7	470.0	2.6857
605	3407.18	1058.0	545.0	2.7817
635	3430.26	1107.8	620.0	2.8027
		1064.2		

P O M P D E B I E T

Tijd Meter Debiet gem. deint. tijd

0	7580.99			
5	7581.64	188.64	188.64	2.5
10	7582.29	187.20	187.92	7.5
15	7582.96	190.08	188.64	12.5
20	7583.64	197.28	190.80	17.5
25	7584.30	190.08	190.66	22.5
30	7584.95	187.20	190.08	27.5
35	7585.64	200.16	191.52	32.5
40	7586.30	190.08	191.34	37.5
45	7586.97	191.52	191.36	42.5
50	7587.65	195.84	191.81	47.5
55	7588.32	192.96	191.91	52.5
60	7589.00	194.40	192.12	57.5
65	7589.68	196.70	192.47	62.5
75	7591.04	196.13	192.96	70
85	7592.40	195.41	193.25	80
95	7593.76	196.27	193.57	90
105	7595.10	192.67	193.48	100
115	7596.46	195.55	193.66	110
125	7597.82	196.42	193.88	120
135	7601.92	196.80	194.45	140
145	7606.00	196.08	194.71	170
155	7610.13	198.19	195.20	200
165	7614.28	199.20	195.69	230
175	7618.42	198.62	196.01	260
185	7622.57	199.20	196.32	290
195	7626.72	199.10	196.57	320
205	7630.88	199.92	196.85	350
215	7635.05	199.92	197.08	380
225	7639.20	199.20	197.23	410
235	7643.37	200.16	197.42	440
245	7647.58	202.08	197.71	470
255	7651.78	201.60	197.94	500
265	7656.00	202.56	198.19	530
275	7660.22	201.84	198.85	605
285	7677.05	203.04	199.03	680

