wmo
DRINKWATER

+ 1 kaart

MER locatiekeuze grootschalige oppervlaktewaterwinning

Hydrologische en afgeleide effecten Leeuwterveld

kiwa

IWACO Adviesbureau voor water en milieu

TauwMilieu

PROVINCIE OVERIJSSEL
Bibliotheek

MER LOCATIEKEUZE GROOTSCHALIGE OPPERVLAKTEWATERWINNING

HYDROLOGISCHE EN AFGELEIDE EFFECTEN LEEUWTERVELD

MB
c 69899
BIBLIOTHEEK PROVINCIE OVERIJSSEL
0079 7919

TAUW MILIEU BV ADVIESBUREAU

Projectleider: J.H. Hoogendoorn (TAUW)
Auteurs : M.G. Steenvoorden, J. Luijendijk (TAUW), A. Meuleman (KIWA)
Rapportnummer: R3444562.T01/MGS
Kenmerk : Mj 72
Datum : april 1997

SAMENVATTING

Onttrekkingsscenario's

In het kader van de locatie-MER voor grootschalige oppervlaktewaterwinning zijn voor een aantal locaties de hydrologische (en daarvan afgeleide) effecten bepaald van een oppervlaktewaterwinning. Voor de locatie Leeuwterveld zijn twee onttrekkingsscenario's doorgerekend, namelijk onttrekkingen van 20 en 30 miljoen m^3/jaar. Bij normale bedrijfsvoering vindt de inname van het oppervlaktewater plaats vanuit twee innamepunten; één in de Beulakerwijde/Ettenlandsch kanaal en één in het Vollenhovermeer. Het ingelaten water wordt naar een procesbekken geleid, waar het een verblijftijd van circa twee maanden heeft. Na voorzuivering wordt het water geïnfiltreerd via een diepinfiltratiesysteem. De onttrekking en infiltratie vinden plaats in het tweede watervoerend pakket, onder de laag Eemklei, door middel van diepinfiltratie.

De scenario's zijn beoordeeld op hydrologische effecten, gevolgen voor de waterbalans van nabijgelegen natuurgebieden, alsmede de afgeleide effecten, zijnde zettingen, landbouwschade en ecologische effecten. Vanwege de aanwezigheid van brak grondwater in de omgeving van de locatie, is tevens een verziltingsberekening uitgevoerd.

Modelberekeningen

Voor de effectenstudie Leeuwterveld is een grondwatermodel gebouwd met MODFLOW, gebaseerd op de eindige differentiemethode. Het model is gekalibreerd voor de stationaire situatie (figuren 3.4 a en b) en instationaire situatie (figuren 3.5 a tot en met j). Tevens is een gevoeligheidsanalyse op enkele modelparameters uitgevoerd (figuren 3.6 en 3.7). Met het gekalibreerde model zijn beide onttrekkingsscenario's doorgerekend.

Het hydrologische systeem is met het model beschreven aan de hand van de voorjaars- (14 april) en najaarssituatie (28 oktober) in 1985 (figuren 4.1 tot en met 4.4).

Vervolgens zijn de effecten van de onttrekkingsscenario's voor de stationaire situatie en voor genoemde data berekend. Om inzicht te geven in de mate van onzekerheid die aan de uitkomsten verbonden zijn, is een onzekerheidsanalyse uitgevoerd met betrekking tot de te verwachten grondwaterstand en stijghoogten in de watervoerende lagen. Voor beide onttrekkingsscenario's worden de effecten berekend voor een drietal situaties (cases):

- De meest waarschijnlijke grondwaterstandsdiepte c.q. stijghoogten (reële case).
- De kleinst mogelijke grondwaterstandsdiepte c.q. hoogst mogelijke stijghoogte (hoge case).
- De grootst mogelijke grondwaterstandsdiepte c.q. laagst mogelijke stijghoogte (lage case).

Op basis van deze cases worden de meest waarschijnlijke effecten en de minimaal en maximaal te verwachten effecten (bandbreedte) bepaald.

Hydrologische effecten
De hydrologische effecten zijn gering en beperken zich hoofdzakelijk tot de locatie zelf. Dit is met name het gevolg van het feit dat er sprake is van een grotendeels gesloten hydrologisch subsysteem door de combinatie van infiltratie en onttrekking, terwijl de effecten verder worden beperkt door de aanwezigheid van een uitgebreid oppervlaktewatersysteem. In de figuren 6.1. t/m 6.4. zijn de grondwaterstandveranderingen en stijghoogteveranderingen in de bepompte laag in het voor- en najaar weergegeven. Uit de figuren blijkt dat sprake is van enige uitstraling van verlagingen en verhogingen naar de omgeving. De oorzaak van het asymmetrische patroon ligt in het feit dat de zwaartepunten van de onttrekking en de infiltratie niet volledig samenvallen.

Als gevolg van de winning treden veranderingen op in de verticale flux in de toplaag. Als gevolg van de stijghoogteverhogingen in de bepompte laag treedt een verminderde infiltratie c.q. omslag naar kwel op. Elders is sprake van versterkte infiltratie.

In het geval van een calamiteit, die is gedefinieerd als een innamestop van een week, treden tijdelijk grotere hydrologische effecten op, met name in de bepompte laag (figuren 6.7 t/m 6.10).

De hydrologische effecten worden in belangrijke mate bepaald door de inrichting van het puttenveld. Door optimalisatie van de locaties van onttrekkings- en infiltratieputten kunnen de effecten geminimaliseerd worden.

Ruimtegebruik
Wat betreft het ruimtegebruik is een indeling gemaakt in de volgende categorieën:
- Exclusief ruimtegebruik: alleen het benodigde oppervlak voor de voorzieningen binnen het wingebied.
- 25-Jaar verblijftijdszone binnen bepompte pakket.
- Deelintrekgebied (100-jaar verblijftijd binnen bepompte pakket).

Op grond van het ruimtebeslag van de voorzieningen binnen het wingebied (het infiltratie- en winningssysteem, het procesbekken en zuiveringsgebouwen), is het ruimtegebruik per scenario bepaald. Voor de omvang van de reistijdzones in het bepompte pakket valt geen eenduidig oppervlak aan te geven.

Effecten op de watercirculatie in de boezem
De winning beïnvloedt de waterbalans van de boezem op twee manieren:
1. Door de directe onttrekking van oppervlaktewater ten behoeve van de infiltratie, gevolgd door winning en distributie.
2. Veranderingen in wegzijging/kwel als gevolg van het niet geheel in balans zijn van de infiltratie en winning.

Waterbalans in natuurgebieden
In de omgeving van het Leeuwterveld bevinden zich een aantal natuurgebieden en relatienotagebieden. Deze gebieden zijn benoemd met de codes zoals die in de figuren 6.21. en 6.22. zijn weergegeven. Voor de gecodeerde gebieden is de invloed van de beide winningsscenario's op de flux in de toplaag berekend met het numerieke model.

In de diverse natuurgebieden kan zowel sprake zijn van een geringe toe- als afname van de verticale flux (maximaal enkele procenten). Met uitzondering van het gebied Wetering-west is in de diverse natuurgebieden echter sprake van een netto infiltratie. Een geringe afname van kwel kan plaatselijk optreden in de gebieden Wetering-west, Achter de Kerk en Muggenbeet (deelgebieden 1102, 1103 en 1106 in figuur 6.22).

Verzilting en waterkwaliteit
Op enkele kilometers ten westen (benedenstrooms) van de locatie wordt brak tot zout grondwater aangetroffen in het bepompte tweede watervoerend pakket. Op de locatie zelf is eveneens sprake van brak grondwater onderin het tweede watervoerend pakket.

Door de onttrekkingsputten wordt water opgepompt dat voor een belangrijk deel bestaat uit kunstmatig geïnfiltreerd oppervlaktewater en voor een deel uit door neerslag gevoed grondwater. Het aandeel van de onttrekking dat door neerslag gevoed grondwater betreft, is grotendeels direct afkomstig vanuit het zoete eerste watervoerende pakket ter plaatse van het puttenveld.

Uit een stoftransportmodellering blijkt een geringe doch snelle toename van het chloridegehalte van circa 35 mg/l naar circa 45 mg/l. Vervolgens treedt een geleidelijke afname op tot circa 25 mg/l na 100 jaar. Uit deze resultaten blijkt dat nauwelijks tot geen verzilting zal optreden.

Door de relatief korte verblijftijd tussen infiltratie en winning zal het onttrokken water macro-chemisch de watersamenstelling van het geïnfiltreerde water reflecteren. In hoeverre chemische reacties met het sediment (ionwisseling, precipitatie/oplossing van kalk en dergelijke) en een verandering in de redox-potentiaal van het water zullen optreden, is op basis van de huidige gegevens moeilijk aan te geven.

Landbouwschade
Onderdeel van de effectenstudie is een landbouwschadeberekening. Afhankelijk van het bodemtype en de grondwaterstandsverlagingen in voor- en najaar (respectievelijk GHG en GLG) kan een opbrengstverslechtering of -verbetering optreden. De landbouwschade is per onttrekkingsscenario (twintig en dertig miljoen m^3/jaar) bepaald voor de reële, lage en hoge case van de grondwaterstandveranderingen.

De opbrengstverandering wordt berekend in procenten van de potentiële opbrengst voor grasland, waarbij onderscheid wordt gemaakt in schade door vochttekort en schade door wateroverlast. Uit figuren 7.1 t/m 7.6 blijkt dat geen opbrengstveranderingen optreden. Dit is het gevolg van het feit dat de landbouwgronden op enige afstand van het wingebied liggen en buiten het wingebied nauwelijks grondwaterstandsveranderingen optreden. Er is daarom geen sprake van landbouwschade.

Zettingen
Onderdeel van de effectenstudie is een zettingsberekening. Afhankelijk van de bodemopbouw en de hydrologische winningseffecten (grondwaterstand- en stijghoogteverlagingen in watervoerende lagen) kunnen maaiveldzettingen optreden, welke schade kunnen veroorzaken aan bebouwing en infrastructuur. De berekende maaiveldzettingen voor beide locaties zijn weergegeven in de figuren 8.2. t/m 8.16.
Om de maaiveldzetting te kwantificeren is het zettingsvolume bepaald ter plaatse van zettingsgevoelige (=schadegevoelige) objecten voor de reële, lage en hoge case van de grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen. De ligging van de objecten (losstaande bebouwing, aaneengesloten bebouwing en wegen/-spoorwegen) is weergegeven in figuur 8.1.

De maaiveldzetting bij reguliere bedrijfsvoering is buiten de locatie verwaarloosbaar (<0,005 m). Op de locatie kunnen zettingen tot 0,05 m optreden. Vrijwel het gehele zettingsvolume bevindt zich ter plaatse van wegen. Bij het 20 miljoen scenario is het zettingsvolume verdeeld over de klassen 0-8 en 8-35 mm, terwijl bij het 30 miljoen scenario het grootste deel van het zettingsvolume in de klasse 8-35 mm ligt. Hoewel het zettingsvolume gering is, bestaat een schaderisico.

Als gevolg van de innamestop neemt het zettingsvolume toe. Opvallend is de toename van het zettingsvolume onder aaneengesloten bebouwing. Dit is het gevolg van de toename van stijghoogteverlagingen en zettingen ter plaatse van Blokzijl en Vollenhove. Aangezien deze zettingen vrijwel volledig in de klasse 0-8 mm vallen, is hier geen sprake van een schaderisico. Voor wegen in de omgeving van de locatie geldt echter wel een schaderisico bij een innamestop. Bij een winning van 20 miljoen m^3/jaar worden ongeveer 2 huizen en 1,5 km weg beïnvloed met een zetting van 8-35 mm. Bij een winning van 30 miljoen m^3/jaar worden ongeveer 7 huizen en 3,0 km weg beïnvloed met een zetting van 8-35 mm. Bestaande huizen binnen het wingebied worden niet meegerekend.

Effecten op natuurwaarden
De effecten van waterwinning grondwaterafhankelijke terrestrische en aquatische natuurwaarden zijn gering. Alleen door vergraving (aanleg bekkens en bedrijfsgebouwen) neemt het areaal aan de weinig waardevolle gemeenschap van Geknikte vossestaart enigszins af. Daarentegen biedt de locatie goede perspectieven voor natuurwinst (zowel aquatisch als terrestrisch) bij een gerichte ecologische inrichting en beheer van de diepinfiltratielocatie.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	GEBIEDSBESCHRIJVING	3
2.1.	Bodemopbouw	3
2.2.	Geomorfologie	3
2.3.	Oppervlaktewatersysteem	4
2.4.	Geohydrologie	4
3.	MODELBOUW	6
3.1.	Schematisatie en invoergegevens	6
3.2.	IJking en gevoeligheidsanalyses	8
4.	BESCHRIJVING HYDROLOGISCH SYSTEEM	12
5.	INRICHTING, SCENARIO'S EN CASES	14
5.1.	Inrichting puttenveld en infiltratiesysteem	14
5.2.	Beschrijving scenario's en cases	15
5.3.	Definitie calamiteit	15
6.	HYDROLOGISCHE EFFECTBEREKENINGEN	17
6.1.	Veranderingen grondwaterstanden en stijghoogten	17
6.2.	Veranderingen in kwel en infiltratie	18
6.3.	Effecten op waterbalans in natuurgebieden	19
6.4.	Effecten op de watercirculatie in de boezem	20
6.5.	Verblijftijdzones	21
6.6.	Responscurven	24
6.7.	Prognoses ruwwaterkwaliteit	25
6.8	Effecten in een extreem droog/nat jaar	26
7.	LANDBOUWSCHADE	27
7.1.	Inleiding	27
7.2.	Landbouwschade bij reguliere bedrijfsvoering	27
7.2.1.	Ruimtelijke verbreiding	27
7.2.2.	Schade-uitkering	27
8.	ZETTINGEN	28
8.1.	Inleiding	28
8.2.	Zettingen bij reguliere bedrijfsvoering	29
8.2.1.	Ruimtelijke verbreiding	29
8.2.2.	Zettingsvolume	29
8.3.	Extra zetting door innamestop	30
8.3.1.	Ruimtelijke verbreiding	30
8.3.2.	Zettingsvolume	31
8.4	Aantal huizen en lengte van wegen die worden beïnvloed door zettingen	32
8.5	Conclusies	32

9. EFFECTEN OP NATUURWAARDEN 33
9.1. Grondwaterafhankelijke terrestrische vegetaties 33
9.1.1. Huidige situatie 33
9.1.2. IJking NICHE-vegetatie en effectvoorspelling 33
9.1.3. Kennislacunes 35
9.2. Aquatische vegetaties 35
9.2.1. Huidige situatie 35
9.2.2. Effectvoorspelling 35
9.2.3. Kennislacunes 36
9.3. Broedvogels 36
9.3.1. Huidige situatie 36
9.3.2. IJking NICHE-avifauna en effectvoorspelling 36
9.3.3. Kennislacunes 36
9.4. Vissen en macrofauna 36
9.4.1. Huidige situatie 36
9.4.2. Effectvoorspelling 36
9.4.3. Kennislacunes 37
9.5. Ecologische gevolgen bij een calamiteit 37

10. EVALUATIE EN CONCLUSIES 38
10.1. Milieuaspecten 38
10.2. Bedrijfsvoeringsaspecten 38
10.3. Kwaliteitsaspecten 39

11. AANBEVELINGEN 40

LIJST VAN BIJLAGEN:

1. West-oost profiel bodemopbouw Leeuwterveld
2. Interpretatie putproef Leeuwterveld

LIJST VAN FIGUREN:

1. Topografie modelgebied
2.1. Geohydrologisch schematisatie
2.2. Correlatietabel stratigrafie-geohydrologie
3.1. Rekennetwerk grondwatermodel
3.2. Lagenschema grondwatermodel
3.3a. Doorlaatvermogen kD1
3.3b. Doorlaatvermogen kD2
3.3c. Doorlaatvermogen kD3
3.3d. Doorlaatvermogen kD4
3.3e. Doorlaatvermogen kD5
3.3f. Weerstand c1
3.3g. Weerstand c2
3.3h. Weerstand c3
3.3i. Weerstand c4
3.4a. Berekende en gemeten grondwaterstanden 1985 gemiddeld bij stationaire stroming
3.4b. Berekende en gemeten stijghoogten bepompte pakket 1985 gemiddeld bij stationaire stroming
3.5a. Locatie waarnemingsputten
3.5b. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 16DL21
3.5c. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 16DP48
3.5d. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 16DP49
3.5e. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 21BP2
3.5f. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 21BL7
3.5g. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 21BL28
3.5h. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 16DP47
3.5i. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 16DP51
3.5j. Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen waarnemingsput 21BP14
3.6. Gevoeligheidsanalyse weerstand c1 deklaag gemiddelde grondwaterstijghoogten 1985
3.7. Gevoeligheidsanalyse doorlaatvermogen kD4+kD5 (2e wvp) gemiddelde grondwaterstijghoogten 1985
4.1a Berekende grondwaterstanden op 14-4-1985
4.1b. Berekende grondwaterstanden op 28-10-1985
4.2a. Berekende stijghoogten bepompte pakket op 14-4-1985
4.2b. Berekende stijghoogten bepompte pakket op 28-10-1985
4.3a. Berekende verticale flux door toplaag op 14-4-1985
4.3b. Berekende verticale flux door toplaag op 28-10-1985
4.4a. Berekende grondwaterstandsdiepte op 14-4-1985
4.4b. Berekende grondwaterstandsdiepte op 28-10-1985
5.1. Inrichtingsschets waterwinning
5.2. Inrichting locatie bij een winning van 20 miljoen m^3/j
5.3. Inrichting locatie bij een winning van 30 miljoen m^3/j
6.1a. Verandering grondwaterstand 14-4; 20 m. (reële case)
6.1b. Verandering grondwaterstand 28-10; 20 m. (reële case)
6.2a. Verandering stijghoogte bepompte laag 14-4; 20 m. (reële case)
6.2b. Verandering stijghoogte bepompte laag 28-10; 20 m.(reële case)
6.3a. Verandering grondwaterstand 14-4; 30 m. (reële case)
6.3b. Verandering grondwaterstand 28-10; 30 m. (reële case)
6.4a. Verandering stijghoogte bepompte laag 14-4; 30 m. (reële case)
6.4b. Verandering stijghoogte bepompte laag 28-10; 30 m. (reële case)

6.5a. Verandering verticale flux 14-4; 20 m. (reële case)
6.5b. Verandering verticale flux 28-10; 20 m. (reële case)
6.6a. Verandering verticale flux 14-4; 30 m. (reële case)
6.6b. Verandering verticale flux 28-10; 30 m. (reële case)
6.7. Verandering grondwaterstand 5-11; calamiteit 20 m. (reële case)
6.8. Verandering stijghoogte bepompte laag 5-11; calamiteit 20 m. (reële case)
6.9. Verandering grondwaterstand 5-11; calamiteit 30 m. (reële case)
6.10. Verandering stijghoogte bepompte laag 5-11; calamiteit 30 m. (reële case)
6.11. Verblijftijdzones in het bepompte pakket; 20 m. (reële case)
6.12a. Verblijftijdzone 25 jaar aan maaiveld; 20 M m^3/jaar (3 cases)
6.12b. Verblijftijdzone 100 jaar aan maaiveld; 20 M m^3/jaar (3 cases)
6.12c. Verblijftijdzone 300 jaar aan maaiveld; 20 M m^3/jaar (3 cases)
6.13. Verblijftijdzones in het bepompte pakket; 30 m. (reële case)
6.14a. Verblijftijdzone 25 jaar aan maaiveld; 30 M m^3/jaar (3 cases)
6.14b. Verblijftijdzone 100 jaar aan maaiveld; 30 M m^3/jaar (3 cases)
6.14c. Verblijftijdzone 300 jaar aan maaiveld; 30 M m^3/jaar (3 cases)
6.15. Responscurve totaal onttrokken water 20 m. (3 cases)
6.16. Responscurve totaal onttrokken water 30 m. (3 cases)
6.17. Chlorideverdeling in het eerste watervoerend pakket
6.18. Chlorideverdeling in het tweede watervoerend pakket, bovenste deel
6.19. Chlorideverdeling in het tweede watervoerend pakket, onderste deel
6.20. Doorbraakcurve chloride (ruwwaterkwaliteit)
6.21. Codering natuurgebieden t.b.v. waterbalansberekening
6.22. Codering relatienotagebieden t.b.v. waterbalansberekening
6.23. Codering deelgebieden locatie Leeuwterveld t.b.v. waterbalansberekening
6.24. Waterverplaatsing in boezem
7.0. Wingebieden, bebouwing en natuurgebieden
7.1. Opbrengstverandering grasland scenario 20 M m^3/j, reële case
7.2. Opbrengstverandering grasland scenario 20 M m^3/j, lage case
7.3. Opbrengstverandering grasland scenario 20 M m^3/j, hoge case
7.4. Opbrengstverandering grasland scenario 30 M m^3/j, reële case
7.5. Opbrengstverandering grasland scenario 30 M m^3/j, lage case
7.6. Opbrengstverandering grasland scenario 30 M m^3/j, hoge case
8.1. Modelgebied en zettingsgevoelige objecten
8.2. Zettingen scenario 20 M m^3/j regulier, reële case
8.3. Zettingen scenario 20 M m^3/j regulier, lage case
8.4. Zettingen scenario 20 M m^3/j regulier, hoge case
8.5. Zettingen scenario 30 M m^3/j regulier, reële case
8.6. Zettingen scenario 30 M m^3/j regulier, lage case
8.7. Zettingen scenario 30 M m^3/j regulier, hoge case
8.8. Zettingen scenario 20 M m^3/j innamestop, reële case
8.9. Zettingen scenario 20 M m^3/j innamestop, lage case
8.10. Zettingen scenario 20 M m^3/j innamestop, hoge case
8.11. Zettingen scenario 30 M m^3/j innamestop, reële case
8.12. Zettingen scenario 30 M m^3/j innamestop, lage case
8.13. Zettingen scenario 30 M m^3/j innamestop, hoge case
9.1. Bodemkaart
9.2. pH/basenverzadiging van het beïnvloedingsgebied van de locatie Leeuwterveld voor de aanleg van het diepinfiltratiesysteem (huidige situatie)
9.3. pH/basenverzadiging van het beïnvloedingsgebied van de locatie Leeuwterveld na aanleg van het diepinfiltratiesysteem

1. INLEIDING

Locatiekeuze oppervlaktewaterwinning

De nog steeds toenemende vraag naar drinkwater in Overijssel kan op termijn niet meer door de bestaande grondwaterwinningen worden gedekt. Het verkrijgen van nieuwe vergunningen wordt ernstig bemoeilijkt door de verdroging van natuurgebieden en het ruimtebeslag door grondwaterbeschermingsgebieden. Om een toekomstig tekort aan drinkwater te voorkomen, wordt gezocht naar oplossingen binnen de beleidsruimte van het Rijk en de provincie.

In de strategische plannen van de provincie Overijssel is opgenomen dat de bestaande grondwatercapaciteit zoveel mogelijk tot de duurzame capaciteit zal worden gerekend, en dat de waterleidingbedrijven voor de toekomstige behoeftedekking gebruik moeten gaan maken van oppervlaktewater als grondstof voor de drinkwatervoorziening. De Waterleiding Maatschappij Overijssel NV (WMO) voert een vrijwillige milieu effectrapportage uit voor de locatiekeuze voor grootschalige oppervlaktewaterwinning. Het doel is de selectie van twee locaties voor grootschalige oppervlaktewaterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening, met een gezamenlijke capaciteit van 30 miljoen m^3 per jaar. Dit houdt in dat zes mogelijke locaties onderzocht worden op milieu-, drinkwaterkwaliteit-, volksgezondheids-, bedrijfsvoerings-, economie-, maatschappelijke en bestuurlijke aspecten.

Samenhang rapporten

Het belangrijkste resultaat van de m.e.r.-procedure is het milieueffectrapport (MER, ook wel ***Hoofdrapport*** genoemd). Daarin vindt verslaglegging plaats van de afwegingen die zijn gemaakt en komt de uiteindelijke keuze voor de twee locaties voor grootschalige oppervlaktewaterwinning in Overijssel tot stand.

In de procedure is gebruik gemaakt van onderbouwend onderzoek. De aanpak en resultaten daarvan zijn behalve samengevat in het Hoofdrapport, ook apart vastgelegd. Er zijn zeven van dergelijke onderbouwende rapporten, die in het verdere verloop van de procedure als onderdeel van het MER dienen te worden beschouwd. Onderscheiden zijn:

- het ***Methodenrapport*** waarin de methoden zijn beschreven waarmee de effecten van de drinkwaterproductie zijn voorspeld en gewaardeerd op tien hoofd- en diverse subcriteria.
- voor elk van de vijf locaties die in de afweging zijn betrokken, een rapport over de ***hydrologische en afgeleide effecten*** van oppervlaktewaterwinning (voor de locatie Duursche Waarden, die tijdens de procedure is afgevallen, is een rapport opgesteld over de hydrologische effecten). Bij de afgeleide effecten gaat het om ruimtegebruik en de gevolgen voor natuur, landbouw en het mogelijk optreden van zetting. De locaties Koppelerwaard en Zalk zijn in een gezamenlijk rapport opgenomen.
- De ***waterleidingtechnische aspecten*** van drinkwaterproductie zijn apart onderzocht. Het gaat daarbij om het gebruik van grondstoffen en energie en om de productie van afvalstoffen. Daarnaast komen de kosten aan de orde. Ook de mogelijkheden om een locatie in te passen in het totale productiesysteem van de WMO worden besproken.

Hydrologische en afgeleide effecten
Om de effecten te bepalen die worden veroorzaakt door de oppervlaktewaterwinning, zijn per locatie grondwaterstromingsmodellen gemaakt. Om een goede afweging te garanderen, zijn alle modellen met dezelfde uitgangspunten gemaakt. De resultaten van de hydrologische modelberekening worden naar verschillende maten vertaald, zoals ruimtegebruik, zettingen, landbouwschade en natuurschade. Met alle modellen worden effecten met de meteorologische gegevens van het jaar 1985 berekend. Het jaar 1985 is gekozen omdat het volgens het KNMI een hydrologisch gemiddeld jaar is.

Leeuwterveld
In het voorliggende rapport worden de resultaten beschreven van de effectenstudie voor de potentiële winningslocatie Leeuwterveld. Het Leeuwterveld is gelegen in Noord-West-Overijssel, tussen het plassengebied "De Wieden" en de Noordoostpolder (figuur 1).
De regionale geohydrologie en hydrologie van Noord-West-Overijssel is uitgebreid onderzocht in het kader van het project "Integraal waterbeheer Noord-West-Overijssel" (Provincie Overijssel, 1993). Ten behoeve van dat onderzoek is met MODFLOW een regionaal grondwatermodel van Noord-West-Overijssel gebouwd (Hoogendoorn en Vernes, 1994). Tevens is het oppervlaktewatermodel ABOPOL toegepast, waarmee de waterbeweging binnen deze regio kan worden gesimuleerd (Waterloopkundig Laboratorium, 1990).

Voor de effectenstudie Leeuwterveld zijn de (geo)hydrologische gegevens van het regionale onderzoek (vastgelegd in REGIS) en de daarbij ontwikkelde rekenmodellen als uitgangspunt genomen, aangevuld met nieuwe lokale gegevens van de winningslocatie Leeuwterveld. Ten behoeve van de locatie Leeuwterveld zijn twee onttrekkingsscenario's doorgerekend, namelijk onttrekkingen van 20 en 30 miljoen m^3/jaar.

Leeswijzer
In hoofdstuk 2 wordt het modelgebied beschreven. Een beschrijving van het stationaire en niet-stationaire model staat in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk worden de ijking en gevoeligheidsanalyse van een aantal belangrijke bodemparameters uitgevoerd. Aan de hand van de verkregen resultaten uit het simulatiemodel wordt het hydrologisch systeem van het modelgebied in hoofdstuk 4 beschreven. In hoofdstuk 5 worden de inrichting, varianten en cases beschreven. De resultaten van de hydrologische effectberekeningen staan in hoofdstuk 6 vermeld. Tenslotte wordt het model geëvalueerd, conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan in hoofdstukken 7 en 8. De afgeleide effecten zoals ecologische effecten, zettingen en landbouwschade komen daarna aan de orde.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1. Bodemopbouw

Voor de nadere vaststelling van de bodemopbouw van het Leeuwterveld zijn in het kader van het onderzoek "Locatie-MER" drie nieuwe boringen uitgevoerd tot een diepte van 100 à 200 m. Samen met de eerder uitgevoerde boring 16DP49 zijn deze weergegeven in een lokaal west-oost profiel van de bodemopbouw (zie bijlage 1).
In het Leeuwterveld wordt aan maaiveld een circa 4 m dikke laag veen aangetroffen, behorende tot de Westlandformatie. In de boring LV95P03, gelegen ten westen van het Leeuwterveld in de Blokzijler Uiterdijken, is geen veen aangetroffen. Tot een niveau van circa NAP-10 m bestaat de bodem uit matig fijn tot matig grof zand, behorende tot de Formatie van Twente.

Tussen circa NAP-10 m en NAP-20 m worden overwegend grove zanden aangetroffen, behorende tot de Formatie van Kreftenheye. In de boringen LV95P1 en LV95P3 bevindt zich binnen deze formatie een enkele meters dikke kleilaag. De dikte van deze Eemklei en de ruimtelijke verbreiding variëren sterk binnen het onderzoeksgebied.

De afzettingen tussen circa NAP-20 m en NAP-120 m bestaan overwegend uit grindhoudend, grof tot zeer grof zand. Deze afzettingen behoren van boven naar beneden tot de Formaties van Urk, Enschede en Harderwijk. Tussen circa NAP-120 m en NAP-140 m wordt een 10 tot 20 m dik kleipakket aangetroffen, behorende tot de Formatie van Tegelen. Beneden circa NAP-140 m worden afwisselend matig fijne, schelphoudende, zanden en kleiige afzettingen aangetroffen, behorende tot de Formaties van Maassluis en Oosterhout.

2.2. Geomorfologie

Het grootste deel van het onderzoeksgebied behoort tot het Holocene veenlandschap dat zich na de laatste IJstijd heeft gevormd tussen het Drentse Plateau en de voormalige Zuiderzee (figuur 1). Door menselijk ingrijpen (afgraving en inpoldering) zijn binnen dit veenlandschap drie karakteristieke gebieden ontstaan:

- De veen-watersystemen (kraggen), met verschillende stadia van verlanding; het maaiveld ligt tussen circa NAP-0,8 m en NAP; dit gebied heeft een hoge natuurwaarde en omvat ondermeer De Weerribben en De Wieden.
- De plassen, waarbij het veen volledig is afgegraven; de belangrijkste plassen zijn de Beulakerwijde en de Belterwijde ten zuidoosten van het Leeuwterveld.
- De polders, waarbij de plassen na afgraving van het veen zijn drooggelegd; de belangrijkste polders binnen het onderzoeksgebied zijn Wetering-oost, Halfweg en Giethoorn; het maaiveld ligt tussen circa NAP-1,5 m en NAP-1 m.

Het westelijke deel van het onderzoeksgebied behoort tot de Noordoostpolder. Het maaiveld wordt in westelijke richting snel lager, van circa NAP bij de grens tussen het oude en het nieuwe land tot NAP-3 m bij de westrand van het onderzoeksgebied. Ten zuiden van het Leeuwterveld wordt tussen Sint Jansklooster en Vollenhove een gestuwde keileemrug uit de Saale IJstijd aangetroffen. Het maaiveldniveau van deze keileemrug is belangrijk hoger dan van het aangrenzende veengebied en loopt plaatselijk op tot circa NAP+9 m.

2.3. Oppervlaktewatersysteem

De oppervlaktewaterhuishouding van het onderzoeksgebied wordt in belangrijke mate bepaald door menselijk ingrijpen. Zowel de kraggensystemen als de plassen behoren tot de boezem van Vollenhove. Het streefpeil van deze boezem varieert tussen NAP-0,7 m in de zomer en NAP-0,8 m in de winter. In de winter wordt het overtollige water uitgemalen door gemaal Stroïnk, in het Ettenlandsch kanaal tussen de Beulakerwijde en het Vollenhovermeer. Bij watertekort in droge perioden wordt tot op heden water ingelaten vanuit Friesland, en via de Weerribben naar het onderzoeksgebied geleid. In de nabije toekomst zal bij gemaal Stroïnk waterinlaat mogelijk zijn vanuit het Vollenhovermeer. De polders binnen het veengebied hebben een diepe ontwatering en lozen het overtollige water op de boezem. In de polders Giethoorn en Halfweg ligt het polderpeil op NAP-2,5 m en in de polder Wetering-oost op NAP-2,8 m.

Als gevolg van het grote verloop van het maaiveldniveau in de Noordoostpolder is de oppervlaktewaterhuishouding relatief complex. In een zone langs het oude land zijn de gronden droogtegevoelig en vindt in de zomerperiode wateraanvoer plaats. In de rest van het jaar is er sprake van een vrije afwatering naar de diepere delen van de polder. Elders in de Noordoostpolder wordt in de vaarten en tochten een gemiddeld waterpeil van NAP-4,5 m gehandhaafd. De keileemrug tussen Sint Jansklooster en Vollenhove heeft een vrije afwatering op het aangrenzende boezemgebied.

2.4. Geohydrologie

De bodemopbouw, bestaande uit een afwisseling van zandige afzettingen en klei- of veenlagen, kan geohydrologisch worden geschematiseerd tot watervoerende pakketten met overwegend horizontale grondwaterstroming en weerstandbiedende lagen met overwegend verticale stroming (figuur 2.1).

De veen- en klei-afzettingen van de Westlandformatie hebben een gering horizontaal doorlaatvermogen en kunnen worden beschouwd als weerstandbiedende deklaag (figuur 2.2). De zandige afzettingen van de Formaties van Twente en Kreftenheye vormen samen het eerste watervoerende pakket.

De Eemklei-afzettingen vormen een weerstandbiedende laag tussen het eerste en tweede watervoerende pakket. Het tweede watervoerende pakket is opgebouwd uit de grofzandige afzettingen van de Formaties van Urk, Enschede en Harderwijk.

Het kleipakket behorende tot de Formatie van Tegelen is een belangrijke scheidende laag tussen het tweede en derde watervoerende pakket. Het derde watervoerende pakket bestaat uit de zandige afzettingen van de Formaties van Maassluis en Oosterhout. De basis van het derde watervoerende pakket is op de locatie Leeuwterveld niet aangeboord, maar ligt volgens regionale gegevens op een diepte van circa NAP-275 m.

3. MODELBOUW

3.1. Schematisatie en invoergegevens

Modelgebied en rekennetwerk
Voor de effectenstudie Leeuwterveld is een grondwatermodel gebouwd met MODFLOW, gebaseerd op de eindige differentiemethode. De afmetingen van het modelgebied zijn afgestemd op de mogelijke winningseffecten op de modelranden. Daartoe is met het regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel (Hoogendoorn en Vernes, 1994) een verlagingsberekening gemaakt voor een extreem winningsscenario op de locatie Leeuwterveld. De afmetingen van het modelgebied (15 x 15 km^2) zijn zodanig gekozen dat de winningseffecten op de modelranden verwaarloosbaar zijn. Het modelgebied is onderverdeeld in rechthoekige rekencellen met afmetingen van 25 x 25 m^2 op de winningslocatie Leeuwterveld tot 500 x 500 m^2 nabij de randen van het modelgebied (figuur 3.1).

Lagenschema
Het eerste en tweede watervoerende pakket zijn gemodelleerd. De Tegelenkleilaag tussen het tweede en derde watervoerende pakket heeft in het modelgebied een weerstand van circa 50.000 dagen, en is beschouwd als slechtdoorlatende basis.

De bodemopbouw boven de Tegelenklei is geschematiseerd tot 5 watervoerende modellagen gescheiden door weerstandbiedende lagen (figuur 3.2.). Daarbij is dezelfde lagenindeling gehanteerd als in het regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel (Hoogendoorn en Vernes, 1994). De lagenindeling is gebaseerd op het voorkomen van slechtdoorlatende gidslagen in REGIS. REGIS is het door TNO ontwikkelde Geografische Informatiesysteem dat regionale geo(hydro)logische informatie bevat.
- WE25: Klei- en veenafzettingen van de Westlandformatie.
- TW17: Beekleem in de Formatie van Twente.
- DR21: Keileem in de Formatie van Drente.
- EM32: Klei- en veenafzettingen in de Eem Formatie.
- UR15: Kleilagen bovenin de Formatie van Urk.
- UR18: Kleilagen onderin de Formatie van Urk.

Modellaag 1 dient voor de berekening van de freatische grondwaterstanden en modellering van het oppervlaktewatersysteem en heeft daarom een verwaarloosbaar doorlaatvermogen gekregen.

De gidslaag DR21 komt binnen het modelgebied alleen voor ter plaatse van de keileemrug tussen Sint Jansklooster en Vollenhove. De gidslagen TW17, UR15 en UR18 worden binnen het modelgebied vrijwel nergens aangetroffen. Bij het ontbreken van een gidslaag is aan de betreffende modellaag een verticale weerstand van 1 dag toegekend. Hierdoor vormen de modellagen 2 en 3 tezamen het eerste watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen (kD) van het eerste watervoerend pakket is volledig toegewezen aan modellaag 3.

Bodemparameterwaarden
Als uitgangssituatie voor het doorlaatvermogen van de watervoerende lagen en de weerstand van de scheidende lagen zijn de parameterwaarden overgenomen uit het gekalibreerde regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel.

Verder is gebruik gemaakt van de volgende, niet in REGIS verwerkte, lokale gegevens:
- Een gedetailleerde kartering van de deklaag bij een onderzoek voor de winplaats Sint Jansklooster.
- De drie nieuwe boringen ter plaatse van het Leeuwterveld.
- Een in het kader van het onderzoek "Locatie-MER" uitgevoerde putproef op put 16DP49 in het Leeuwterveld (zie bijlage 2).

Uit de kartering van de deklaag kon worden opgemaakt dat de ruimtelijke verbreiding van de klei- en veenafzettingen ten oosten van het Leeuwterveld veel grilliger is, met meer gaten, dan de verbreiding van de gidslaag WE25 in REGIS. Uit de putproef in het bepompte pakket op de locatie Leeuwterveld kon geen eenduidige conclusie worden getrokken omtrent het lokale doorlaatvermogen van dit pakket. De belangrijkste modelaanpassing bij de kalibratie van het lokale grondwatermodel (zie paragraaf 3.2), betreft een halvering ten opzichte van de uitgangssituatie van de weerstand c1 van de deklaag ter plaatse van het Leeuwterveld en in het veengebied ten oosten daarvan.

De na kalibratie bepaalde meest waarschijnlijke bodemparameterwaarden zijn weergegeven in figuren 3.3a t/m 3.3i. Het doorlaatvermogen kD3 van het eerste watervoerende pakket bedraagt ter plaatse van het Leeuwterveld circa 250 m^2/dag. Het doorlaatvermogen kD4+kD5 van het tweede watervoerende pakket bedraagt ter plaatse van het Leeuwterveld circa 7500 m^2/dag. De weerstand c1 van de deklaag varieert tussen circa 250 dagen aan de oostkant en 1000 dagen aan de westkant van het Leeuwterveld. De weerstand c3 van de Eemklei varieert tussen circa 150 dagen aan de oostkant en 50 dagen aan de westkant van het Leeuwterveld.

Oppervlaktewatersysteem
De gegevens van het oppervlaktewatersysteem zijn overgenomen uit REGIS. Het waterlopenstelsel is op dezelfde wijze gemodelleerd als in het regionale grondwatermodel van Noord-West-Overijssel. Daarbij is ondermeer rekening gehouden met zomer- en winterpeilen, en de mogelijkheid van wateraanvoer waardoor deze peilen al dan niet kunnen worden gehandhaafd in een situatie met infiltratie.

Onttrekkingen
De volgende grondwateronttrekkingen zijn gemodelleerd:
- De winplaats Sint Jansklooster van de WMO, circa 3 km ten zuidoosten van het Leeuwterveld; de onttrekking is gemodelleerd in modellaag 5 en bedroeg in 1985 (kalibratiejaar) 4,5 miljoen m^3;
- De onttrekking van het bedrijf Coberco in Vollenhove, circa 3 km ten zuidwesten van het Leeuwterveld; de onttrekking is gemodelleerd in modellaag 5 en bedroeg in 1985 (kalibratiejaar) 0,5 miljoen m^3.

Grondwateraanvulling
De grondwateraanvulling is afgeleid uit neerslag- en verdampingsgegevens. Voor het gehele modelgebied is uitgegaan van de neerslagcijfers van het KNMI-station Blokzijl en de open waterverdamping van het KNMI-station Lelystad. De gemiddelde neerslag in 1985 was 2,35 mm/dag en de gemiddelde open waterverdamping 1,61 mm/dag. De potentiële gewasverdamping is berekend uit de open waterverdamping, met voor het gehele modelgebied een gewasfactor van 0,8 (gras- en bouwland). In gebieden met veel verhard oppervlak (Sint Janskloster, Vollenhove) is het neerslagoverschot (neerslag-verdamping) gehalveerd ten opzichte van het landelijke gebied.

MODFLOW heeft de mogelijkheid om verdampingsreductie te simuleren wanneer de berekende grondwaterstand beneden een bepaalde diepte onder maaiveld zakt. Door vermindering van de capillaire opstijging is in droge perioden dan onvoldoende vocht beschikbaar in de wortelzone waardoor de werkelijke gewasverdamping kleiner zal zijn dan de potentiële gewasverdamping. De relatie tussen de grondwaterstandsdiepte en het vermogen tot capillaire opstijging wordt bepaald door het bodemtype. In het grondwatermodel voor Leeuwterveld is onderscheid gemaakt tussen drie bodemtypen, respectievelijk zandgronden, kleigronden en veengronden. Het vermogen tot capillaire opstijging als functie van de grondwaterstandsdiepte is in MODFLOW lineair geschematiseerd tussen een maximale waarde en nul:

bodemtype	niveau [m onder maaiveld] waarboven maximale capillaire opstijging mogelijk is	niveau [m onder maaiveld] waaronder de capillaire opstijging wordt verbroken
zandgronden	0.30	1.70
kleigronden	0.30	2.00
veengronden	0.30	2.00

Modelrandvoorwaarden
Op de randen van het modelgebied zijn vaste grondwaterstijghoogten opgelegd. Er is uitgegaan van in de tijd constante, gemiddelde stijghoogten (geen seizoensvariatie) die niet beïnvloed worden door winningsveranderingen binnen het modelgebied. De gemiddelde stijghoogten voor 1985 zijn bepaald aan de hand van een berekening met het regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel, waarbij de gemiddelde grondwateraanvulling van het jaar 1985 (1,06 mm/dag) is gemodelleerd.

3.2. IJking en gevoeligheidsanalyses

Het grondwatermodel van Leeuwterveld is gekalibreerd voor stationaire en voor niet-stationaire stroming. De kalibratie voor stationaire stroming is uitgevoerd door reconstructie van de gemiddelde, gemeten grondwaterstijghoogten in het jaar 1985. Daarbij is vooral aandacht besteed aan het ruimtelijke verloop van de stijghoogten binnen het modelgebied. De kalibratie voor niet-stationaire stroming is uitgevoerd door reconstructie van tijdstijghoogtelijnen van het jaar 1985. Daarbij is vooral gekeken naar de seizoensfluctuatie en het systeemgedrag aan het einde van de winter (veel drainage) en aan het einde van de zomer (weinig drainage).

IJking stationair
De berekende en het verschil met de gemiddelde, gemeten grondwaterstanden van het jaar 1985 zijn weergegeven in figuur 3.4a. Kenmerkend in het berekende isohypsenbeeld zijn:
- Het gradiëntloze gebied ten zuidoosten van het Leeuwterveld.
- De abrupte overgang naar de polders ten noorden hiervan, met een circa 1,5 m lagere grondwaterstand.
- De hoge grondwaterstanden op de keileemrug tussen Sint-Janskloos-ter en Vollenhove.

Het niveau van de berekende grondwaterstanden in het boezemgebied, in de polders ten noorden daarvan en op de keileemrug komt gemiddeld goed overeen met de gemeten waarden. Gekeken naar de afzonderlijke waarnemingsputten treden op enkele plaatsen grote verschillen op tussen de berekende en gemeten waarden. Mogelijke oorzaken van deze afwijkingen zijn:
- Niet gemodelleerde lokale afwijkingen in de gemiddelde topografie en/of ondiepe bodemopbouw.
- De ligging van een waarnemingsput in een gebied met een grote gradiënt in de grondwaterstand.
- De vergelijking van gemeten standen met berekende standen voor een specifieke modellaag; bij enkele waarnemingsputten is het niet duidelijk of het peilfilter in de deklaag de freatische grondwaterstand aangeeft (modellaag 1) of de stijghoogte in het direct daaronder gelegen zandpakket (modellaag 2).

De berekende en het verschil met de gemiddelde, gemeten grondwaterstijghoogten in het bepompte pakket in het jaar 1985 zijn weergegeven in figuur 3.4b. Het niveau van de berekende stijghoogten wijkt op de meeste plaatsen minder dan 20 cm af van de gemeten waarden.

IJking niet-stationair
Bij de kalibratie is voor een groot aantal locaties met waarnemingsputten het berekende grondwaterstandsverloop in de tijd vergeleken met de gemeten tijdstijghoogtelijnen. Een aantal representatieve tijdstijghoogtelijnen wordt hier beschreven (figuur 3.5a).

De waarnemingsputten 16DL21, 16DP48 en 16DP49 zijn representatief voor het Leeuwterveld (figuur 3.5b t/m 3.5d). Het niveau en het verloop in de tijd van de berekende grondwaterstanden en stijghoogten komen goed overeen met de gemeten waarden. Ten noorden van het Ettenlandsch Kanaal wordt de natuurlijke seizoensfluctuatie van de grondwaterstand overstemd door het peilbeheer in de watergangen. De seizoensfluctuatie van de stijghoogten onder de deklaag is gering. Op alle locaties is permanent sprake van wegzijging door de deklaag.

De waarnemingsputten 21BP2, 21BL7 en 21BL28 zijn representatief voor de keileemrug tussen Sint-Jansklooster en Vollenhove (figuren 3.5e t/m 3.5g). Het niveau en het verloop in de tijd van de berekende grondwaterstanden en stijghoogten komt voldoende nauwkeurig overeen met de gemeten waarden. Aan de voet van de keileemrug worden de grondwaterstanden vooral bepaald door het vrijwel constante boezempeil in het veengebied.

Ook op de keileemrug is de seizoensfluctuatie in de grondwaterstand relatief gering, maar is het niveau circa 6,5 m hoger dan in het veengebied.

De waarnemingsput 16DP47 is representatief voor de polder Halfweg ten noordoosten van het Leeuwterveld (figuur 3.5h). Het niveau van de berekende stijghoogten komt goed overeen met de gemeten waarden. De waarnemingsput ligt dichtbij een waterloop met peil van circa NAP-2,5 m. Er is hier permanent sprake van een kwelsituatie door de deklaag onder invloed van een stijghoogteverschil van circa 70 cm.

De waarnemingsput 16DP51 ligt aan de zuidwestrand van de Weerribben (zie figuren 3.5a en 3.5i). Het niveau van de berekende stijghoogten is circa 20 cm hoger dan de gemeten waarden. Er is permanent sprake van wegzijging door de deklaag. De waarnemingsput 21BP14 ligt in de Noordoostpolder ten westen van Vollenhove (zie figuren 3.5a en 3.5j). Het niveau van de berekende stijghoogten is circa 20 cm lager dan de gemeten waarden. Als gevolg van de relatief korte afstand tot het oude land en de hoge maaiveldligging ter plaatse, treedt hier wegzijging op door de deklaag.

Uit de geringe afwijking van het berekende niet-stationaire stijghoogteverloop ten opzichte van de gemeten stijghoogten blijkt dat het model een goede beschrijving vormt van het geohydrologische systeem.

Gevoeligheidsanalyses
Om inzicht te geven in de betrouwbaarheid van het gekalibreerde grondwatermodel zijn gevoeligheidsanalyses gedaan op de sturende modelparameterwaarden. Als gevolg van de grote fractie open water binnen het modelgebied is de grondwaterstand op de meeste plaatsen ongevoelig voor de bodemparameterwaarden. De stijghoogteverdeling in het bepompte, tweede watervoerende pakket is wel gevoelig voor bepaalde bodemparameterwaarden. De belangrijkste stromingscomponenten in het hydrologische systeem zijn:
- De verticale stroming tussen het tweede watervoerende pakket en het oppervlaktewatersysteem; deze stroming wordt vooral bepaald door de weerstand c1 van de deklaag.
- De oost-west gerichte regionale grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket; de stijghoogteverdeling in het tweede watervoerende pakket onder invloed van deze stroming wordt vooral bepaald door het doorlaatvermogen kD4+kD5 van dit pakket.

Er is een gevoeligheidsanalyse gedaan op de weerstand c1 van de deklaag in het veengebied (figuur 3.6). Bij een verdubbeling van deze weerstand treedt in het boezemgebied minder wegzijging op naar het tweede watervoerende pakket en zijn de stijghoogten ter plaatse 10 tot 20 cm lager dan in de meest waarschijnlijke situatie. In de polder Halfweg treedt bij een grotere weerstand c1 minder kwel op vanuit het tweede watervoerende pakket, waardoor de stijghoogten 10 tot 20 cm hoger zijn dan in de meest waarschijnlijke situatie. Er is een gevoeligheidsanalyse gedaan op het doorlaatvermogen kD4+kD5 van het tweede watervoerende pakket (figuur 3.7).

Bij een vermindering van het doorlaatvermogen met 25% zijn de stijghoogten in het boezemgebied (wegzijging) tot circa 15 cm hoger en in polder Halfweg (kwel) tot circa 15 cm lager dan in de meest waarschijnlijke situatie.
Een vermindering van het doorlaatvermogen kD4+kD5 met 25% heeft ongeveer hetzelfde effect op de stijghoogteverdeling als een halvering van de weerstand c1 van de deklaag in het veengebied. Alleen nabij de winplaats Sint Janskloosterr is de gevoeligheid van de stijghoogte voor deze bodemparameters verschillend. Een vermindering van het doorlaatvermogen leidt ter plaatse tot lagere stijghoogten (meer winningseffect) en een vermindering van de weerstand leidt tot hogere stijghoogten.

Op basis van de gemeten stijghoogteverdeling nabij de winplaats Sint Janskloosterr is geconcludeerd dat de volgende combinatie van bodemparameterwaarden het meest waarschijnlijk is:
- weerstand deklaag in veengebied
  c1=100 d/m;
- doorlatendheid 2e watervoerende pakket
  k=80 m/d.

De resultaten van de putproef op het Leeuwterveld (zie bijlage 2) gaven geen aanleiding om af te wijken van de met regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel bepaalde waarde van 80 m/d voor de doorlatendheid van het tweede watervoerende pakket.

Omgang met onzekerheden met betrekking tot modelberekeningen
Op basis van modelberekeningen zijn effecten van onttrekkingsscenario's op het hydrologische systeem berekend, die op hun beurt de basis vormen voor de berekening van afgeleide effecten (landbouwschade, zettingen en ecologie). Om inzicht te geven in de mate van onzekerheid die aan de uitkomsten verbonden zijn, is een onzekerheidsanalyse uitgevoerd. Deze heeft betrekking op de volgende aspecten:
- Berekende grondwaterstanden; Als uitgangspunt voor de effectberekeningen dienen niet de berekende grondwaterstanden, maar de van de grondwatertrappenkaart afgeleide grondwaterstandsdieptes. De met het model berekende grondwaterstandveranderingen worden hierop gesuperponeerd.
- Sturende modelparameters (doorlaatvermogens en weerstanden). Naast de meest waarschijnlijke (verandering van de) grondwaterstand worden de laagste en hoogste waarden bepaald uit variatie van deze parameters.

De onzekerheidsanalyse is in detail beschreven in het protocol "lage, reële en hoge case" (zie Methodenrapport).

4. BESCHRIJVING HYDROLOGISCH SYSTEEM

Het hydrologische systeem waarbinnen het Leeuwterveld is gelegen, wordt beschreven aan de hand van de berekende niet-stationaire grondwaterstijghoogten en grondwaterstroming voor het jaar 1985.

De berekende grondwaterstanden en grondwaterstijghoogten in het bepompte, tweede watervoerende pakket op de data 14 april 1985 en 28 oktober 1985 zijn weergegeven in respectievelijk figuren 4.1a, 4.1b, 4.2a en 4.2b. De seizoensfluctuatie in zowel de grondwaterstanden als de grondwaterstijghoogten is gering. Het ruimtelijke beeld op beide data komt sterk overeen met het gemiddelde isohypsenbeeld bij stationaire stroming (zie figuren 3.4a en 3.4b).

De kenmerkende gebieden in het lokale hydrologische systeem zijn:
- Het gebied ten oosten en zuidoosten van het Leeuwterveld, met een grote fractie open water met overal hetzelfde boezempeil van NAP-0,7 m.
- De polders ten noorden van dit boezemgebied, met een ontwateringsniveau dat circa 1,8 m lager ligt dan het boezempeil.
- De keileemrug tussen Sint Jansklooster en Vollenhove, met een relatief hoge maaiveldligging waardoor de grondwaterstand tot circa 6,5 m hoger kan stijgen dan het peil van de aangrenzende boezem.
- De Noordoostpolder, met een in westelijke richting aflopend maaiveldniveau en een ontwateringsniveau op NAP-4,5 m.

Op regionale schaal is de horizontale grondwaterstroming van oost naar west gericht, van het oude land naar de diep ontwaterde Noordoostpolder. Ook naar de polders Giethoorn, Halfweg en Wetering-oost treedt op meer lokale schaal horizontale toestroming van grondwater op, zowel in het eerste als in het tweede watervoerende pakket. In het boezemgebied ten zuidoosten van het Leeuwterveld is de horizontale stroming in het tweede watervoerende pakket gering, en in het freatische pakket verwaarloosbaar als gevolg van het constante boezempeil.

In figuren 4.3a en 4.3b is de berekende verticale stroming (kwel/wegzijging) door de deklaag weergegeven op de data 14 april 1985 en 28 oktober 1985. Op de meeste plaatsen is op beide data sprake van kwel (positief) of wegzijging (negatief). Op slechts enkele plaatsen, waaronder de oostrand van het Leeuwterveld, treedt omslag van kwel naar wegzijging op tussen 14 april en 28 oktober. Zowel de infiltratie- als kwelflux zijn hier echter zeer gering, veelal in de ordegrootte van 0,1 mm/dag of minder.
Ten noorden van het Ettenlandsch Kanaal wordt de grondwaterstand sterk bepaald door het peilbeheer. Op 14 april wordt nog een relatief laag winterpeil gehandhaafd, en is de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket relatief hoog. Hierdoor kan nabij het aangrenzende boezemgebied in het winterhalfjaar lokaal kwel optreden door de deklaag.

Als gevolg van het relatief hoge boezempeil ten opzichte van het ontwateringsniveau in de aangrenzende polders treedt in het boezemgebied overal wegzijging op door de deklaag. In de diep ontwaterde polders ten noorden van het boezemgebied treedt overal kwel op door de deklaag. Ter plaatse van de keileemrug tussen Sint-Jansklooster en Vollenhove treedt, ondanks de grote verticale stromingsweerstand van de keileem (figuur 3.3g), een vrij belangrijke wegzijging op door de deklaag onder invloed van een verticaal stijghoogteverschil van circa 6 m tussen het freatische en tweede watervoerende pakket.

In de Noordoostpolder treedt nabij de overgang tussen het oude en nieuwe land wegzijging op door de deklaag. In deze droogtegevoelige zone vindt in het zomerseizoen wateraanvoer plaats. Onder invloed van de lagere maaiveldhoogte en de diepe ontwatering treedt verder naar het westen in de Noordoostpolder kwel op door de deklaag.

Grondwaterstandsdiepte

In de figuren 4.4a en 4.4b zijn de berekende grondwaterstandsdiepten op de data 14 april 1985 en 28 oktober 1985 weergegeven. In het ruimtelijke beeld van de grondwaterstandsdiepten zijn de belangrijkste elementen van het hydrologische systeem opnieuw herkenbaar:

- De zeer ondiepe grondwaterstanden (< 25 cm) in het boezemgebied.
- De relatief diepe grondwaterstanden (1 tot 2 m) in de goed ontwaterde polders Giethoorn, Halfweg en Wetering-oost en in de Noordoostpolder.
- Een relatief grote ruimtelijke- en seizoensvariatie in de grondwaterstandsdiepten op de keileemrug tussen Sint-Jansklooster en Vollenhove.

5. INRICHTING, SCENARIO'S EN CASES

5.1. Inrichting puttenveld en infiltratiesysteem

Voor de winning Leeuwterveld is een locatie van 220 ha gereserveerd, waarvan 200 ha beschikbaar is voor het totale systeem, dat wil zeggen het infiltratie- en winningssysteem, het procesbekken en zuiveringsgebouwen. Een inrichtingsschets is weergegeven in figuur 5.1 (bron: Kiwa, 1996).
De inrichting van de locatie wordt mede bepaald door de aanwezigheid van brak/zout grondwater ten zuidwesten van de locatie. Om deze reden wordt het infiltratie- en onttrekkingssysteem op het oostelijk deel van de locatie gesitueerd. Daarnaast is de inrichting afhankelijk van de capaciteit van de winning. Er zijn twee winningsscenario's doorgerekend: 20 en 30 miljoen m^3/jaar. Bij een capaciteit van 20 miljoen m^3/jaar is het ruimtebeslag kleiner dan bij een capaciteit van 30 miljoen m^3/jaar.

De onttrekking en infiltratie vinden beide plaats in het tweede watervoerend pakket, onder de laag Eemklei. De infiltratie vindt plaats door middel van diepinfiltratie, omdat het eerste watervoerend ongeschikt is voor winning en de weerstand tussen het eerste en tweede watervoerend pakket te groot is om de onttrekking en infiltratie uit afzonderlijke pakketten te laten plaatsvinden.

De inrichting van het infiltratie- en winningssysteem heeft plaats gevonden aan de hand van het protocol "modellering puttenveld" (zie Methodenrapport). Op grond van technische criteria is het benodigde aantal onttrekkings- en infiltratieputten bepaald. Op grond van fysische criteria zijn de putten vervolgens gerangschikt binnen het gereserveerde gebied. Hierbij is ernaar gestreefd om de onttrekkingsputten zoveel mogelijk te omringen met infiltratieputten. In tabel 5.1 zijn de aantallen infiltratie- en onttrekkingsputten, alsmede de debieten per put weergegeven.

Tabel 5.1 Onttrekkings- en infiltratiesysteem

scenario	Onttrekking		Infiltratie	
	aantal putten	debiet per put (m^3/d)	aantal putten	debiet per put (m^3/d)
20 miljoen m^3/j	28	1957	110	498
30 miljoen m^3/j	40	2055	165	498

In figuren 5.2 en 5.3 zijn de inrichtingsschetsen van de locatie voor beide winningsscenario's weergegeven. In de voor het infiltratie- en winningssysteem gereserveerde gebied is het puttenveld weergegeven. Tevens is de begrenzing van het procesbekken weergegeven zoals deze in het numerieke model is toegepast. Uit figuur 5.3 blijkt dat in het geval van een winning van 30 miljoen m^3/jaar de afstand tussen de infiltratieputten tot een minimum afneemt (circa 25 m).

5.2. Beschrijving scenario's en cases

Bij normale bedrijfsvoering vindt de inname van het infiltratiewater plaats vanuit twee innamepunten; één in de Beulakerwijde/Ettenlandsch kanaal (hoofdbron; 8 maanden per jaar) en één in het Vollenhovermeer (nevenbron; 2 maanden per jaar). Gedurende twee maanden per jaar wordt een mengsel van beide ingenomen (bron: Kiwa 1996). Het ingelaten water wordt naar het procesbekken geleid, waar het een verblijftijd van circa twee maanden heeft. Het bekken heeft een oppervlak van 17 of 25 ha en een diepte van 15 tot 20 m, en snijdt daarmee tot in het watervoerend pakket. Na voorzuivering wordt het water geïnfiltreerd via het diepinfiltratiesysteem.
In het bekken wordt een peil gehandhaafd dat overeenkomt met de natuurlijke grondwaterstand, waarbij fluctuaties tot maximaal 20 cm toelaatbaar zijn. Voor deze situatie, waarin het peil in het bekken 'omgevingspeil' is, wordt geen bekken gemodelleerd.

In eerste instantie zijn de hydrologische effecten bepaald met gebruikmaking van de meest reële geohydrologische parameterset, zoals deze uit de kalibratieprocedure is bepaald. Om de onzekerheid ten aanzien van de realiteitswaarde van de parameters en het gevolg daarvan voor de hydrologische effecten te verdisconteren, zijn de scenarioberekeningen uitgevoerd met een vijftal parametersets, waarvan één de reële set betreft. De overige vier verschillen in doorlaatvermogens (factor 0,75 respectievelijk 1,25) en hydraulische weerstanden (factor 0,5 respectievelijk 2). Door onderlinge combinatie van deze factoren worden de vier sets verkregen. Uit de resulterende berekeningen (runs) zijn steeds de minimale, reële en maximale effecten geselecteerd, waardoor een indruk wordt verkregen van de bandbreedte van de te verwachten hydrologische en afgeleide effecten. De gevolgde aanpak staat beschreven in het protocol "lage, reële en hoge case".

5.3. Definitie calamiteit

Indien door externe omstandigheden tijdelijk geen oppervlaktewater kan worden ingenomen, is sprake van een calamiteit wat betreft de infiltratiemogelijkheden. Indien de infiltratie onverminderd zou worden voortgezet, zou dit leiden tot onacceptabele peildaling in het procesbekken. Er wordt uitgegaan van een innamestop gedurende 1 week (van 28 oktober t/m 3 november). Dit is de periode met de laagste grondwaterstanden. Deze periode is gekozen omdat de effecten van een calamiteit de grootste zullen zijn. De keuze van 7 dagen is arbitrair. De aard van een calamiteit in Noord-West-Overijssel is anders dan die van een calamiteit in de IJssel. De doorspoelingsvermogen van de boezem is minder groot van die van de IJssel. Desondanks is dezelfde periode gekozen voor alle locaties om de effecten goed te kunnen vergelijken. Bovendien bij het voorkomen van een calamiteit van een langere duur kan met dit infiltratiesysteem worden overwogen om de onttrekking tijdelijk te stoppen. Er wordt uitgegaan van een maximale peildaling van 0,5 m ten opzichte van het 'omgevingspeil'. Slechts het water dat hierdoor uit het bekken vrijkomt (12.150 en 17.850 m^3/dag bij respectievelijk het twintig miljoen en dertig miljoen scenario), wordt geïnfiltreerd gedurende de week van de innamestop, waardoor sprake is van een sterk verminderde infiltratie.

De onttrekking wordt op normale wijze voortgezet (respectievelijk 54.780 en 82.200 m^3/dag). De wijze waarop het bekken voor deze situatie is gemodelleerd, is uitgebreid beschreven in het protocol "geohydrologische modellering van bekkens" (zie Methodenrapport).

Door de peildaling in het bekken en de verminderde kunstmatige infiltratie in het bepompte pakket treden grotere hydrologische effecten op.

6. HYDROLOGISCHE EFFECTBEREKENINGEN

6.1. Veranderingen grondwaterstanden en stijghoogten

Voor de diverse scenario's zijn geringe grondwaterstandveranderingen berekend. Om deze veranderingen toch inzichtelijk te maken, is in de figuren een klasse-indeling gehanteerd waarbij ook veranderingen die normaal gesproken als verwaarloosbaar worden beschouwd (< 5 cm), tot uitdrukking komen. Nadeel hiervan is dat zo nu en dan ook de onnauwkeurigheid van de modelberekeningen ('numerieke ruis') zichtbaar wordt.

20 miljoen m³/jaar, normale bedrijfsvoering

In de figuren 6.1a en 6.1b zijn de grondwaterstandveranderingen op respectievelijk 14 april en 28 oktober voor de reële case weergegeven. Uit de figuren blijkt dat grondwaterstandsverlagingen van maximaal 0,01 m optreden binnen het puttenveld. Daarbuiten worden geen noemenswaardige verlagingen berekend.

In de figuren 6.2a en 6.2b zijn de stijghoogteveranderingen in het bepompte pakket weergegeven. Uit de figuren blijkt een stijghoogteverhoging tot 0,025 m aan de zuidwestzijde van het puttenveld en stijghoogteverlagingen tot 0,1 elders buiten het puttenveld. Dit patroon hangt samen met een relatief grote concentratie van infiltratieputten aan de zuidwestzijde van het puttenveld. Doordat het zwaartepunt van de onttrekking iets aan de noordoostzijde en het zwaartepunt van de infiltratie iets zuidwestelijker binnen het puttenveld ligt, is sprake van enige uitstraling van verlagingen respectievelijk verhogingen naar de omgeving.

30 miljoen m³/jaar, normale bedrijfsvoering

In de figuren 6.3a en 6.3b zijn de grondwaterstandveranderingen op respectievelijk 14 april en 28 oktober voor de reële case weergegeven. Uit de figuren blijkt dat grondwaterstandsverlagingen van maximaal 0,05 m optreden binnen het puttenveld. Buiten het puttenveld, ten noorden van het Duiniger meer, worden geringe grondwaterstandveranderingen berekend. Voor de datum 14 april zijn iets grotere veranderingen berekend dan voor 28 oktober. Dit is te wijten aan de voornoemde onnauwkeurigheid van de numerieke berekeningen. Gezien het lineaire karakter van het hydrologische systeem (geen droogvallende waterlopen) ligt het voor de hand dat de grondwaterstandveranderingen op beide data overeenkomstig zijn.

In de figuren 6.4a en 6.4b zijn de stijghoogteveranderingen in de bepompte laag weergegeven. Uit de figuren blijkt dat het zwaartepunt van de onttrekking nu iets zuidelijk ligt ten opzichte van het zwaartepunt van de infiltratie, waardoor ten noorden verhogingen tot 0,1 m en ten zuiden van het puttenveld verlagingen optreden tot 0,1 m.

Uit bovenstaande blijkt dat de grondwaterstandveranderingen aanzienlijk kleiner zijn dan de stijghoogteveranderingen in de bepompte laag. Dit hangt enerzijds samen met de dempende werking van de (weerstandbiedende) deklaag en eerste scheidende laag en anderzijds met de aanvulling vanuit het oppervlaktewatersysteem. De grondwaterstandveranderingen groter dan 0,05 m beperken zich tot de locatie.

20 miljoen m³/jaar, calamiteit
In figuur 6.7 is de verandering van de grondwaterstand weergegeven aan het einde van de innamestop. Het procesbekken is herkenbaar als de zone waar de verlaging meer dan 0,1 m bedraagt (0,5 m). Elders worden verlagingen tot 0,1 m aangetroffen.

Uit het verlagingsbeeld, met name ook de situatie in de aangrenzende polders, valt op te maken dat de effecten op het freatisch grondwater gestuurd worden door de verlagingen in het eerste watervoerend pakket. Hierbij worden de effecten gedempt als gevolg van de weerstand van de deklaag. In de aangrenzende poldergebieden, waar de weerstand van de deklaag kleiner is, ontstaan grondwaterstandsverlagingen, terwijl deze op kortere afstand van de locatie niet ontstaan. Daarnaast speelt de traagheid van het topsysteem een rol. Als gevolg van de relatief grote berging van een freatisch systeem treden effecten hier trager op dan in de (semi-gespannen) watervoerende lagen. Gedurende een periode van een week treedt daardoor slechts een deel van het effect op dat in stationaire situatie zou optreden.

De verlagingen in het eerste watervoerend pakket worden bepaald door de combinatie van twee effecten; de peilverlaging in het bekken en de netto onttrekking uit het bepompte (tweede) watervoerend pakket. De stijghoogteverlagingen in het bepompte pakket zijn weergegeven in figuur 6.8.

30 miljoen m³/jaar, calamiteit
In de figuren 6.9. en 6.10. zijn de verlagingsbeelden van respectievelijk het freatisch grondwater en de stijghoogten in de bepompte laag weergegeven. Voor de effecten op de grondwaterstand geldt hetzelfde als voor het twintig miljoenscenario. De effecten spreiden zich bij het dertig miljoenscenario uit over een groter oppervlak. In het bepompte pakket ontstaan door het grotere netto onttrekkingsdebiet eveneens grotere stijghoogteverlagingen.

6.2. Veranderingen in kwel en infiltratie

20 miljoen m³/jaar, normale bedrijfsvoering
In de figuren 6.5a en 6.5b zijn de veranderingen van de verticale flux als gevolg van de winning weergegeven voor de reële situatie. Er is vrijwel geen onderscheid tussen de voorjaars- en najaarssituatie. In de figuren kunnen de contouren van de stijghoogteveranderingen in de bepompte laag duidelijk worden herkend; ten zuidoosten van de locatie is sprake van verminderde infiltratie c.q. omslag naar kwel (door stijghoogteverhoging), elders is sprake van versterkte infiltratie c.q. verminderde kwel (door stijghoogteverlaging). Over het grootste gedeelte van het puttenveld treedt een extra infiltratieflux op van meer dan 0,1 mm/dag.

30 miljoen m³/jaar, normale bedrijfsvoering
In de figuren 6.6a en 6.6b zijn de veranderingen van de verticale flux als gevolg van de winning weergegeven voor de reële situatie. Ook voor dit scenario geldt dat er vrijwel geen onderscheid is tussen de voorjaars- en najaarssituatie en dat de contouren van de stijghoogteveranderingen in de bepompte laag kunnen worden herkend. Als gevolg van de stijghoogteverhogingen ten noorden van het puttenveld is daar sprake van verminderde infiltratie c.q. omslag naar kwel. Elders is sprake van versterkte infiltratie.

6.3. Effecten op waterbalans in natuurgebieden

In de omgeving van het Leeuwterveld bevinden zich een aantal natuurgebieden en relatienotagebieden. Deze gebieden zijn benoemd met de codes zoals die in figuren 6.21. en 6.22. zijn weergegeven. De locatie Leeuwterveld (figuur 6.23.) zelf is onderverdeeld in de deelgebieden met de codes 998 (procesbekken en overige voorzieningen) en 999 (puttenveld). Voor de gecodeerde gebieden is de invloed van de beide winningsscenario's op de flux in de toplaag berekend met het numerieke model, voor de stationaire berekening. De berekening betreft dus de jaargemiddelde situatie.

In tabel 6.1 is per deelgebied de (verandering van de) flux door de toplaag weergegeven.

Tabel 6.1. Lek door de toplaag per deelgebied per scenario (negatieve waarde is inzijging)

deelgebied			gebiedsgemiddelde flux (mm/dag)			verandering flux (mm/dag)	
Topografie	code	oppervlak (ha)	referentie	20 miljoen	30 miljoen	20 miljoen	30 miljoen
procesbekken	998	56	-0.54	-0.51	-0.59	0.03	-0.05
puttenveld	999	138	-0.21	-0.44	-0.72	-0.23	-0.51
Brederwiede	1001	779	-1.87	-1.92	-1.85	-0.05	0.02
Wetering west	1102	249	2.55	2.55	2.56	0.00	0.01
Achter de Kerk	1103	409	-3.00	-3.02	-2.98	-0.02	0.02
Leeuwterveld	1104	106	-0.94	-0.93	-0.95	0.01	-0.01
Blokzijl e.o.	1105	546	-1.02	-1.02	-1.00	0.00	0.02
Muggenbeet e.o.	1106	447	-1.17	-1.23	-1.11	-0.06	0.06
Zuiderdiep/Moespot	1107	213	-1.11	-1.12	-1.07	-0.01	0.04
Rest modelgebied	0	19558	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	totaal	22500	0.156	0.163	0.154	0.007	-0.002

In de omgeving van de winning en in de meeste natuurgebieden is slechts sprake van infiltratie. Er treden debietsveranderingen op in de ordegrootte van nul tot enkele procenten. Uitzondering hierop vormen de gebieden in de omgeving van Wetering-west, Achter de Kerk en Muggenbeet (deelgebieden 1102, 1103 en 1106), waar zowel sprake is van infiltratie als kwel. Met uitzondering van het deelgebied Wetering-west (deelgebied 1102) in de deelgebieden is echter sprake van een geringe netto-infiltratie. Voor het totale modelgebied geldt dat de infiltratie- en kwelfluxen bij benadering even groot zijn. Netto levert dit een flux die nihil is.

De in tabel 6.1 weergegeven fluxen zijn gebiedsgemiddelde waarden. In de diverse natuurgebieden kan echter zowel sprake zijn van een toe- als afname van de verticale flux. Dit is het gevolg van de combinatie van infiltratie en onttrekking. Daar waar sprake is van stijghoogteverhogingen is sprake van een infiltratieafname of kweltoename. Daar waar stijghoogteverlagingen optreden, is sprake van een infiltratietoename of kwelafname. Beide effecten kunnen gelijktijdig in een deelgebied optreden.

De verandering van de flux door de toplaag blijkt grotendeels gecompenseerd te worden door toe- of afname van de infiltratie vanuit het oppervlaktewatersysteem, indien het oppervlaktewaterpeil zich niet wijzigt.

6.4. Effecten op de watercirculatie in de boezem

De winning beïnvloedt de waterbalans van de boezem op twee manieren:

1. Door de directe onttrekking van oppervlaktewater ten behoeve van de infiltratie, gevolgd door winning en distributie.
2. Veranderingen in wegzijging/kwel als gevolg van het niet geheel in balans zijn van de infiltratie en winning.

Invloed onttrekking uit oppervlaktewater

De locatie van het onttrekkingspunt uit het oppervlaktewater bevindt zich nabij het gemaal Stroïnk. Water kan zowel binnen (uit het Ettenlandsch kanaal) als buiten (uit het Vollenhovemeer) de boezem onttrokken worden. In perioden met een wateroverschot komt het er in feite op neer dat het surplus aan water uit de boezem gebruikt wordt voor de waterwinning (wateroogst). Een winning van 20 miljoen m^3/jaar vergt een gemiddelde waterinlaat van 55.000 m^3/dag en een winning van 30 miljoen^3/jaar een 82.000 m^3/dag. Deze hoeveelheden zijn voor een groot deel van het jaar relatief gering ten opzichte van de totale water verplaatsing door het Ettenlandsch kanaal (zie figuur 6.24). In droge perioden kan overgeschakeld op wateronttrekking vanuit het Vollenhovenmeer. Verder bestaan er plannen om het gemaal Stroïnk tevens geschikt te maken voor waterinlaat. Indien in dit geval het water uit de boezem onttrokken wordt, dan is de opname van water te compenseren door extra water in laten. De wateronttrekking als zodanig heeft dan ook geen invloed op de waterverplaatsing in de boezem.

Invloed door verandering wegzijging kwel
Volgens de gemodelleerde infiltratie/winningsconfiguratie zijgt er oostelijk van de winning netto circa 1 à 1,5 miljoen m^3/jaar extra weg. Omdat de geïnfiltreerde hoeveelheid water gelijk is aan de onttrokken hoeveelheid, zal er elders in het gebied verspreid een even grote hoeveelheid water extra opkwellen, dan wel minder wegzijgen (zie ook de voorgaande paragrafen). Deze hoeveelheden vormen slechts een fractie van de totale waterverplaatsing binnen de boezem (zie bijvoorbeeld de waterverplaatsing door de Walengracht, figuur 6.24), zodat ook voor de relatief geringe veranderingen in wegzijging/kwel geen invloed op de watercirculatie van de boezem te verwachten is. Door verdere optimalisatie van het puttenveld zijn bovendien de veranderingen in wegzijging/kwel nog verder te minimaliseren.

Effecten van een calamiteit
Bij een calamiteit neemt de verlaging in het watervoerend pakket toe. Hierdoor zal ook de flux vanuit het oppervlaktewater toenemen. De toename van de wegzijging zal in het begin echter relatief beperkt zijn, omdat in eerste instantie nog veel water vrijkomt uit berging (die na de calamiteit overigens ook weer aangevuld wordt, hetgeen erin resulteert dat het flux-effect in de tijd wordt uitgesmeerd). De verschillen in de flux zijn klein in vergelijking met de totaal waterbalans van de boezem. Bovendien is de calamiteitsituatie maar tijdelijk, zodat het effect in het niet zal vallen bij bijvoorbeeld de natuurlijke variatie in neerslag.

6.5. Verblijftijdzones

Voor de bepaling van de herkomst van het opgepompte water zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd met het op MODFLOW geënte stroombanenprogramma MODPATH, gebruik makend van de stationaire situatie bij normale bedrijfsvoering. Hiervoor zijn twee methoden gevolgd:
- Bepaling van de maximale omvang van de verblijftijdzones van 25, 100 en 300 jaar in het bepompte pakket.
- Bepaling van de omvang van de verblijftijdzones van 25, 100 en 300 jaar aan maaiveld.

Verblijftijden in het bepompte pakket
Voor het bepalen van de verblijftijdszones in het bepompte pakket zijn tegenstroomse stroombaanberekeningen uitgevoerd. Voor het "terugtraceren" van stroombanen vanuit de onttrekkingsputten zijn een groot aantal eindpunten van stroombanen gekozen, regelmatig verdeeld langs alle vlakken van de numerieke cellen waarin een onttrekking is gepositioneerd. Vanuit deze eindpunten zijn de stroombanen in stroomopwaartse richting uitgerekend. Daarnaast is de verticale flux uitgeschakeld, zodat de stroombanen het bepompte pakket niet kunnen verlaten. Op deze wijze wordt de maximale omvang van de verblijftijdszones bepaald.

In de figuren 6.11 en 6.13 zijn de berekende stroombanen in het bepompte pakket voor de reële case van respectievelijk het twintig miljoen en dertig miljoen scenario weergegeven. Figuur 6.11 laat zien dat vrijwel alle onttrekkingsputten het water direct uit de infiltratieputten ontvangen. Slechts aan de noordoostzijde arriveren een aantal stroombanen vanuit het bepompte pakket. Dit stroombanenpatroon hangt wederom samen met de ligging van het zwaartepunt van de onttrekking ten opzichte van het zwaartepunt van de infiltratie. In de omgeving van het zwaartepunt van de onttrekking zal wat meer gebiedsvreemd grondwater worden aangetrokken, terwijl in de omgeving van het zwaartepunt van de infiltratie wat meer infiltratiewater zal weglekken naar de omgeving. Uit figuur 6.13 blijkt daarentegen een volledig gesloten systeem in de bepompte laag. In dit geval treedt slechts in verticale richting uitwisseling tussen de diverse watervoerende lagen op. Uit deze resultaten blijkt dat de ligging en omvang van de verblijftijdszones sterk afhankelijk is van de feitelijke inrichting van het puttenveld.

Door het numerieke karakter van het model dienen de resultaten van stroombaanberekeningen waarbij onttrekkings- en infiltratieputten op korte afstand van elkaar liggen, met voorzichtigheid te worden betracht. Ondanks de verfijning van het modelgrit zijn de celafmetingen relatief groot in verhouding tot de afstand tussen de infiltratie- en onttrekkingsputten. De betrouwbaarheid van de stroombanen in de directe omgeving van de putten is daardoor beperkt.

Verblijftijden freatisch grondwater
Door de diepinfiltratie betreft slechts een klein aandeel van het gewonnen water van oorsprong aanwezig grondwater. Dit grondwater is vrijwel volledig afkomstig vanuit het freatische grondwater binnen het modelgebied. Het freatische grondwater infiltreert door de deklaag en stroomt via het eerste watervoerend pakket in de richting van het puttenveld. Pas boven de onttrekkingsputten infiltreert het grondwater vanuit het eerste watervoerend pakket door de scheidende laag (Eemklei) en wordt het opgepompt.

Voor de bepaling van de verblijftijdszones aan maaiveld zijn stroombaanberekeningen in voorwaartse richting uitgevoerd, waarbij de startpunten van de stroombanen volgens een regelmatig puntennetwerk aan maaiveld zijn gekozen. Van deze stroombanen zijn de stroombanen geselecteerd, met bijbehorende verblijftijden, die in de winning arriveren.

In figuren 6.12 en 6.14 (a t/m c) zijn voor het twintig en dertig miljoen scenario de verblijftijdszones vanaf maaiveld voor achtereenvolgens 25, 100 en 300 jaar aangegeven. Per verblijftijdszone is de reële case weergegeven. De omvang van de kleinst en grootst omhullende verblijftijdszone is bepaald uit de resultaten van de vijf runs. De kleinst omhullende zone is gedefinieerd als de zone waarbinnen de verblijftijd van het freatische grondwater voor alle runs kleiner is dan de desbetreffende waarde. De grootst omhullende zone is gedefinieerd als de zone waar in minimaal één van de vijf runs een verblijftijd binnen de desbetreffende waarde is berekend.

De 25-jaarszone is enigszins onregelmatig vanwege de variabele infiltratiesterkte in het Leeuwterveld. De 300-jaarszone reikt tot onder de Beulakerwijde.

Ruimtegebruik
Wat betreft het ruimtegebruik is een indeling gemaakt in de volgende categorieën:
- Exclusief ruimtegebruik: alleen het benodigde oppervlak voor de voorzieningen binnen het wingebied.
- 25-Jaar verblijftijdszone binnen bepompte pakket.
- Deelintrekgebied (100 jaar verblijftijd binnen bepompte pakket).

Op grond van het ruimtebeslag van de voorzieningen binnen het wingebied (het infiltratie- en winningssysteem, het procesbekken en zuiveringsgebouwen), is het ruimtegebruik per scenario bepaald. Voor de omvang van de reistijdzones in het bepompte pakket valt geen eenduidig oppervlak aan te geven.

Voor de locatie Leeuwterveld levert dit het volgende resultaat.
Tabel 6.3 Ruimtegebruik (ha) locatie Leeuwterveld per scenario; reële waarde (en bandbreedte)

Ruimtegebruik (ha)	20 miljoen m³/jaar	30 miljoen m³/jaar
exclusief wingebied	200	200
25 jaarszone binnen bepompte pakket	200	200
25 jaarszone tot maaiveld	41 (9-47)	100 (68-104)
100 jaarszone binnen bepompte pakket	200	200
100 jaarzone tot maaiveld	293 (142-361)	259 (134-325)
300 jaarzone binnen bepompte pakket	200	200
300 jaarzoen tot maaiveld	396 (204-532)	370 (197-537)

Uit deze resultaten blijkt dat de omvang van de 100 en 300 jaar reistijdzones aan maaiveld voor het dertig miljoenscenario iets kleiner zijn dan voor het twintig miljoenscenario. Hieruit kan wederom worden afgeleid dat de puttenconfiguratie van doorslaggevend belang is voor het stroombanenpatroon. Hoe regelmatiger het puttenveld wordt ingericht wat betreft de afwisseling van infiltratie- en onttrekkingsputten, des te kleiner het aandeel van oorsprong aanwezig grondwater zal zijn.

Uit de omvang van de diverse verblijftijdzones tot maaiveld blijkt dat slechts een fractie van het gewonnen water vanuit de boezem afkomstig is. Dit betreft overigens gelijksoortig water als in het bekken wordt ingelaten.

Voor de omvang van de reistijdzones in het bepompte pakket valt geen eenduidig oppervlak aan te geven. Bij de stroombaanberekeningen voor de diverse cases arriveert hier en daar een enkele stroombaan vanuit het bepompte pakket in de winning. Voor dergelijke individuele stroombanen kan geen oppervlak worden vastgesteld. Daarnaast dienen, door het numerieke karakter van het model, de resultaten van stroombaanberekeningen waarbij onttrekkings- en infiltratieputten op korte afstand van elkaar liggen, met voorzichtigheid te worden betracht. Het stroombanenpatroon is namelijk gevoelig voor putlocaties, putdebieten en het aantal berekende stroombanen.

Met betrekking tot het ruimtegebruik voor de locatie Leeuwterveld zijn de conclusies als volgt:
- De omvang van de reistijdzones aan maaiveld zijn sterk afhankelijk van de feitelijke inrichting van het puttenveld. Door optimalisatie van het puttenveld kunnen de oppervlakten van de diverse reistijdzones geminimaliseerd worden.
- Voor de omvang van de reistijdzones in het bepompte pakket valt geen eenduidig oppervlak aan te geven.

6.6. Responscurven

Uit responscurven blijkt de verblijftijdsspreiding van het gewonnen water. Deze is bepaald door de herkomst van het onttrokken water door middel van stroombaanberekeningen (via terug-traceren) vast te stellen en de bewuste stroombanen op verblijftijden te sorteren. Hiertoe is een groot aantal eindpunten van stroombanen gekozen, regelmatig verdeeld langs alle vlakken van de numerieke cellen waarin een onttrekking is gepositioneerd. Van elke stroombaan is het debiet bepaald, zodat de bijdrage van elke stroombaan aan het totale debiet bekend is.

In figuren 6.15 en 6.16 zijn de responscurven voor respectievelijk het twintig miljoen en dertig miljoen scenario weergegeven. Naast de reële case zijn de lage en de hoge case bepaald uit de vijf runs. Uit de figuren blijkt dat de diepinfiltratie zorg draagt voor een relatief geringe verblijftijdsspreiding. Circa 40 à 50% van het gewonnen grondwater arriveert binnen één jaar en circa 80 à 90% binnen drie jaar. Daarna arriveert nog slechts een klein aandeel van het totale debiet in de winning. Dit grondwater is grotendeels (circa 4% bij de reële case) afkomstig vanaf maaiveld.

6.7. Prognoses ruwwaterkwaliteit

Op enkele kilometers ten westen (benedenstrooms) van de locatie wordt brak tot zout grondwater aangetroffen in het bepompte tweede watervoerend pakket. In de directe omgeving van de locatie zelf zijn in het kader van het onderzoek "Locatie-MER" drie nieuwe boringen uitgevoerd tot een diepte van 100 à 200 m. Samen met de eerder uitgevoerde boring 16DP49 zijn deze weergegeven in een lokaal west-oost profiel van de bodemopbouw (zie bijlage 1). In de boringen zijn een aantal filters geplaatst, die zijn bemonsterd. De grondwatermonsters zijn in het laboratorium geanalyseerd op chloride. Uit de analyseresultaten blijkt dat ook op de locatie zelf sprake is van brak grondwater onderin het tweede watervoerend pakket.

Door de onttrekkingsputten wordt water opgepompt dat voor een belangrijk deel bestaat uit kunstmatig geïnfiltreerd oppervlaktewater en voor een deel uit door neerslag gevoed grondwater. Het aandeel van de onttrekking dat door neerslag gevoed grondwater betreft, is grotendeels direct afkomstig vanuit het zoete eerste watervoerende pakket ter plaatse van het puttenveld. Slechts een fractie van de winning betreft grondwater dat afkomstig is vanuit de, gedeeltelijk brakke, bepompte laag zelf. Dit water wordt vanuit oostelijke richting aangevoerd.

De ruwwaterkwaliteit zal als gevolg van het bovenstaande tijdsafhankelijk zijn. Kort na aanvang van de winning wordt een deel van het brakke grondwater onderin het tweede watervoerend pakket opgepompt en worden gemengd met het zoete infiltratiewater. Door de geleidelijke aanvoer in dit pakket van zoet grondwater uit oostelijke richting, zal de het chloridegehalte in de winning in de loop der tijd teruglopen.

Met het stoftransportprogramma MT3D is een verziltingsmodellering uitgevoerd. Hiertoe wordt voor wat betreft de hydrologische gegevens gebruik gemaakt van de uitvoerfiles van MODFLOW. Om de verticale differentiatie van de chlorideconcentratie te kunnen modelleren, is de tweede watervoerende laag in drie separate lagen opgesplitst, met daartussen een weerstand van tien dagen. In de bovenste van de drie lagen is de winning gesitueerd. Deze laag heeft 3/5 deel van het totale doorlaatvermogen van het tweede watervoerend pakket. De beide daaronder gelegen lagen hebben ieder 1/5 deel van het totale doorlaatvermogen.

Daarnaast is de ruimtelijke chlorideverdeling in het model ingevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de gegevens uit de Tauw-rapportage "verplaatsing grensvlak zoet/brak grondwater als gevolg van drinkwateronttrekking door pompstation St.Jansklooster" (rapportnummer R3362019, januari 1995). Voor de vaststelling van de uitgangskwaliteit in het noordelijke deel van het modelgebied, dat niet binnen het modelgebied van St. Jansklooster valt, is tevens gebruik gemaakt van TNO-gegevens (Grondwaterkaart van Nederland). Tenslotte zijn de nieuwe analyseresultaten gebruikt om de uitgangskwaliteit van het grondwater ter plaatse van het Leeuwterveld te definiëren.

De gehalten in het eerste watervoerend pakket variëren van 500 mg/l in het westelijke deel van het modelgebied tot 30 mg/l in het oosten. Bovenin het tweede watervoerend pakket is een differentiatie van 350 (zuidwesten) tot 25 mg/l (oosten) toegepast, onderin het tweede watervoerend pakket van 3000 tot 75 mg/l. In figuren 6.17 t/m 6.19 is de chlorideverdeling in de diverse lagen weergegeven.
Voor het oppervlaktewater en infiltratiewater is een chloridegehalte van 20 mg/l aangehouden.

Met MT3D is het chlorideverloop voor het scenario van 30 miljoen m^3/jaar berekend voor een periode van 100 jaar. Het resultaat is weergegeven in figuur 6.20. Voor het 20 miljoen scenario is het resultaat niet wezenlijk anders.

Uit de resultaten blijkt een geringe doch snelle toename van het chloridegehalte van circa 35 mg/l naar circa 45 mg/l. Vervolgens treedt een geleidelijke afname op tot circa 25 mg/l na 100 jaar. Uit deze resultaten blijkt dat nauwelijks tot geen verzilting zal optreden.
Door de relatief korte verblijftijd tussen infiltratie en winning zal het onttrokken water macro-chemisch de watersamenstelling van het geïnfiltreerde water reflecteren. In hoeverre chemische reacties met het sediment (ionwisseling, precipitatie/oplossing van kalk en dergelijke) en een verandering in de redox-potentiaal van het water zullen optreden, is op basis van de huidige gegevens moeilijk aan te geven.

6.8 Effecten in een extreem droog/nat jaar

De berekening zijn uitgevoerd voor 1985, een hydrologisch gemiddeld jaar. Het hydrologische systeem van de Leeuwterveld is vrijwel lineair. De effecten van de winning zijn nauwelijks door de seizoenen beïnvloed, zie paragraaf 6.1 en 6.2. Dit geeft aan dat de effecten van de winning in een extreem droog of nat jaar niet veel anders zal zijn dan de effecten in een hydrologisch gemiddeld jaar.

7. LANDBOUWSCHADE

7.1. Inleiding

Onderdeel van de effectenstudie is een landbouwschadeberekening. Afhankelijk van het bodemtype en de grondwaterstandsverlagingen in voor- en najaar (respectievelijk GHG en GLG) kan een opbrengstverslechtering of -verbetering optreden.
Gezien de samenhang met hydrologische effecten, wordt gesproken van afgeleide effecten. De landbouwschade is per scenario bepaald voor de reële, lage en hoge case van de grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen. De wijze waarop de opbrengstverandering worden berekend is beschreven in het protocol 'Berekening landbouwschade', zie Methodenrapport.

Voor de bepaling van de landbouwschade wordt in eerste instantie uitgegaan van de referentie GHG en GLG, die zijn afgeleid uit de Grondwatertrappenkaart. Hierop zijn de grondwaterstandveranderingen in voor- en najaar bij reguliere bedrijfsvoering gesuperponeerd om de GHG en GLG in de plansituatie te verkrijgen.

Ter plaatse van het wingebied, steden en natuurgebieden (zie figuur 7.0) zijn geen opbrengstveranderingen berekend.

7.2. Landbouwschade bij reguliere bedrijfsvoering

7.2.1. Ruimtelijke verbreiding

In figuren 7.1 t/m 7.3 en 7.4 t/m 7.6 zijn de berekende opbrengstveranderingen voor de reële, lage en hoge case van respectievelijk het 20 miljoen- en 30 miljoen-scenario weergegeven. Doordat de landbouwgronden op enige afstand van het wingebied liggen en buiten het wingebied nauwelijks grondwaterstandsveranderingen optreden, ontstaan geen opbrengstveranderingen buiten de locatie.

7.2.2. Schade-uitkering

Er is geen sprake van landbouwschade.

8. ZETTINGEN

8.1. Inleiding

Onderdeel van de effectenstudie is een zettingsberekening. Afhankelijk van de bodemopbouw en de hydrologische winningseffecten (grondwaterstand- en stijghoogteverlagingen in watervoerende lagen) zullen maaiveldzettingen optreden.
Gezien de samenhang met hydrologische effecten, wordt gesproken van afgeleide effecten. Maaiveldzettingen kunnen schade veroorzaken aan bebouwing en infrastructuur. De schade wordt in belangrijke mate bepaald door specifieke lokale omstandigheden zoals de funderingssituatie van gebouwen en de ruimtelijke variatie van zettingen. Aangezien de te verwachten schade hierdoor moeilijk is te kwantificeren, is gekozen voor het bepalen van de mate van zetting (het zettingsvolume) ter plaatse van zettingsgevoelige objecten. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende zettingsgevoelige objecten (van zettingsgevoelig tot weinig zettingsgevoelig):

- Losstaande bebouwing (buiten bebouwde kom).
- Aaneengesloten bebouwing (bebouwde kom dorpen).
- Wegen (respectievelijk lokale-, provinciale- en rijkswegen) en spoorwegen.

De ligging van deze objecten is weergegeven in figuur 8.1.

De zettingsvolumes zijn berekend voor drie klassen, die zich onderscheiden met betrekking tot het risico dat schade optreedt ten gevolge van maaiveldzettingen:

- Maaiveldzettingen kleiner dan 8 mm, voor deze klasse is het schaderisico klein.
- Maaiveldzettingen tussen 8 en 35 mm, een schaderisico is aanwezig.
- Maaiveldzettingen groter dan 35 mm, er is sprake van een groot schaderisico.

De zettingen zijn per scenario bepaald voor de reële, lage en hoge case van de grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen. De gevolgde werkwijze is beschreven in het protocol "zettingsberekeningen".

Voor de bepaling van de maaiveldzettingen wordt in eerste instantie uitgegaan van de berekende stijghoogten in de stationaire situatie, bij reguliere bedrijfsvoering.
Daarnaast wordt de extra zetting berekend die optreedt als gevolg van een innamestop van een week. De hydrologische uitgangspunten voor deze situatie zijn beschreven in het protocol "modellering innamestop".

In tabel 8.1 is de bodemschematisatie ten behoeve van de zettingsberekeningen weergegeven. De genoemde parameters zijn constant binnen het modelgebied.

Tabel 8.1 Bodemschematisatie ten behoeve van zettingsberekeningen

Modellaag	formatie	samenstelling	volumieke gewichten (kN/m²) droog	nat	zettingsconstante (-)	consolidatiecoefficiënt (m²/s)
deklaag	Westland Betuwe	klei, veen, fijn zand	8	12	15	$3*10^{-8}$
1e watervoerend pakket	Twente Kreftenheye	grove zanden	16	20	500	nvt
scheidende laag	Eem Drente	klei	15	18	25	$3*10^{-8}$
2e watervoerend pakket	Kreftenheye, Drente, Urk Enschede Harderwijk	fijn tot grof zand, plaatselijk grindhoudend	16	20	500	nvt

8.2. Zettingen bij reguliere bedrijfsvoering

Er wordt van uitgegaan dat de berekende stijghoogteveranderingen bij reguliere bedrijfsvoering blijvend zijn. Voor deze situatie zijn de maaiveldzettingen gelijk zijn aan de berekende eindzettingen.

8.2.1. Ruimtelijke verbreiding

In de figuren 8.2 t/m 8.4 zijn de berekende maaiveldzettingen voor de reële, lage en hoge case van het 20 miljoen-scenario weergegeven. In het geval van de lage case bestrijken de stijghoogteverlagingen in de watervoerende lagen het grootste gebied. Dit komt tot uitdrukking in figuur 3, waar de klasse van 1 tot 5 mm zetting het meest omvangrijk is. De vorm van het gebied waar zetting optreedt hangt mede samen met de dikte van de deklaag en de eerste scheidende laag (Eemklei), aangezien deze lagen het meest zettingsgevoelig zijn. In het uiterst drassige gebied ten oosten van het Leeuwterveld worden grondwaterstanden boven maaiveld aangetroffen. Hier zijn geen maaiveldzettingen berekend.

In de figuren 8.5 t/m 8.7 zijn de berekende zettingen voor het dertig miljoen scenario weergegeven. Het asymmetrische patroon van de zettingen hangt samen met de ligging van het zwaartepunt van de onttrekking binnen het puttenveld.

8.2.2. Zettingsvolume

De zettingsgevoelige objecten (zie figuur 8.1) zijn over de berekende zettingen binnen het modelgebied geprojecteerd. Door vermenigvuldiging van het oppervlak met de maaiveldzetting is het zettingsvolume bepaald. De werkwijze is in detail beschreven in het protocol "zettingsberekeningen".

In de tabellen 8.2 en 8.3 zijn de berekende zettingsvolumes voor de locatie weergegeven voor respectievelijk het twintig en dertig miljoen scenario.

Tabel 8.2 Leeuwterveld, 20-miljoen m^3/jaar scenario; Zettingsvolume (m^3) bij reguliere bedrijfsvoering; reële waarde (en bandbreedte lage/hoge case)

Zettingsvolume (m^3)	totaal volume	volume in klasse maaiveldzetting (z)		
		0< z <8 mm	8< z <35 mm	z >35 mm
alle objecten	55 (140-30)	35 (85-30)	20 (55-0)	0
onder wegen	50 (130-30)	30 (80-30)	20 (50-0)	0
onder losstaande bebouwing	5 (10-0)	5 (5-0)	0 (5-0)	0
onder aaneengesloten bebouwing	0	0	0	0

Tabel 8.3 Leeuwterveld, 30-miljoen m^3/jaar scenario; Zettingsvolume (m^3) bij reguliere bedrijfsvoering; reële waarde (en bandbreedte lage/hoge case)

Zettingsvolume (m^3)	totaal volume	volume in klasse maaiveldzetting (z)		
		0< z <8 mm	8< z <35 mm	z >35 mm
alle objecten	150 (235-105)	30 (50-20)	120 (65-85)	0 (120-0)
onder wegen	145 (225-100)	30 (50-20)	115 (60-80)	0 (115-0)
onder losstaande bebouwing	5 (10-5)	0	5 (5-5)	0 (5-0)
onder aaneengesloten bebouwing	0	0	0	0

8.3. Extra zetting door innamestop

Voor de innamestop is een periode van zeven dagen gemodelleerd. In deze situatie wordt de zetting in scheidende lagen berekend als een percentage van de eindzetting.

8.3.1. Ruimtelijke verbreiding

Tijdens de innamestop nemen de stijghoogteverlagingen in de watervoerende lagen, met name in de bepompte laag, snel toe over een groot oppervlak. Door de traagheid van het topsysteem (freatische berging) treden de verlagingen hier later op. Door deze effecten treden in dunne zettingsgevoelige bodemlagen snel zettingen, hoewel gering, op. In dikkere zettingsgevoelige lagen treedt een relatief langzaam consolidatieproces op.

In de figuren 8.8 t/m 8.10 zijn de berekende zettingen aan het einde van de innamestop te zien voor respectievelijk de reële, lage en hoge case van het 20 miljoen scenario. Op de winlocatie kunnen zettingen tot 5 cm optreden. Buiten de locatie blijven de zettingen beperkt tot maximaal 1 à 2 cm.

In het geval van het dertig miljoen scenario (figuren 8.11 t/m 8.13) strekken de zettingen zich uit over een groter oppervlak. Uit de figuren blijkt dat de zetting ter plaatse van het bekken kleiner zijn. Dit is het gevolg van het feit dat in het bekken een peilverlaging van 0,5 m wordt opgelegd, terwijl de stijghoogteverlagingen buiten het bekken groter zijn.

8.3.2. Zettingsvolume

In de tabellen 8.4 en 8.5 zijn de berekende zettingsvolumes voor de locatie weergegeven voor respectievelijk het twintig en dertig miljoen scenario.

Tabel 8.4 Leeuwterveld, 20-miljoen m^3/jaar scenario; Extra zettingsvolume (m^3) bij een innamestop; reële waarde (en bandbreedte lage/hoge case)

Zettingsvolume (m^3)	totaal volume	volume in klasse maaiveldzetting (z)		
		0< z <8 mm	8< z <35 mm	z >35 mm
alle objecten	2930 (5520-1030)	2760 (5100-1020)	170 (420-100)	0
onder wegen	1160 (2200-310)	1000 (1800-300)	160 (400-100)	0
onder losstaande bebouwing	70 (120-20)	60 (100-20)	10 (20-0)	0
onder aaneengesloten bebouwing	1700 (3200-700)	1700 (3200-700)	0	0

Tabel 8.5 Leeuwterveld, 30-miljoen m^3/jaar scenario; Extra zettingsvolume (m^3) bij een innamestop; reële waarde (en bandbreedte lage/hoge case)

Zettingsvolume (m^3)	totaal volume	volume in klasse maaiveldzetting (z)		
		0< z <8 mm	8< z <35 mm	z >35 mm
alle objecten	4570 (8680-1470)	4200 (7250-1330)	300 (1300-100)	70 (130-40)
onder wegen	1760 (3325-640)	1400 (2400-500)	290 (800-100)	70 (125-40)
onder losstaande bebouwing	110 (205-30)	100 (150-30)	10 (50-0)	0 (5-0)
onder aaneengesloten bebouwing	2700 (5150-800)	2700 (4700-800)	0 (450-0)	0

Opvallend is de toename van het zettingsvolume onder aaneengesloten bebouwing. Dit is het gevolg van de toename van stijghoogteverlagingen en zettingen ter plaatse van Blokzijl en Vollenhove. Aangezien deze zettingen vrijwel volledig in de klasse 0-8 mm vallen, is hier geen sprake van een schaderisico. Voor wegen in de omgeving van de locatie geldt echter wel een schaderisico bij een innamestop.

8.4 Aantal huizen en lengte van wegen die worden beïnvloed door zettingen

De grootste zetting vindt plaats ter gevolge van een innamestop. Bij een winning van 20 miljoen m^3/jaar worden ongeveer 2 huizen en 1,5 km weg beïnvloed met een zetting van 8-35 mm. Bij een winning van 30 miljoen m^3/jaar worden ongeveer 7 huizen en 3,0 km weg beïnvloed met een zetting van 8-35 mm. Bestaande huizen binnen het wingebied worden niet meegerekend.

8.5 Conclusies

De maaiveldzetting bij reguliere bedrijfsvoering is buiten de locatie verwaarloosbaar (<0,005 m). Op de locatie kunnen zettingen tot 0,05 m optreden. Vrijwel het gehele zettingsvolume bevindt zich ter plaatse van wegen. Bij het twintig miljoen scenario is het zettingsvolume verdeeld over de klassen 0-8 en 8-35 mm, terwijl bij het dertig miljoen scenario het grootste deel van het zettingsvolume in de klasse 8-35 mm ligt. Hoewel het zettingsvolume gering is, bestaat een schaderisico.

Tijdens een innamestop gedurende een week treden grotere zettingen op en bestrijken deze een groter oppervlak, waardoor behalve onder wegen ook het zettingsvolume onder aangesloten bebouwing (naburige dorpen) toeneemt. Ter plaatse van aangesloten bebouwing bestaat geen schaderisico, ter plaatse van nabijgelegen wegen en enkele losstaande bebouwing daarentegen wel.

9. EFFECTEN OP NATUURWAARDEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de effecten van waterwinning op de natuurwaarden in het beïnvloedingsgebied van de locatie Leeuwterveld. Voor een beschrijving van de methode van effectvoorspelling wordt verwezen naar het Methodenrapport.

9.1. Grondwaterafhankelijke terrestrische vegetaties

9.1.1. Huidige situatie

Het wingebied van de locatie Leeuwterveld ligt in landelijk gebied II volgens de streekplan zonering. In de omgeving van het wingebied komen gebieden met de zonering landelijk gebied III en IV.
De meeste graslanden in het beïnvloedingsgebied van de locatie Leeuwterveld behoren tot de zogenaamde wisselvochtige graslanden. Deze vegetatie komt qua soortensamenstelling redelijk goed overeen met de gemeenschap van Geknikte vossestaart zoals deze in NICHE gebruikt wordt. Daarnaast zijn graslanden met Beemdgras en Engels raaigras veel aanwezig. Deze twee graslandgemeenschappen zijn indicatief voor zeer voedselrijke omstandigheden. Slechts op enkele plaatsen zijn in de graslanden soorten aangetroffen die indicatief zijn voor minder voedselrijke omstandigheden (o.a. Witbol, Moerasstruisgras; Bremer, 1990).

In de perceelsranden kunnen tal van relicten van waardevolle gemeenschappen aangetroffen waaronder soorten van Kamgrasweiden, Dotterbloemgraslanden en Witbolgraslanden. Met name in de polder De Heven (oostelijk deel van het infiltratiegebied) worden veel van deze soorten in de perceelsranden aangetroffen (o.a. Dotterbloem, Waterkruiskruid). Soorten van blauwgrasland zijn zeer zeldzaam en komen alleen voor in slootoevers (o.a. Waternavel en Moerasviooltje; Bremer, 1990).

9.1.2. IJking NICHE-vegetatie en effectvoorspelling

Aangezien er zeer geringe hydrologische effecten van waterwinning optreden, zijn er geen effecten op de grondwaterafhankelijke vegetaties te verwachten. De verlaging van de grondwaterstand is slechts 0,01 m binnen de puttenveld en de verandering van de kwel/wegzijging is zeer klein (minder dan 0,1 mm/dag behalve direct rondom de winning waar de verandering iets meer dan 0,1 mm/dag is). Om deze reden heeft er geen gedetailleerde ijking en effectvoorspelling plaatsgevonden.

Door een gerichte inrichting en ecologisch beheer van de diepinfiltratielocatie (puttenveld) kan natuurwinst geboekt worden. Op grond van het huidig abiotisch milieu en het te verwachten abiotisch milieu na aanleg van het puttenveld (vermindering van mestgift en bekalking door functieverandering van landbouw naar waterwinning) is een inschatting gemaakt van de eventuele natuurwinst.

In figuur 9.1 is de bodemkaart weergegeven. De bodem van het diepinfiltratieterrein bestaat vrijwel geheel uit veen. De pH/basenverzadiging van de bodem is in de huidige situatie afhankelijk van de GLG, wegzijging/kwel en een eventuele kalkgift (landbouwgronden). Met name basenrijke en zwak zure omstandigheden kunnen worden aangetroffen (figuur 9.2).

De pH/basenverzadiging zal door het beëindigen van de mest- en kalkgift in het waterwingebied vooral afhankelijk zijn van de najaarsgrondwaterstand ten opzichte van het maaiveld (GLG) en het optreden van kwel en wegzijging. Basenrijke omstandigheden kunnen bij handhaving van de huidige GLG vooral aangetroffen worden in gebieden met kwel (oostelijk deel van het infiltratiegebied, terwijl zure omstandigheden aanwezig zullen zijn in het westelijk deel van het infiltratiegebied, waar wegzijging naar de laaggelegen Noordoost Polder optreedt (figuur 9.3). Het centrale deel van het infiltratiegebied vormt de overgang van basenrijke naar zure omstandigheden.

Door vermindering van de mestgift verandert tevens de mate van voedselrijkdom van de bodem van de percelen van zeer voedselrijk (huidige situatie) naar matig voedselrijk tot voedselrijk (afhankelijk van de grondwaterstand). Bij een hoge grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld zullen uiteindelijk matig voedselrijke omstandigheden gaan overheersen.

Door het uitvoeren van een verschralingsbeheer en het verhogen van slootpeilen kan de ontwikkeling van natte graslanden (waaronder Dotterbloemgrasland (natte, basenrijke omstandigheden), Kamgrasgrasland (enigszins droger, zwak zuur tot basenrijk) en gemeenschappen van Zwarte zegge en Zompzegge (zure tot zwak zure, natte omstandigheden)) gestimuleerd worden. De perspectieven hiervoor zijn groot, omdat thans nog veel soorten van natte graslanden nog in perceelsranden en bermen aanwezig zijn. Kolonisatie van de percelen zal hierdoor waarschijnlijk eenvoudiger plaatsvinden dan in situaties waar geen gewenste soorten meer aanwezig zijn. Met hogere slootpeilen neemt de intensiteit van de kwel naar de sloten af en kan meer kwel de wortelzone van de terrestische vegetaties bereiken. De botanische natuurwaarde zal bij een verandering van Engels raaigrasvegetaties (waarde 0 punt/ha) en Geknikte vossestaartvegetaties (waarde 2 punten/ha) naar bovengenoemde vegetaties kunnen toenemen tot circa 8 tot 16 punten/ha (tabel 9.1).

Tabel 9.1 Natuurwaarde per hectare voor de huidige situatie en bij waterwinning op de locatie Leeuwterveld

Natuurwaarde/ha	terrestrische vegetatie	broedvogels
Huidige situatie	0-2	10-15
Diepinfiltratie	8-16	10-15

Effecten van ruimtebeslag

Door aanleg van bekkens en bedrijfsgebouwen, kan een afname van de natuurwaarde van de grondwaterafhankelijke vegetatie optreden. Ter plekke van het innamebekken komen vooral wisselvochtige graslanden (gemeenschap van Geknikte vossestaart) voor, naast percelen met Engels raaigras (Bremer, 1990). Er komen geen vegetaties voor die kenmerkend zijn voor droge omstandigheden. De afname van de natuurwaarde ter plekke van de bekkens en de bedrijfsgebouwen heeft een waarde van *392*.

9.1.3. Kennislacunes

Er zijn geen kennislacunes.

9.2. Aquatische vegetaties

9.2.1. Huidige situatie

De aquatische vegetatie in het beïnvloedingsgebied van de locatie Leeuwterveld is globaal geïnventariseerd in het najaar van 1995 en in het voorjaar van 1996.

In botanisch opzicht zijn de sloten in het beïnvloedingsgebied van de diepinfiltratielocatie Leeuwterveld van belang (Bremer, 1990). De aquatische vegetatie in sloten in de locatie Leeuwterveld wordt sterk beïnvloed door het schoningsregime, de waterkwaliteit (goed gebufferd, matig tot zeer eutroof) en de gebruiksintensiteit van de percelen. Deze laatste is veelal het hoogste in de nabijheid van de boerderijen. Hier wordt de aquatische vegetatie vaak gedomineerd door draadwieren, Veelwortelig kroos en Klein kroos (Bremer, 1990). Het betreft soorten die indicatief zijn voor zeer voedselrijke omstandigheden.

De bermsloten langs wegen herbergen veelal een vegetatie die indicatief is voor goed gebufferd, matig eutroof tot eutroof helder water. Hier kan onder meer aangetroffen worden Waterviolier (zeldzaam), Holpijp, Grote boterbloem, Krabbescheer (zeldzaam), Kransvederkruid, Dotterbloem, Zwanebloem, en diverse fonteinkruiden (o.a. Drijvend, Spits en Plat fonteinkruid) (Bremer, 1990). Deze soorten kunnen ook aangetroffen worden in sloten tussen landbouwpercelen, alhoewel de gemeenschappen van Stijve waterranonkel en van Smalle waterpest hier overheersen.

De vegetatie in het Ettelands Kanaal bestaat voornamelijk uit de gemeenschap met Waterlelie en Gele plomp. Langs de oevers zijn eutrofe verlandingsvegetaties aangetroffen, waaronder de gemeenschap van Mattenbies, de gemeenschap Waterscheerling en grote zeggen- en Rietvegetaties.

9.2.2. Effectvoorspelling

Vanwege de geringe effecten van waterwinning op de waterhuishouding van het gebied, hoeft in dit gebied geen gebiedsvreemd water aangevoerd te worden. Naar verwachting zal de waterkwaliteit in de meeste sloten en weteringen niet significant veranderen, zodat ook de soortensamenstelling van de aquatische vegetatie zich niet zal wijzigen.

In het infiltratiegebied zal de uitspoeling van meststoffen vanuit de percelen verminderen door de functieverschuiving van landbouw naar waterwinning. Hierdoor zal de waterkwaliteit waarschijnlijk enigszins verbeteren (geringe afname van de trofiegraad). Dit zal op termijn waarschijnlijk leiden tot een vermindering van de aanwezigheid van draadwieren en kroossoorten, hetgeen als positief kan worden gesteld. Een verhoging van de slootpeilen kan weliswaar leiden tot een vermindering van de kwelintensiteit naar de sloten maar dit wordt ruimschoots gecompenseerd door verbeteringen van de waterkwaliteit ter gevolge van een verlaging van de mestgift.

De overige vegetaties zullen waarschijnlijk niet veranderen. Aangezien echter geen informatie beschikbaar is over de toekomstige kwaliteit van het slootwater in het infiltratiegebied, valt hierover geen uitsluitsel te geven.

9.2.3. **Kennislacunes**
Er is geen gedetailleerde informatie beschikbaar over de waterkwaliteit in het infiltratiegebied na aanleg van het puttenveld.

9.3. Broedvogels

9.3.1. **Huidige situatie**
De locatie Leeuwterveld is een belangrijk weidevogelgebied. Uit inventarisaties van de polders Leeuwterveld en West Elsheven door de provincie Overijssel, blijkt dat soorten uit de Gruttogroep vaak aangetroffen worden (o.a. Grutto 30 paar /100 ha, Tureluur 4-5 paar/-100), evenals soorten uit de minder kritische Veldleeuwerikgroep (o.a. Kievit 39 paar/ha, Veldleeuwerik 7-8 paar/ha, Graspieper 4 paar/ha). Vermeldenswaard is verder de aanwezigheid van Wulp als broedvogel in de polder West Elsheven en de Watersnip in de polder Leeuwterveld. Tevens zijn Krakeend, Zomertaling en Slobeend in sloten aangetroffen.

De polder Oost Elsheven is niet geïnventariseerd. Deze polder is qua vochtigheid, structuur en landbouwkundige activiteit min of meer vergelijkbaar met de polder West Elsheven, zodat hier een soortgelijke weidevogelstand verwacht kan worden.

9.3.2. **IJking NICHE-avifauna en effectvoorspelling**
Aangezien er geen hydrologische effecten van waterwinning optreden, zijn er geen effecten op de broedvogelstand te verwachten. Om deze reden heeft er geen ijking en effectvoorspelling plaatsgevonden. De natuurwaarde is zowel voor de huidige situatie als voor de situatie met waterwinning circa 10-15/ha (tabel 9.1). Rekening wordt gehouden met de aan te leggen bedrijfsgebouwen.

Natuurwinst is mogelijk door een gericht weidevogelbeheer uit te voeren en door vernatting (peilverhoging). Hierdoor kan de natuurwaarde toenemen tot circa 15-20/ha.

9.3.3. **Kennislacunes**
De polder Oost Elsheven is niet geïnventariseerd.

9.4. Vissen en macrofauna

9.4.1. **Huidige situatie**
Er is geen informatie beschikbaar over de soortensamenstelling van de visstand en macrofaunagemeenschap.

9.4.2. **Effectvoorspelling**
Aangezien geen gebiedsvreemd water aangevoerd wordt en er geen grootschalige wijzigingen in de kwel/wegzijgingsintensiteit optreden, zal er geen effect zijn van diepinfiltratie op de visstand en macrofaunagemeenschap van het studiegebied.

9.4.3. Kennislacunes

Gedetailleerde informatie over de soortensamenstelling van de visstand en macrofauna ontbreekt.

9.5. Ecologische gevolgen bij een calamiteit

De ecologische effecten van een calamiteit zijn niet voorspeld. Wel kan indicatief het volgende gesteld worden. De freatische grondwaterstanden na 1 week winnen en niet infiltreren zijn relatief gering (maximaal 10 cm buiten het procesbekken). De verwachting is dat dat een dergelijk geringe daling gedurende een korte periode weinig ecologische effecten zal hebben (zeker in vergelijking met seizoensgebonden verschillen).

10. EVALUATIE EN CONCLUSIES

10.1. Milieuaspecten

Hydrologische effecten
Zowel voor het twintig miljoen als het dertig miljoen scenario geldt dat de hydrologische effecten gering kunnen worden genoemd. Bij een reguliere bedrijfsvoering beperken de grondwaterstandveranderingen groter dan 0,05 m zich tot de locatie. De grondwaterstandveranderingen zijn kleiner dan de stijghoogteveranderingen in de bepompte laag. Dit hangt enerzijds samen met de dempende werking van de weerstandbiedende deklaag en eerste scheidende laag en anderzijds met de aanvulling vanuit het oppervlaktewatersysteem.

In het geval van een calamiteit zijn de hydrologische effecten met name in de watervoerende lagen aanzienlijk groter. De grondwaterstandveranderingen blijven echter beperkt tot 0,1 m of minder. Naast voornoemde effecten speelt ook de freatische berging hierbij een rol.

Waterbalans in natuurgebieden
In de omgeving van het Leeuwterveld bevinden zich een aantal natuurgebieden en relatienotagebieden. In de diverse natuurgebieden kan zowel sprake zijn van een geringe toe- als afname van de verticale flux (maximaal enkele procenten). Met uitzondering van het gebied Wetering-west (code 1102 in figuur 6.22) is in de diverse natuurgebieden echter sprake van een netto infiltratie. Een geringe afname van kwel kan plaatselijk optreden in de gebieden Wetering-west, Achter de Kerk en Muggenbeet (deelgebieden 1102, 1103 en 1106 in figuur 6.22).

Landbouwschade
Er is geen sprake van landbouwschade.

Zettingen
De maaiveldzetting bij reguliere bedrijfsvoering is buiten de locatie verwaarloosbaar (<0,005 m). Op de locatie kunnen zettingen tot 0,05 m optreden. De extra zetting tijdens een innamestop van een week bedraagt 1 à 2 cm buiten en maximaal 5 cm op de locatie. Als gevolg van de innamestop neemt het zettingsvolume relatief sterk toe. Ter plaatse van aaneengesloten bebouwing bestaat geen schaderisico, ter plaatse van nabijgelegen wegen en enkele losstaande bebouwing daarentegen wel.

10.2. Bedrijfsvoeringsaspecten

Ruimtegebruik
Voor de omvang van de reistijdzones in het bepompte pakket valt geen eenduidig oppervlak aan te geven.

Inrichting puttenveld
Door wijziging van de schikking van de onttrekkings- en infiltratieputten kan het stromingspatroon, met name in het bepompte pakket, drastisch wijzigen. Theoretisch is een zodanige schikking denkbaar dat de stijghoogteveranderingen en de uitstraling van effecten naar de omgeving verwaarloosbaar is.

Bij de inrichting van het dertig miljoen scenario is noodgedwongen (in verband met het ruimtegebruik) gekozen voor een clustering van onttrekkingsputten en infiltratieputten. Bij de inrichting van het 20 miljoen scenario is dezelfde ruimte is benut voor een kleiner aantal onttrekkings- en infiltratieputten, maar zijn de individuele onttrekkingsputten zoveel mogelijk omringd met infiltratieputten. Uit de berekening van de verblijftijdzones tot maaiveld blijkt dat dit niet een verbetering hoeft te betekenen.

10.3. Kwaliteitsaspecten

Verziltingsrisico
Benedenstrooms van de locatie wordt brak tot zout grondwater aangetroffen in het bepompte pakket. Ter plaatse van de locatie zelf is onderin dit pakket eveneens sprake van brak grondwater. Doordat echter zoet water wordt geïnfiltreerd en wederom wordt opgepompt, is het aandeel natuurlijk grondwater in de winning gering. Hoewel sprake zal zijn van een lichte toename van het chloridegehalte in de winning, bestaat hierdoor geen verziltingsrisico.

Waterkwaliteitsveranderingen
Door de relatief korte verblijftijd tussen infiltratie en winning zal het onttrokken water macro-chemisch de watersamenstelling van het geïnfiltreerde water reflecteren. In hoeverre chemische reacties met het sediment (ionwisseling, precipitatie/oplossing van kalk en dergelijke) en een verandering in de redox-potentiaal van het water zullen optreden, is op basis van de huidige gegevens moeilijk aan te geven.

11. AANBEVELINGEN

Voor verdergaande minimalisering van de hydrologische effecten dient de inrichting van het puttenveld verder geoptimaliseerd te worden. Het verdient daarom aanbeveling om bij het ontwerp van het puttenveld optimalisatieberekeningen uit te voeren met het numerieke model, al dan niet ondersteund met verkennende analytische berekeningen.

LITERATUUR

Coördinatiegroep Integraal Waterbeheer Noordwest Overijssel (1993), Eindrapport systeemanalyse en beleidsontwikkeling Noordwest Overijssel, Provincie Overijssel.

Hoogendoorn, J.H en R. Vernes. (1994), Hydrologische Systeemanalyse Noordwest Overijssel, Instituut voor Grondwater en Geo-Energie TNO.

Waterloopkundig Laboratorium (1990), Waterbeheersmodel voor Noordwest Overijssel, rapport nr. T385.

KIWA (1996), Project Infiltratie Leeuwterveld, Evaluatie haalbaarheid voor MER-plus Inrichting infiltratiegebied.

Bremer, P., 1990. Botanische waarden in het Leeuwterveld. Notitie Milieu-inventarisatie 9009, Provincie Overijssel, Zwolle.

Provincie Overijssel. Inventarisatiegegevens Provinciale milieukartering. Provincie Overijssel, Zwolle.

BIJLAGE 1

BIJLAGE 1

Zie de los ingestoken kaart, leeuwterveld boorbeschrijving, achterin deze brochure

PROVINCIE OVERIJSSEL
Bibliotheek

BIJLAGE 2

INTERPRETATIE PUTPROEF LEEUWTERVELD

1. **Uitvoering putproef**

In januari 1996 is door de WMO een putproef uitgevoerd op 16DP49 in het Leeuwterveld (voor ligging zie figuur 3.5a van het hoofdrapport). Deze put heeft een dun pompfilter (diameter 12 cm) in het tweede watervoerende pakket tussen NAP-42 m en NAP-62 m en waarnemingsfilters in het tweede watervoerende pakket (NAP-38 m) en in het eerste watervoerende pakket (NAP-6 m).

De onttrekking van 38 m^3/u is gestart op 9 januari om 12.17 uur en gestopt op 10 januari om 10.00 uur. Tijdens de onttrekking (pompproef) en direct na de onttrekking (stopproef) zijn de stijghoogten in het pompfilter en in de waarnemingsfilters van 16DP49 automatisch geregistreerd. De meest nabij gelegen diepe waarnemingsput LV95P2 ligt op circa 1 km van de onttrekking en kon, gezien de korte duur van de proef en de te verwachten stijghoogteverlaging op deze afstand, niet zinvol worden gebruikt voor de proef.

Op het niveau van het pompfilter en in het waarnemingsfilter op NAP-38 m werden tijdens de proef significante stijghoogteveranderingen gemeten. In het eerste watervoerende pakket (NAP-6 m) werd geen meetbare stijghoogteverandering waargenomen als gevolg van de proef.

2. **Interpretatie putproef**

De putproef is geïnterpreteerd met behulp van twee verschillende analytische rekenmodellen voor niet-stationaire stroming:

- Een tweelagenmodel met onvolkomen pompfilter in de tweede watervoerende laag; modellaag 1 komt overeen met het eerste watervoerende pakket en modellaag 2 met het tweede watervoerende pakket; de berekende extra stijghoogteverlaging als gevolg van de onvolkomenheid is afhankelijk van de plaatsing van het pompfilter binnen het pakket en van de horizontale en verticale doorlatendheid.

- Een vierlagenmodel met volkomen pompfilter in de derde watervoerende laag; hierbij is het tweede watervoerende pakket geschematiseerd tot drie modellagen, overeenkomstig de lengte en het niveau van het pompfilter binnen dit pakket; de berekende extra stijghoogteverlaging als gevolg van de onvolkomenheid is afhankelijk van het horizontale doorlaatvermogen van de bepompte laag en van de gemodelleerde verticale weerstanden tussen de drie modellagen.

In bijlage 2.1 is de gemeten stijghoogteverandering tijdens de onttrekking weergegeven op logaritmische tijdschaal, en de berekende stijghoogteverandering met het tweelagenmodel voor de bodemparameterwaarden van het regionale grondwatermodel van Noordwest Overijssel (kD2=7500 m^2/dag). De berekende verlaging op de rand van het pompfilter is circa 60 cm en de gemeten verlaging ongeveer 140 cm. De berekende onvolkomenheidsverlaging bedraagt ongeveer 40 cm. De belangrijkste oorzaken voor het verschil tussen de berekende en de gemeten verlaging zijn:
- Een te groot doorlaatvermogen.
- Een te geringe onvolkomenheidsverlaging.

In bijlage 2.2 wordt de berekende stijghoogteverandering met het tweelagenmodel getoond bij een doorlaatvermogen kD2=5000 m^2/dag en een anisotropiefactor 10 tussen de horizontale en verticale doorlatendheid. De berekende onvolkomenheidsverlaging is nu circa 70 cm. De totale berekende verlaging is nog circa 40 cm kleiner dan de gemeten verlaging in het pompfilter.

In bijlage 2.3 wordt de berekende stijghoogteverandering met het vierlagenmodel getoond bij een doorlaatvermogen (kD2+kD3+kD4)=7500 m^2/dag en een anisotropiefactor van 375 (verticale weerstanden respectievelijk 100 en 200 dagen). De berekende verlaging op de rand van het pompfilter is circa 60 cm kleiner dan de gemeten verlaging.

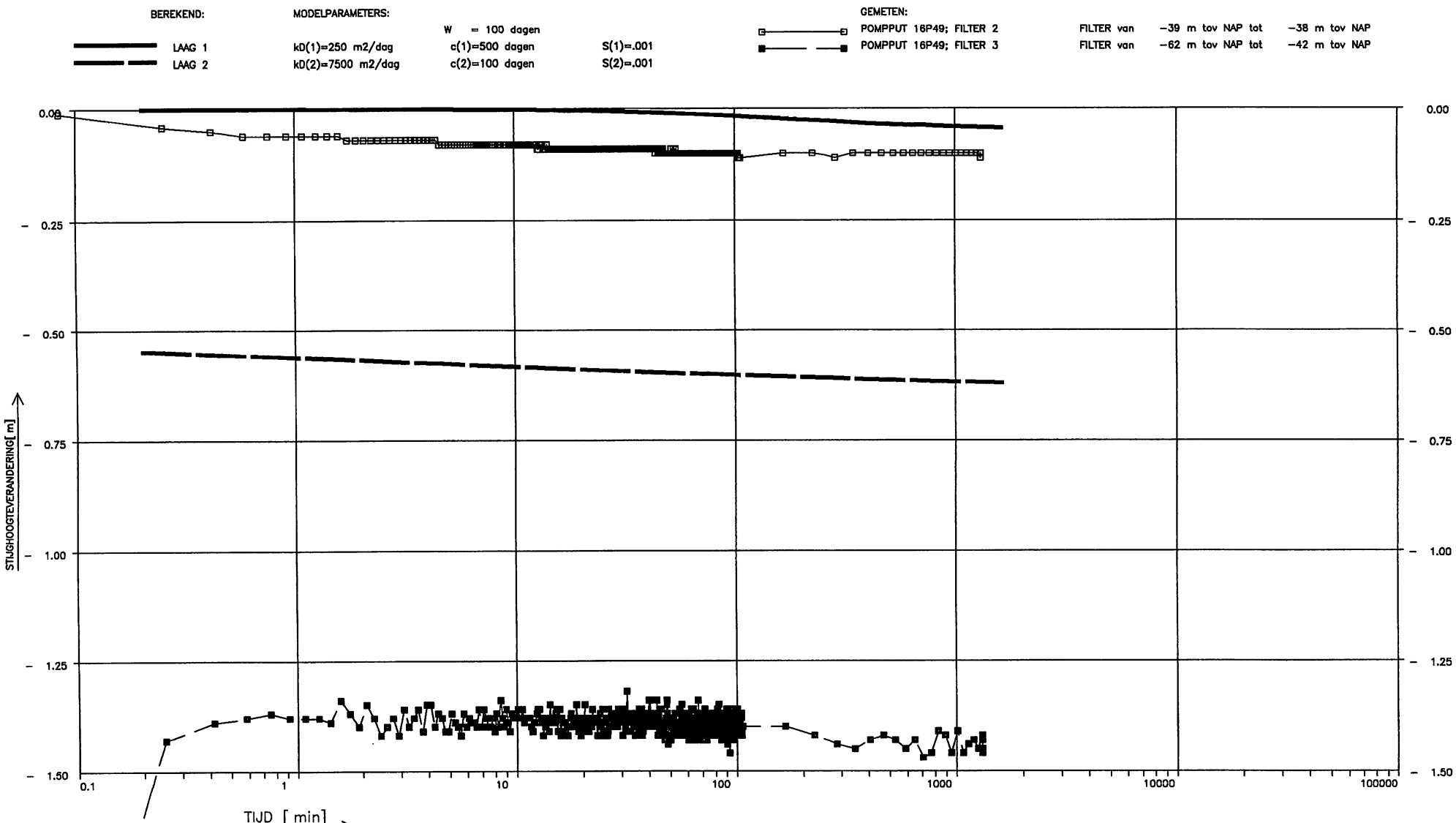
In bijlage 2.4 wordt de berekende stijghoogteverandering met het vierlagenmodel getoond bij een doorlaatvermogen (kD2+kD3+kD4)=3500 m^2/dag en een anisotropiefactor van 5 (verticale weerstanden respectievelijk 3 en 6 dagen). De berekende stijghoogteverlaging komt vrij goed overeen met de gemeten verlaging.

3. Conclusies

Uit de interpretatie van de uitgevoerde putproef in het Leeuwterveld zou kunnen worden geconcludeerd dat het doorlaatvermogen van het tweede watervoerende pakket lokaal belangrijk kleiner is dan de regionale waarde volgens het grondwatermodel van Noordwest Overijssel. Er kunnen echter diverse kanttekeningen worden gemaakt bij deze conclusie:

- De betrouwbaarheid van de regionaal bepaalde kD-waarde van 7500 m^2/dag is groot; een inhomogeniteit met kD=3500 m^2/dag zou slechts een zeer beperkte omvang kunnen hebben of anders in strijd zijn met de resultaten van het regionale grondwatermodel.
- De geologie van deze fluviatiele afzettingen en de boorbeschrijvingen van het Leeuwterveld (zie bijlage 1) geven geen enkele aanwijzing voor de aanwezigheid van een inhomogeniteit.
- De gemeten stijghoogteverlaging in het pompfilter (NAP-42 m tot NAP-62 m) is circa 1,3 m groter dan de stijghoogteverlaging in het waarnemingsfilter (NAP-38 m); volgens de boorbeschrijving van 16DP49 zijn er tussen NAP-38 m en NAP-42 m geen afzettingen aangetroffen met een extra verticale stromingsweerstand.
- Er is voor de proef gebruik gemaakt van een bestaand dun pompfilter met een diameter van 12 cm; de ontwikkeling van het filter en de kwaliteit van de omstorting zijn niet goed bekend; uit de vorige kanttekening zou kunnen worden opgemaakt dat er mogelijk sprake is van een relatief grote horizontale stromingsweerstand tussen het pompfilter en het watervoerende pakket.
- De stijghoogteverlaging is gemeten in het pompfilter terwijl de stijghoogteverlaging wordt berekend op de rand van het pompfilter (afstand 0,06 m).

Op grond van bovengenoemde kanttekeningen wordt gesteld dat de resultaten van de putproef geen voldoende onderbouwing geven om ter plaatse van het Leeuwterveld af te wijken van het regionaal bepaalde doorlaatvermogen.



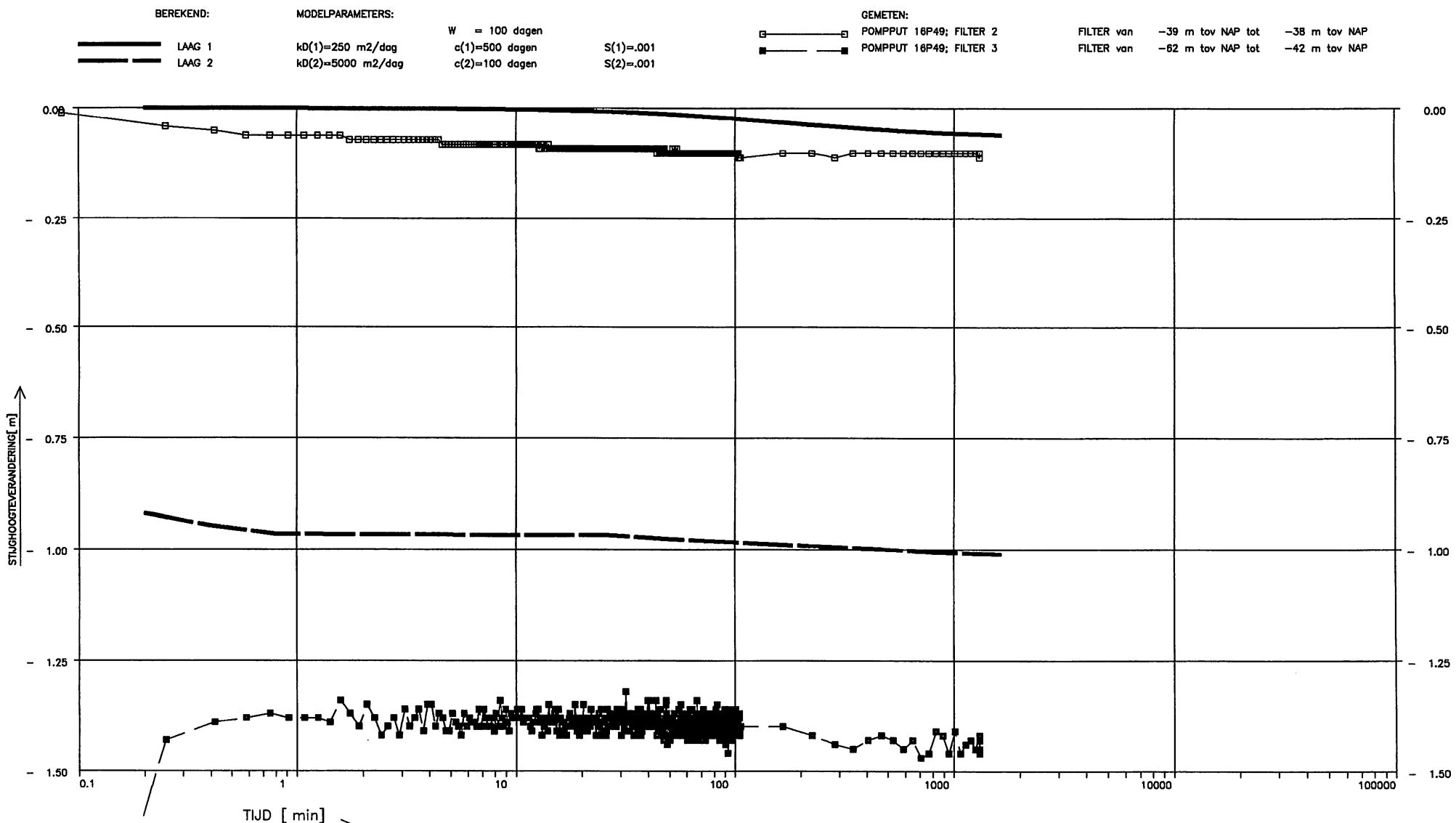
2-lagenmodel; doorlaatvermogen 7500 m2/dag, geen anisotropie

PUTPROEF LOKATIE LEEUWTERVELD

BIJLAGE 2.1

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

F:\3444562\BEREKENI\MLU\A\P49.PLT



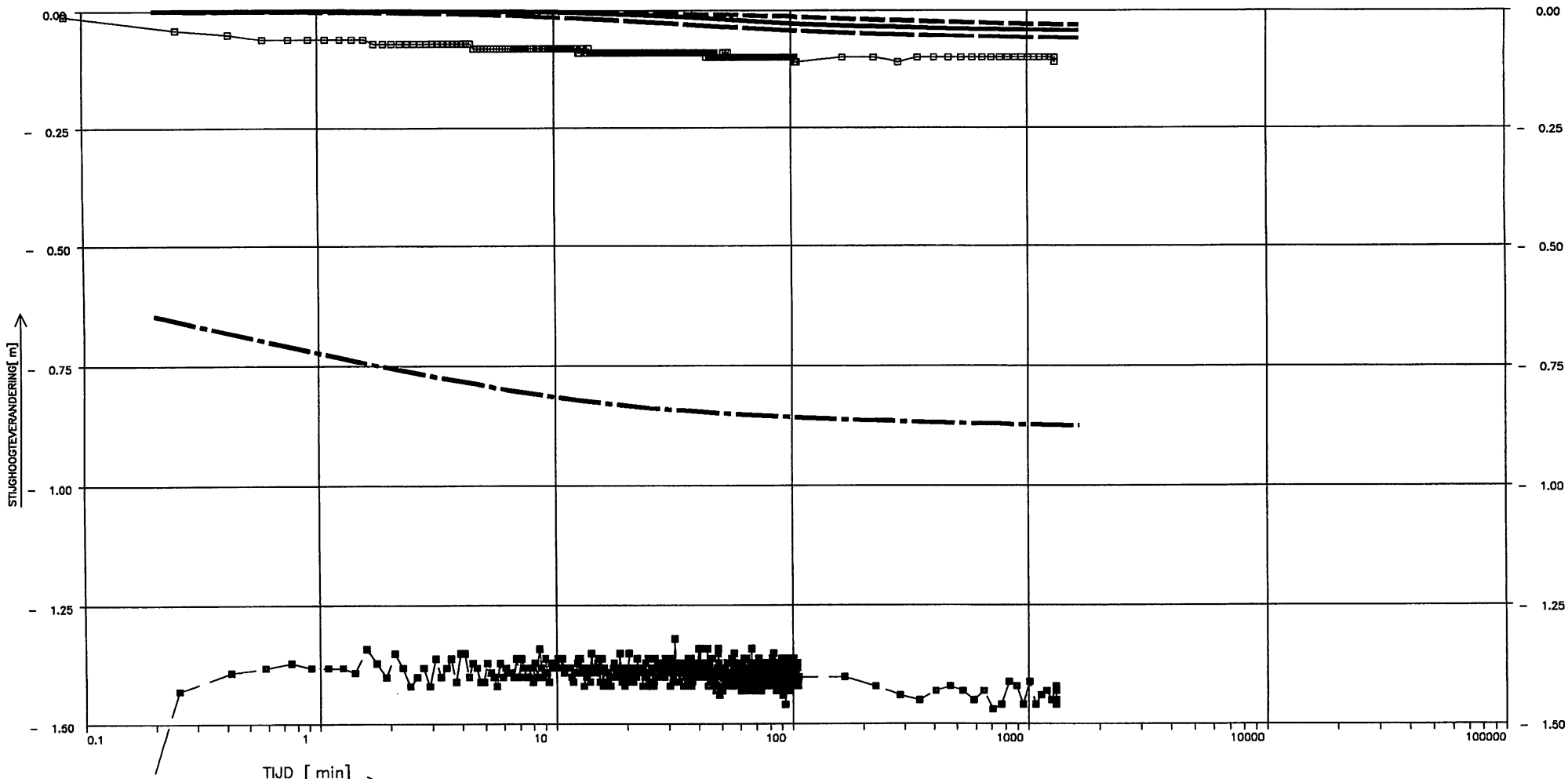
2-lagenmodel; doorlaatvermogen 5000 m2/dag, anisotropiefactor 10

PUTPROEF LOKATIE LEEUWTERVELD

BIJLAGE 2.2

BEREKEND:	MODELPARAMETERS:		
		W = 100 dagen	
LAAG 1	kD(1)=250 m2/dag	c(1)=500 dagen	S(1)=.0001
LAAG 2	kD(2)=1500 m2/dag	c(2)=100 dagen	S(2)=.0002
LAAG 3	kD(3)=1500 m2/dag	c(3)=100 dagen	S(3)=.0002
LAAG 4	kD(4)=4500 m2/dag	c(4)=200 dagen	S(4)=.0006

GEMETEN:			
POMPPUT 16P49; FILTER 2	FILTER van	-39 m tov NAP tot	-38 m tov NAP
POMPPUT 16P49; FILTER 3	FILTER van	-62 m tov NAP tot	-42 m tov NAP



4-lagenmodel; doorlaatvermogen 7500 m2/dag, anisotropiefactor 375

PUTPROEF LOKATIE LEEUWTERVELD

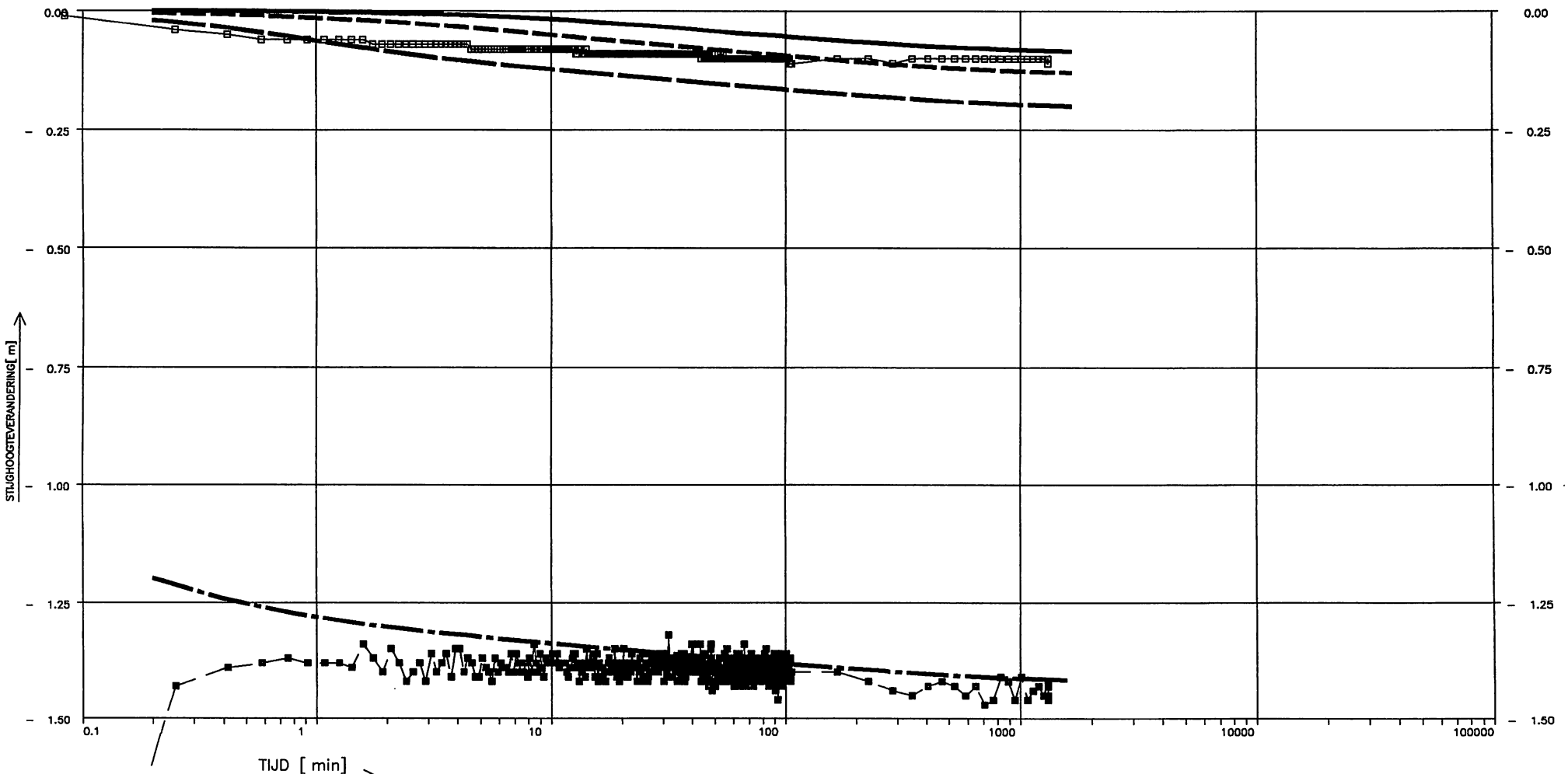
BIJLAGE 2.3

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

F:\3444562\BEREKENI\MLU\C\P49.PLT

BEREKEND:	MODELPARAMETERS:		
		W = 100 dagen	
LAAG 1	kD(1)=250 m2/dag	c(1)=500 dagen	S(1)=.0001
LAAG 2	kD(2)=750 m2/dag	c(2)=100 dagen	S(2)=.0002
LAAG 3	kD(3)=750 m2/dag	c(3)=3 dagen	S(3)=.0002
LAAG 4	kD(4)=2000 m2/dag	c(4)=6 dagen	S(4)=.0006

GEMETEN:			
POMPPUT 16P49; FILTER 2	FILTER van	-39 m tov NAP tot	-38 m tov NAP
POMPPUT 16P49; FILTER 3	FILTER van	-62 m tov NAP tot	-42 m tov NAP



4-lagenmodel; doorlaatvermogen 3500 m2/dag, anisotropiefactor 5

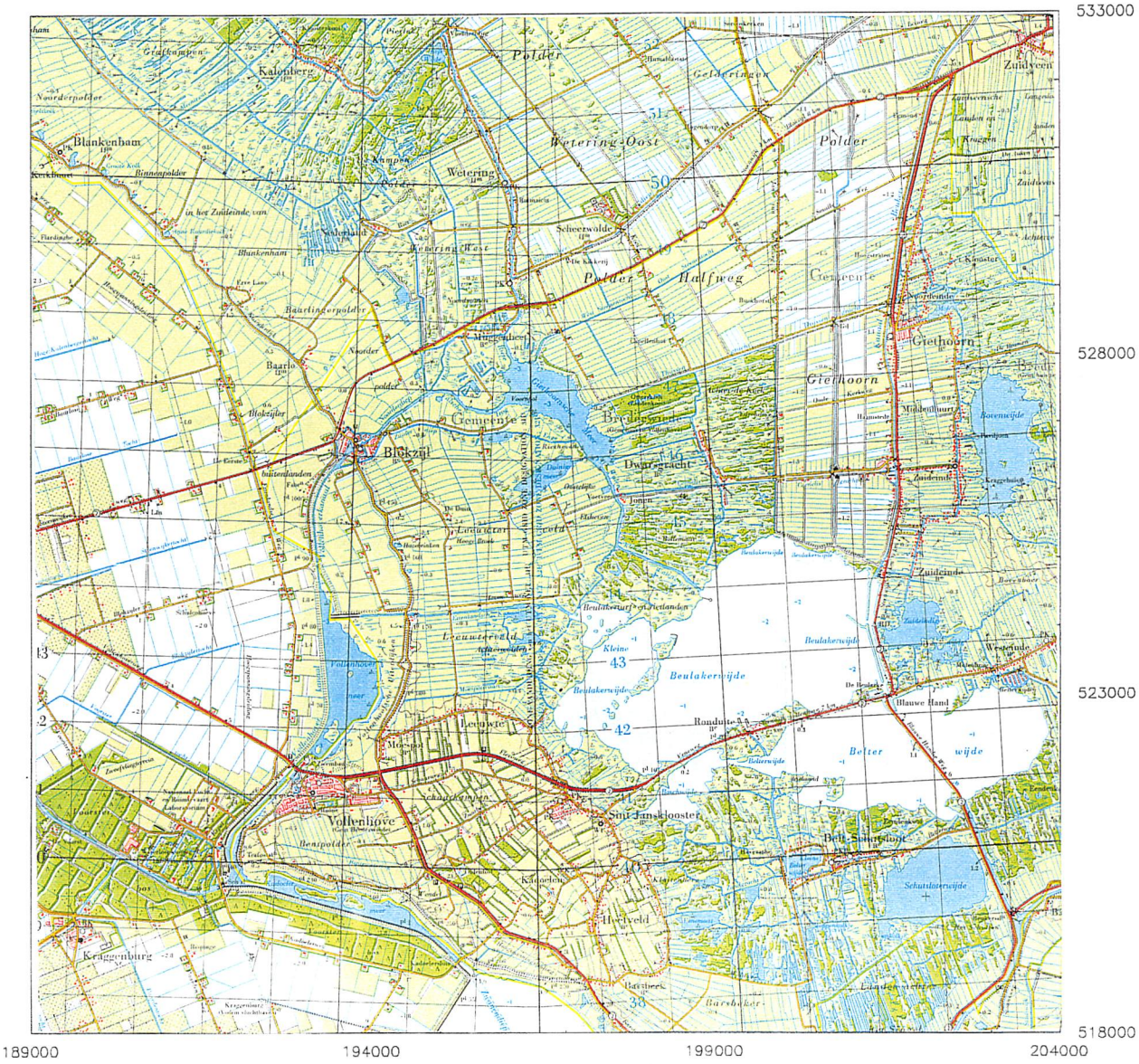
PUTPROEF LOKATIE LEEUWTERVELD

BIJLAGE 2.4

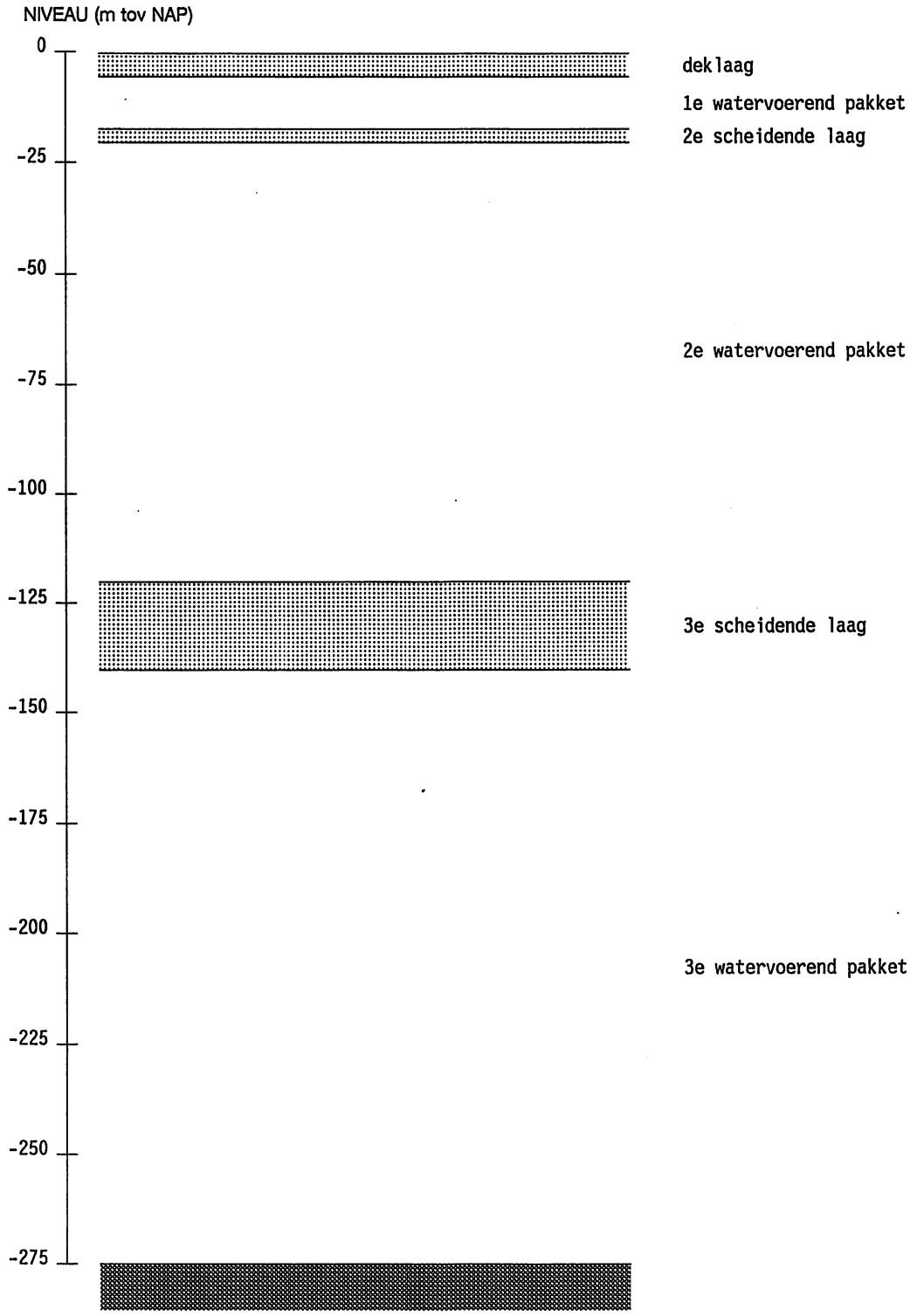
Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

F:\3444562\BEREKENI\MLU\D\P49.PLT

FIGUREN



TOPOGRAFIE MODELGEBIED FIGUUR 1



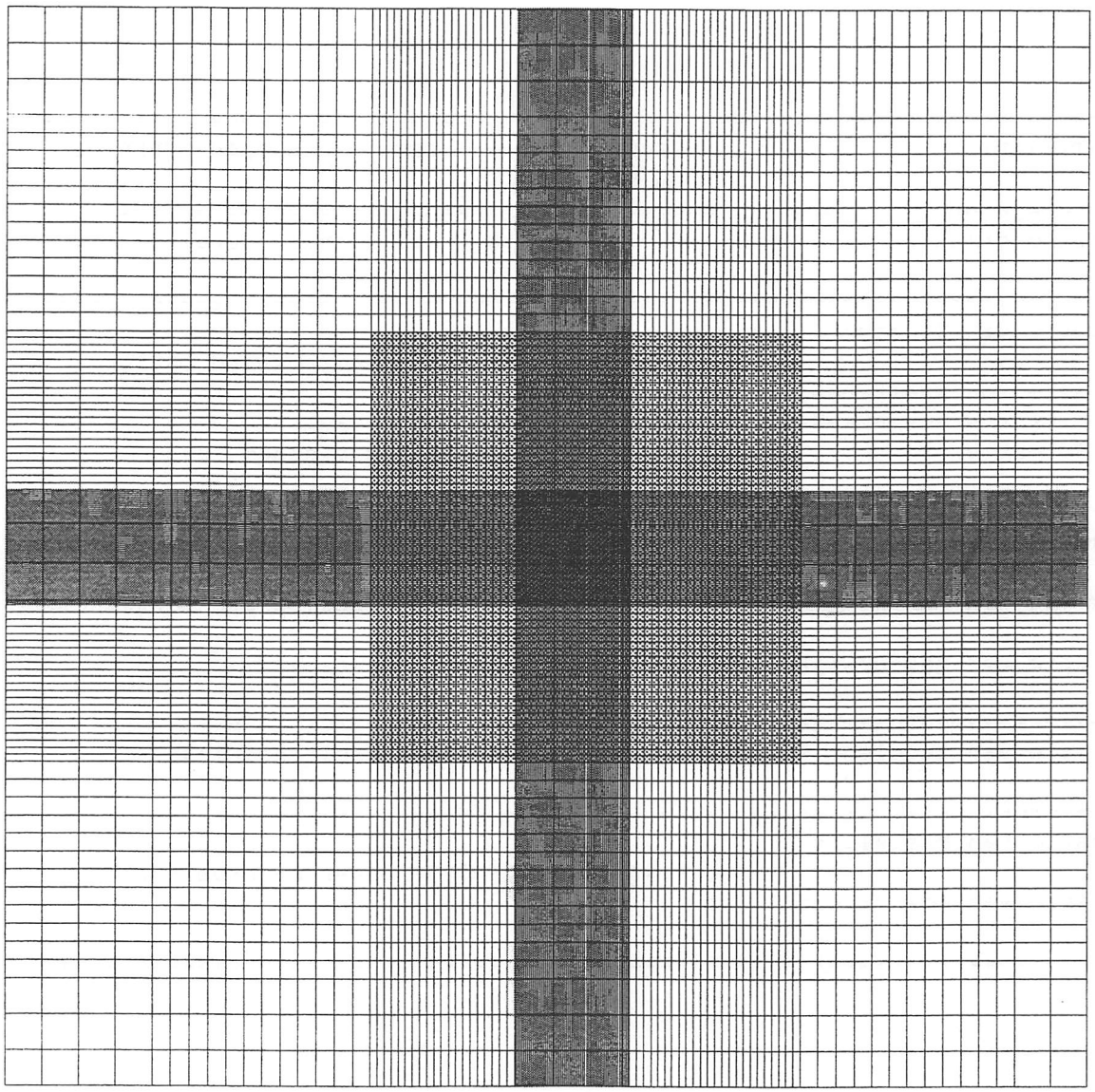
GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE **FIGUUR 2.1**

STRATIGRAFIE	NIVEAU [m tov NAP]	GEOHYDROLOGISCH TYPERING
Westlandformatie	0 tot -5	weerstandbiedende deklaag
Formatie van Twente Formatie van Kreftenheye	-5 tot -17	1e watervoerend pakket
Eem Formatie	-17 tot -20	2e scheidende laag
Formatie van Urk Formatie van Enschede Formatie van Harderwijk	-20 tot -120	2e watervoerend pakket
Formatie van Tegelen	-120 tot -140	3e scheidende laag
Formatie van Maassluis Formatie van Oosterhout	-140 tot -275	3e watervoerende pakket

CORRELATIETABEL STRATIGRAFIE-GEOHYDROLOGIE **FIGUUR 2.2**

Rekennetwerk grondwatermodel

Figuur 3.1



x = 189000
y = 518000

Legenda

netwerkcel

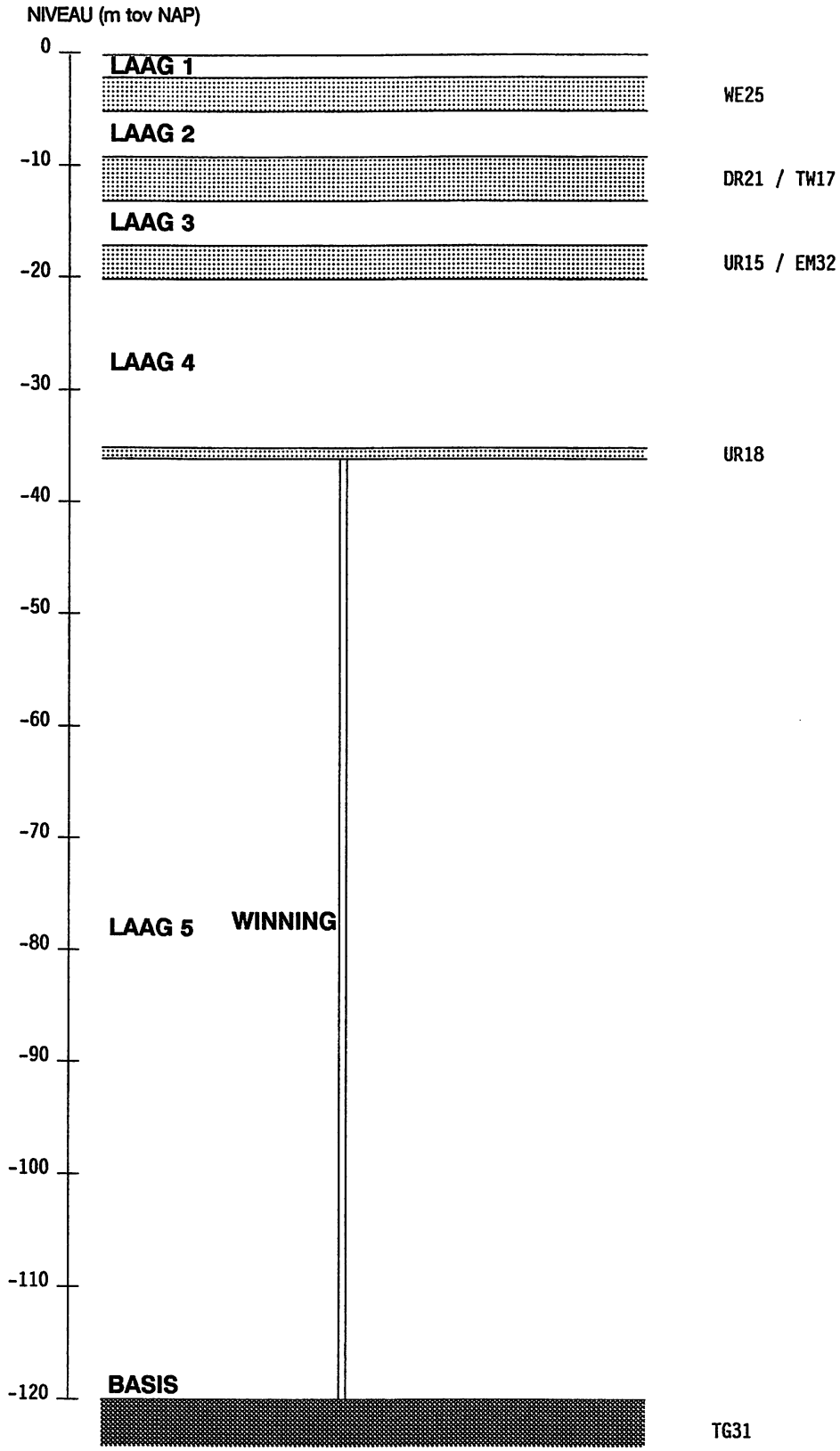
6 x 6 km gebied

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderdeel: Rekennetwerk grondwatermodel	Datum: 96-07-03 Gewijzigd: 07/03/1996 Door: adv	Tekeningnr.: 31

31

TauwMilieu



LAGENSCHEMA GRONDWATERMODEL FIGUUR 3.2

Doorlaatvermogen kD1

Figuur 3.3a

Legenda

kD1 in m2/d

- 0.25
- 0.25 tot 1.00
- 1.00 tot 2.50
- 2.50 tot 5.00
- 5.00 tot 10.00
- 10.00 to 25.00

0 500 1000 m

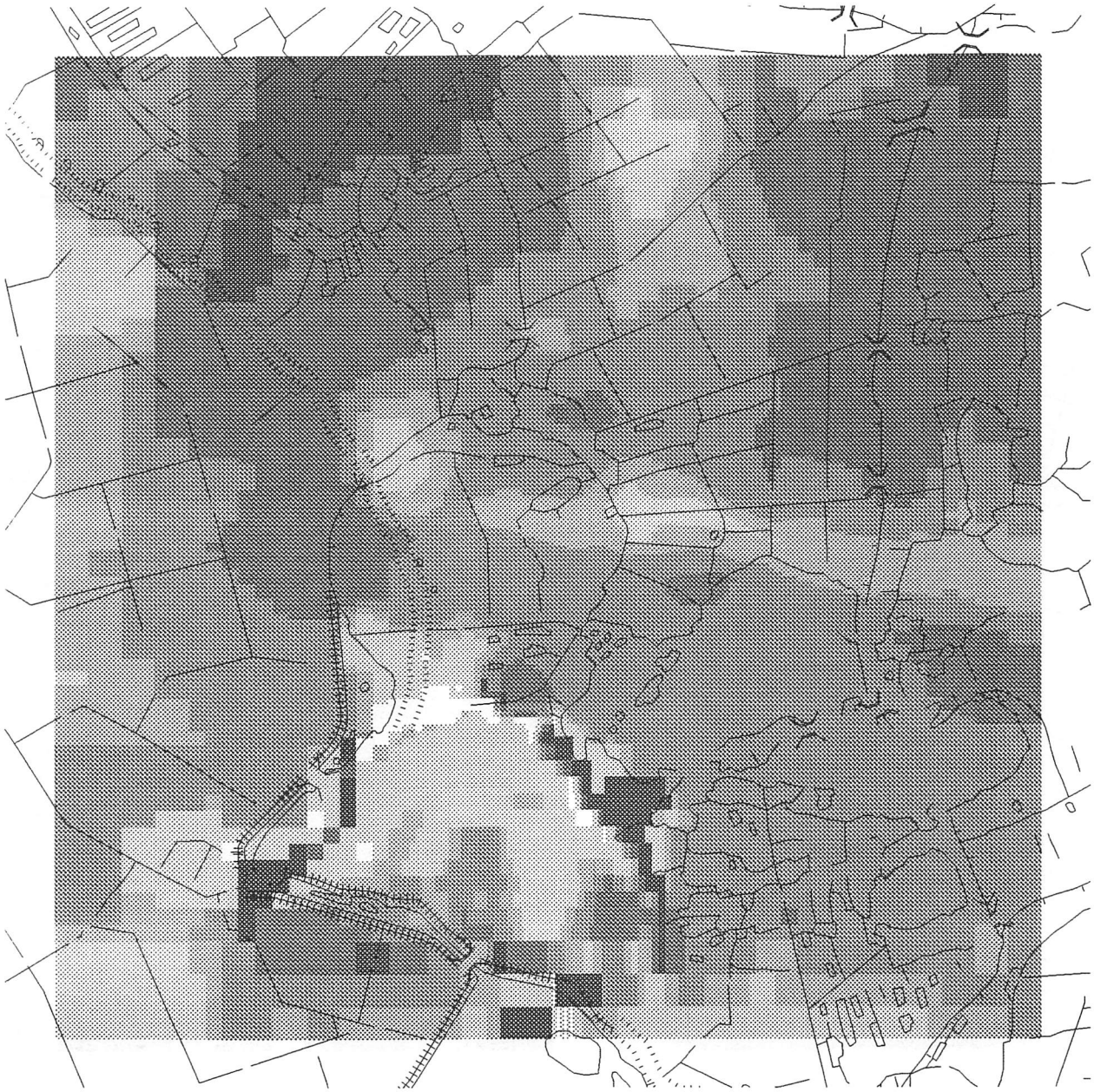
W.M.O.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Doorlaatvermogen kD1	96-07-03 / 07/03/1996 / adv	331

331

TauwMilieu

Doorlaatvermogen kD2

Figuur 3.3b



Legenda

kD2 in m2/d

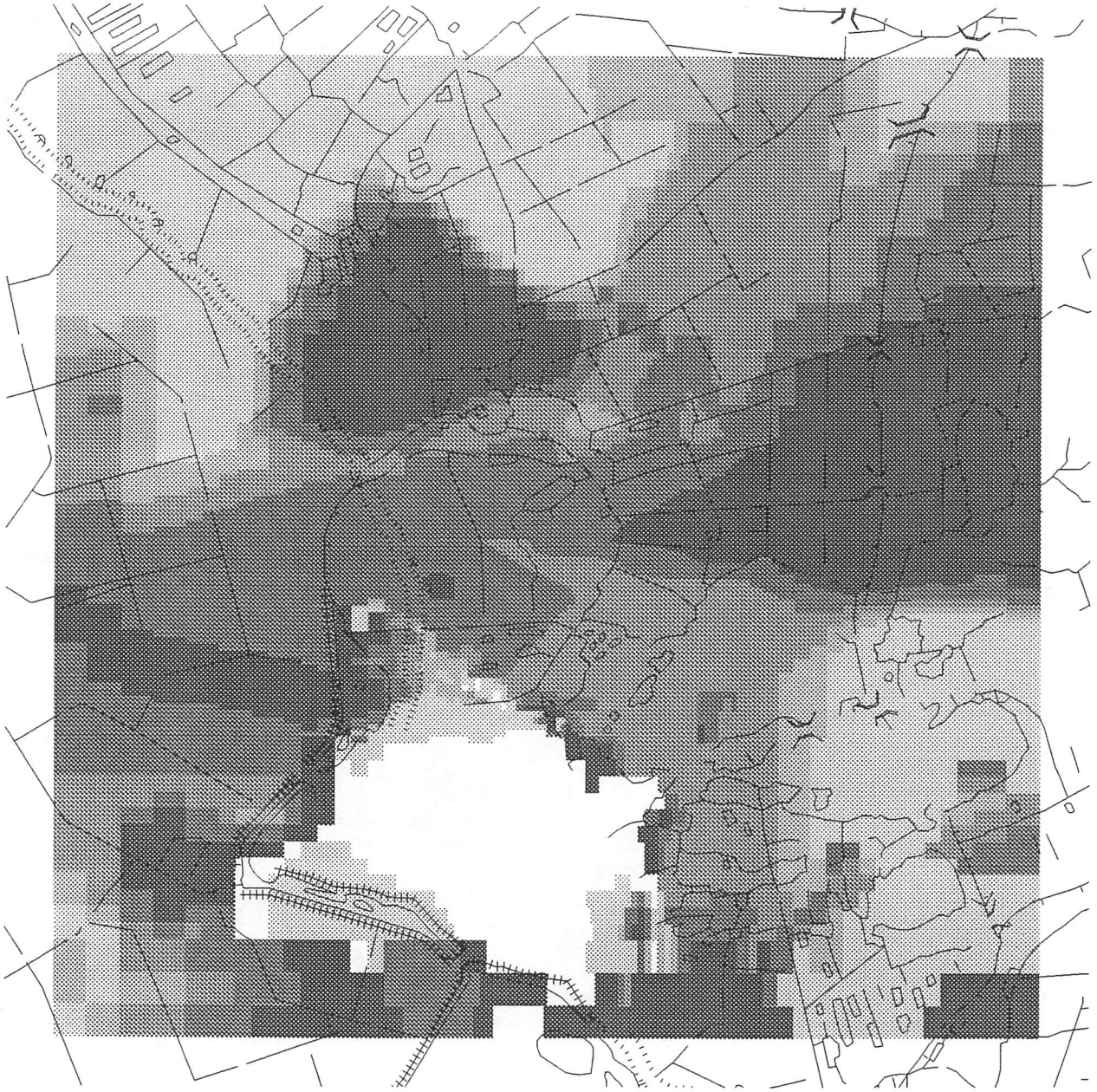
- 0.20 tot 5.00
- 5.00 tot 10.00
- 10.00 tot 25.00
- 25.00 tot 50.00
- 50.00 tot 100.00
- 100.00 to 350.00

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Doorlaatvermogen kD2	Datum: 96-07-03 / Gewijzigd: 07/03/1996 / Door: adv	Figuur: 332
332	TauwMilieu	

Doorlaatvermogen kD3

Figuur 3.3c



Legenda

kD3 in m2/d

- 0.2 tot 100
- 100 tot 200
- 200 tot 210
- 210 tot 220
- 220 tot 240
- 240 tot 360

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.D.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Laauwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderdeel: Doorlaatvermogen kD3	Datum: 96-07-03 / Gewijzigd: 07/03/1996 / Ontw.: adv	Tekeningnr.: 333
333	TauwMilieu	

Doorlaatvermogen kD4

Figuur 3.3d

Legenda

kD4 in m2/d

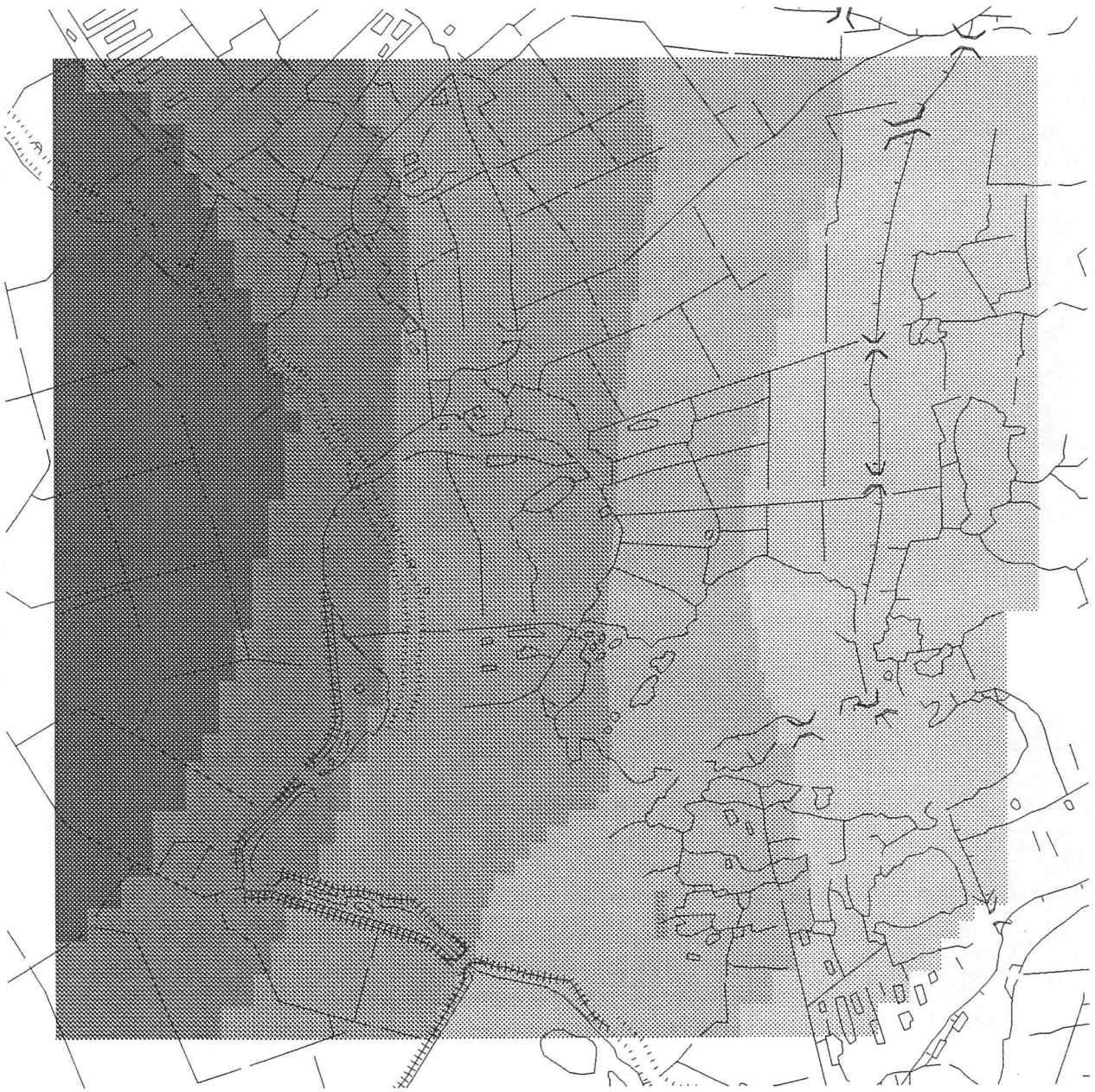
- 500 tot 900
- 900 tot 1000
- 1000 tot 1100
- 1100 tot 1200
- 1200 to 1600
- 1600 tot 2100

0 500 1000 m

W.M.D.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Doorlaatvermogen kD4	96-07-03 / 07/03/1996 / adv	334
334	TauwMilieu	

Doorlaatvermogen kD5

Figuur 3.3e



Legenda

kD5 in m2/d

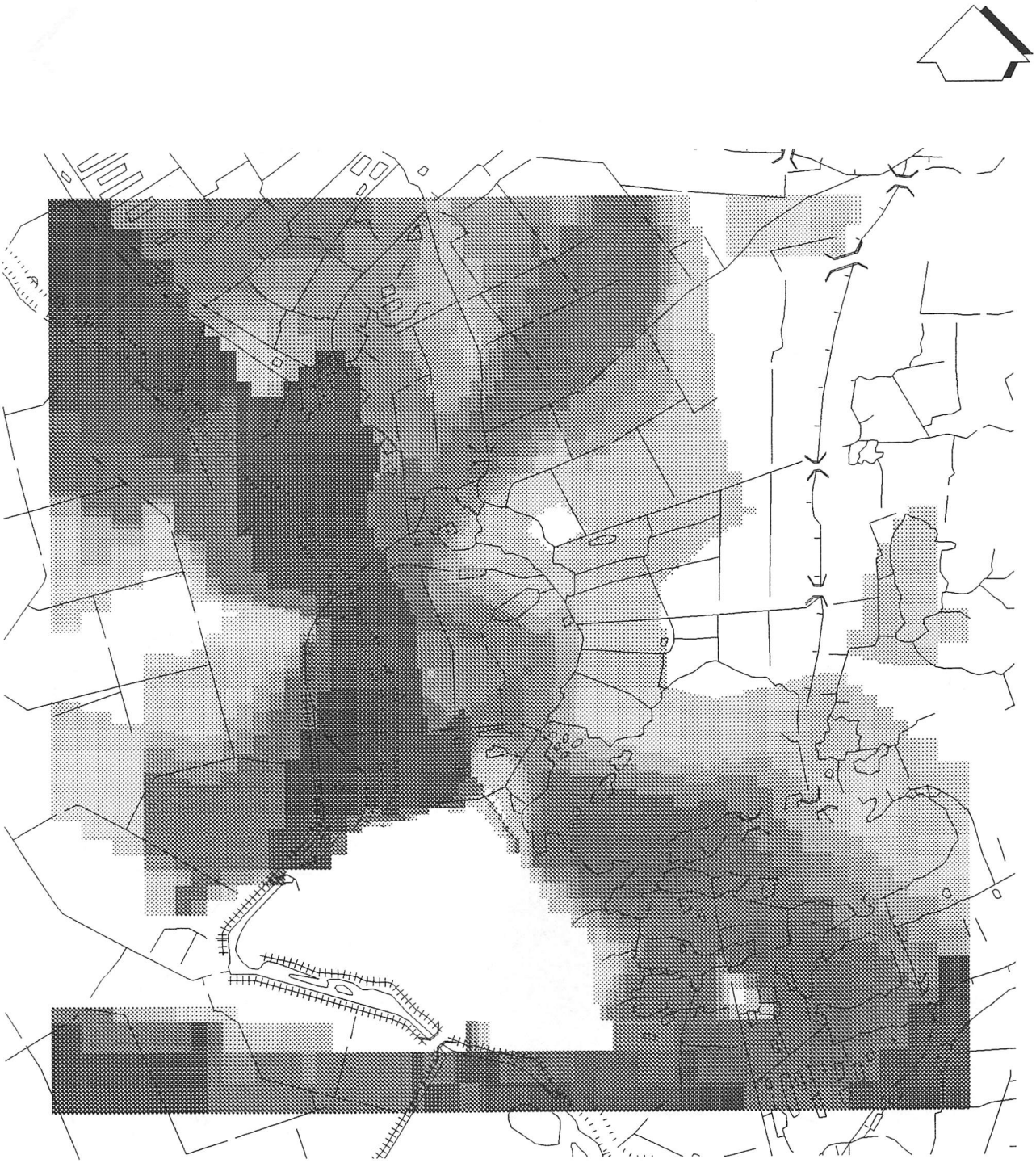
- 3500 tot 4500
- 4500 tot 5500
- 5500 tot 6000
- 6000 tot 7000
- 7000 tot 8000
- 8000 tot 8700

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.D.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Doorlaatvermogen kD5	Datum: 96-07-03 / Gewijz.: 07/03/1996 / Nr.: adv	Tekeningnr.: 335
335	TauwMilieu	

Weerstand c1

Figuur 3.3f



Legenda

c1 in dagen

- 25 tot 100
- 100 tot 200
- 200 tot 225
- 225 tot 250
- 250 tot 500
- 500 tot 1700

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.D.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderdeel: Weerstand c1	Datum: 96-07-03 Gecontr.: 07/03/1996 Nr.: adv	Tekeningnr.: 336

336

TauwMilieu

Weerstand c2

Figuur 3.3g

Legenda

c2 in dagen

- 1
- 25 tot 350
- 350 tot 8000
- 8000 tot 13000
- 13000 tot 17000
- 17000 tot 20000

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderdeel: Weerstand c2	Datum: 96-07-03 / Gewijzigd: 07/03/1996 / Door: adv	Tekeningnr.: 337

337

TauwMilieu

Weerstand c3

Figuur 3.3h

Legenda

c3 in dagen

- 1
- 10 tot 50
- 50 tot 75
- 75 tot 100
- 100 tot 150
- 150 tot 300

0 500 1000 m

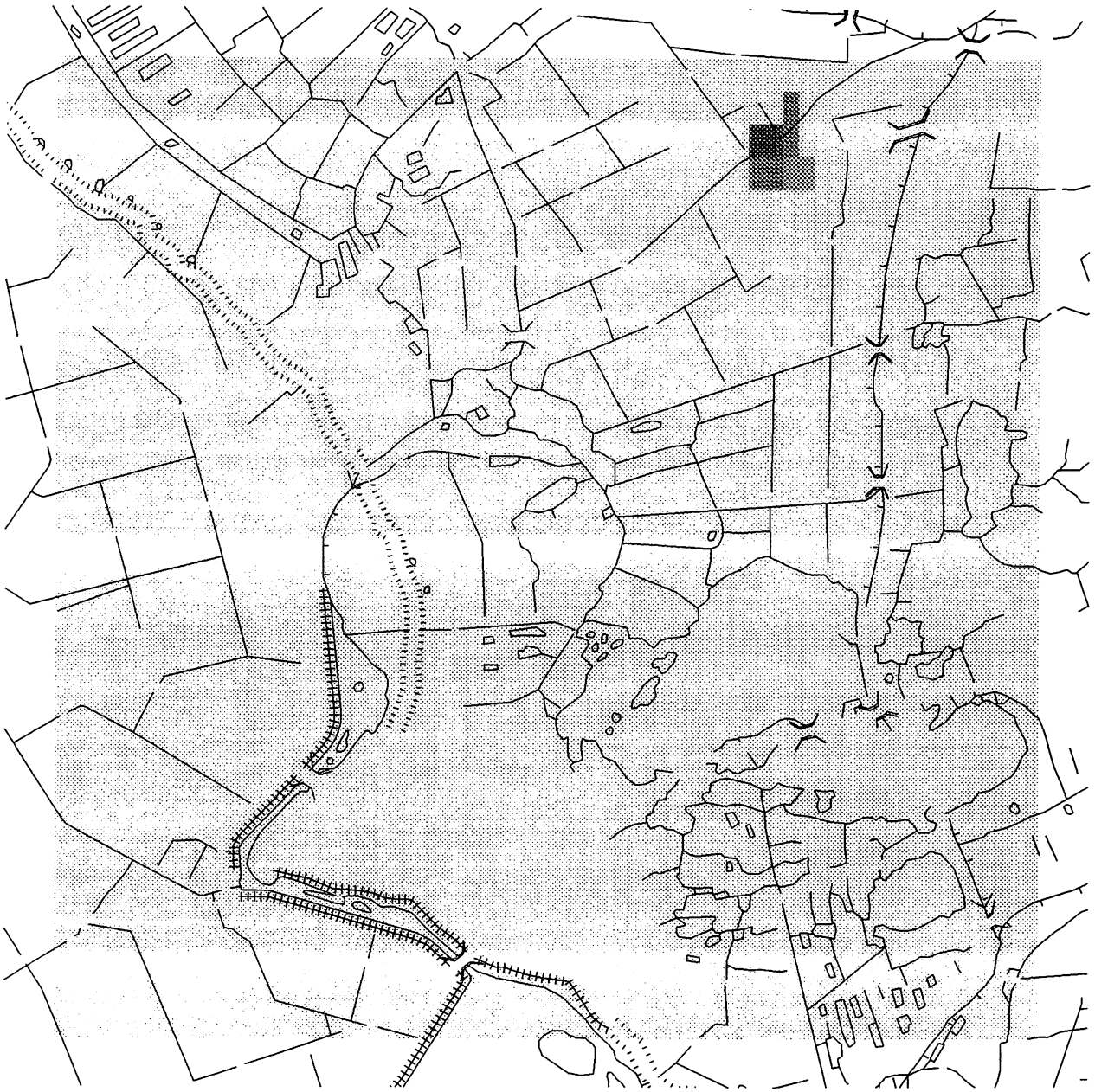
W.M.O.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Weerstand c3	96-07-03 / 07/03/1996 / adv	338

338

TauwMilieu

Weerstand c4

Figuur 3.3i



Legenda

c4 in dagen

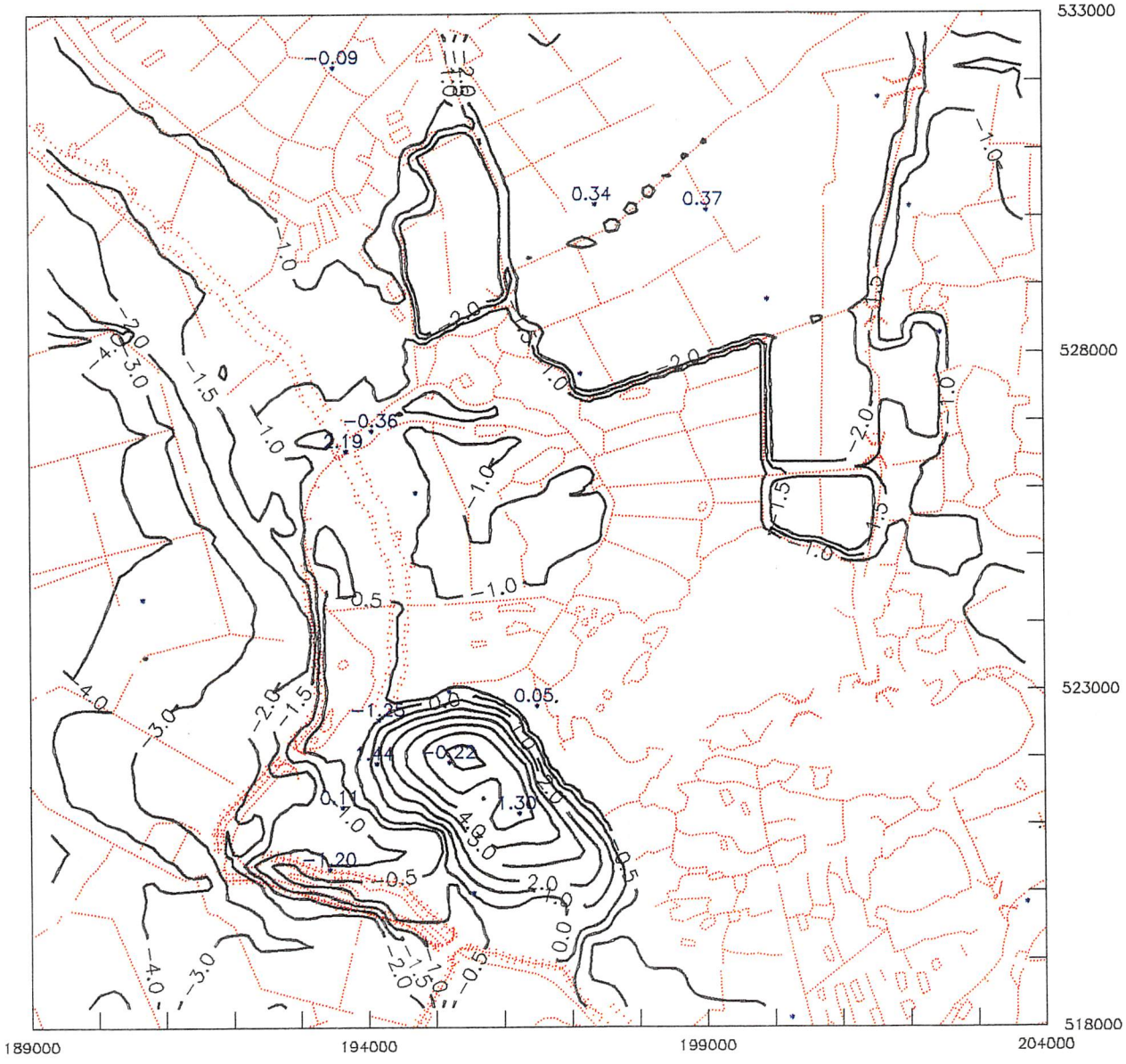
- 1
- 100 tot 200
- 200 tot 300
- 300 tot 400
- 400 tot 500

0 500 1000 m

W.M.D.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Weerstand c4	96-07-04 07/04/1996 adv	339

339

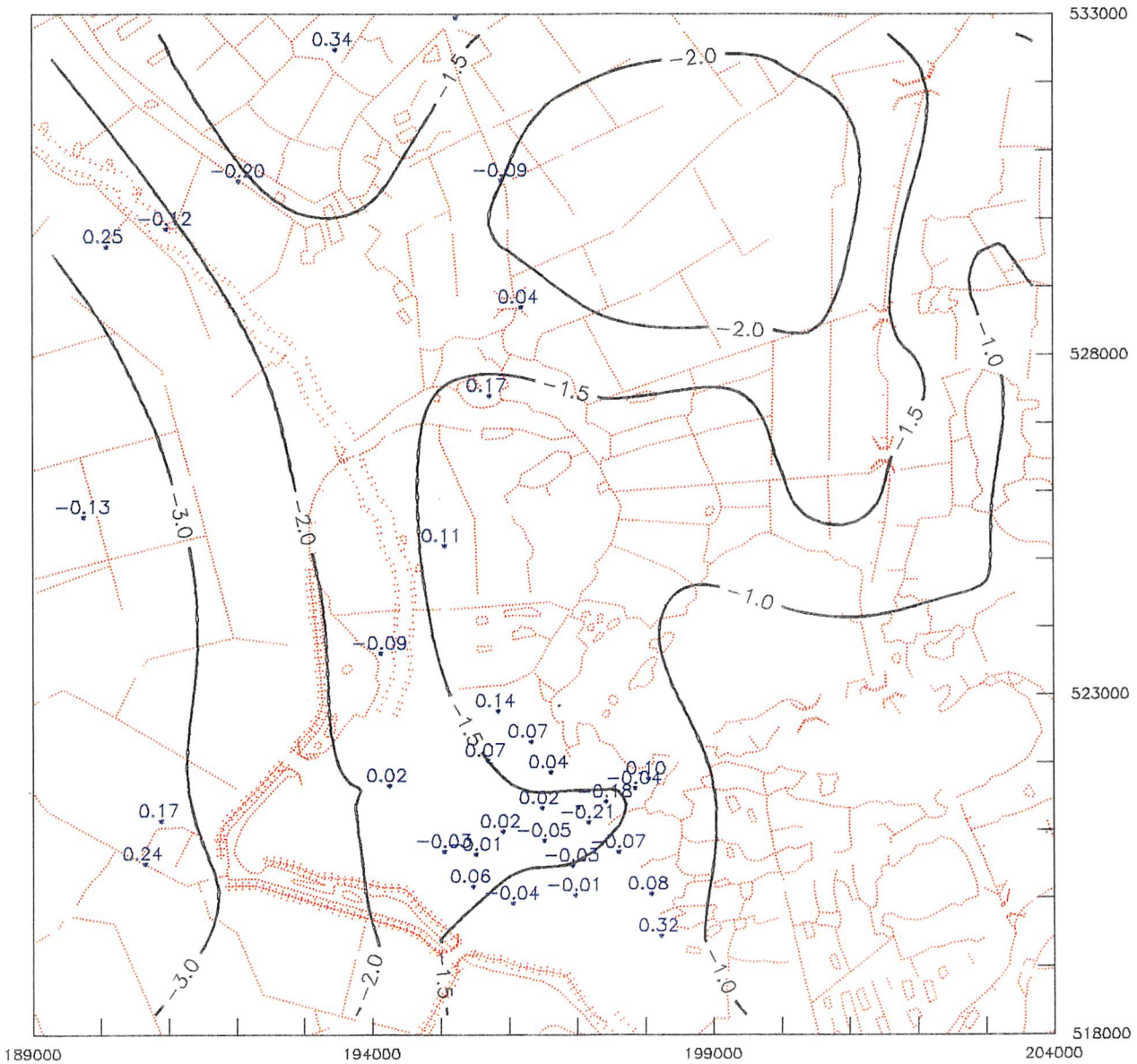
TauwMilieu



* −1.54 verschil gemiddeld gemeten − berekende grondwaterstand
h −1.0 h berekende grondwaterstand 1985

gemiddeld bij stationaire stroming
BEREKENDE EN GEMETEN GRONDWATERSTANDEN 1985 FIGUUR 3.4a

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

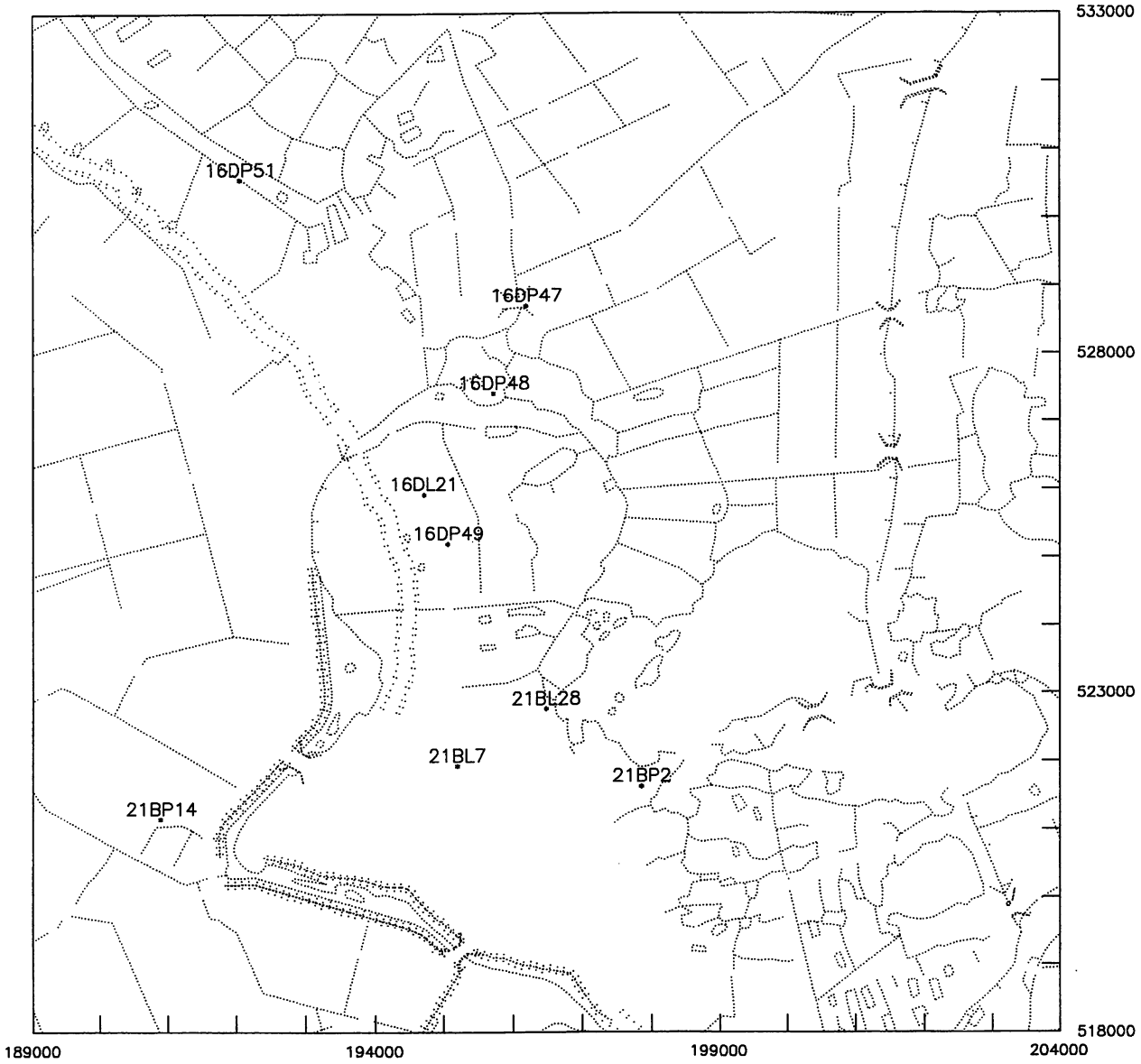


* −1.54 verschil gemiddeld gemeten − berekende stijghoogten
−1.0 berekende stijghoogten bepompte pakket 1985

gemiddeld bij stationaire stroming
BEREKENDE EN GEMETEN STIJGHOOGTEN 1985 FIGUUR 3.4b

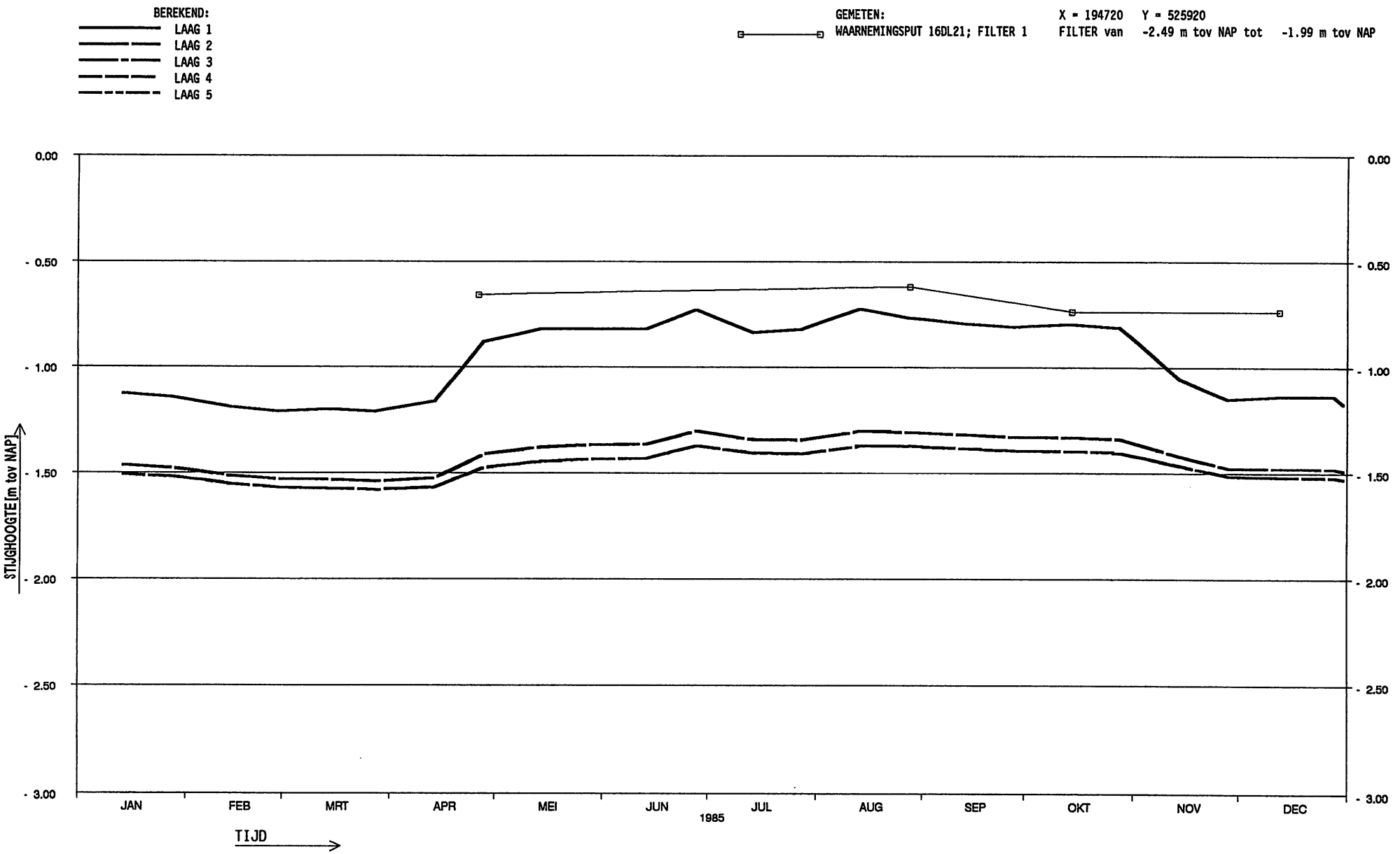
Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

F:\CADD6\235DT58\LC55DIF.PLT



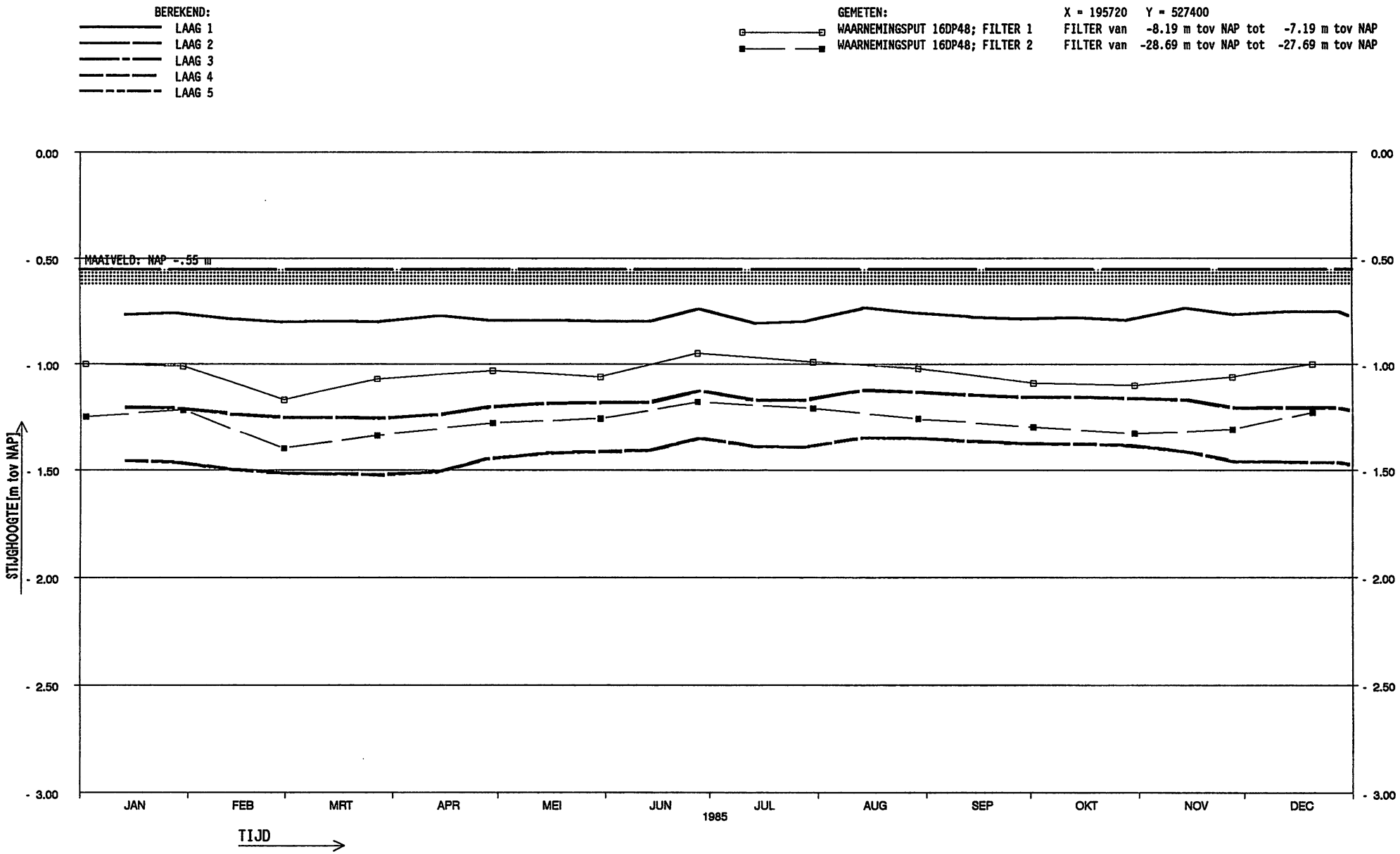
* 16DP47 waarnemingsput met TNO-nummer

LOKATIE WAARNEMINGSPUTTEN FIGUUR 3.5a



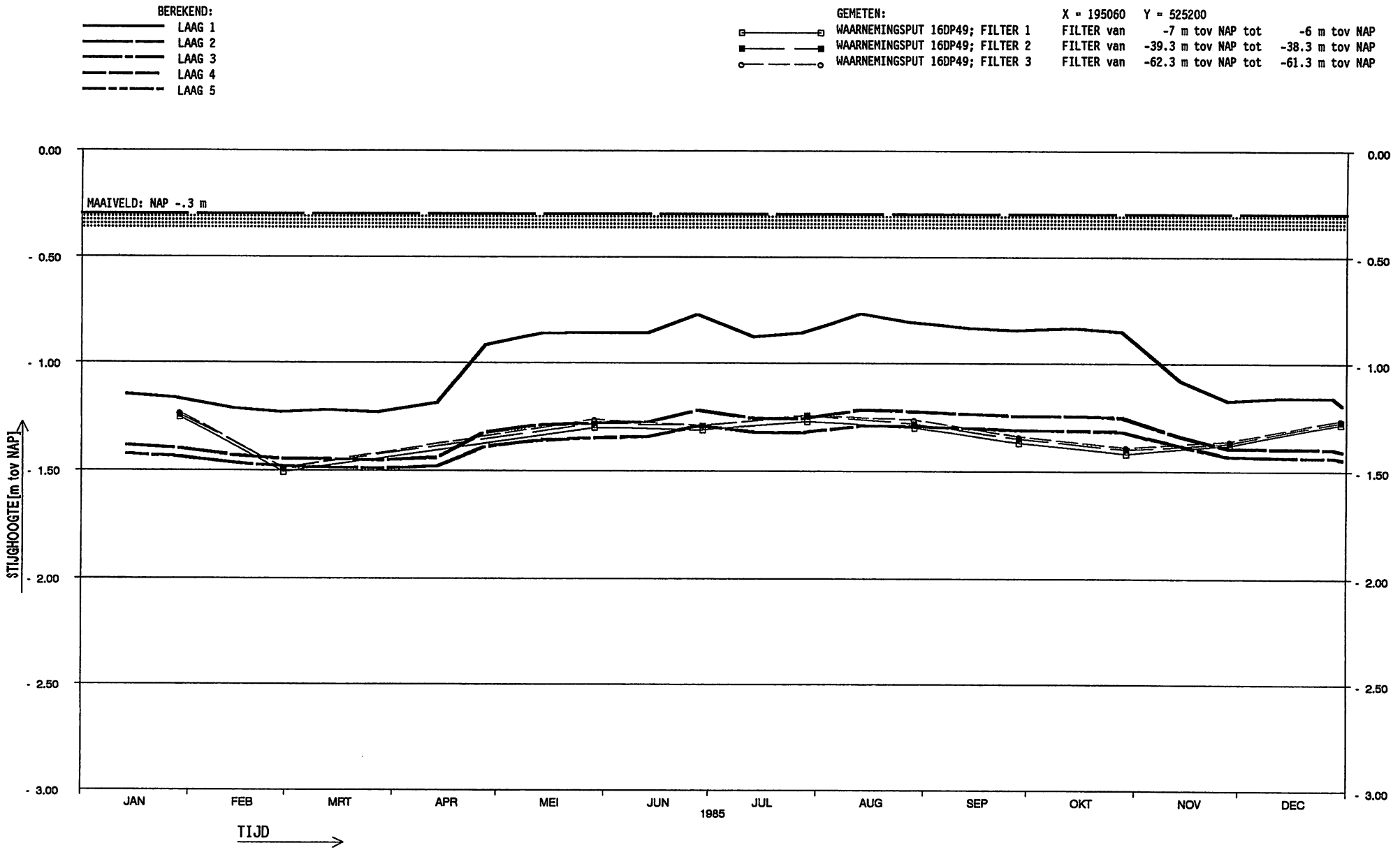
BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 16DL21 **FIGUUR 3.5b**

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



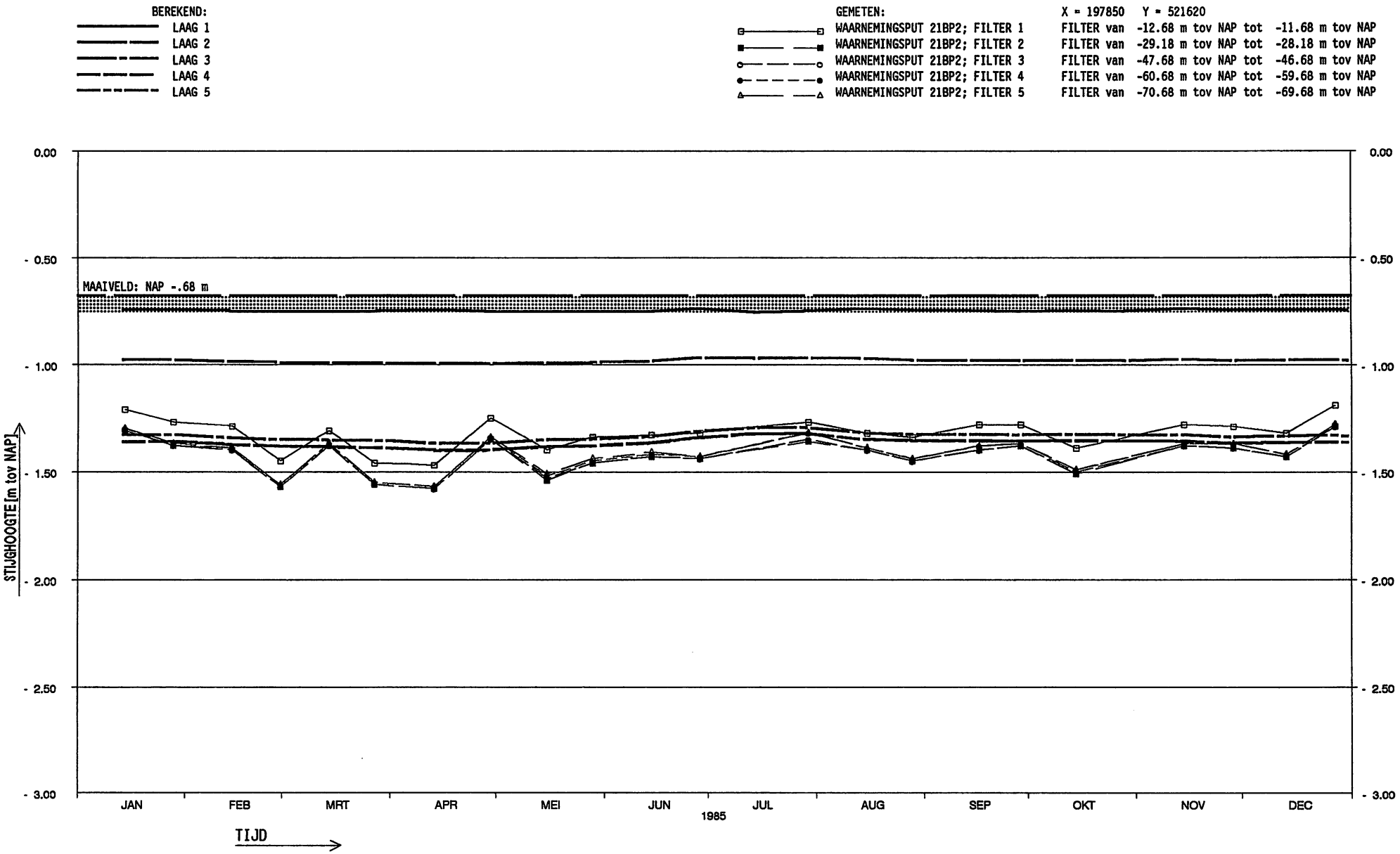
BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 16DP48 **FIGUUR 3.5c**

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

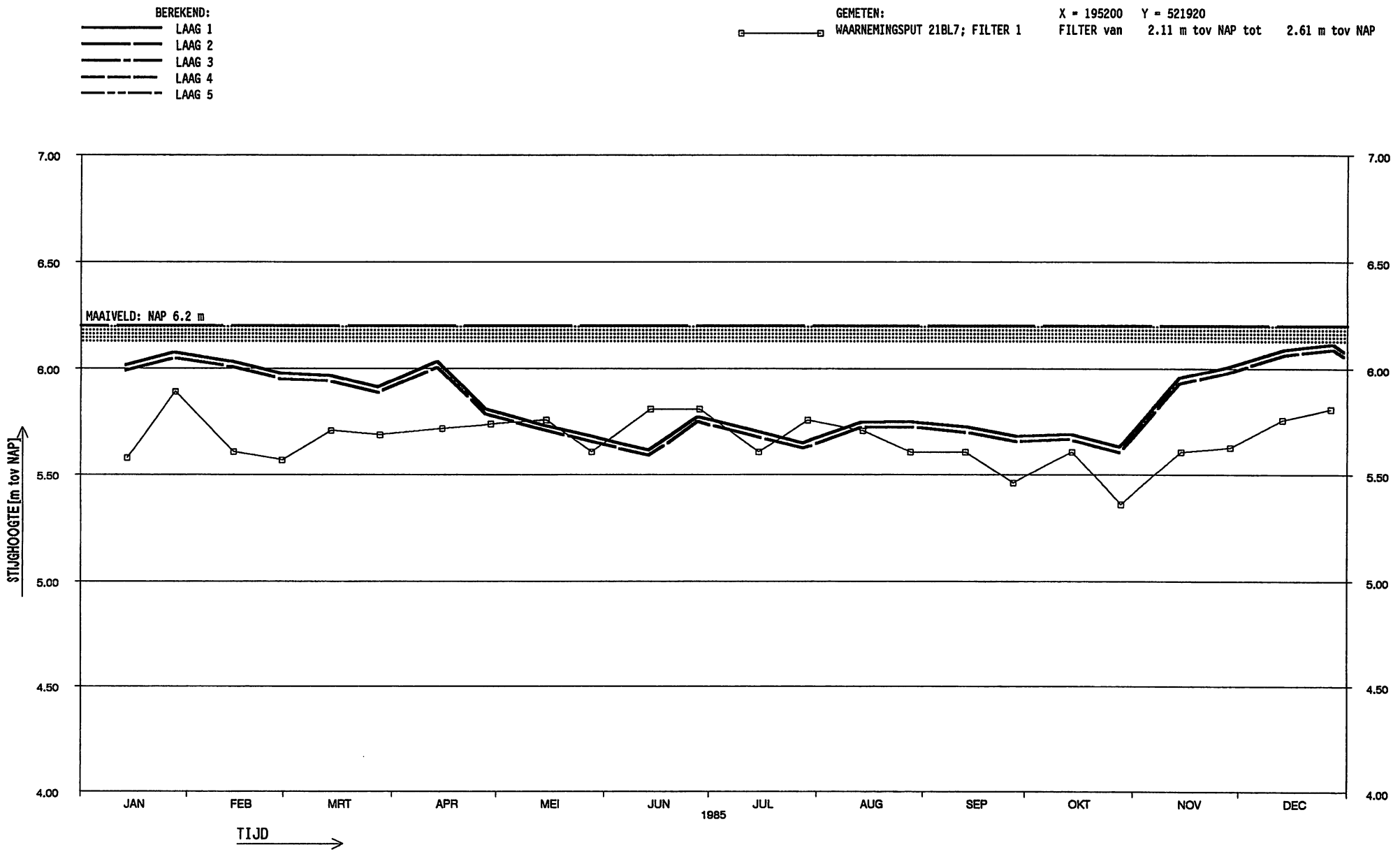


BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 16DP49 **FIGUUR 3.5d**

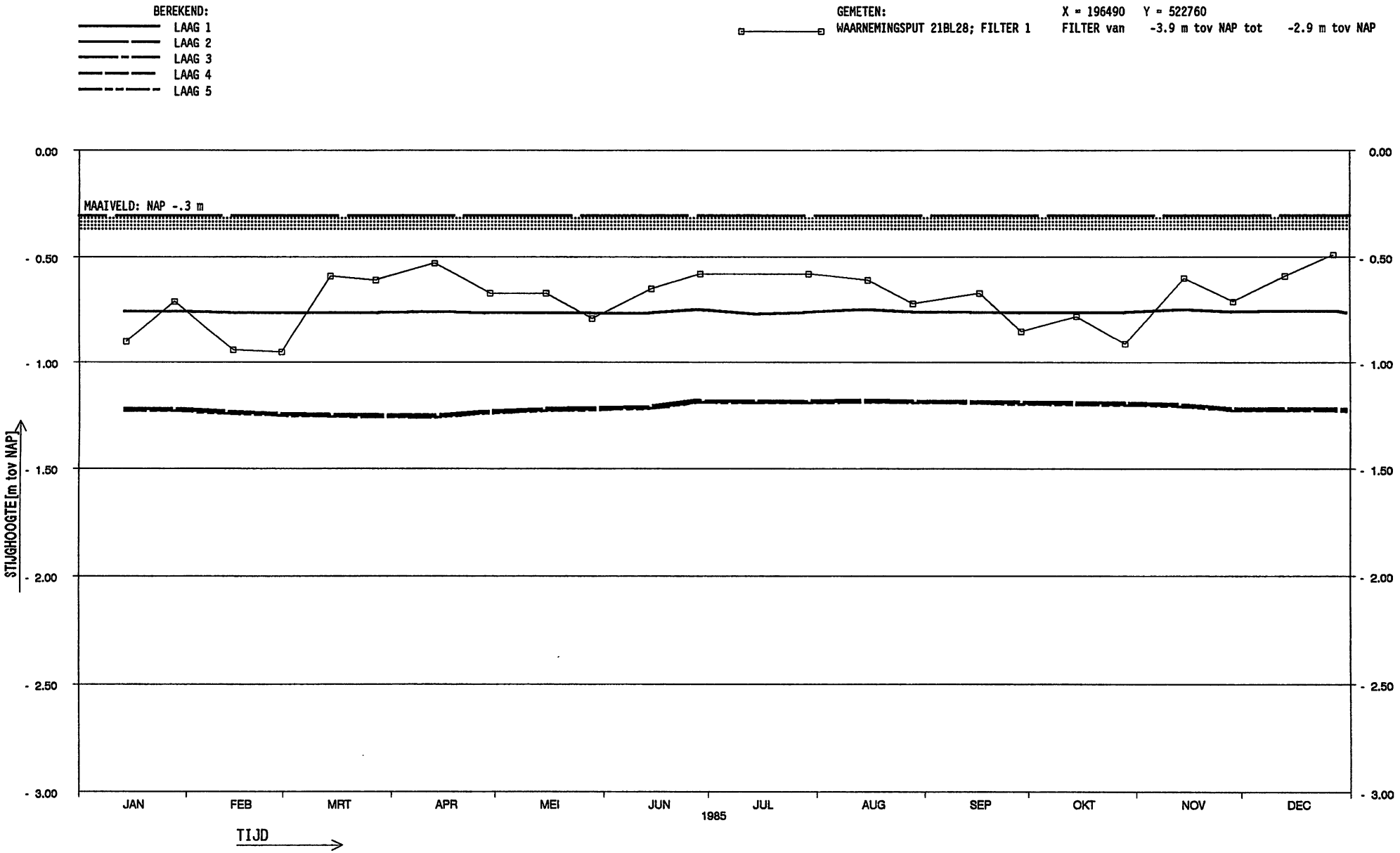
Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 21BP2 **FIGUUR 3.5e**

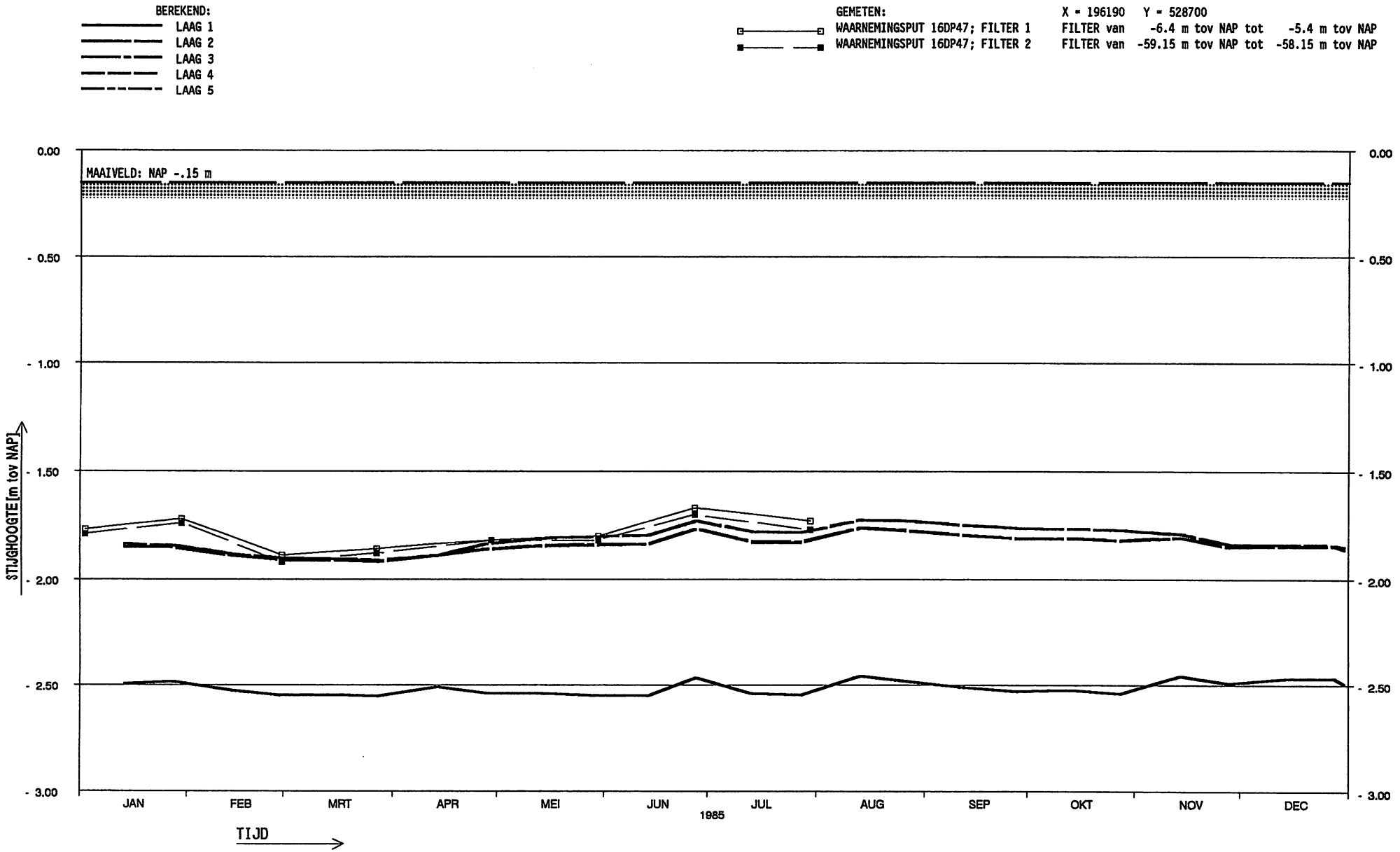


BEREKENDE GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 21BL7 **FIGUUR 3.5f**



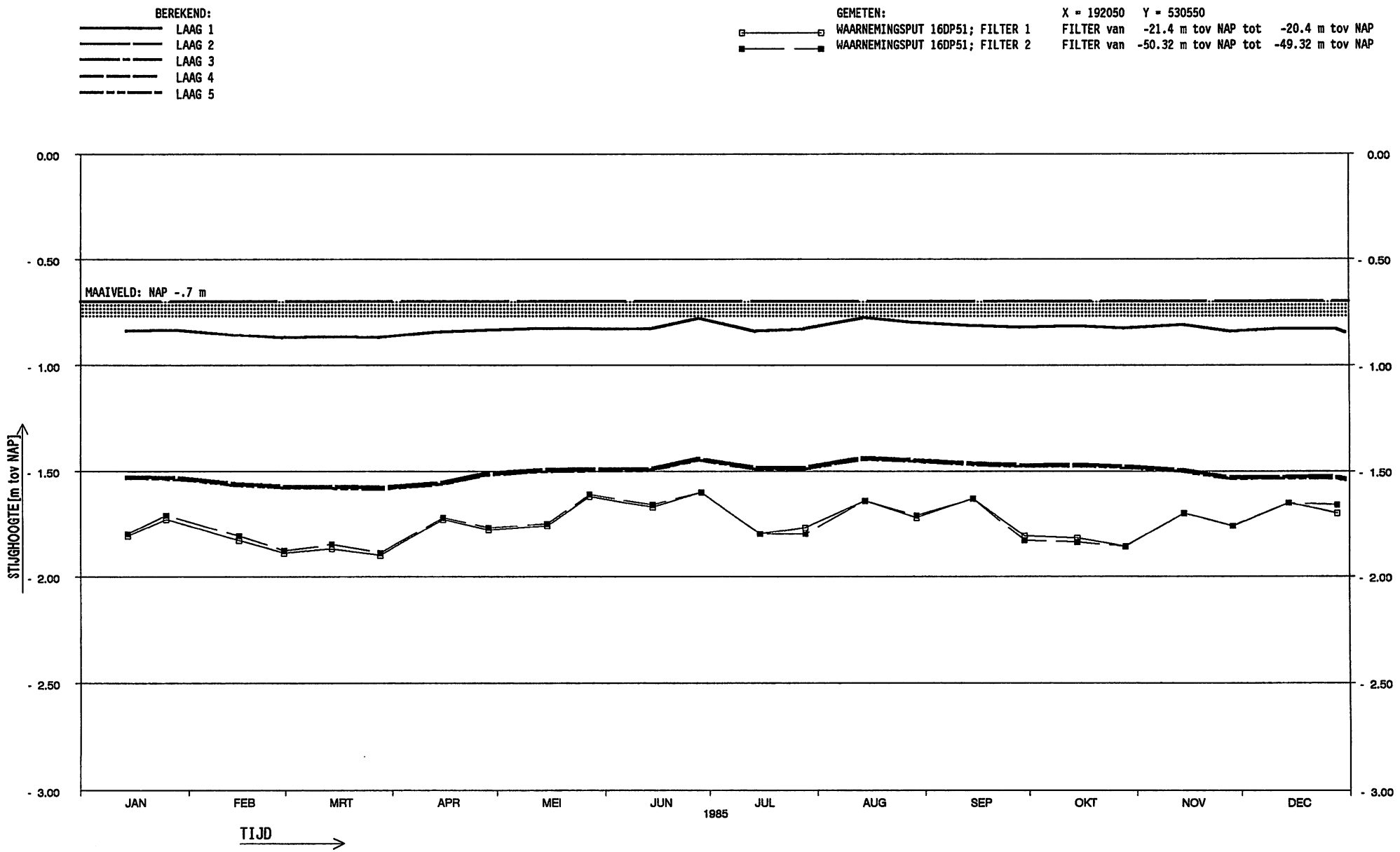
BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 21BL28 **FIGUUR 3.5g**

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



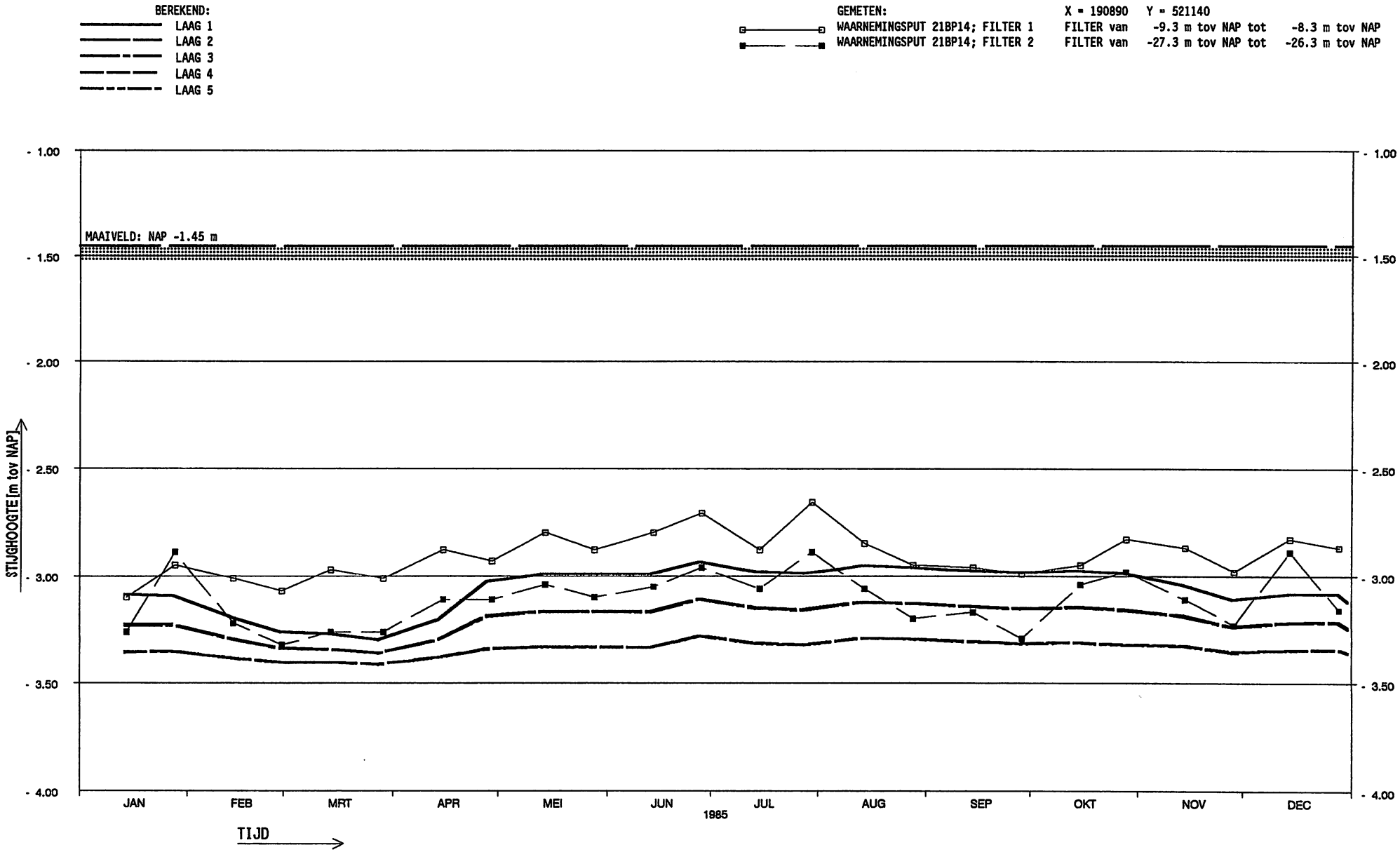
BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 16DP47 **FIGUUR 3.5h**

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



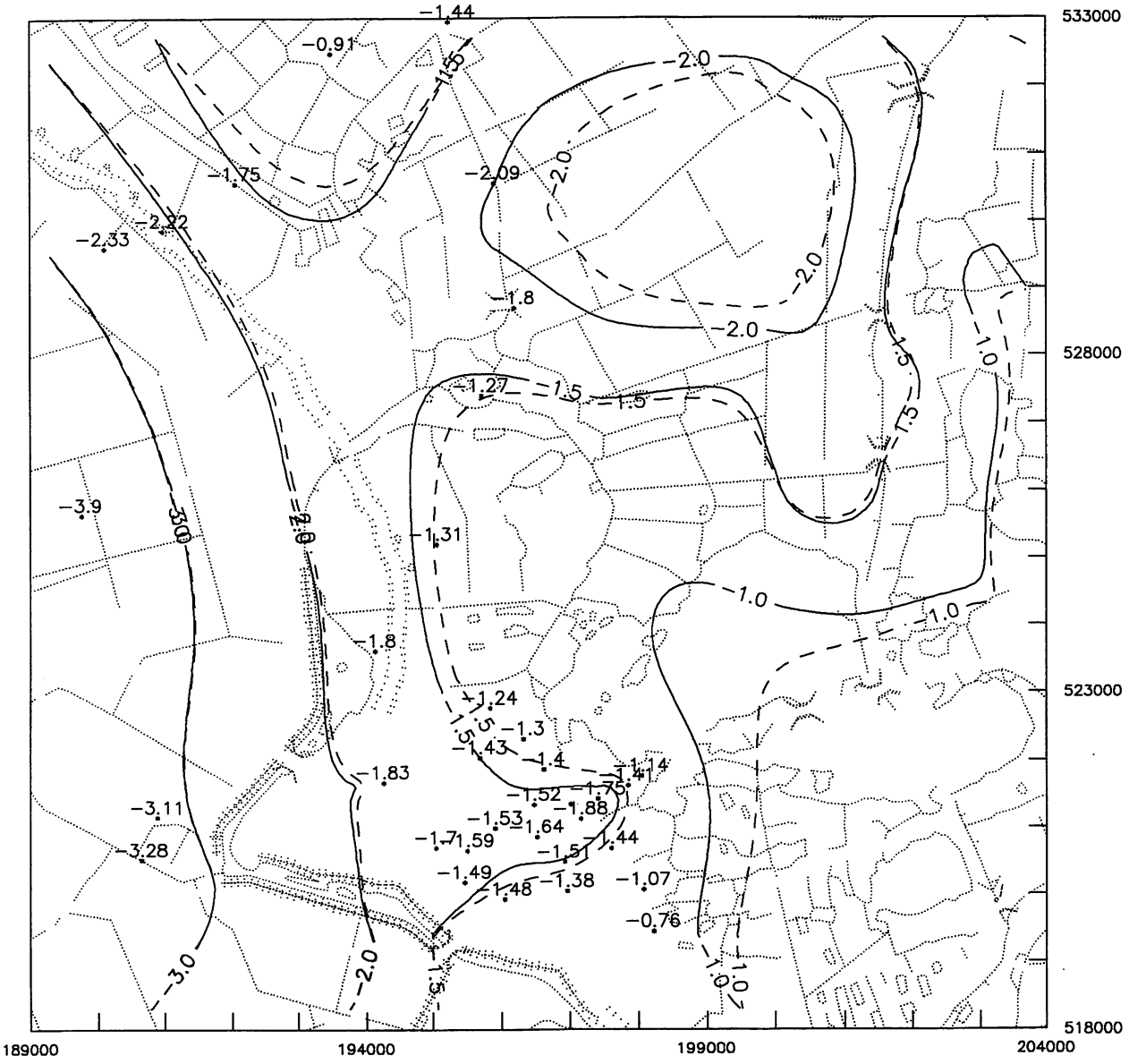
BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 16DP51 **FIGUUR 3.5i**

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



BEREKENDE EN GEMETEN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN WAARNEMINGSPUT 21BP14 **FIGUUR 3.5j**

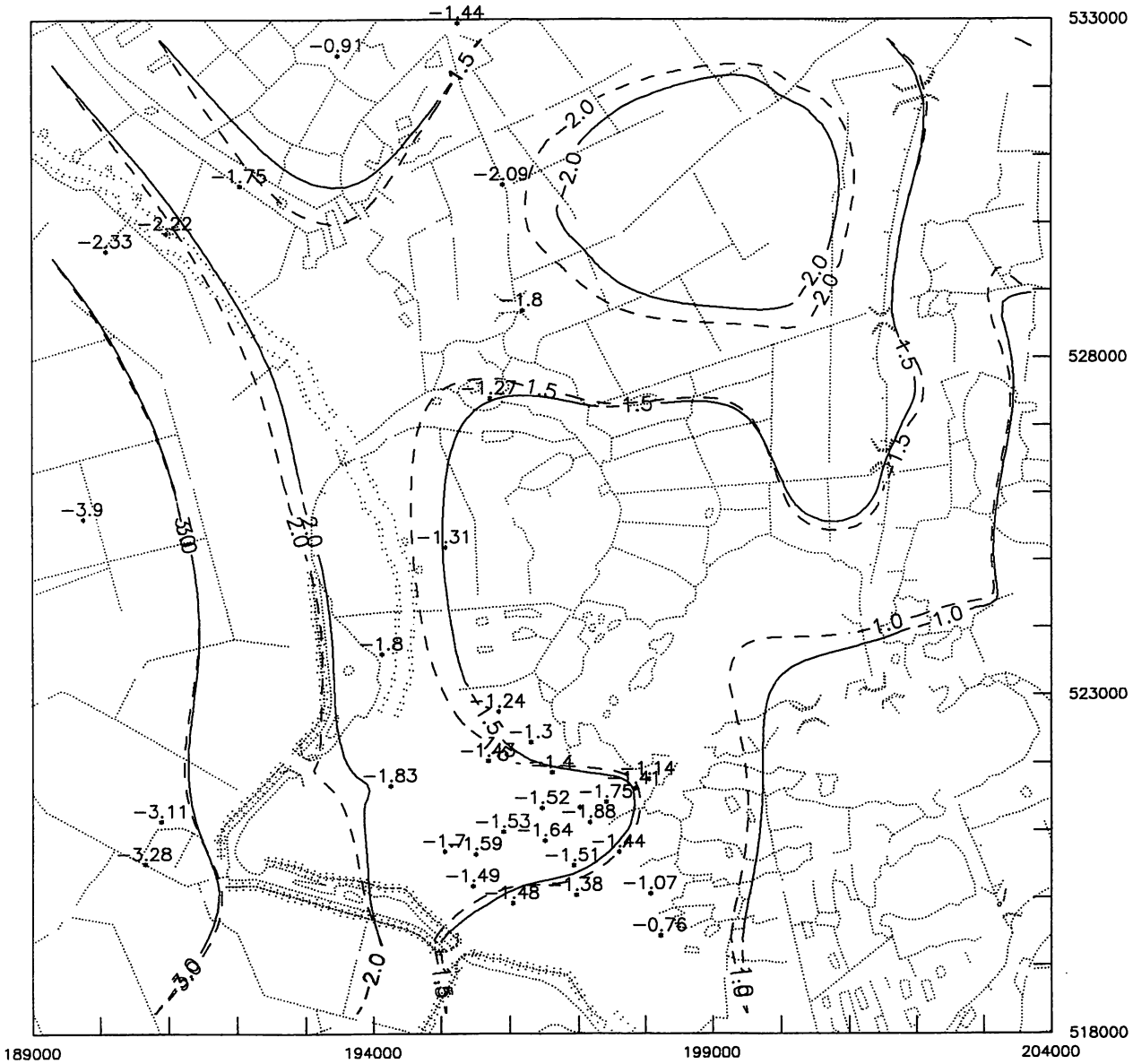
Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



* −1.54 gemiddelde gemeten stijghoogten bepompte pakket 1985
——— berekende stijghoogte bepompte pakket; veengebied: c1 = 100 d/m
– – – – – berekende stijghoogte bepompte pakket; veengebied: c1 = 200 d/m

gemiddelde grondwaterstijghoogten 1985
GEVOELIGHEIDSANALYSE WEERSTAND C1 DEKLAAG FIGUUR 3.6

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570–699911



* −1.54 gemiddelde gemeten stijghoogten bepompte pakket 1985
——— berekende stijghoogte bepompte pakket; 2e wvp.: k = 80 m/d
– – – – – berekende stijghoogte bepompte pakket; 2e wvp.: k = 60 m/d

gemiddelde grondwaterstijghoogten 1985
GEVOELIGHEIDSANALYSE DOORLAATVERMOGEN 2e WVP. FIGUUR 3.7
Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570–699911

Berekende grondwaterstanden
op 14-4-1985

Figuur 4.1a

Legenda

grondwaterstand in m tov NAP

- < -4
- -4 tot -2
- -2 tot 0
- 0 tot 2
- 2 tot 4
- > 4

0 500 1000 m

W.M.O.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Berekende grondwaterstanden op 14-4-1985	96-07-04 / 07/04/1996 / adv	411
411	TauwMilieu	

Berekende grondwaterstanden
op 28-10-1985

Figuur 4.1b

Legenda

grondwaterstand in m tov NAP

- < -4
- -4 tot -2
- -2 tot 0
- 0 tot 2
- 2 tot 4
- > 4

0 500 1000 m

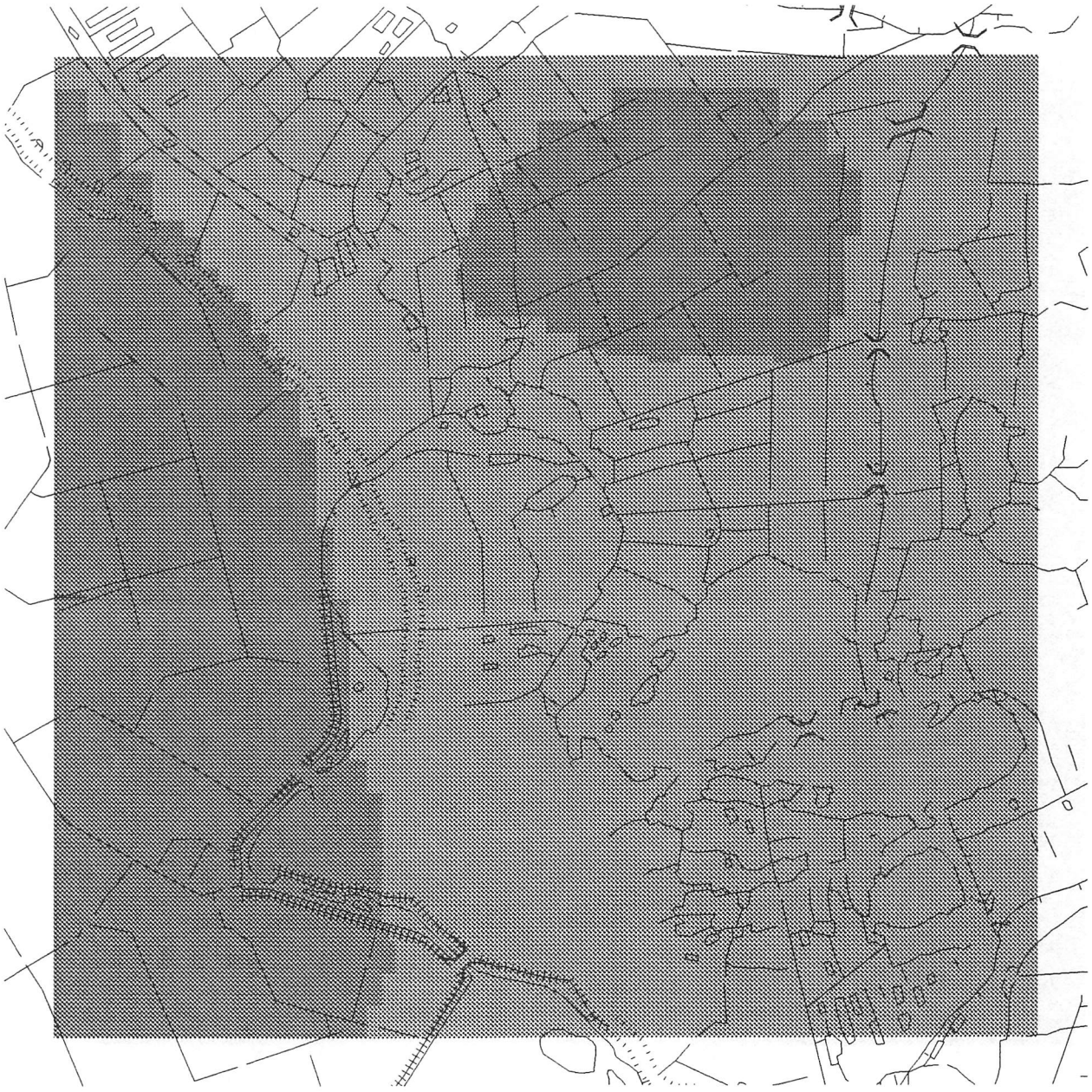
Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Berekende grondwaterstanden op 28-10-1985	Datum: 96-07-04 Gewijzigd: 07/04/1996 Door: adv	Tekeningnr.: 412

412

TauwMilieu

Berekende stijghoogten bepompte pakket
op 14-4-1985

Figuur 4.2a



Legenda

stijghoogte in m tov NAP

- < -4
- -4 tot -2
- -2 tot 0
- 0 tot 2
- 2 tot 4
- > 4

0 500 1000 m

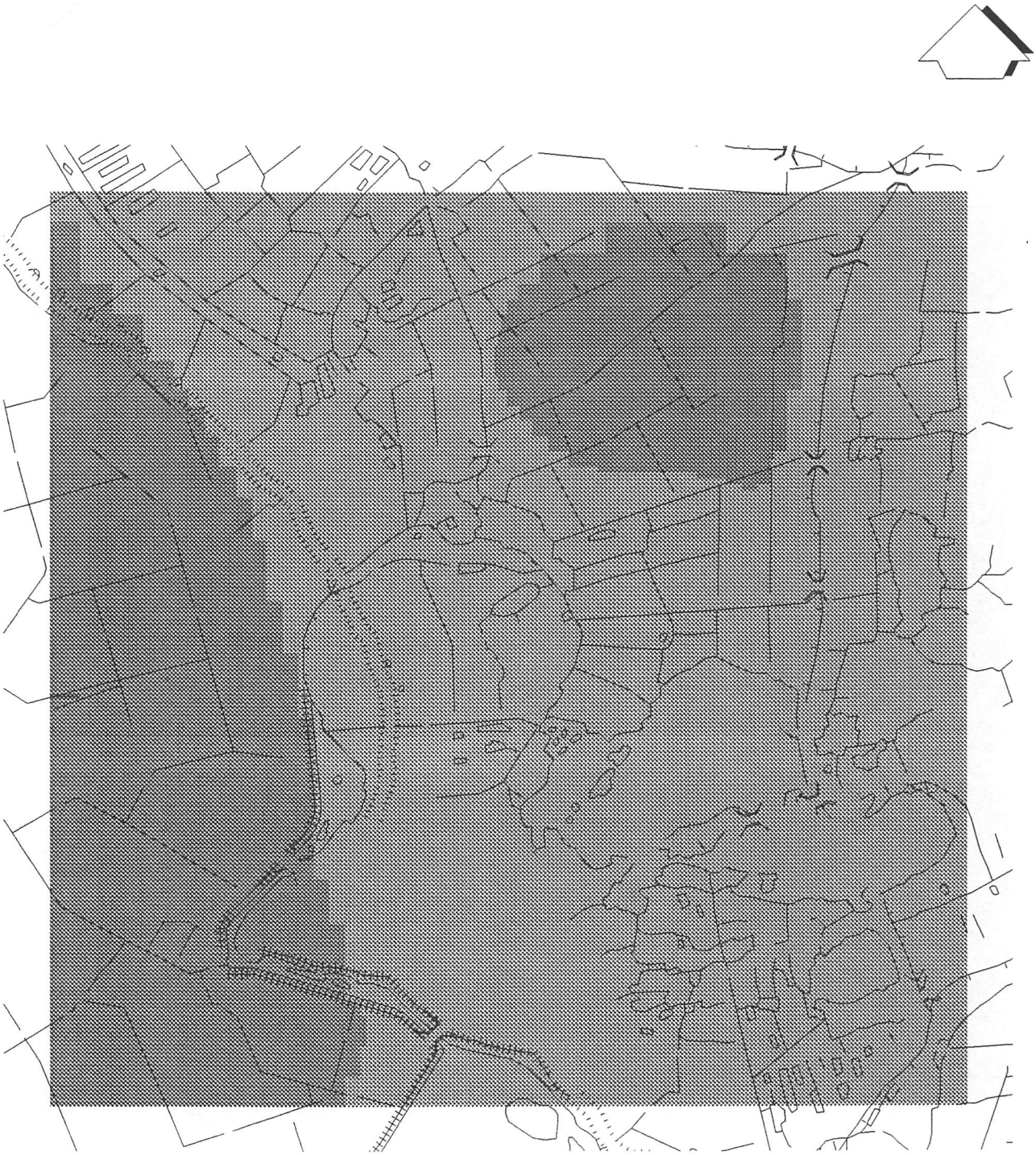
W.M.O.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Berekende stijghoogten bepompte pakket op 14-4-1985	96-07-04 07/04/1996 adv	421

421

TauwMilieu

Berekende stijghoogten bepompte pakket
op 28-10-1985

Figuur 4.2b



Legenda

stijghoogte in m tov NAP

- < -4
- -4 tot -2
- -2 tot 0
- 0 tot 2
- 2 tot 4
- > 4

0 500 1000 m

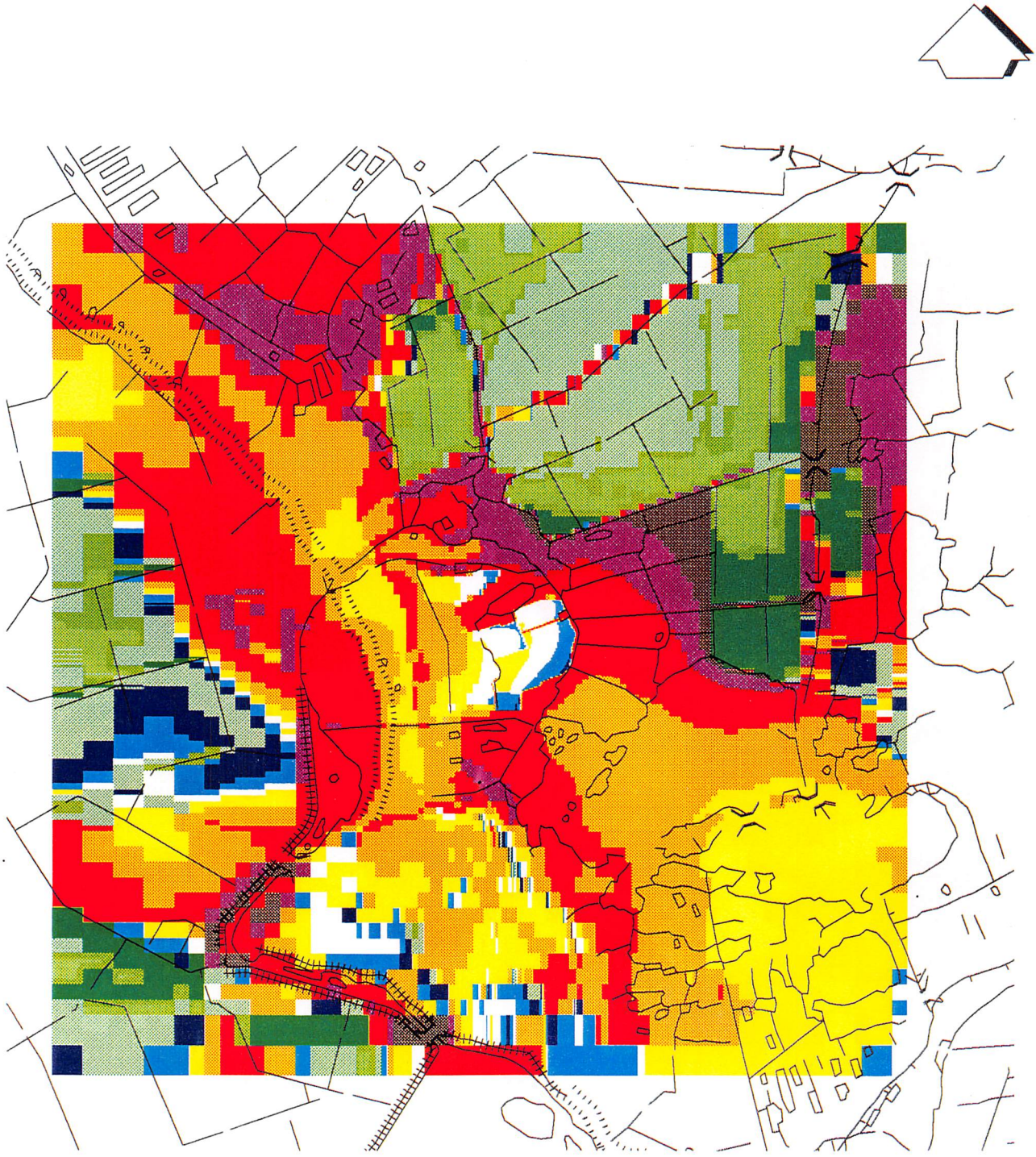
W.M.D.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Berekende stijghoogten bepompte pakket op 28-10-1985	96-07-04 07/04/1996 adv	422

422

TauwMilieu

Berekende vertikale flux door toplaag
op 14-4-1985

Figuur 4.3a



Legenda

flux (mm/dag)

- < -5.0
- -5.0 tot -2.5
- -2.5 tot -1.0
- -1.0 tot -0.5
- -0.5 tot -0.1
- -0.1 tot 0.1
- 0.1 tot 0.5
- 0.5 tot 1.0
- 1.0 tot 2.5
- 2.5 to 5.0
- > 5.0

Positief getal = kwel

Negatief getal = infiltratie

0 500 1000 m

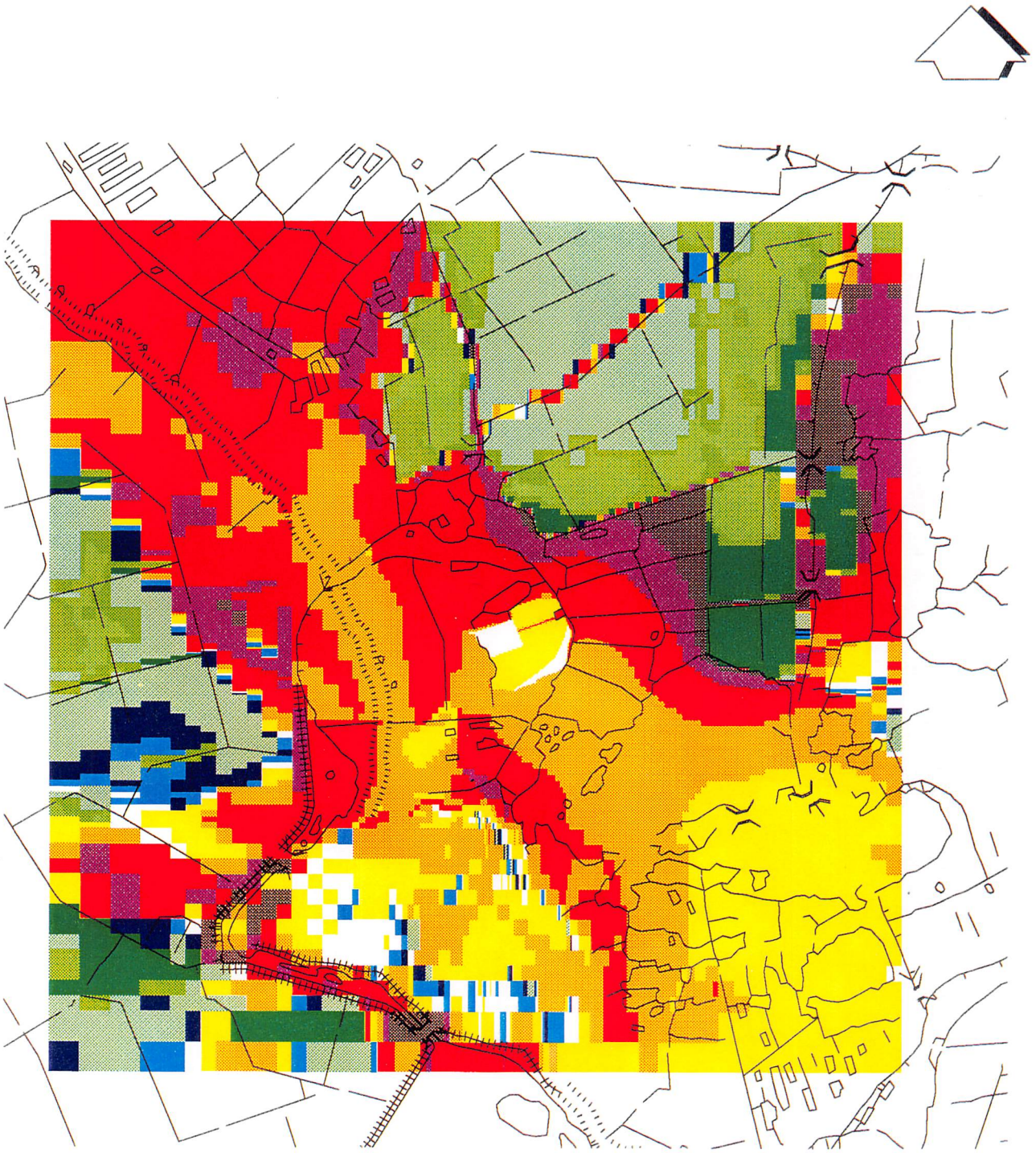
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Berekende vertikale flux door toplaag op 14-4-1985	96-09-25 / 09/26/1996 / adv	431

431

TauwMilieu

Berekende vertikale flux door toplaag
op 28-10-1985

Figuur 4.3b



Legenda

flux (mm/dag)

- < -5.0
- -5.0 tot -2.5
- -2.5 tot -1.0
- -1.0 tot -0.5
- -0.5 tot -0.1
- -0.1 tot 0.1
- 0.1 tot 0.5
- 0.5 tot 1.0
- 1.0 tot 2.5
- 2.5 to 5.0
- > 5.0

Positief getal = kwel

Negatief getal = infiltratie

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Bestand: A4R-ld
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Berekende vertikale flux door toplaag op 28-10-1985	Datum: 06-09-25 Aanp.: 07/04/1996 Ge.: adv	Nr.: 432
432	TauwMilieu	

Berekende grondwaterstandsdiepte
op 14-4-1985

Figuur 4.4a

Legenda

grondwaterstandsdiepte in m-MV

- < 0.25
- 0.25 tot 0.50
- 0.50 tot 0.75
- 0.75 tot 1.00
- 1.00 tot 2.00
- > 2.00

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Berekende grondwaterstandsdiepte op 14-4-1985	Datum: 96-07-04 Gecontr.: 07/04/1996 Ch.: adv	Tekeningnr.: 441
441	TauwMilieu	

Berekende grondwaterstandsdiepte
op 28-10-1985

Figuur 4.4b

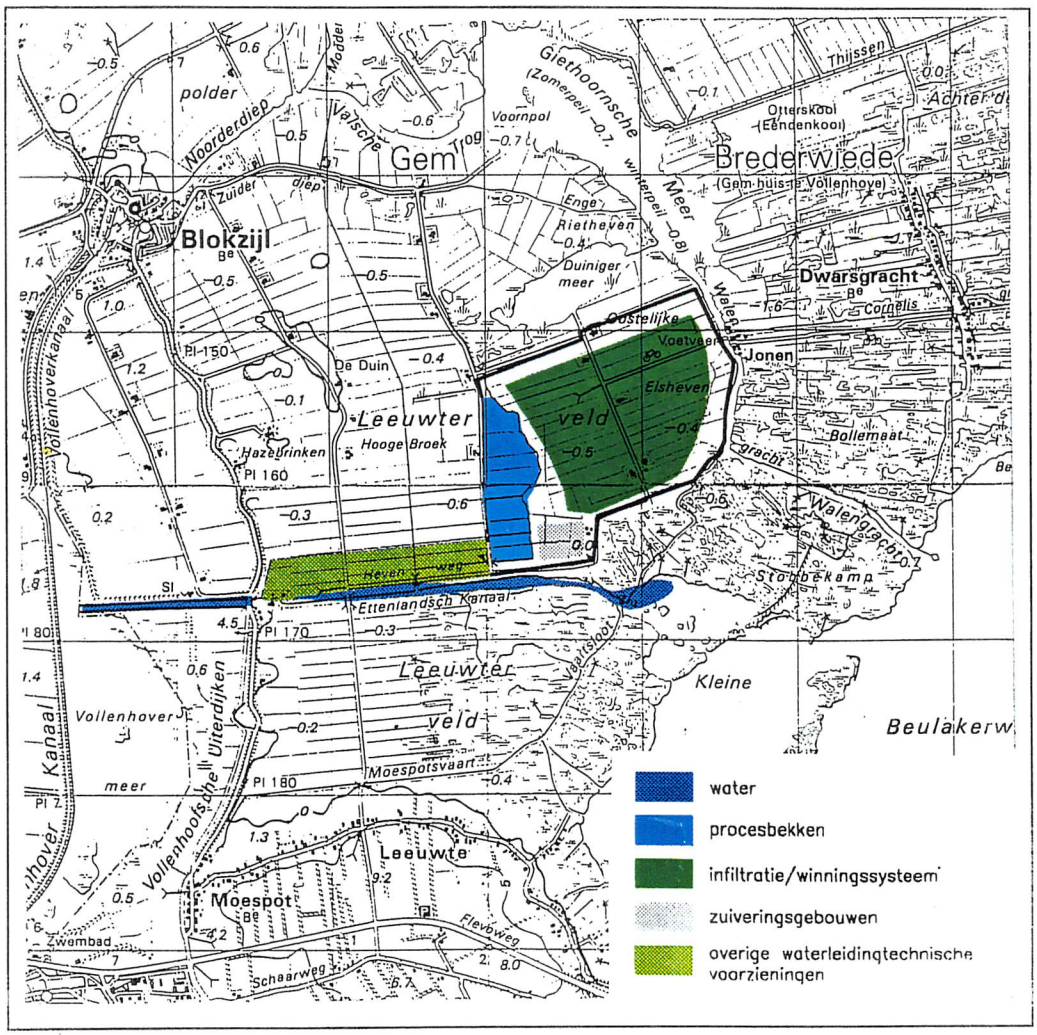
Legenda

grondwaterstandsdiepte in m-MV

- < 0.25
- 0.25 tot 0.50
- 0.50 tot 0.75
- 0.75 tot 1.00
- 1.00 tot 2.00
- > 2.00

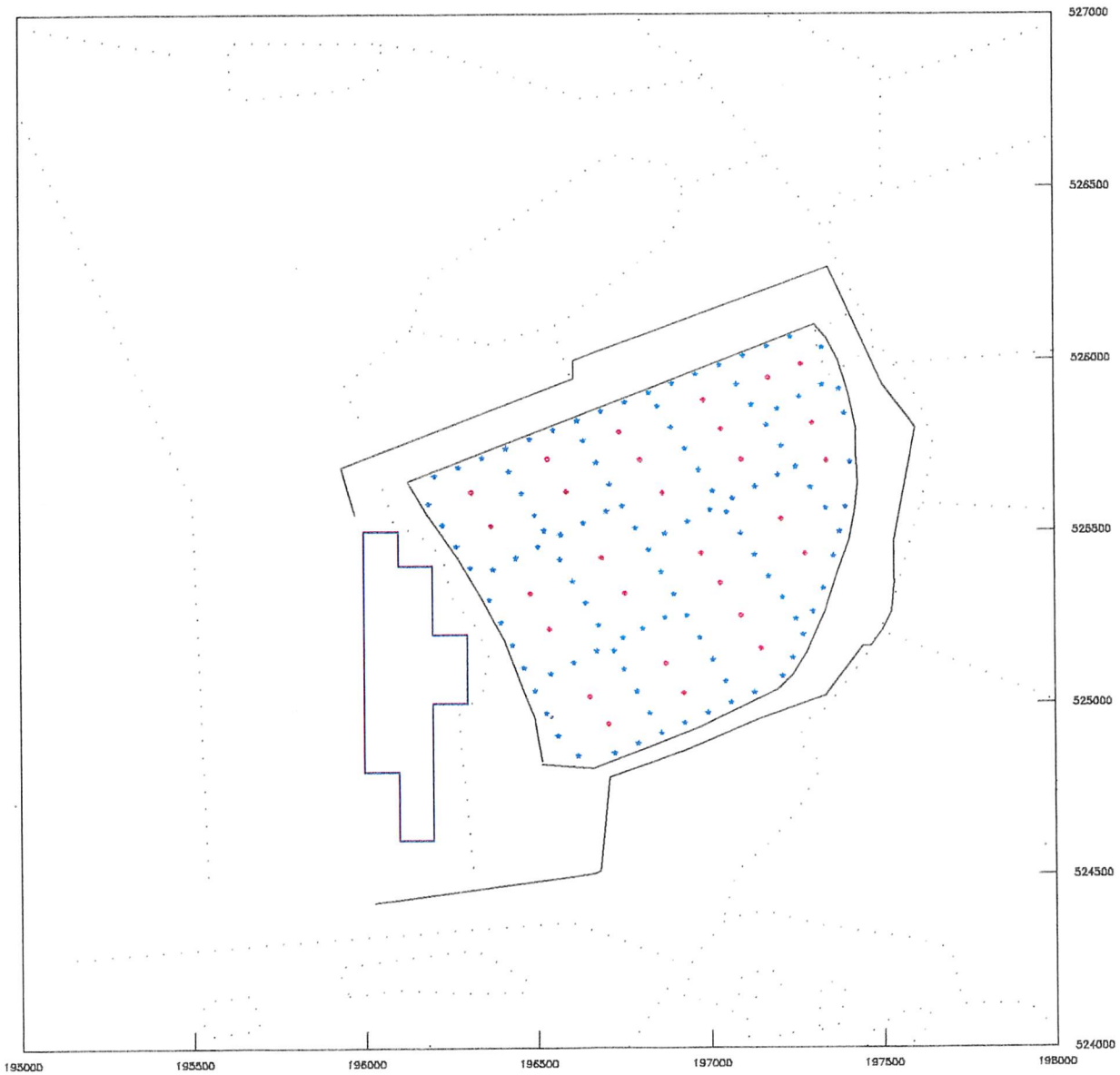
0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.D.	Schaal: 1:100000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Berekende grondwaterstandsdiepte op 28-10-1985	Datum: 96-07-04 Gewijzigd: 07/04/1996 Door: adv	Tekeningnr.: 442
442	TauwMilieu	



Bron PIL; evaluatie haalbaarheid voor MER-plus (KIWA 1996)

INRICHTINGSSCHETS INFILTRATIEGEBIED FIGUUR 5.1



* infiltratieput

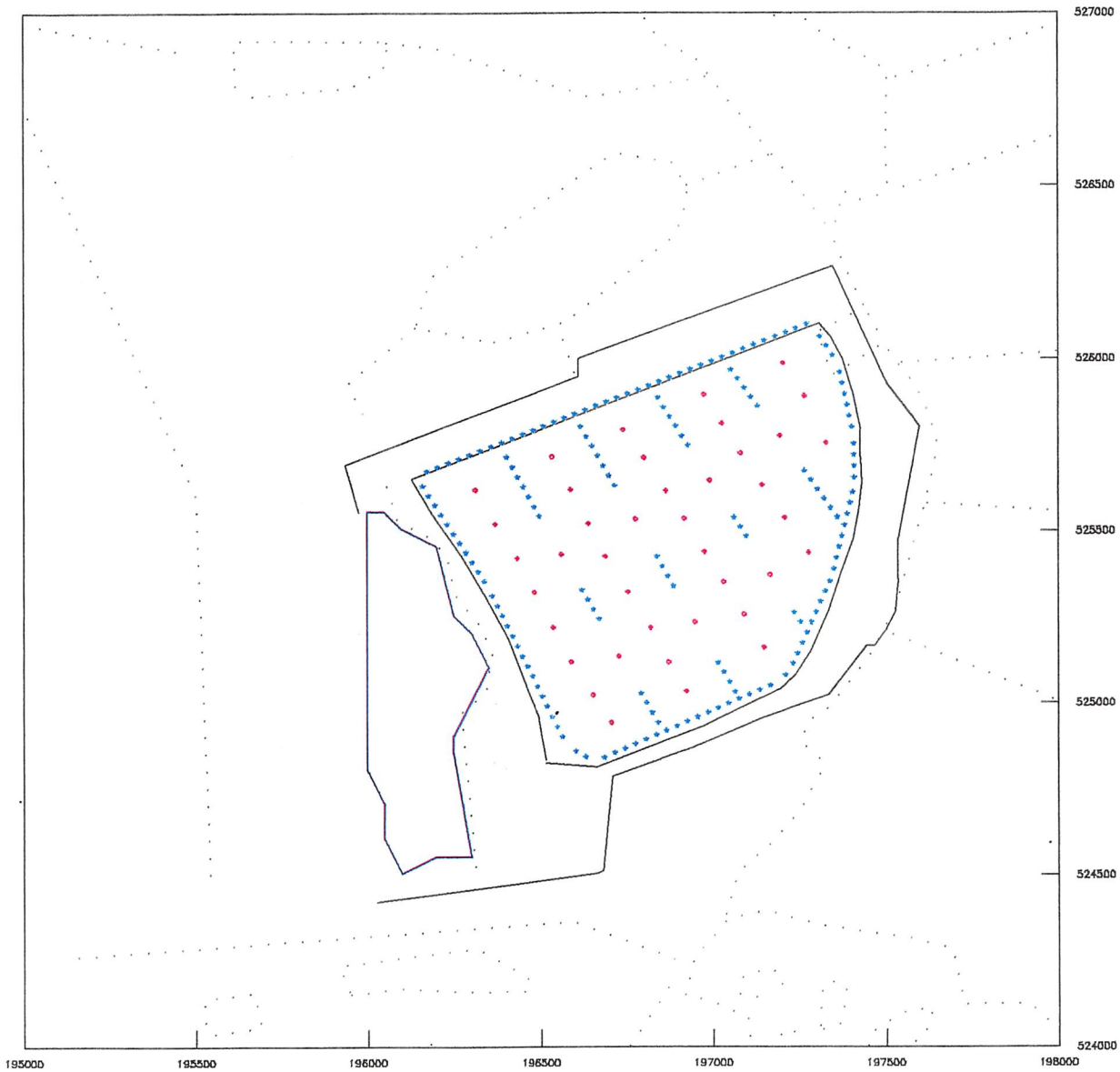
\+ onttrekkingsput

– begrenzing procesbekken

.. topografie

– begrenzing lokatie/puttenveld

INRICHTINGSSCHETS SCENARIO 20 MILJOEN M3/J FIGUUR 5.2



* infiltratieput

\+ onttrekkingsput

– begrenzing procesbekken

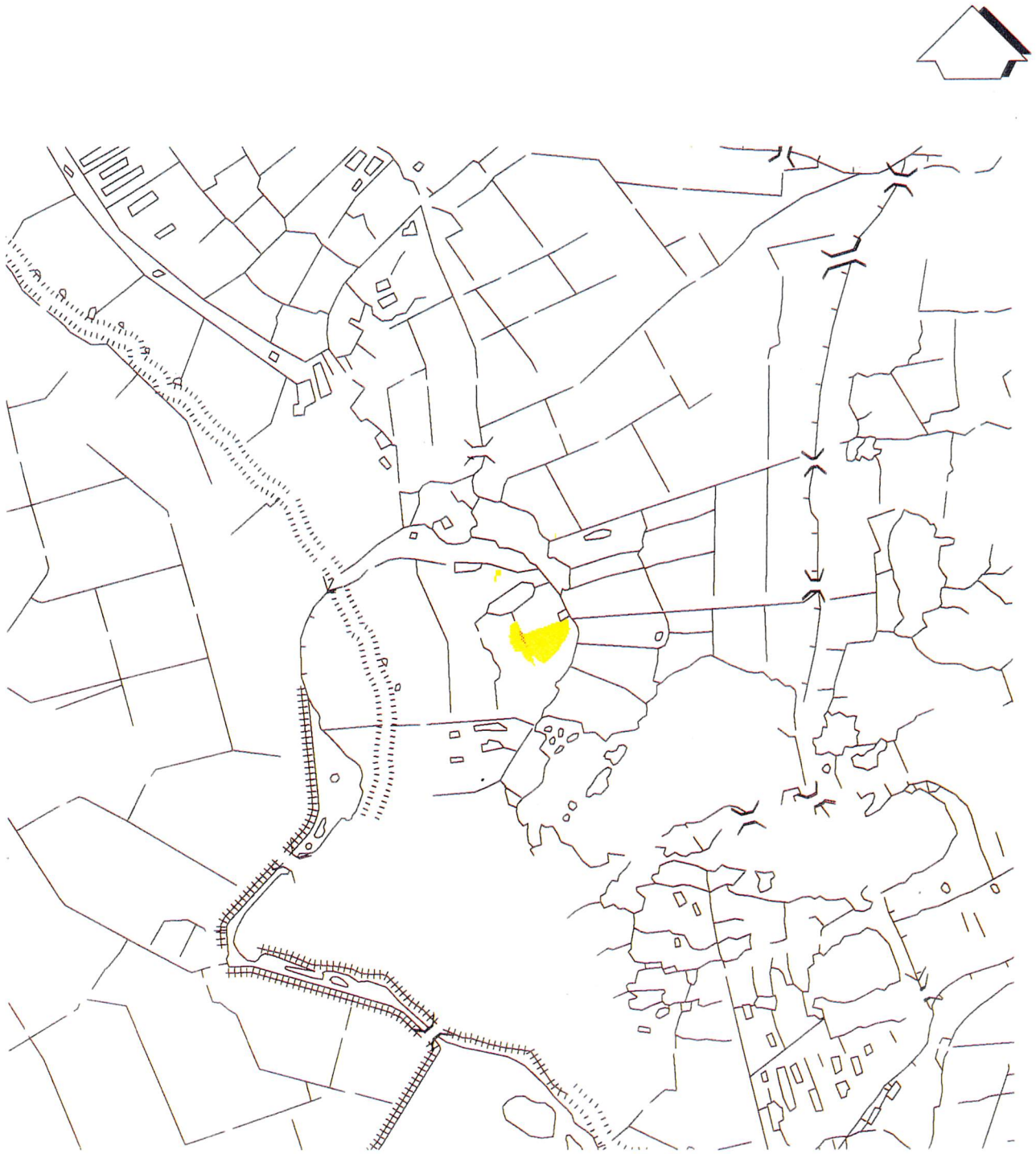
.. topografie

– begrenzing lokatie/puttenveld

INRICHTINGSSCHETS SCENARIO 30 MILJOEN M3/J FIGUUR 5.3

Verandering grondwaterstand
op 14-4-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.1a



Legenda
gws-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 14-4-1985; 20 M m3/j; reeel	96-09-25 / 09/26/1996 / adv	611

611

TauwMilieu

Verandering grondwaterstand
op 28-10-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.1b

Legenda
gws-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

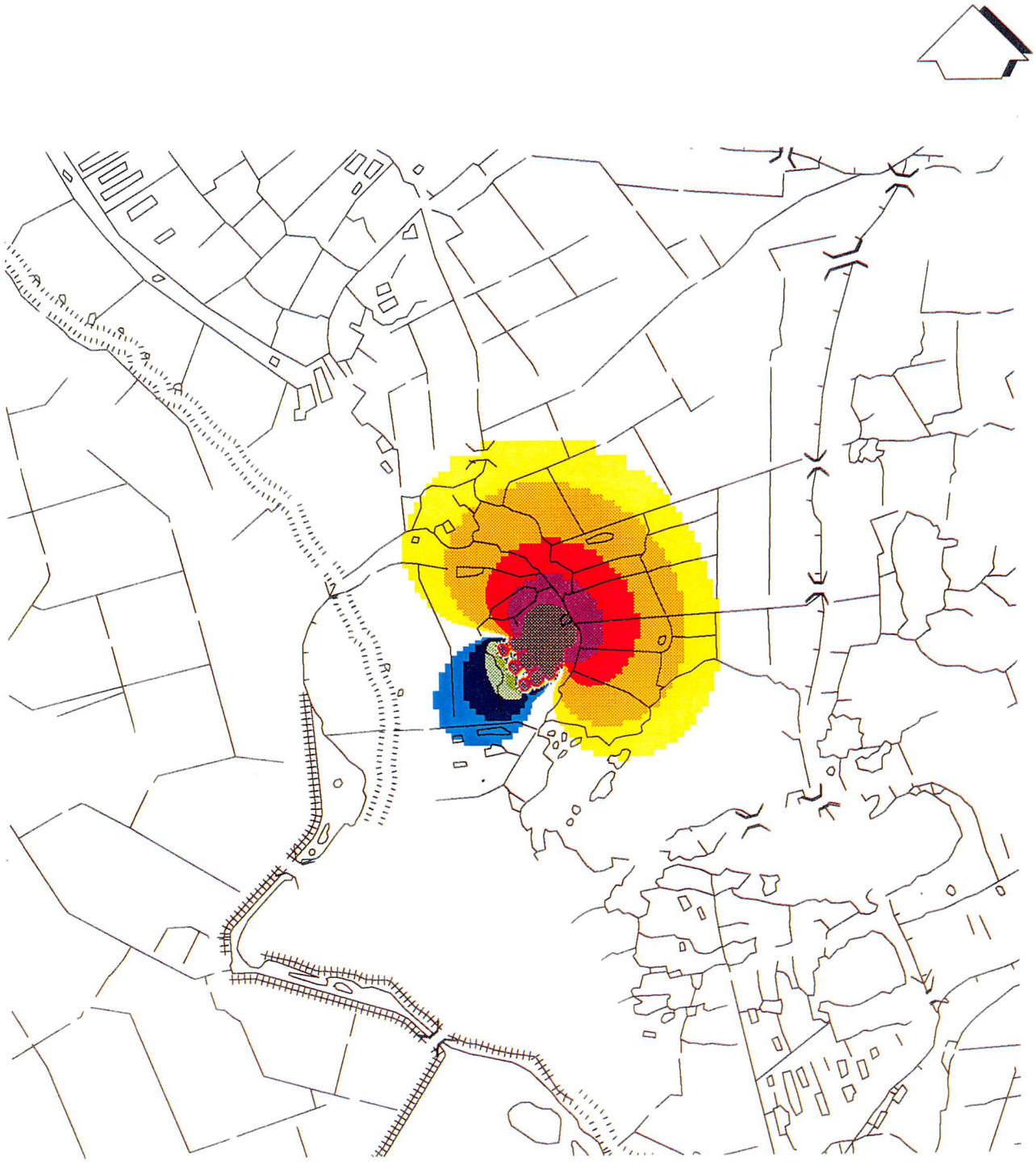
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 28-10-1985; 20 M m3/j; reeel	96-09-26 / 09/26/1996 / sdv	612

612

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag
op 14-4-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.2a



Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

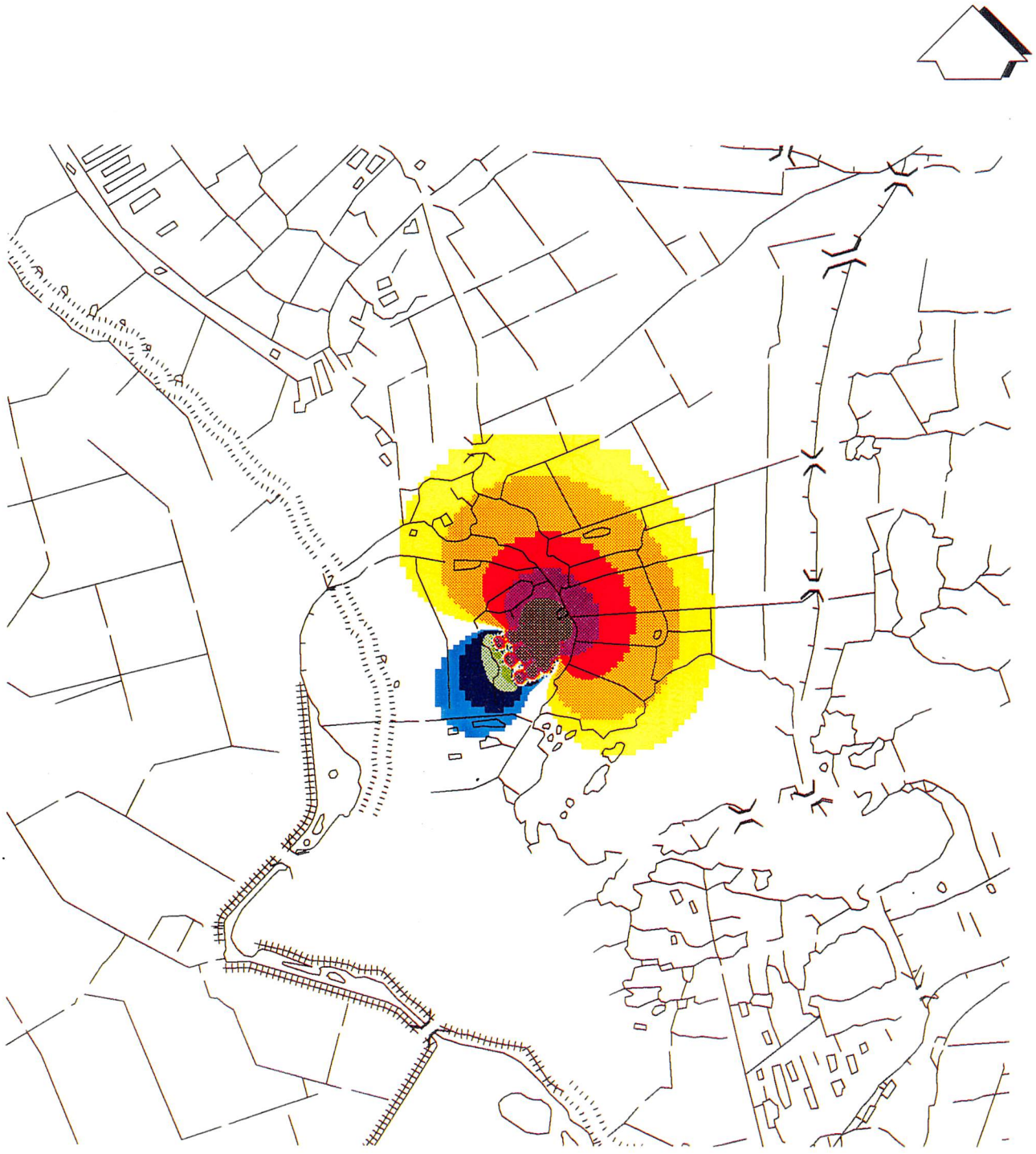
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 14-4-1985; 20 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	621

621

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag
op 28-10-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.2b



Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

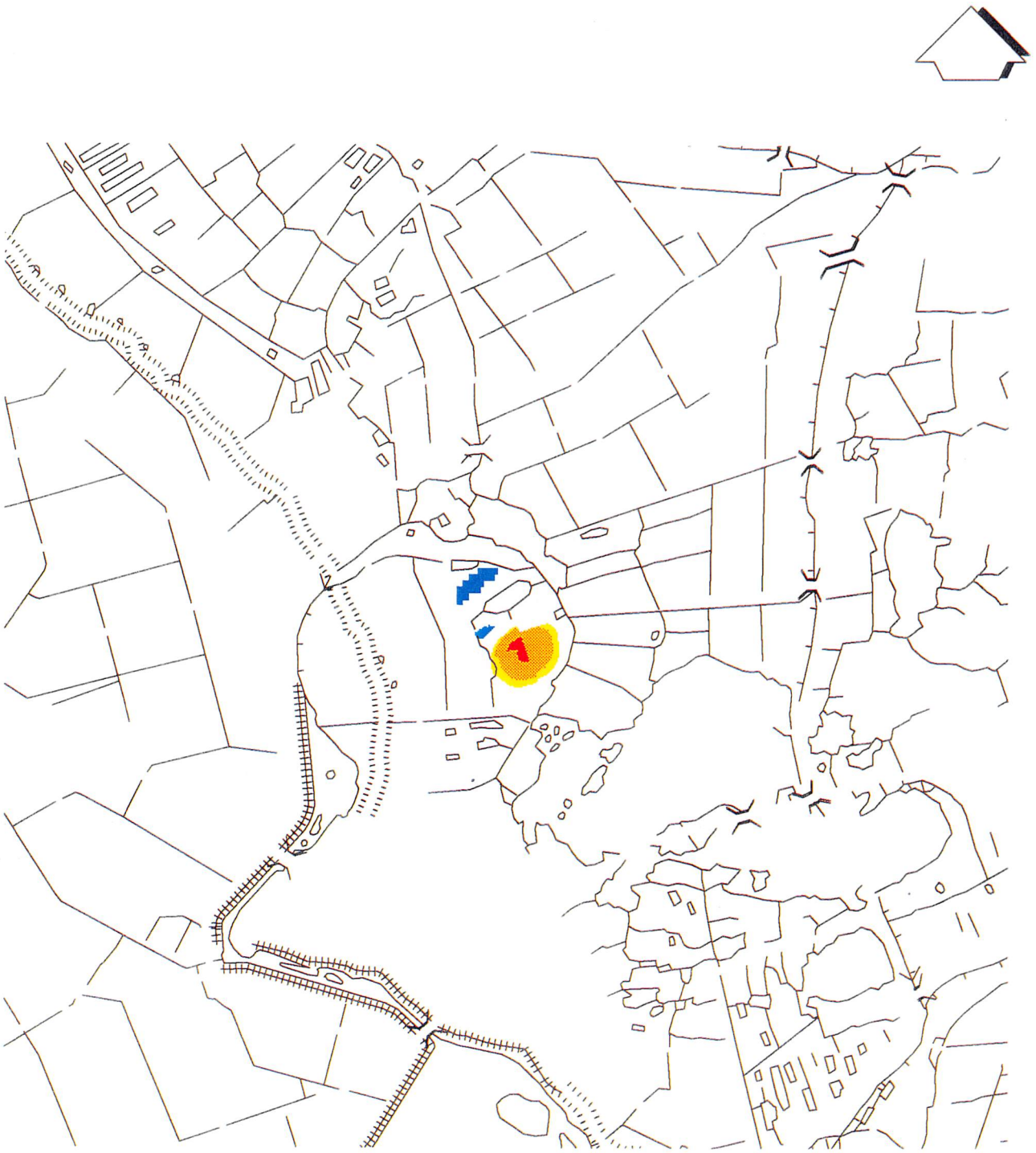
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 28-10-1985; 20 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	622

622

TauwMilieu

Verandering grondwaterstand
op 14-4-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.3a



Legenda

gws-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

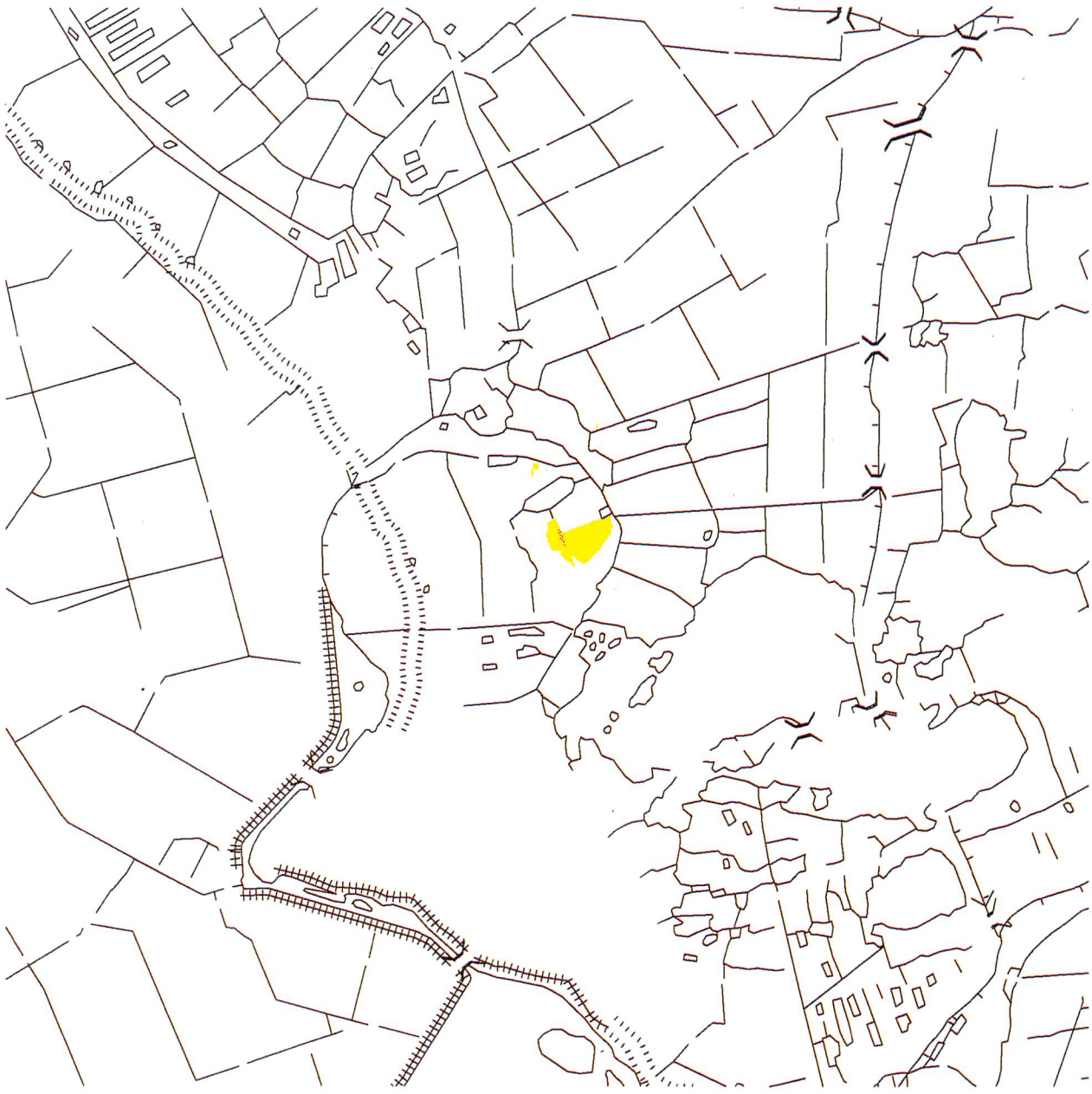
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 14-4-1985; 30 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	631

631

TauwMilieu

Verandering grondwaterstand
op 28-10-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.3b



Legenda

gws-verandering (m)

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

0 500 1000 m

W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 28-10-1985; 30 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	632

632

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag
op 14-4-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.4a

Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

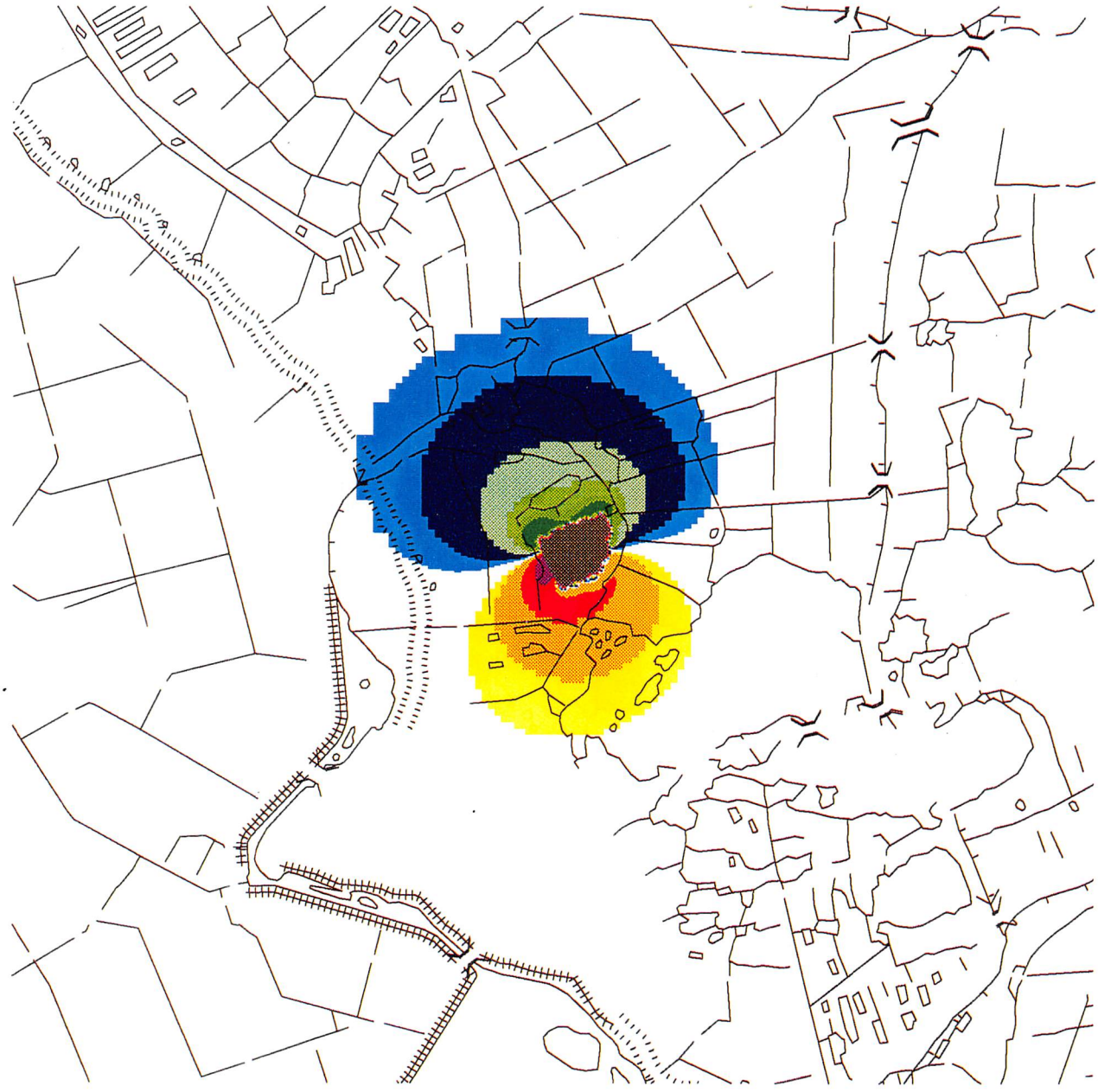
W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 14-4-1985; 30 M m3/j; reael	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	641

641

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag
op 28-10-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.4b



Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 28-10-1985; 30 M m3/j; reael	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	642

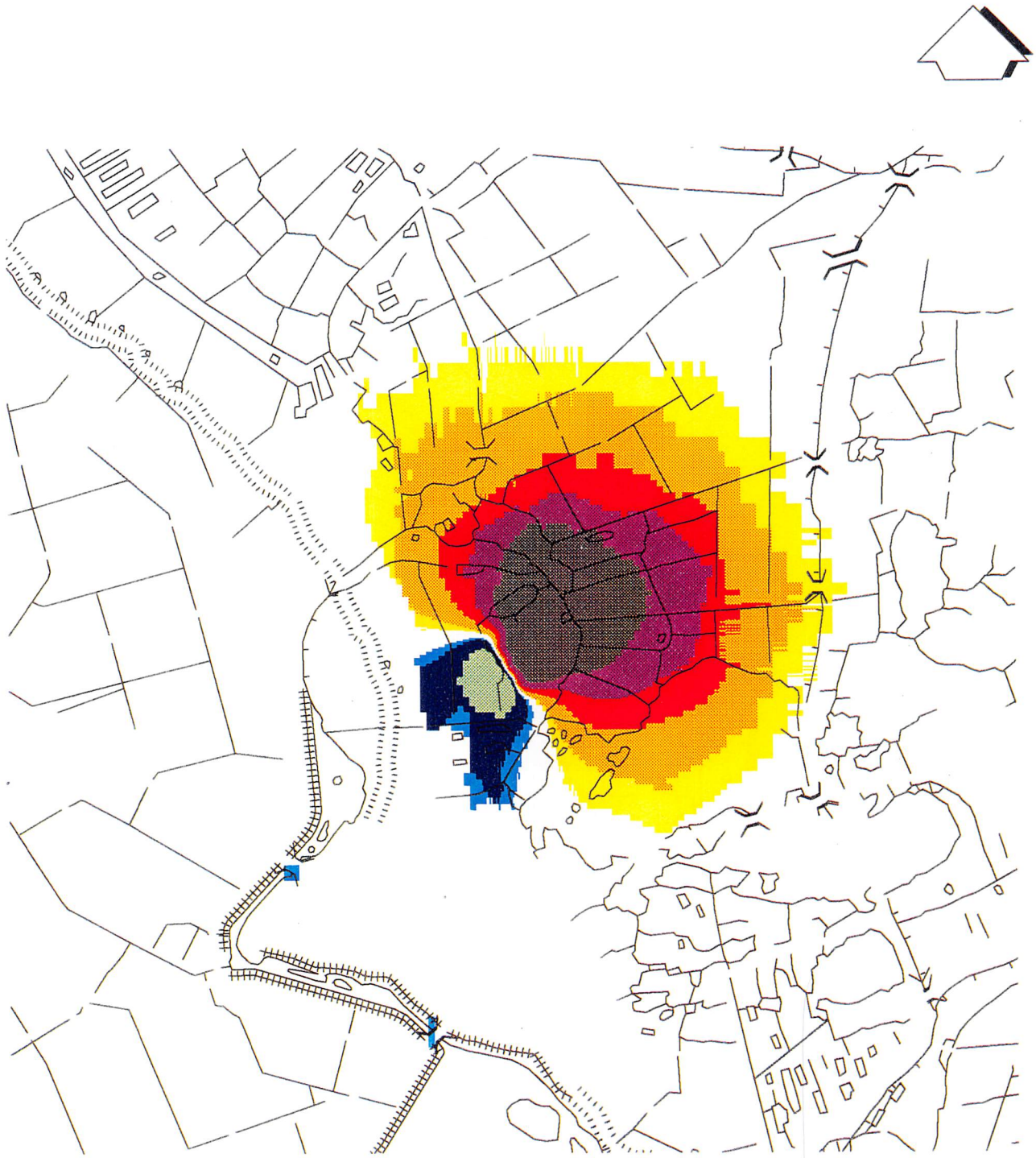
642

TauwMilieu

Verandering vertikale flux

op 14-4-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.5a



Legenda

flux-verandering (mm/dag)

Positief getal = afname infiltratie / toename kwel

Negatief getal = toename infiltratie / afname kwel

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

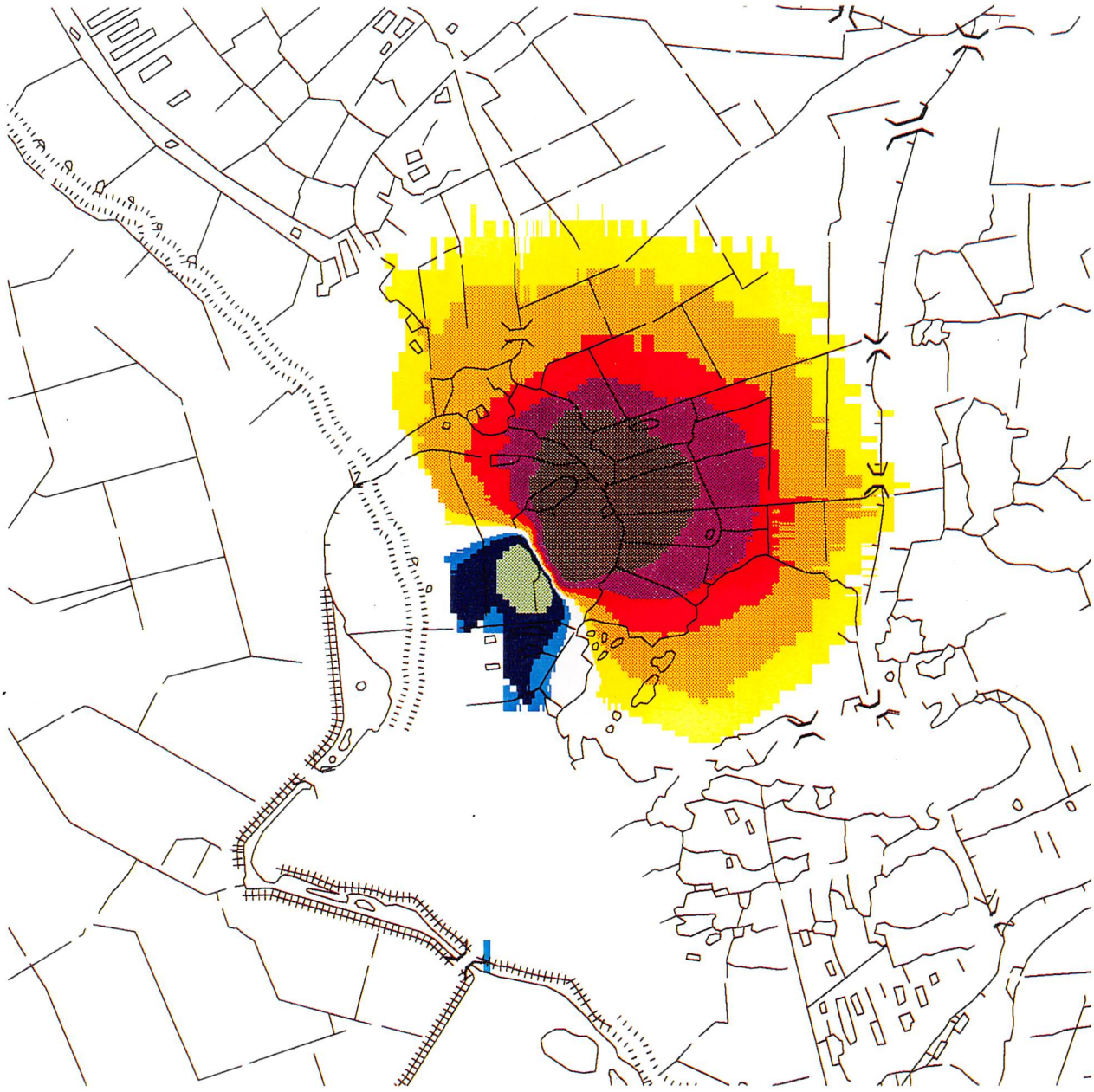
W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering vertikale flux op 14-4-1985; 20 M m3/j; reael	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	651

651

TauwMilieu

Verandering vertikale flux
op 28-10-1985; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.5b



Legenda

flux-verandering (mm/dag)

Positief getal = afname infiltratie / toename kwel

Negatief getal = toename infiltratie / afname kwel

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

W.M.O.	1:100000	A4R-ki
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering vertikale flux op 28-10-1985; 20 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	652

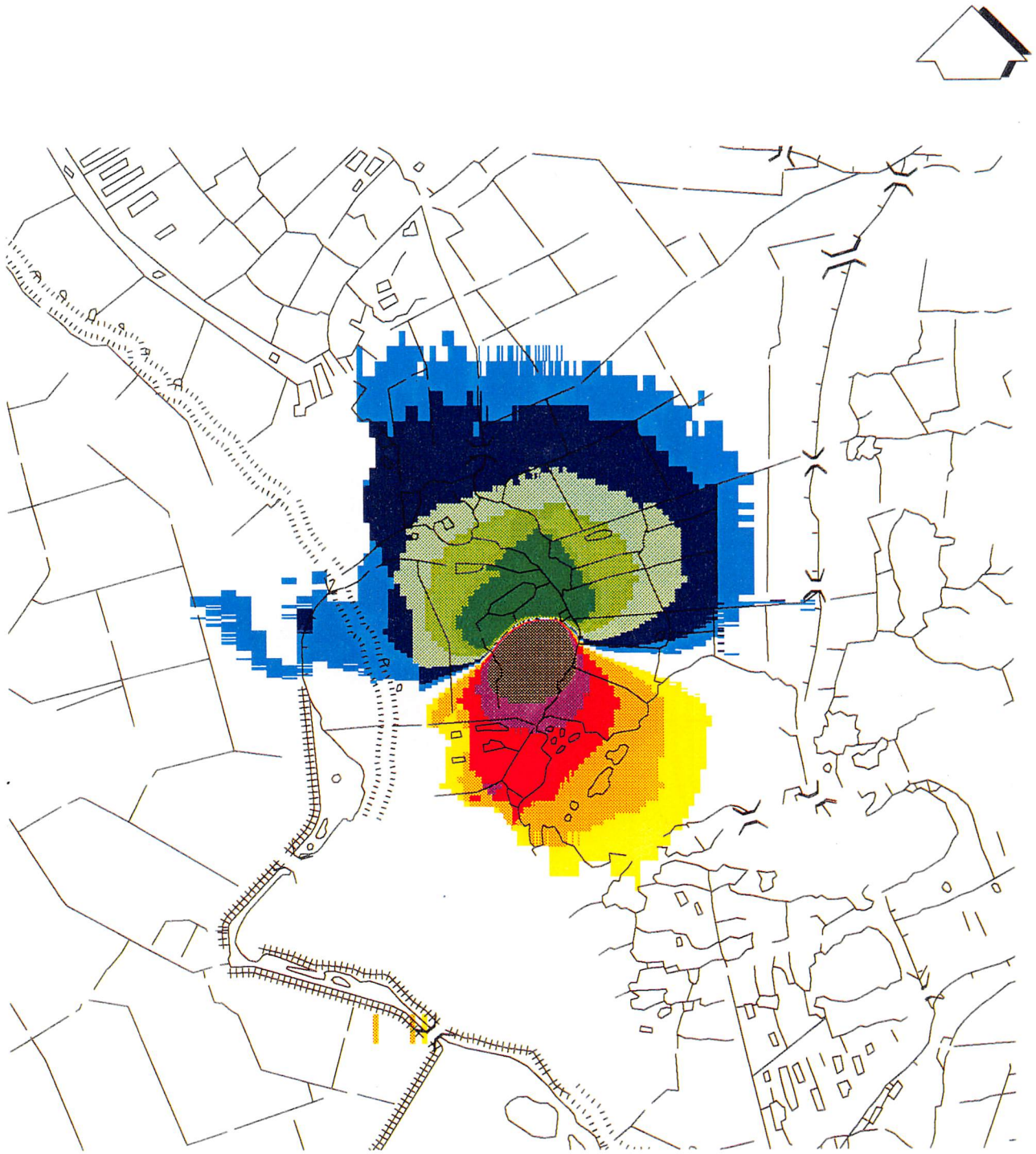
652

TauwMilieu

Verandering vertikale flux

op 14-4-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.6a



Legenda

flux-verandering (mm/dag)

Positief getal = afname infiltratie / toename kwel

Negatief getal = toename infiltratie / afname kwel

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering vertikale flux op 14-4-1985; 30 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	661

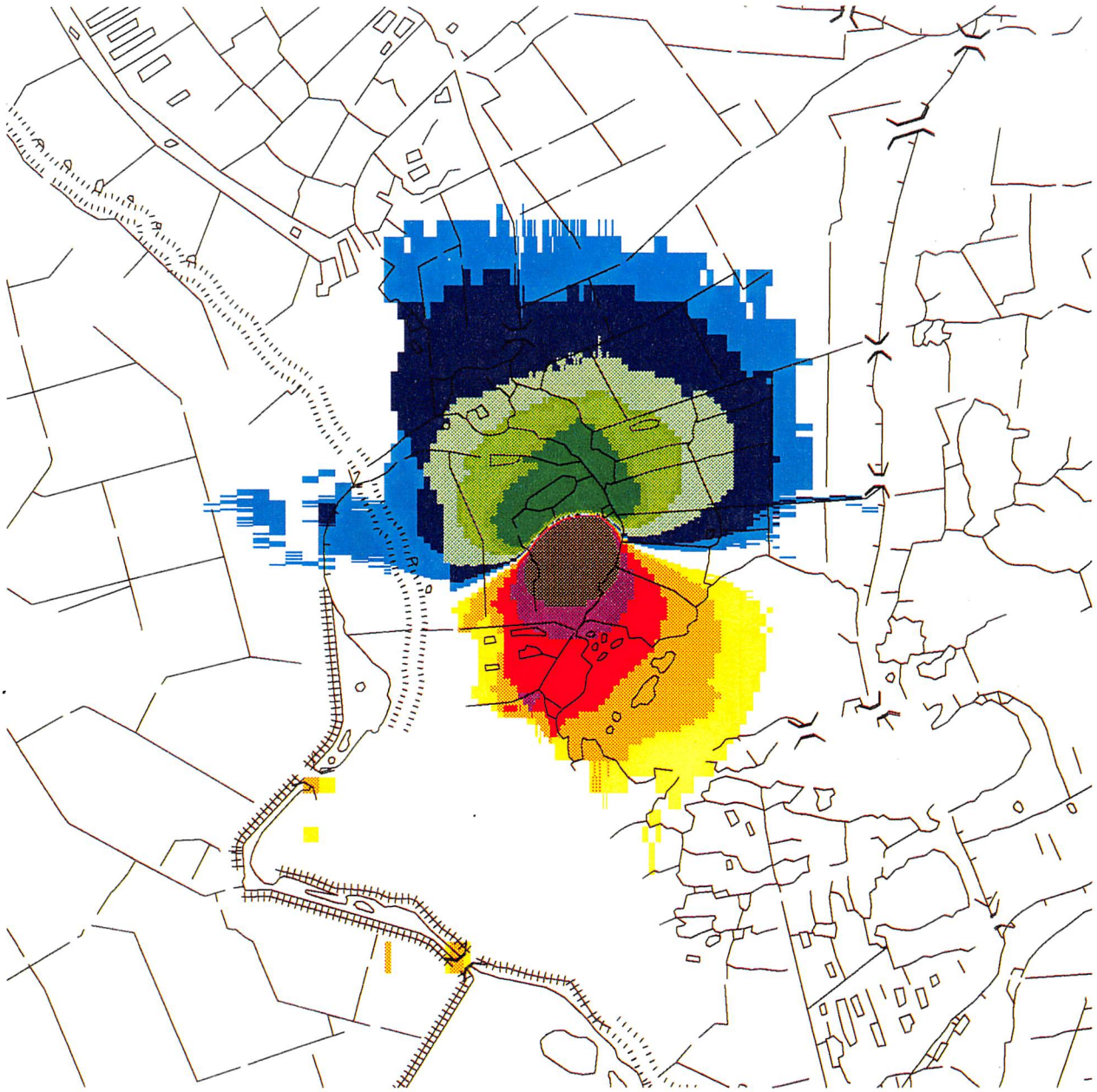
661

TauwMilieu

Verandering vertikale flux

op 28-10-1985; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.6b



Legenda

flux-verandering (mm/dag)

Positief getal = afname infiltratie / toename kwel

Negatief getal = toename infiltratie / afname kwel

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

W.M.D.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering vertikale flux op 28-10-1985; 30 M m3/j; reeel	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	662

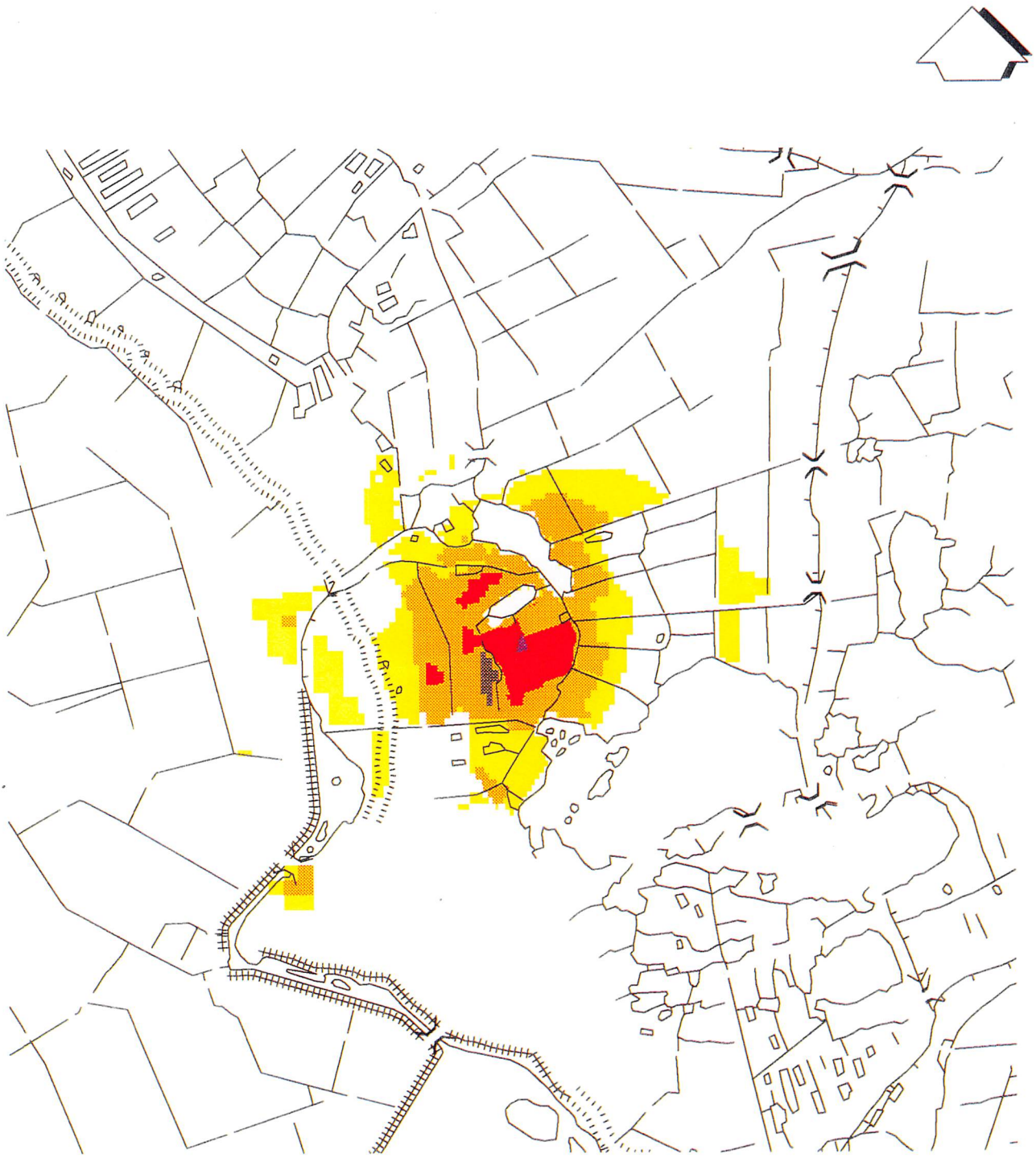
662

TauwMilieu

Verandering grondwaterstand

op 5-11-1985; calamiteit 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.7



Legenda

gws-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 5-11-1985; calam. 20 M m3/j	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	67

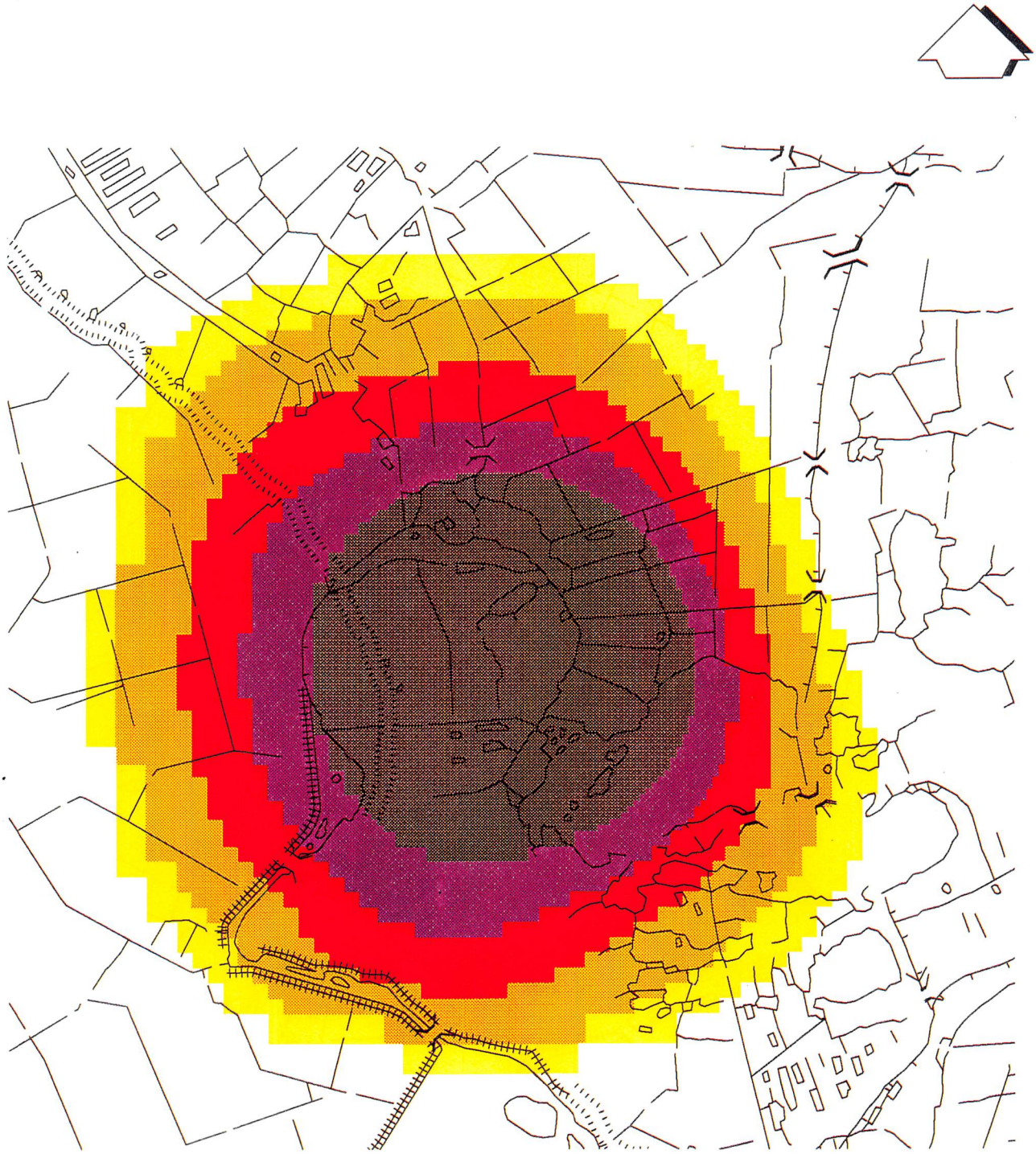
67

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag

op 5-11-1985; calamiteit 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.8



Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 5-11-1985; calam. 20 M m3/j	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	68

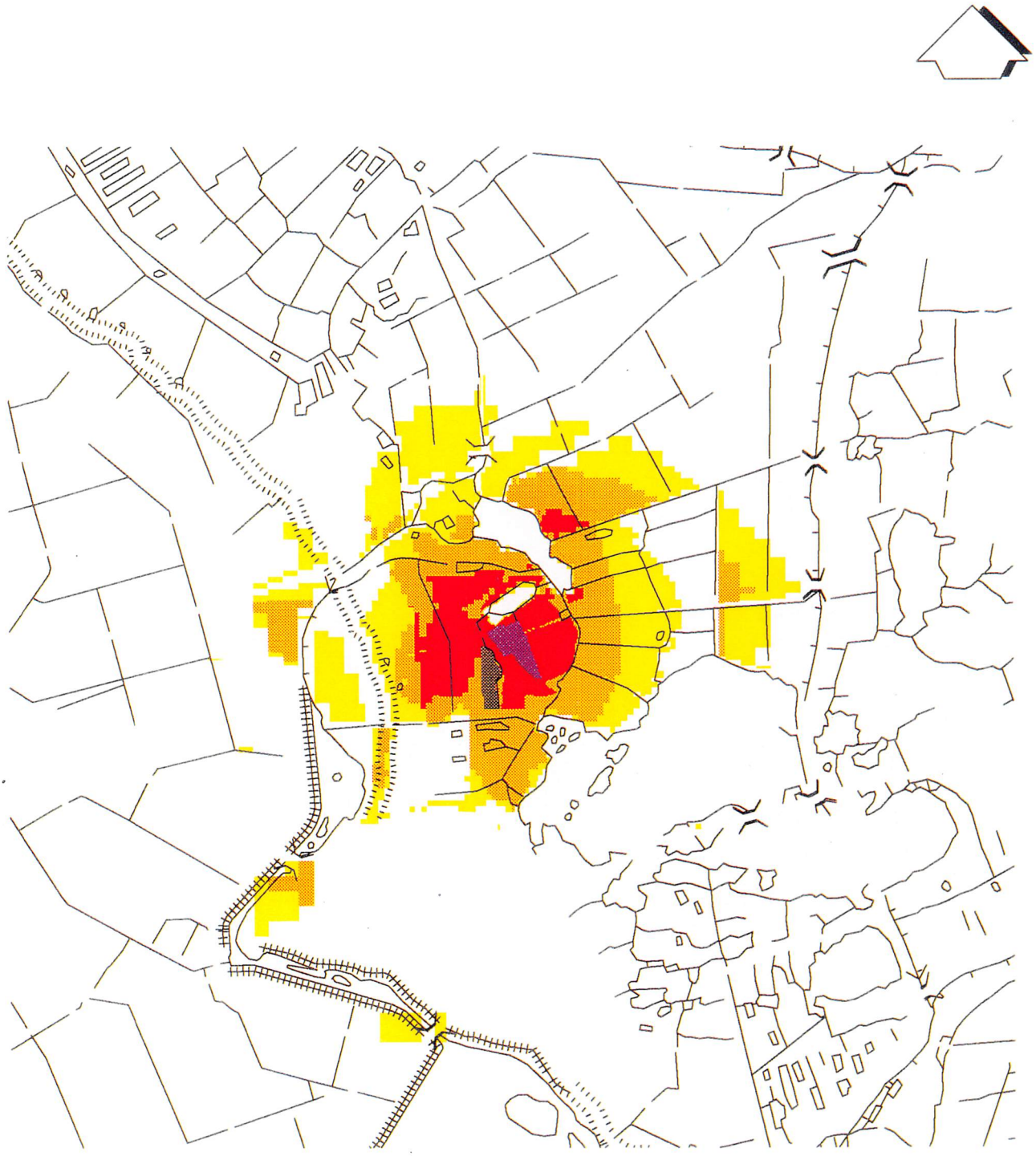
68

TauwMilieu

Verandering grondwaterstand

op 5-11-1985; calamiteit 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.9



Legenda

gws-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie

Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

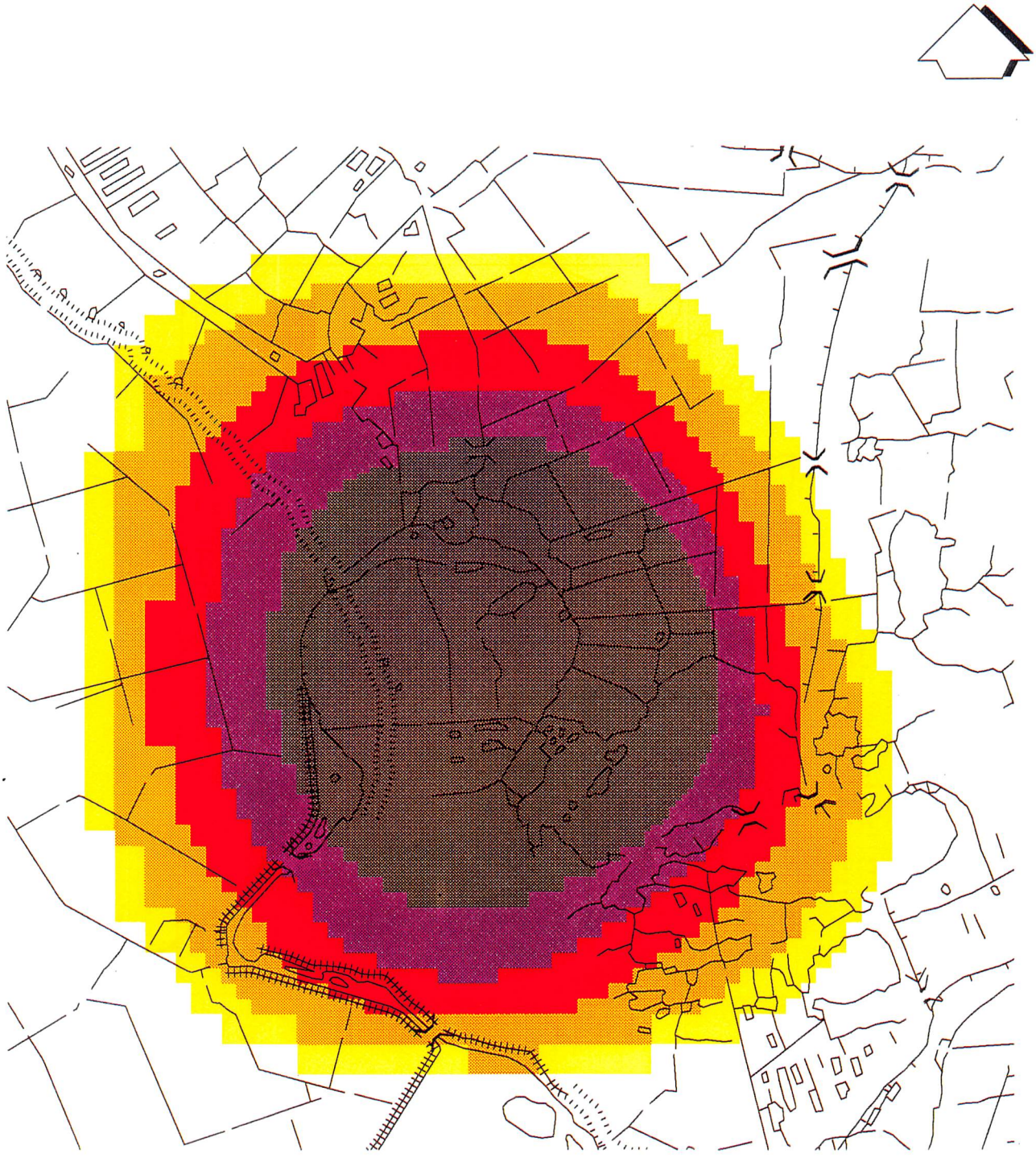
W.M.O.	1:100000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering grondwaterstand op 5-11-1985; calam. 30 M m3/j	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	69

69

TauwMilieu

Verandering stijghoogte bepompte laag
op 5-11-1985; calamiteit 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.10



Legenda

stijghoogte-verandering (m)

Positief getal = ingreep veroorzaakt stijging ten opzichte van de referentie situatie
Negatief getal = ingreep veroorzaakt verlaging ten opzichte van de referentie situatie

- < -0.100
- -0.100 tot -0.050
- -0.050 tot -0.025
- -0.025 tot -0.010
- -0.010 tot -0.005
- -0.005 tot 0.005
- 0.005 tot 0.010
- 0.010 tot 0.025
- 0.025 tot 0.050
- 0.050 to 0.100
- > 0.100

0 500 1000 m

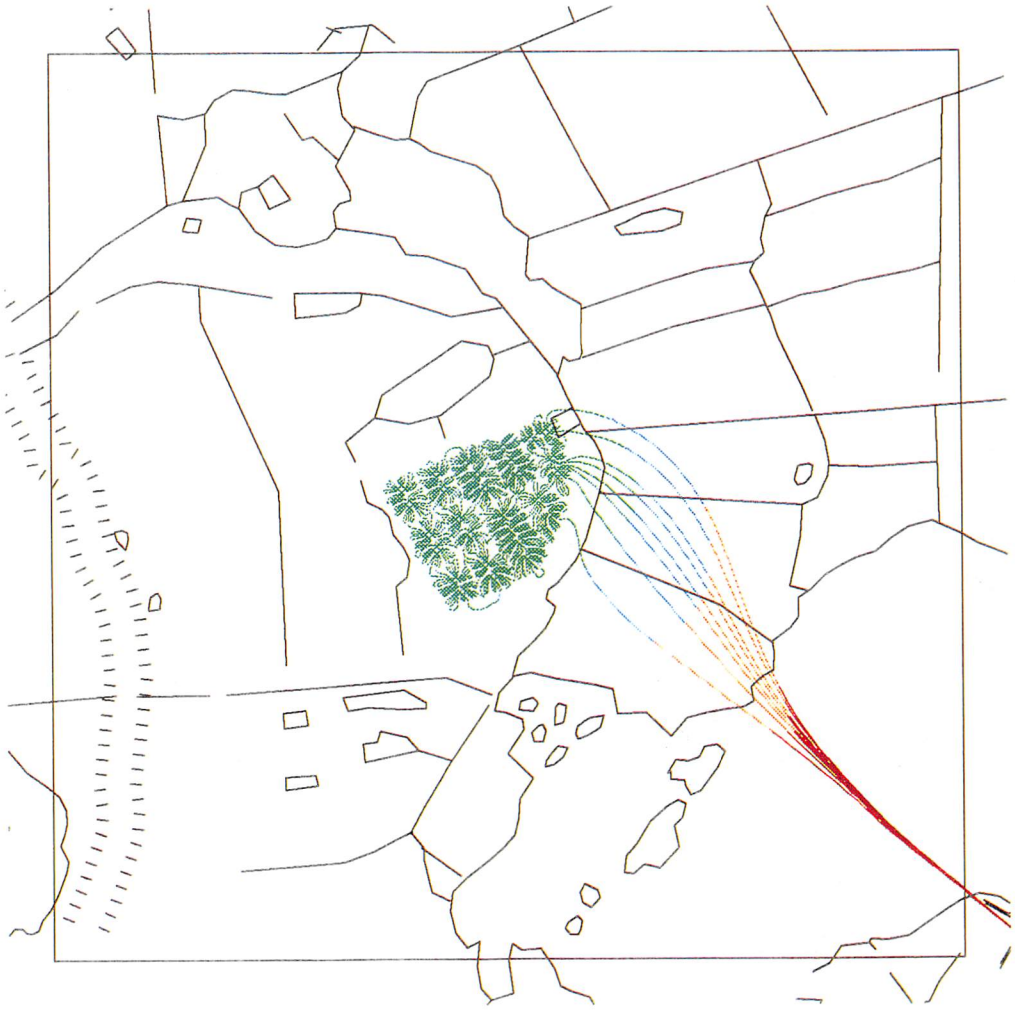
W.M.O.	1:100000	A4R-ld
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verandering stijgh bepompte laag op 5-11-1985; calam. 30 M m3/j	96-09-25 / 07/16/1996 / adv	610

610

TauwMilieu

Verblijftijdzones
in bepompt pakket; 20 M m3/j; reele case

Figuur 6.11



Legenda

Verblijftijd (j)

- < 25
- 25 tot 100
- 100 tot 300
- > 300

0 500 1000 m

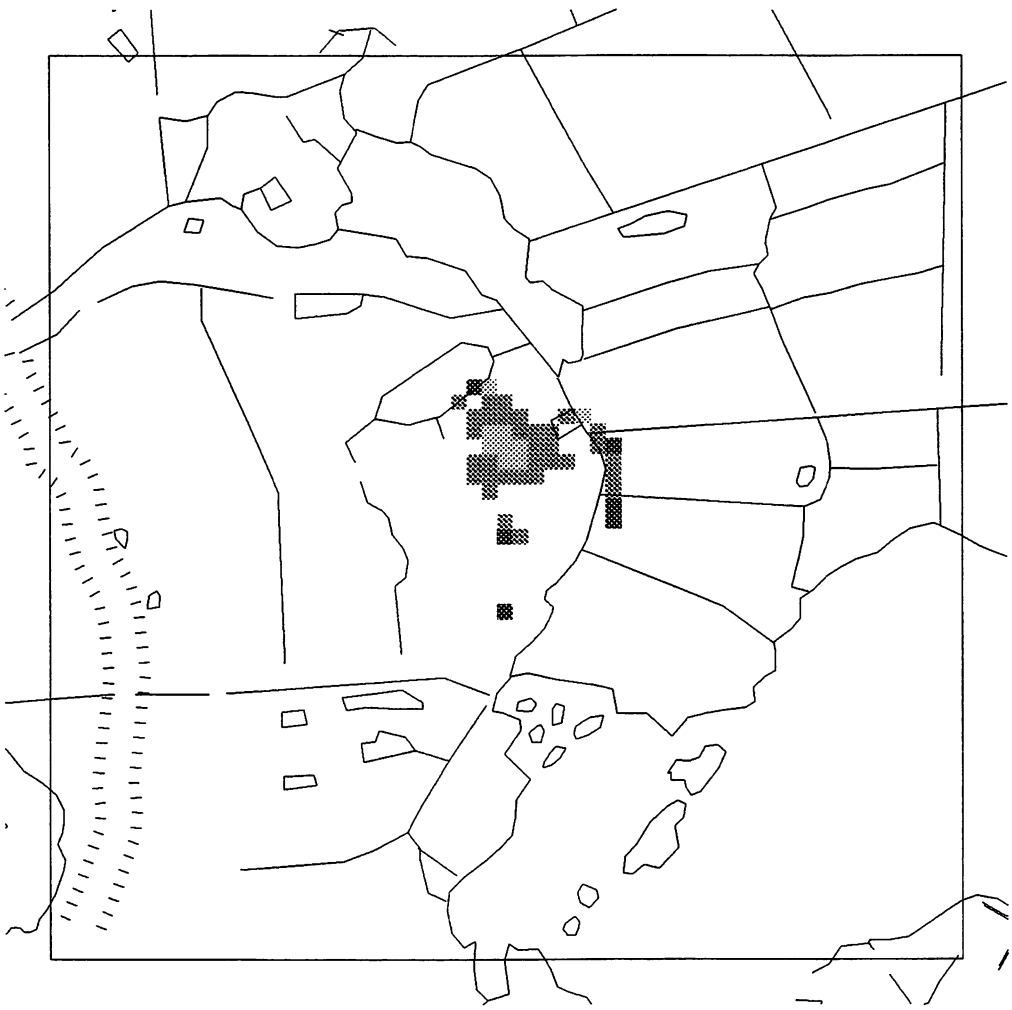
W.M.O.	1:50000	A4R-ki
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verblijftijdzones in bepompt pakket; 20 M m3/j; reeel	96-09-26 / 07/17/1996 / adv	6111

6111

TauwMilieu

Verblijftijdzone 25 jaar
aan maaiveld; 20 M m3/j

Figuur 6.12a



Legenda

Verblijftijdzone

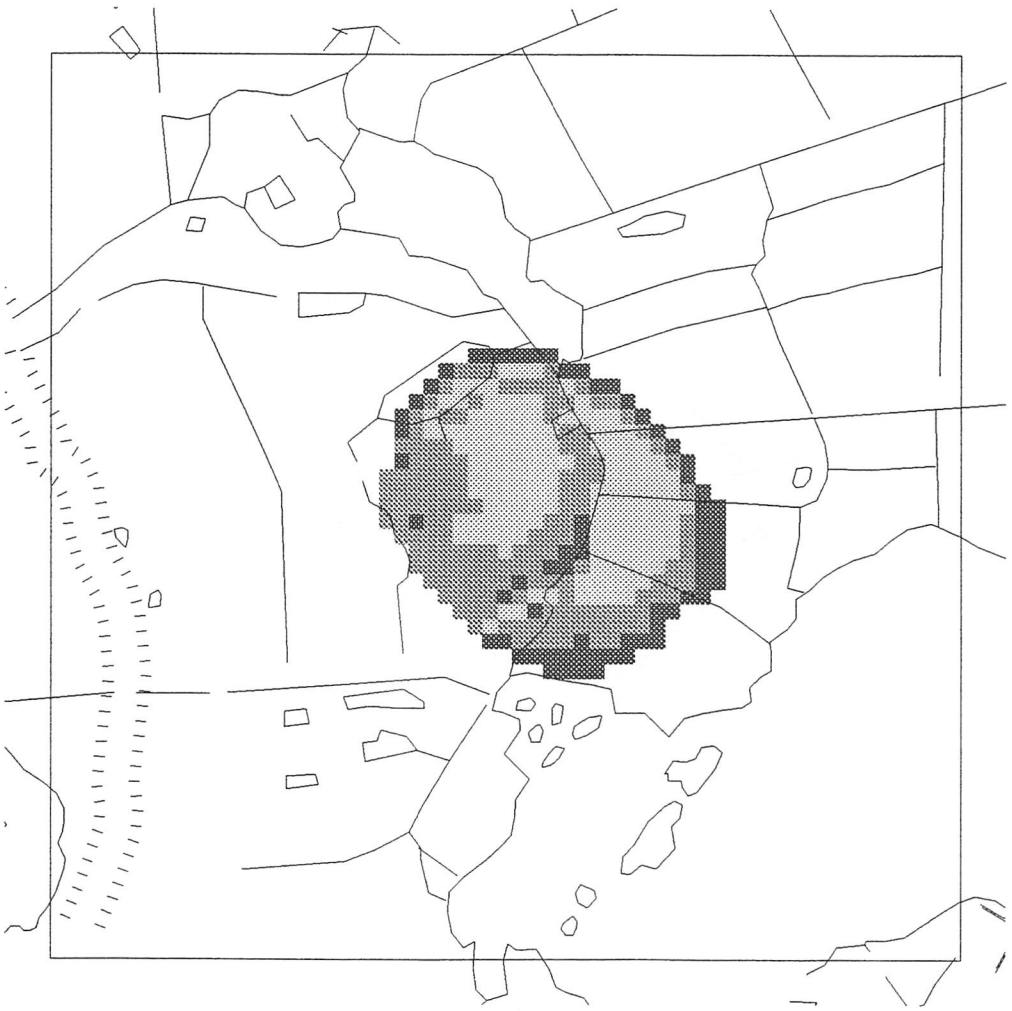
- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verblijftijdzone 25 jaar aan maaiveld; 20 M m3/j	96-07-22 / 07/22/1996 / adv	6121
6121	TauwMilieu	

Verblijftijdzone 100 jaar
aan maaiveld; 20 M m3/j

Figuur 6.12b



Legenda

Verblijftijdzone

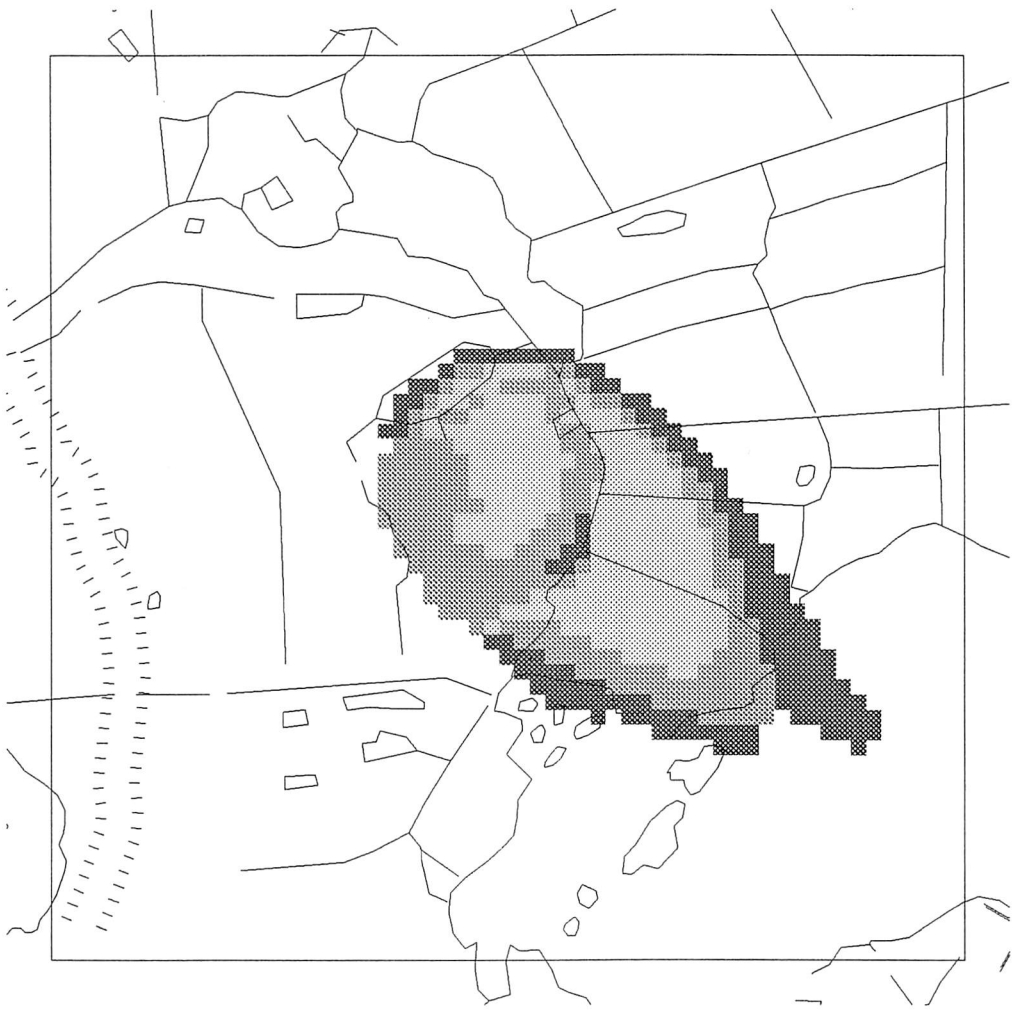
- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:50000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Verblijftijdzone 100 jaar aan maaiveld; 20 M m3/j	Datum: 96-07-22 / Gecontr.: 07/22/1996 / Ge.: adv	Tekeningnr.: 6122
6122	TauwMilieu	

Verblijftijdzone 300 jaar
aan maaiveld; 20 M m3/j

Figuur 6.12c



Legenda

Verblijftijdzone

- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:50000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Verblijftijdzone 300 jaar aan maaiveld; 20 M m3/j	Datum: 96-07-22 Gecontr.: 07/22/1996 Ge.: adv	Tekeningnr.: 6123
6123	TauwMilieu	

Verblijftijdzones

in bepompt pakket; 30 M m3/j; reele case

Figuur 6.13

Legenda

Verblijftijd (j)

- < 25
- 25 tot 100
- 100 tot 300
- > 300

0 500 1000 m

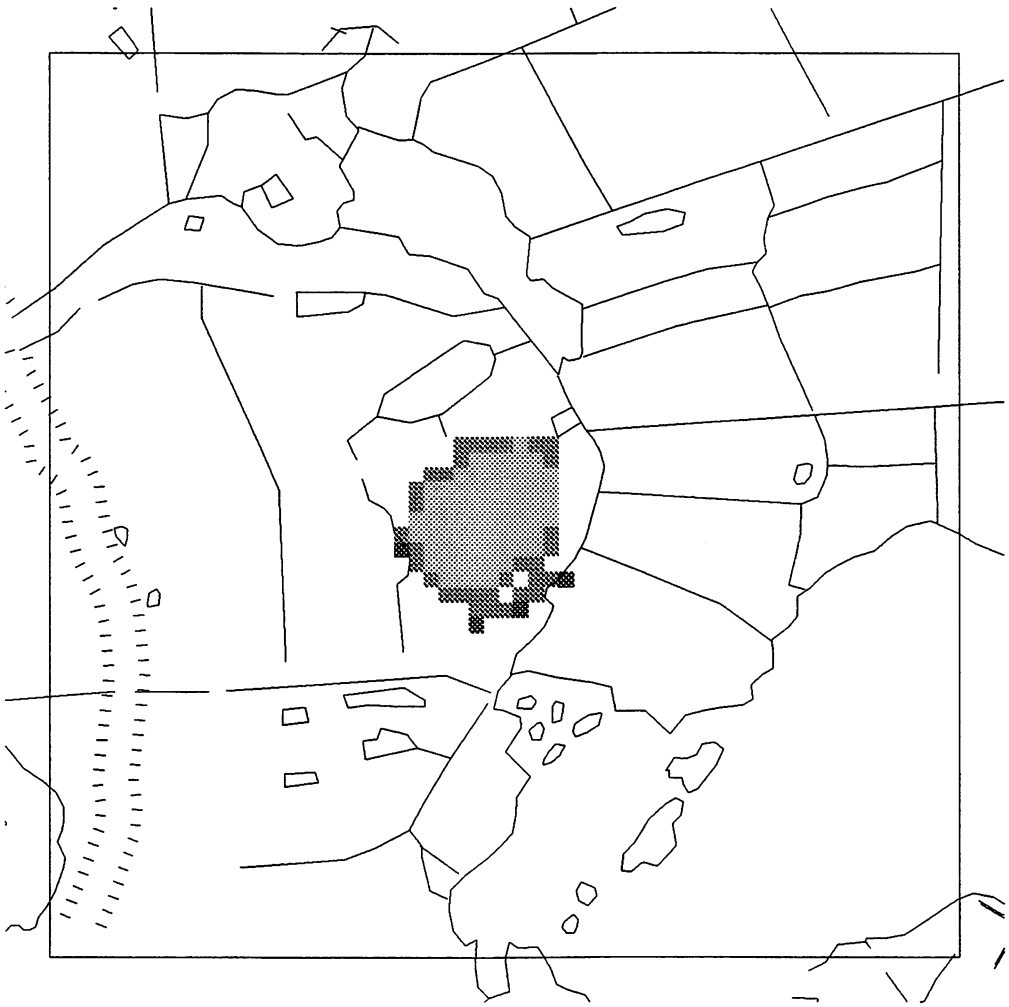
W.M.O.	1:50000	A4R-kl
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verblijftijdzones in bepompt pakket; 30 M m3/j; reel	96-09-26 / 07/17/1996 / adv	6131

6131

TauwMilieu

Verblijftijdzone 25 jaar
aan maaiveld; 30 M m3/j

Figuur 6.14a



Legenda

Verblijftijdzone

- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

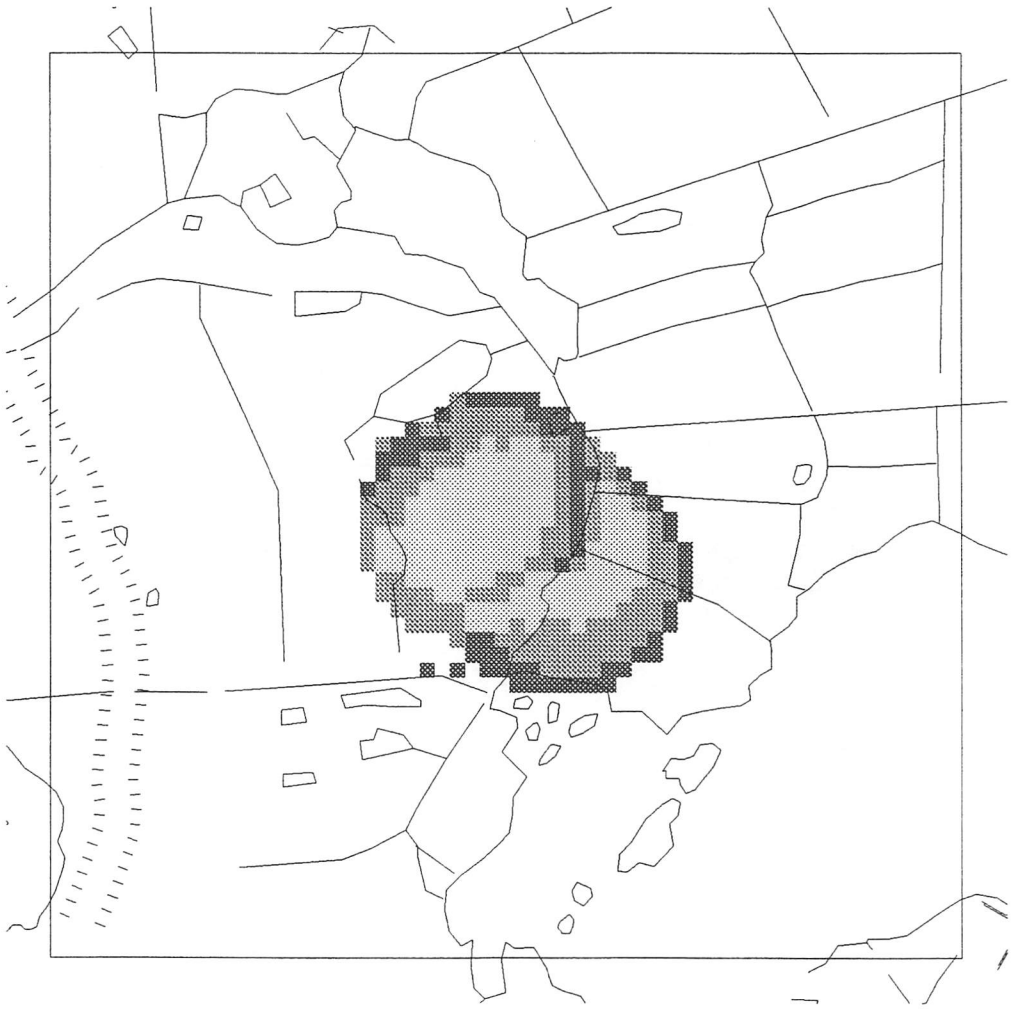
W.M.D.	1:50000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Verblijftijdzone 25 jaar aan maaiveld; 30 M m3/j	96-07-22 / 07/22/1996 / adv	6141

6141

TauwMilieu

Verblijftijdzone 100 jaar
aan maaiveld; 30 M m3/j

Figuur 6.14b



Legenda

Verblijftijdzone

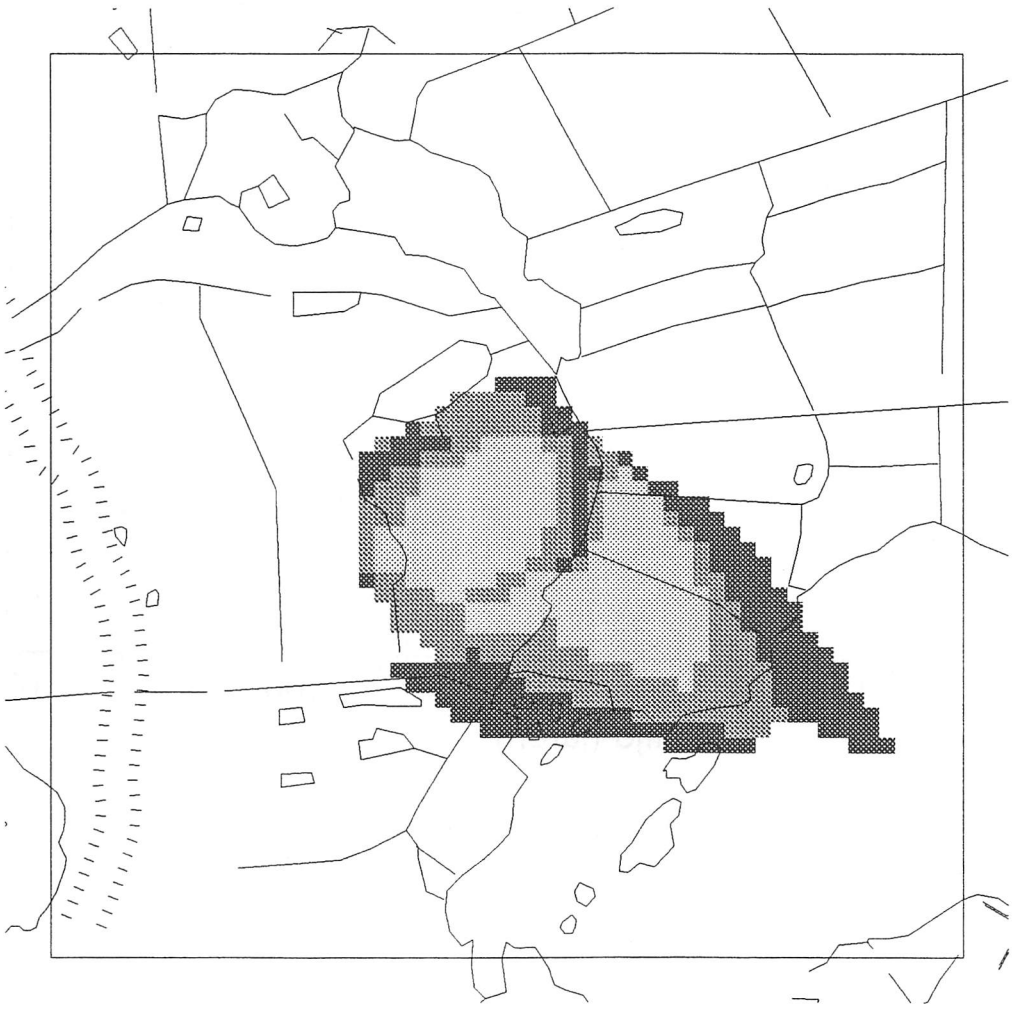
- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:50000	Formaat: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderdeel: Verblijftijdzone 100 jaar aan maaiveld; 30 M m3/j	Datum: 96-07-22 / Gewijzigd: 07/22/1996 / Door: adv	Tekeningnr.: 6142
6142	TauwMilieu	

Verblijftijdzone 300 jaar
aan maaiveld; 30 M m3/j

Figuur 6.14c



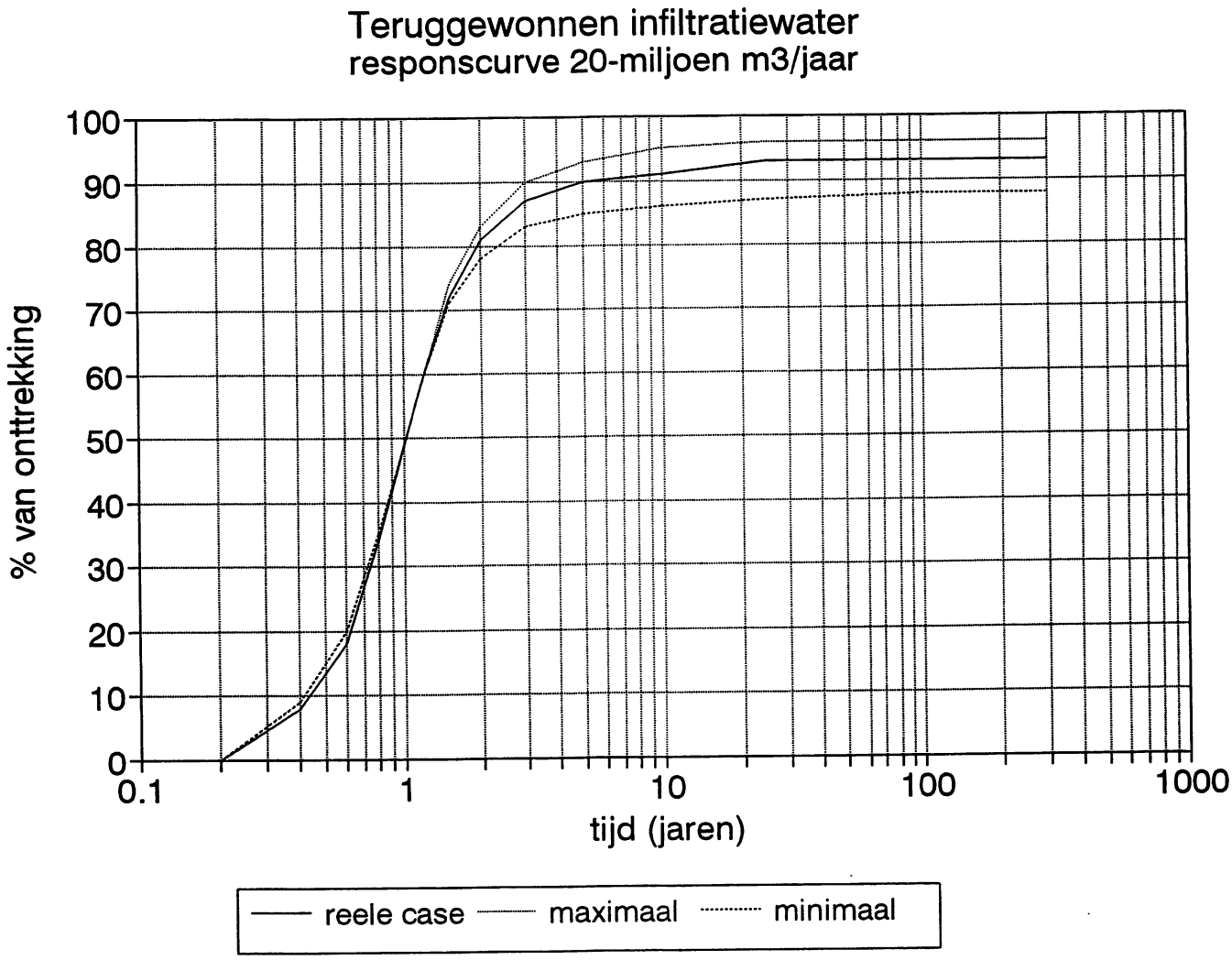
Legenda

Verblijftijdzone

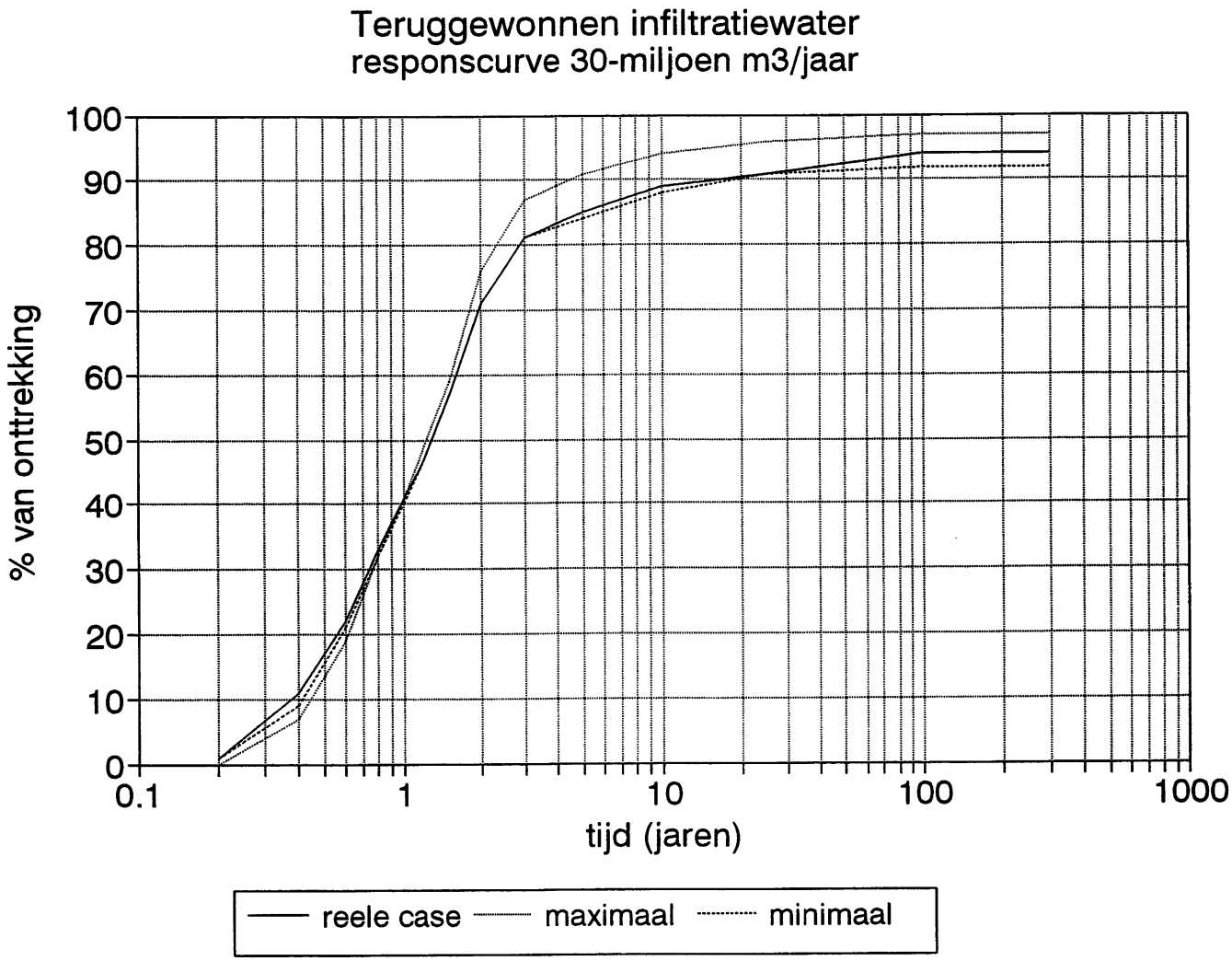
- kleinst omhullende
- reele case
- grootst omhullende

0 500 1000 m

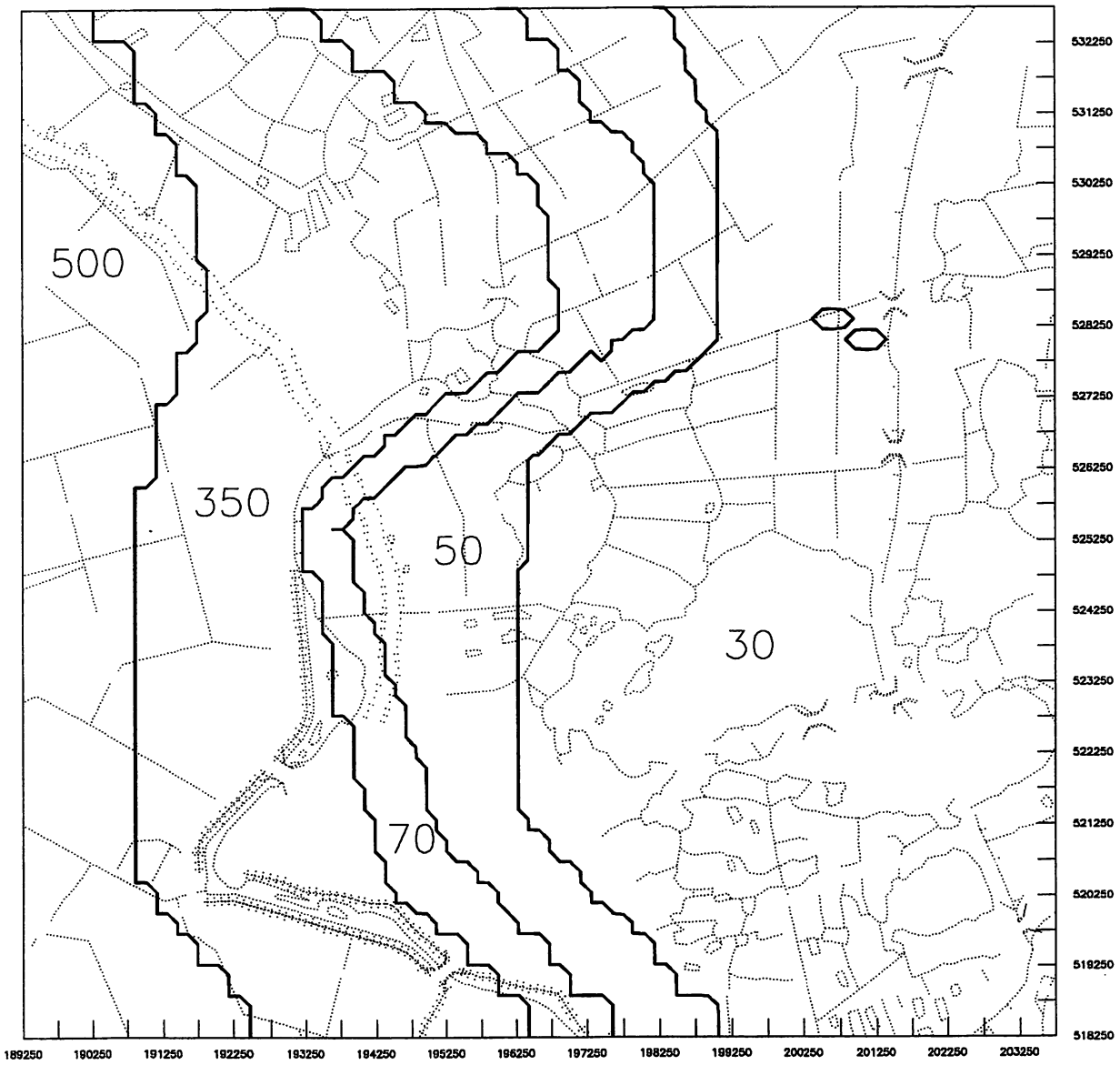
Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:50000	Format: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Verblijftijdzone 300 jaar aan maaiveld; 30 M m3/j	Datum: 96-07-22 / Gerev.: 07/22/1996 / Nr.: adv	Lokaal: 6143
6143	TauwMilieu	



TERUGGEWONNEN INFILTRATIEWATER FIGUUR 6.15



TERUGGEWONNEN INFILTRATIEWATER FIGUUR 6.16

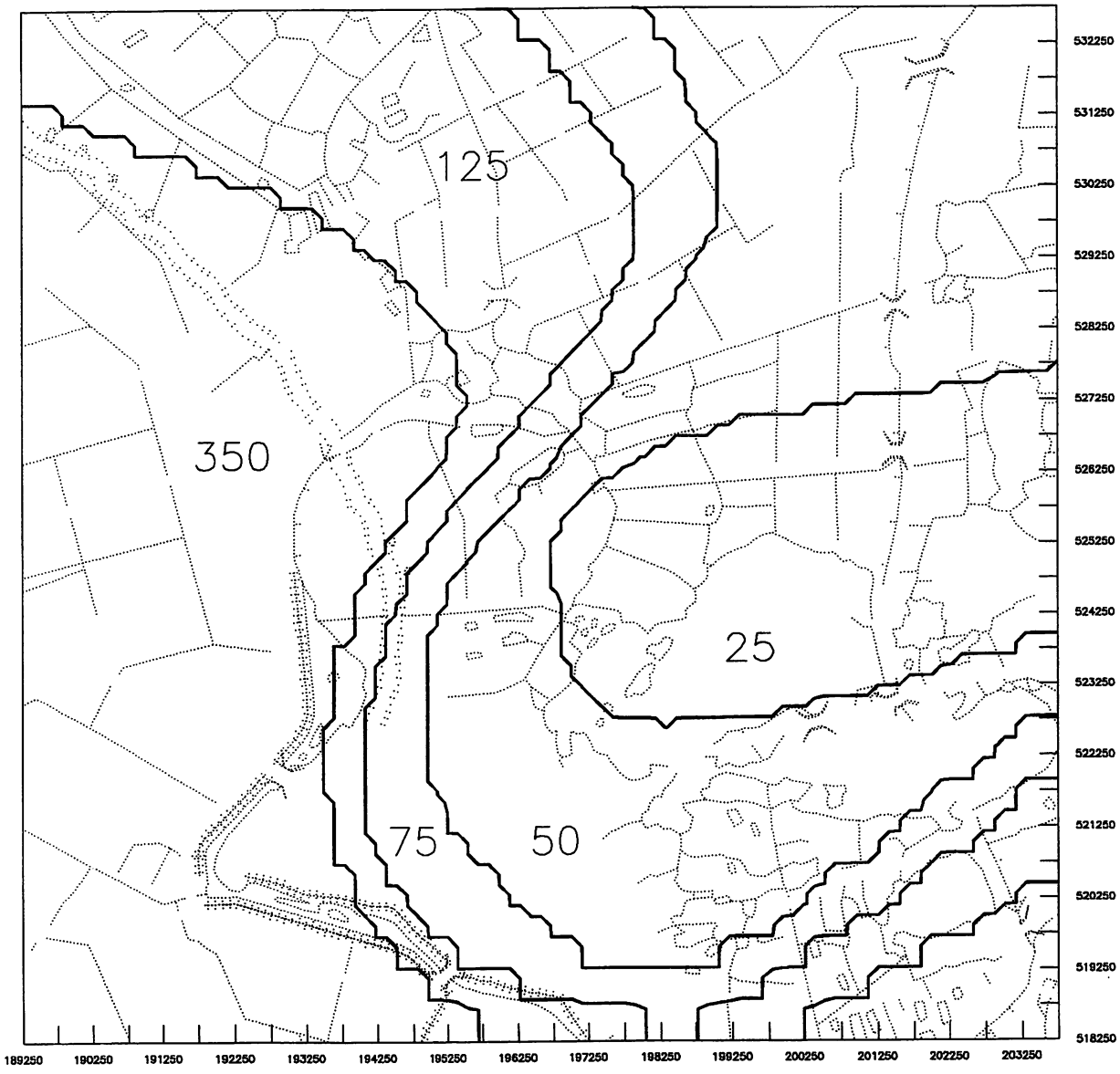


30 concentratie chloride (mg/l)

.. topografie

CHLORIDEVERDELING 1E WATERVOERENDE PAKKET FIGUUR 6.17

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570–699911

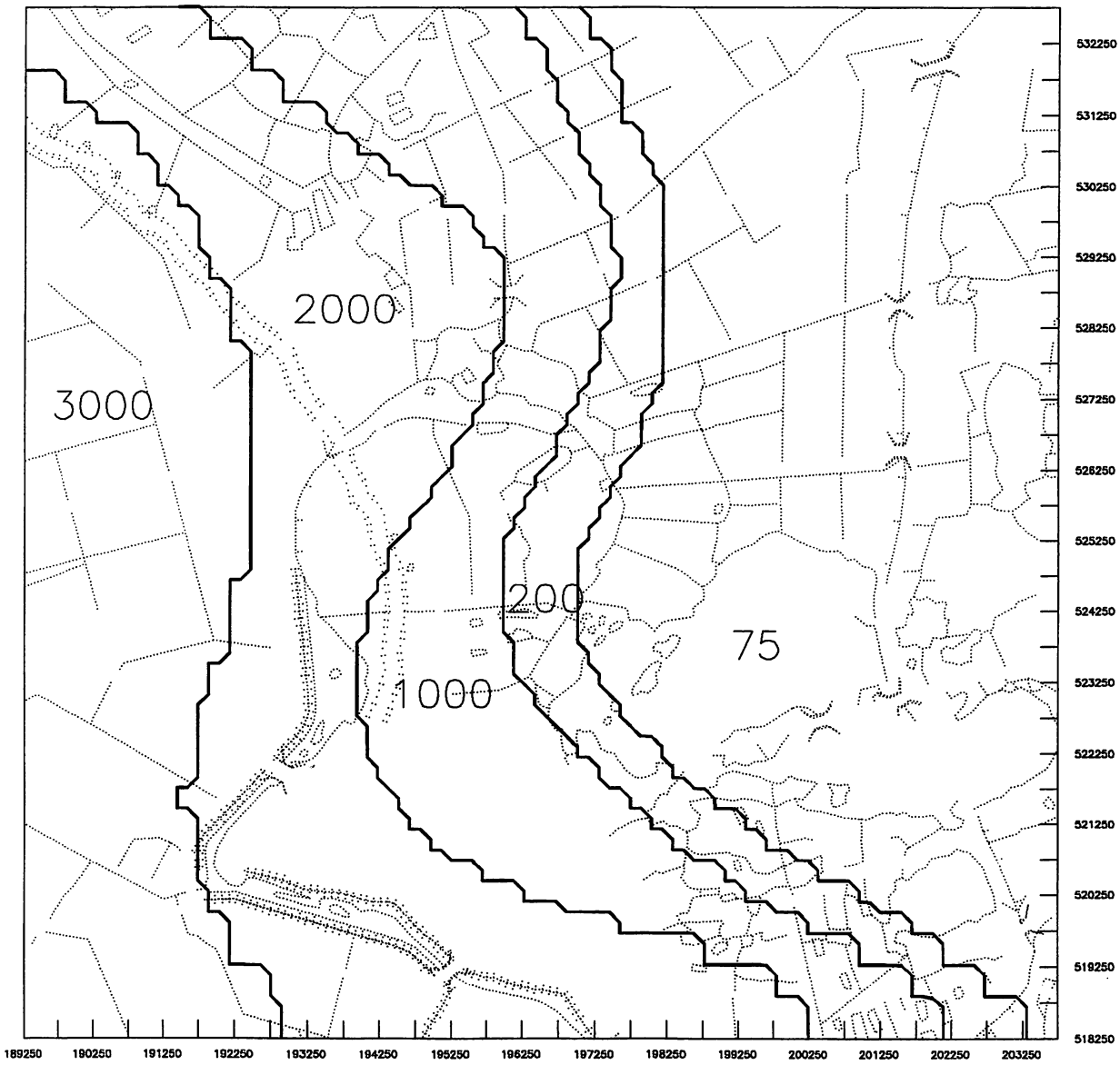


30 concentratie chloride (mg/l)

.. topografie

CHLORIDEVERDELING 2E WATERVOEREND PAKKET BOVEN FIGUUR 6.18

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911

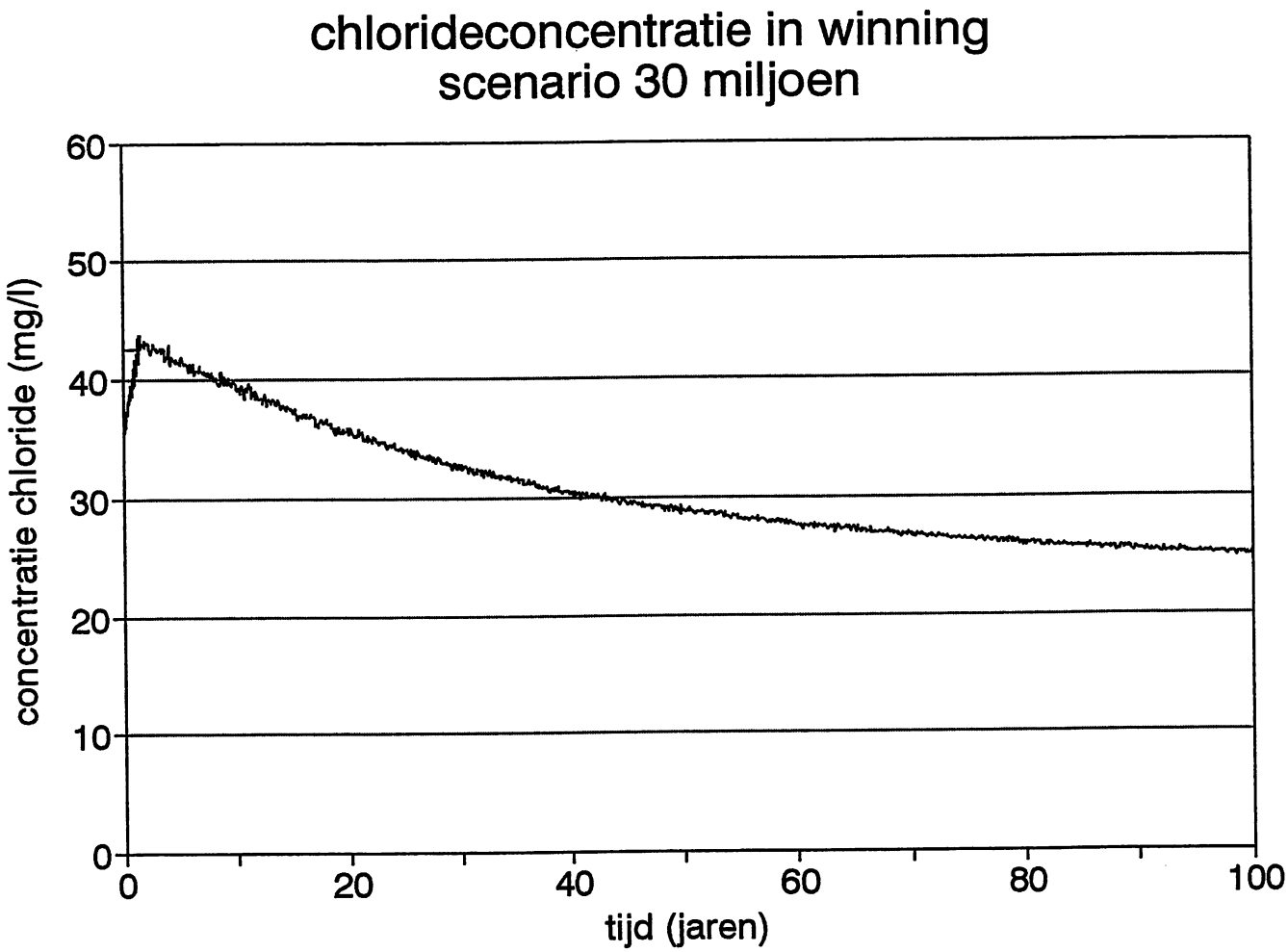


75 concentratie chloride (mg/l)

.. topografie

CHLORIDEVERDELING 2E WATERVOERENDE PAKKET ONDER FIGUUR 6.19

Tauw Milieu bv, Postbus 133, 7400 AC Deventer. tel. 0570-699911



DOORBRAAKCURVE CHLORIDE (RUWWATERKWALITEIT) FIGUUR 6.20

Codering natuurgebieden
tbv waterbalansberekening

Figuur 6.21

Legenda
codering

1001 onbemest gras/riet/moeras

0 500 1000 m

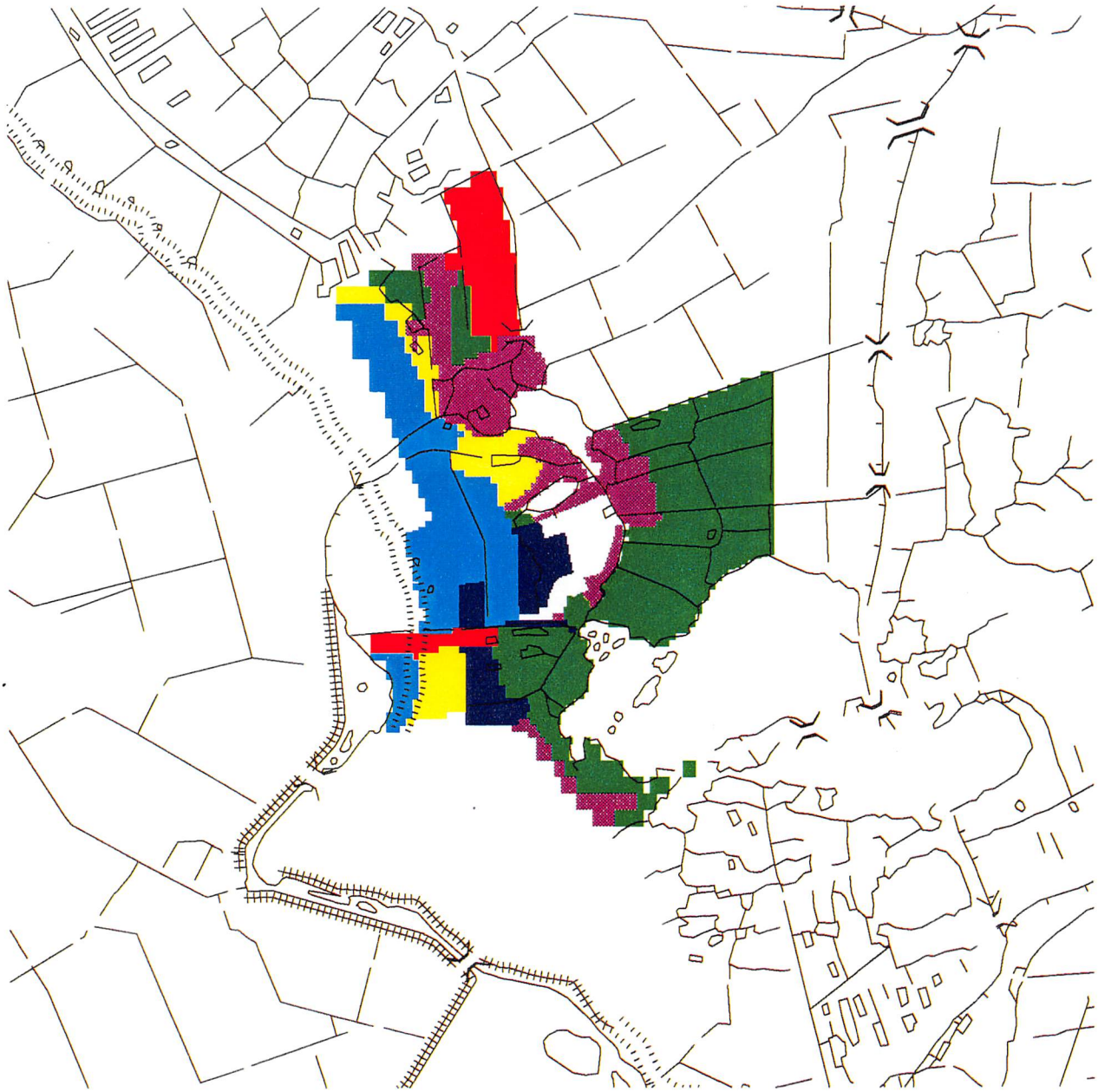
W.M.O.	1:100000	A4R-zw
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Codering natuurgebieden tbv waterbalansberekening	96-08-06 / 08/06/1996 / adv	6211

6211

TauwMilieu

Codering relatienotagebieden
tbv waterbalansberekening

Figuur 6.22



Legenda

codering gebieden

- 1102 reservaat en natuurontw.
- 1103 reservaat en natuurontw.
- 1104 relatienotabeheer
- 1105 relatienotabeheer
- 1106 reservaat en natuurontw.
- 1107 reservaat en natuurontw.

0 500 1000 m

W.M.D.	1:100000	A4R-ki
MER lokatie Leeuwterveld	3465462	
Codering relatienotagebieden tbv waterbalansberekening	96-09-25 / 09/25/1996 / adv	6221

6221

TauwMilieu

Codering deelgebieden lokatie Leeuwterveld
tbv waterbalansberekening

Figuur 6.23

Legenda

codering

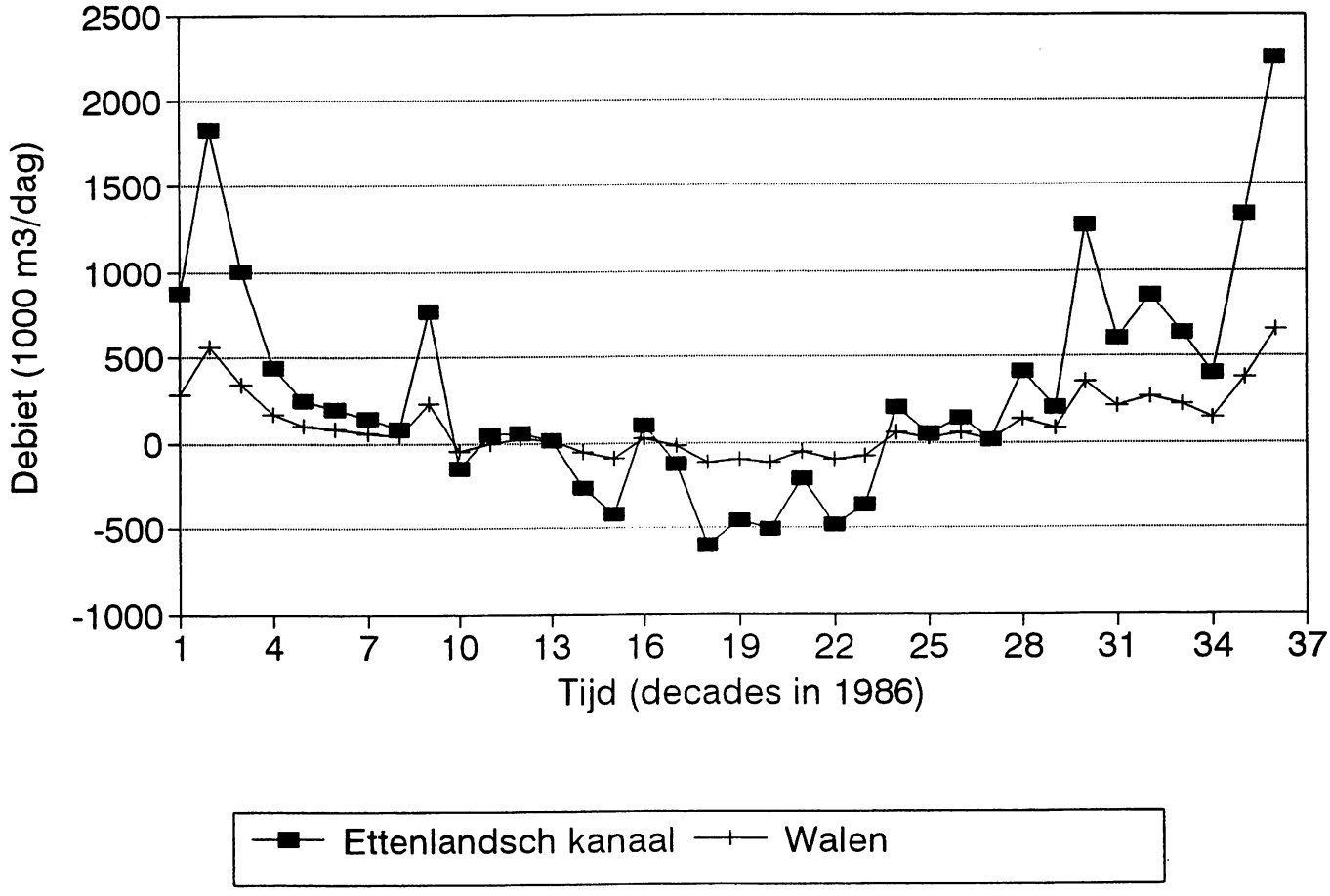
- **998 procesbekkens**
- **999 reserveringsgeb. winlokatie**

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.O.	Schaal: 1:100000	Format: A4R-zw
Project: MER lokatie Leeuwterveld	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Codering deelgeb. Leeuwterveld tbv waterbalansberekening	Datum: 96-09-25 / Datum: 09/25/1996 / Gr.: adv	Tekn.: 6231
6231	TauwMilieu	

Figuur 6.24

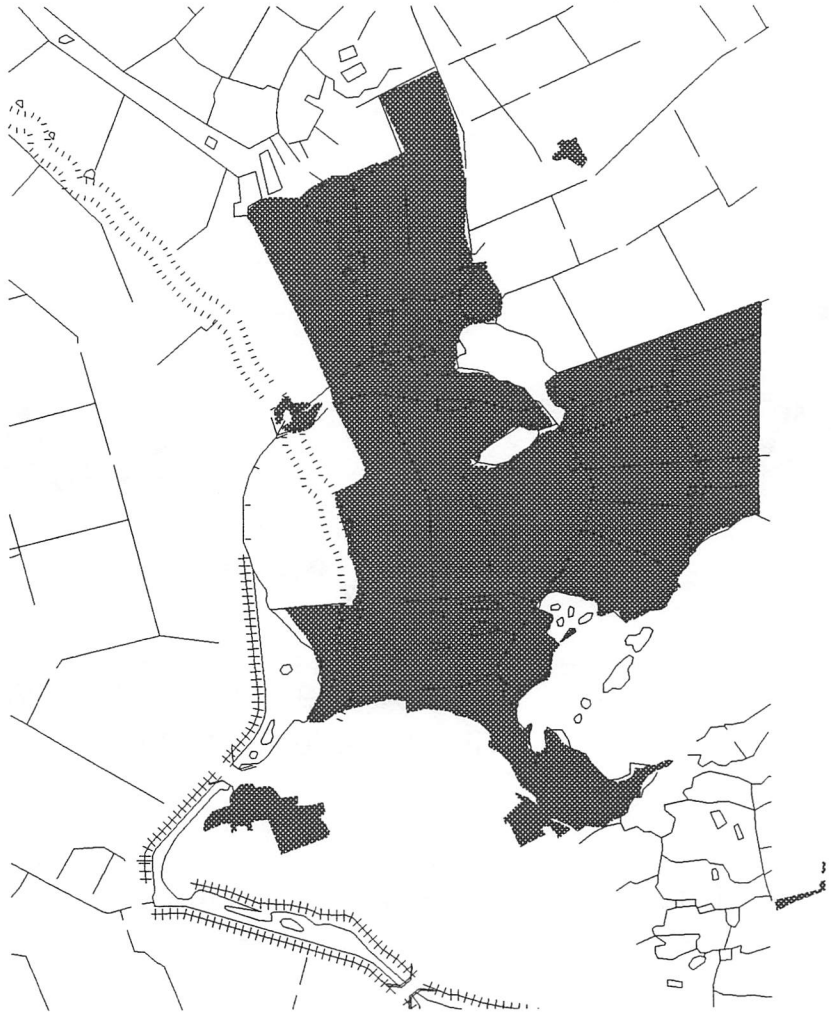
Waterverplaatsing in boezem



Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld

Wingebieden, bebouwing en natuurgebieden

Figuur 7.0.

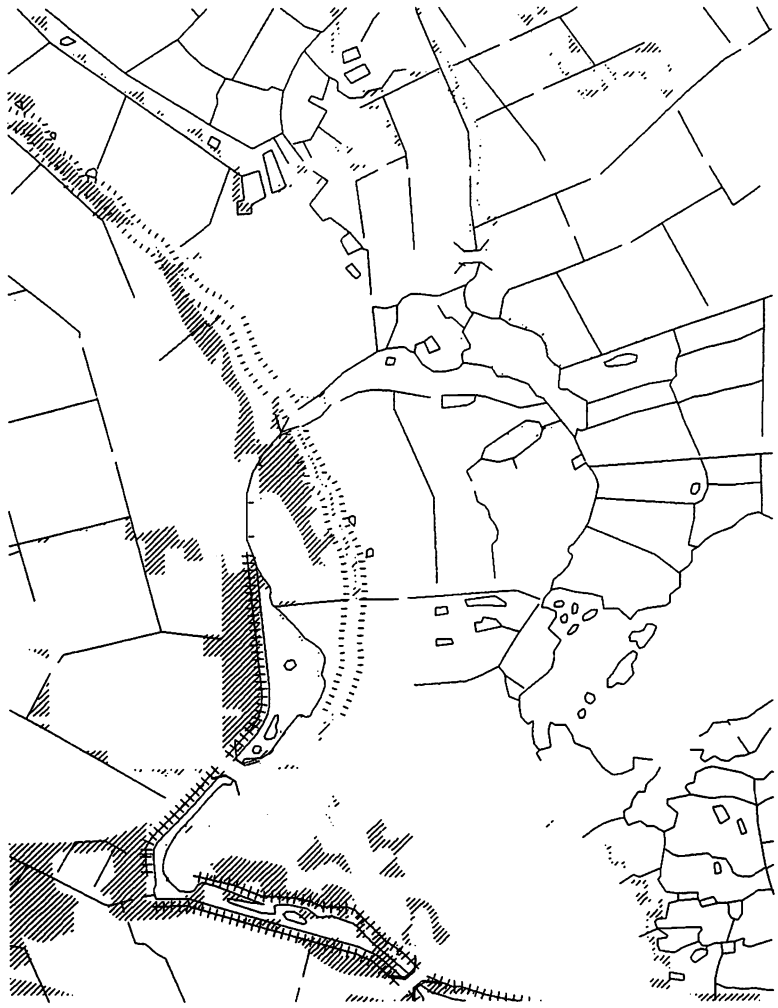


Opdrachtgever W.M.O.	Schaal 1:50000		Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462		
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld Wingebieden, bebouwing en natuurgebieden	Datum	11/21/1996	Tek.nr.
	Gewijz.	11/21/1996	
	Get.	ahn	

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld
scenario 20 M m3/j reele case

Figuur 7.1



Legenda opbrengstverandering

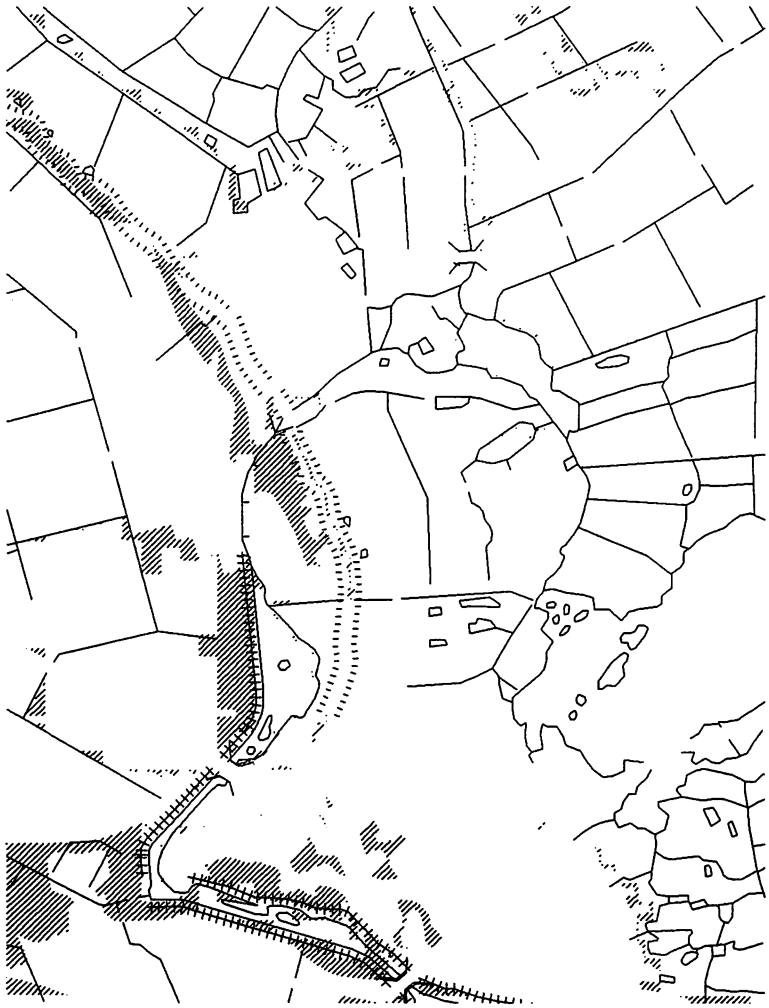
- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

Opdrachtgever W.M.O.	Schaal 1:50000		Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462		
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld scenario 20 M m3/j reele case	Datum Gewijz. Get.	11/21/1996 11/21/1996 ahn	Tek.nr. 1

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld
scenario 20 M m3/j lage case

Figuur 7.2



Legenda opbrengstverandering

- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

Opdrachtgever W.M.D.	Schaal 1:50000		Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462		
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld scenario 20 M m3/j lage case	Datum	11/21/1996	Tek.nr. 2
	Gewijz.	11/21/1996	
	Get.	ahn	

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j hoge case

Figuur 7.3

Legenda opbrengstverandering

- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

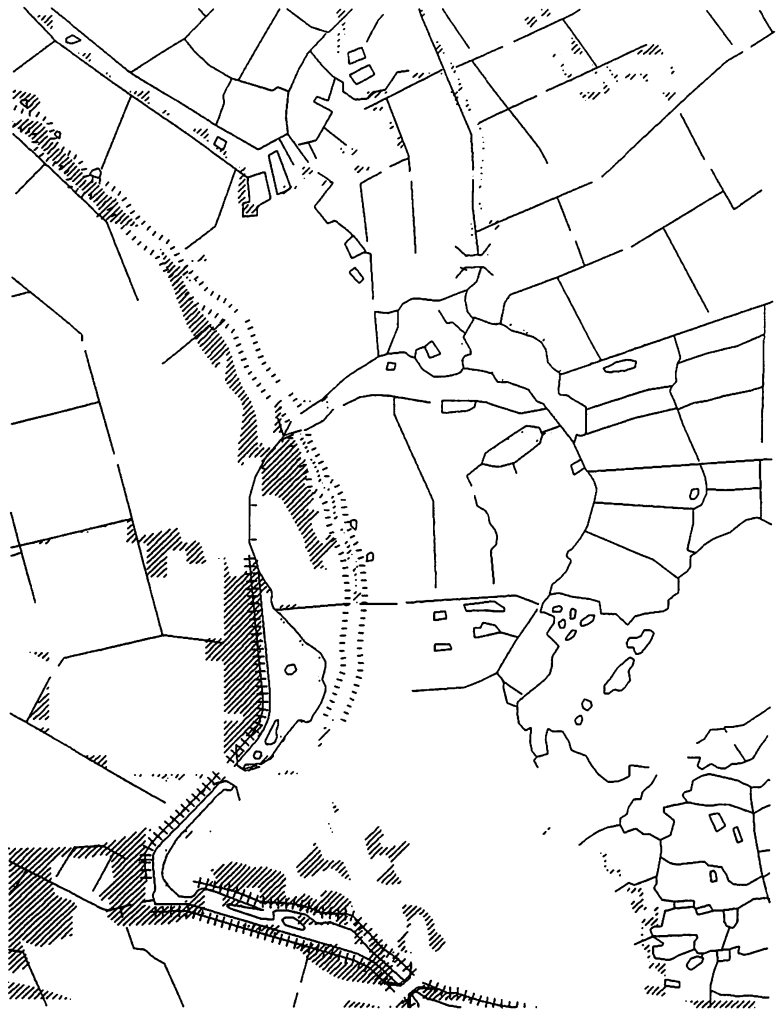
Opdrachtgever W.M.D.	Schaal 1:50000	Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462	
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld scenario 20 M m3/j hoge case	Datum 11/21/1996	Tek.nr. 3
	Gewijz. 11/21/1996	
	Get. ahn	

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j reele case

Figuur 7.4



Legenda opbrengstverandering

- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

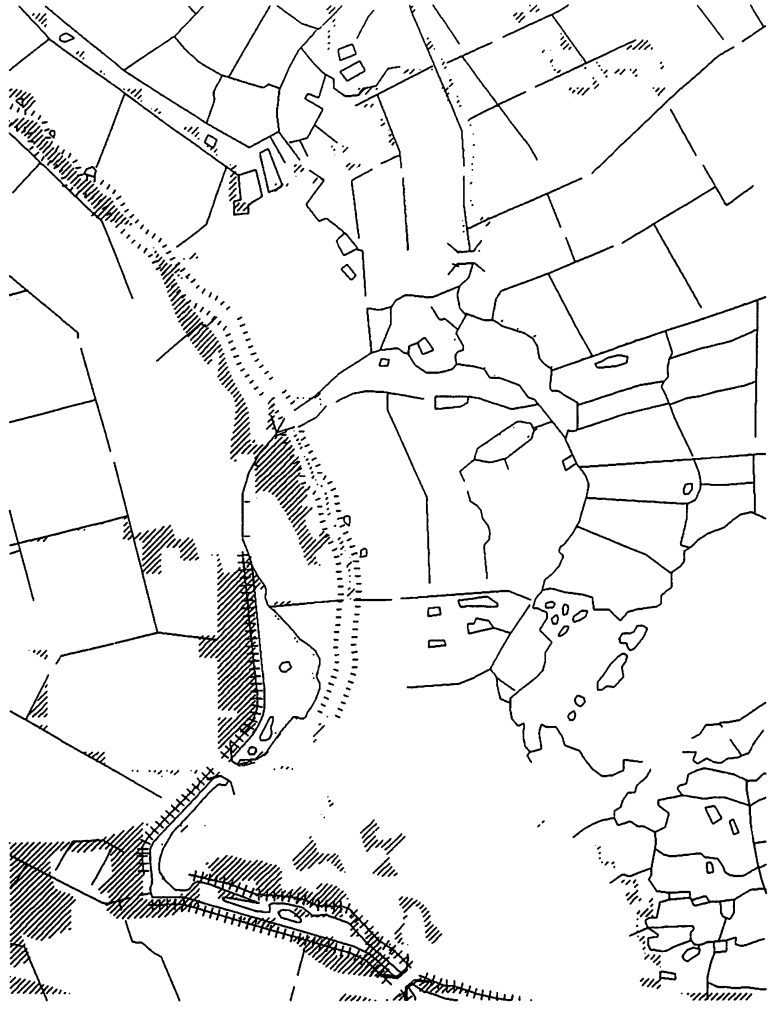
Opdrachtgever W.M.O.	Schaal 1:50000		Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462		
Onderdeel Opbrengstverandering Leewterveld scenario 30 M m3/j reele case	Datum	11/21/1996	Tek.nr. 4
	Gewijz.	11/21/1996	
	Get.	ahn	

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j lage case

Figuur 7.5



Legenda opbrengstverandering

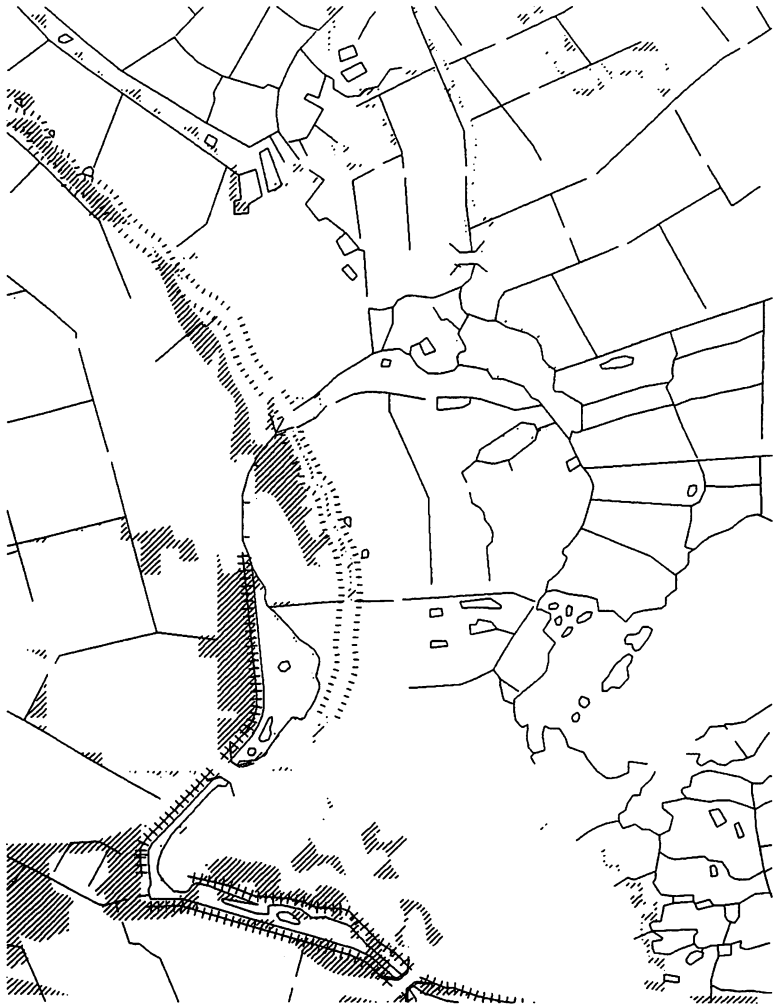
- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

Opdrachtgever W.M.D.	Schaal 1:50000	Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462	
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld scenario 30 M m3/j lage case	Datum 11/21/1996 Gewijz. 11/21/1996 Get. ahn	Tek.nr. 5

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Opbrengst verandering lokatie Leeuwterveld
scenario 30 M m3/j hoge case

Figuur 7.6



Legenda opbrengstverandering

- opbrengst verbetering
- geen verandering
- vanaf 0 t/m 5 procent depressie
- vanaf 5 t/m 10 procent depressie
- vanaf 10 procent depressie
- GWS onbekend
- bodem onbekend

Opdrachtgever W.M.D.	Schaal 1:50000	Formaat A4R-zw
Project Lokatie MER	Projectnr. 3465462	
Onderdeel Opbrengstverandering Leeuwterveld scenario 30 M m3/j hoge case	Datum 11/21/1996	Tek.nr. 6
	Gewij. 11/21/1996	
	Get. ahn	

TauwMilieu
Postbus 140 7400 AL Deventer

Modelgebied en zettingsgevoelige objecten

lokatie Leeuwterveld

Figuur 8.1

Legenda

■ **zettingsgevoelig object**

0 500 1000 m

Opdrachtgever: W.M.D.	Schaal: 1:50000	Formaat: A4R-zw
Project: Lokatie MER	Projectnr.: 3465462	
Onderwerp: Modelgebied en zettingsgevoelige objecten lokatie Leeuwterveld	Datum: 96-09-19 / Gewijzigd: 07/24/1996 / Door: adv	Kaart: 1

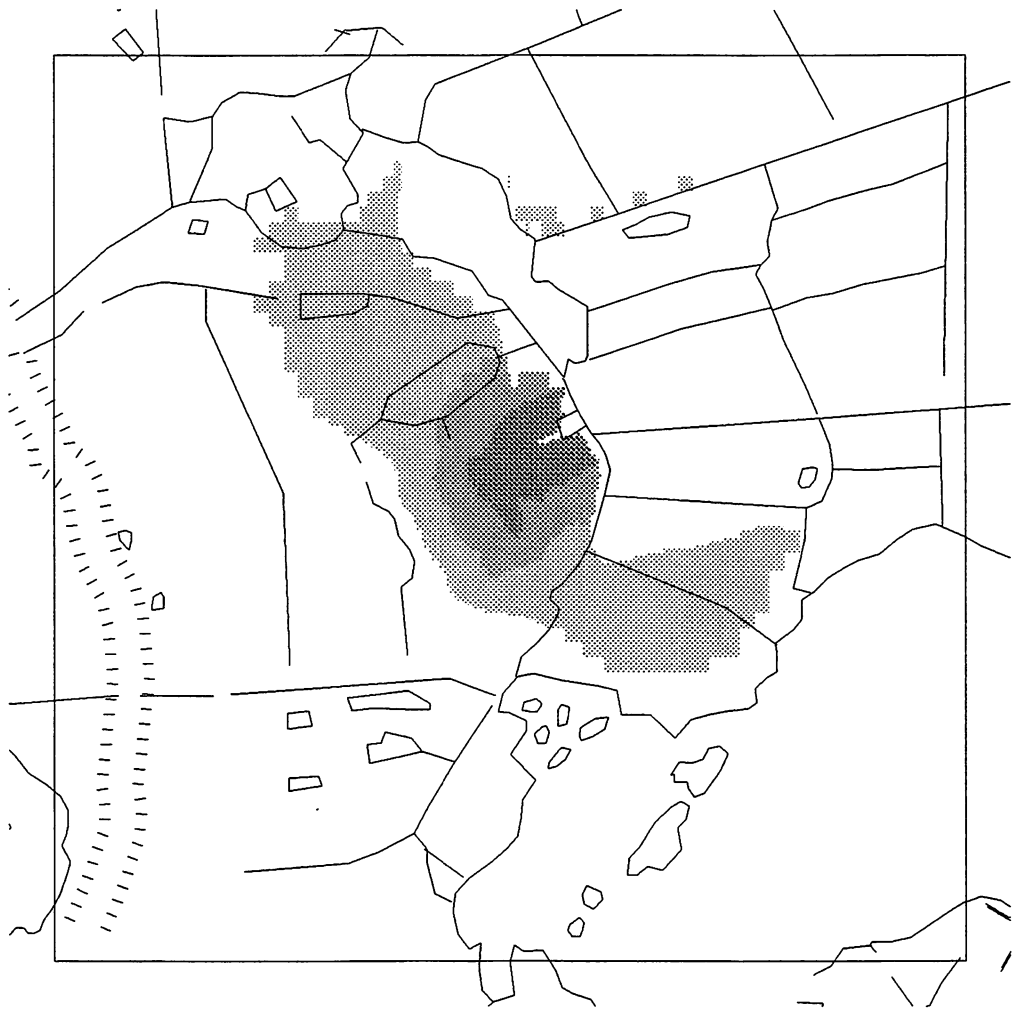
1

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j regulier; reele case

Figuur 8.2



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

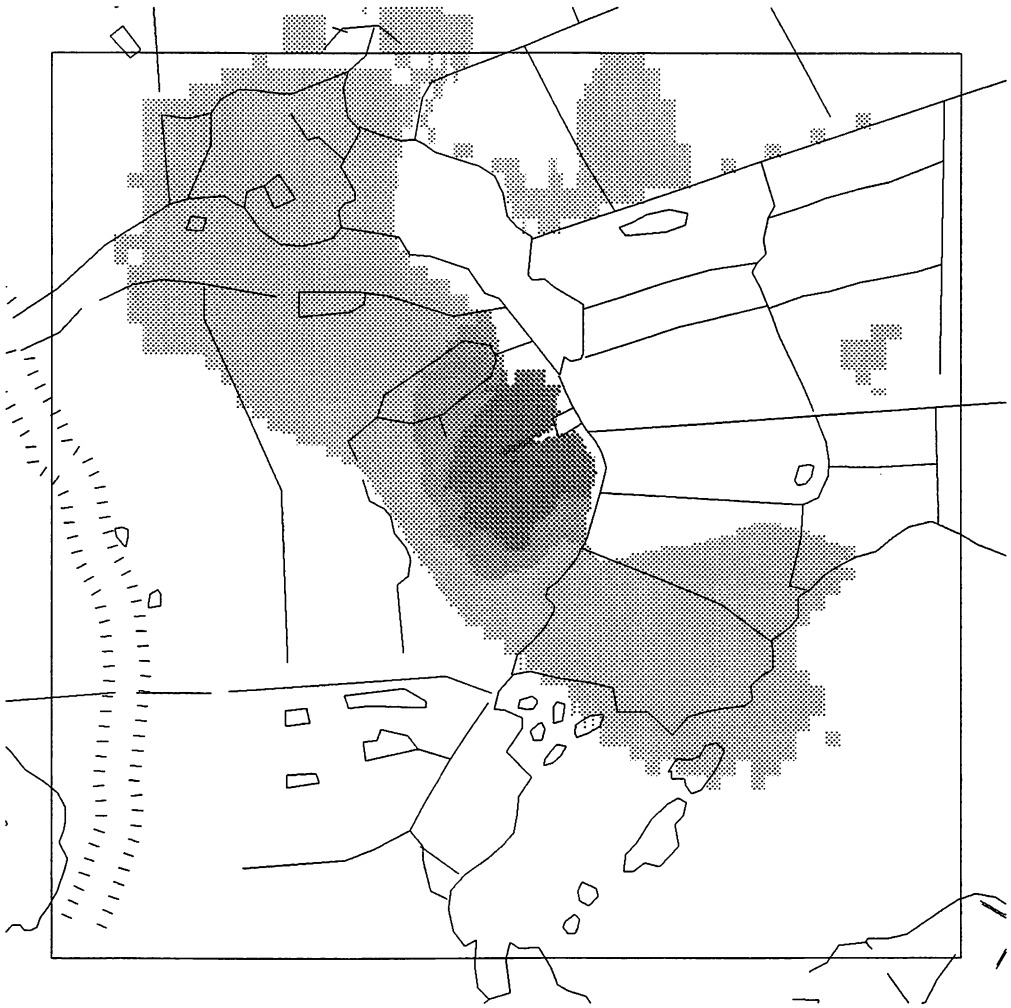
0 500 1000 m

W.M.D.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j regulier;reel	96-09-19 07/23/1996 adv	2
2	TauwMilieu	

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j regulier; lage case

Figuur 8.3



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j regulier;laag	96-09-19 07/23/1996 adv	3

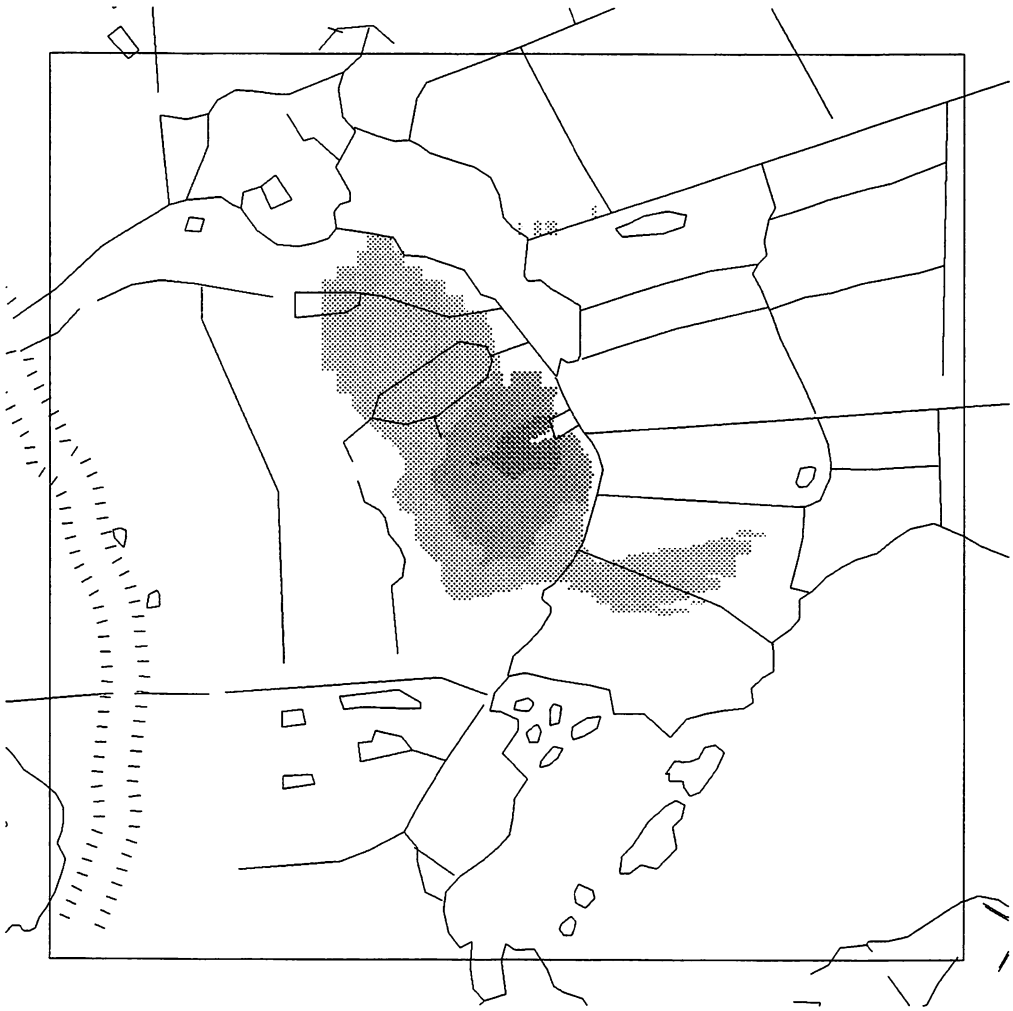
3

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j regulier; hoge case

Figuur 8.4



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j regulier;hoog	96-09-19 07/23/1996 adv	4

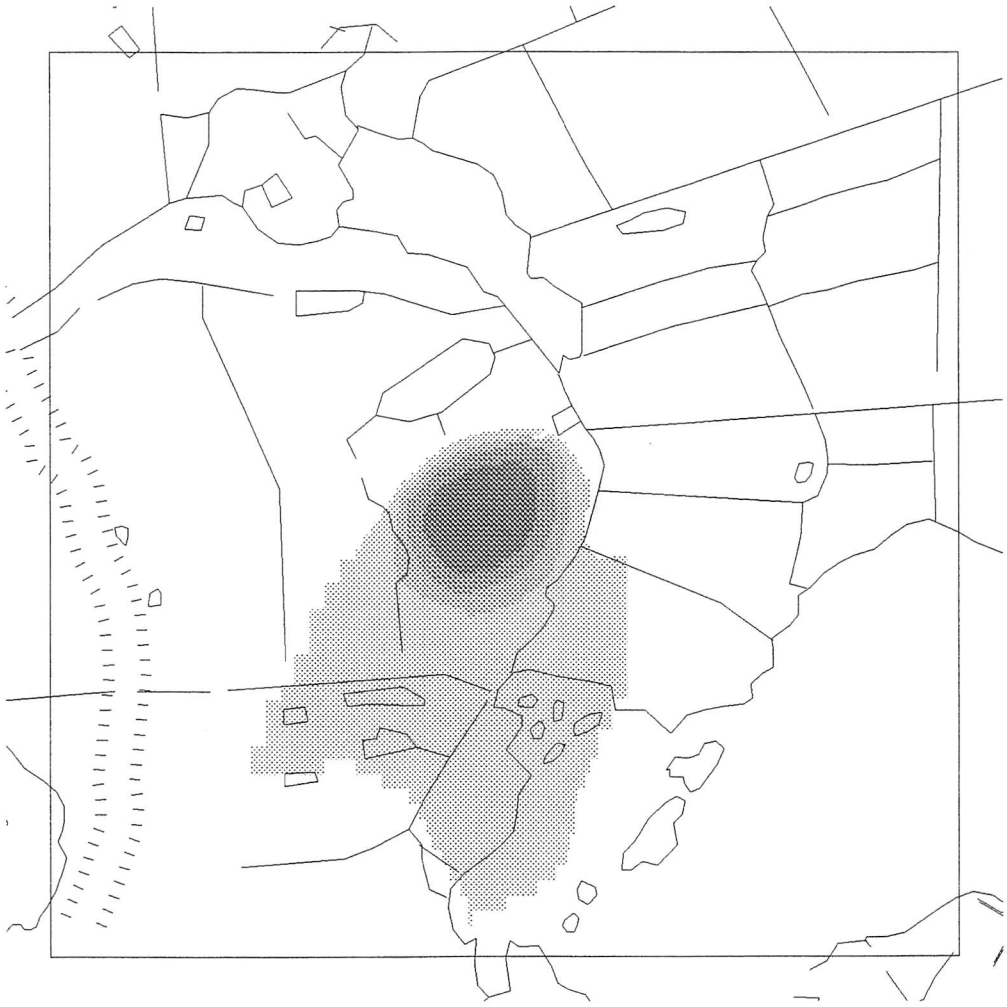
4

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j regulier; reele case

Figuur 8.5



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j regulier;reel	96-09-19 07/23/1996 adv	5

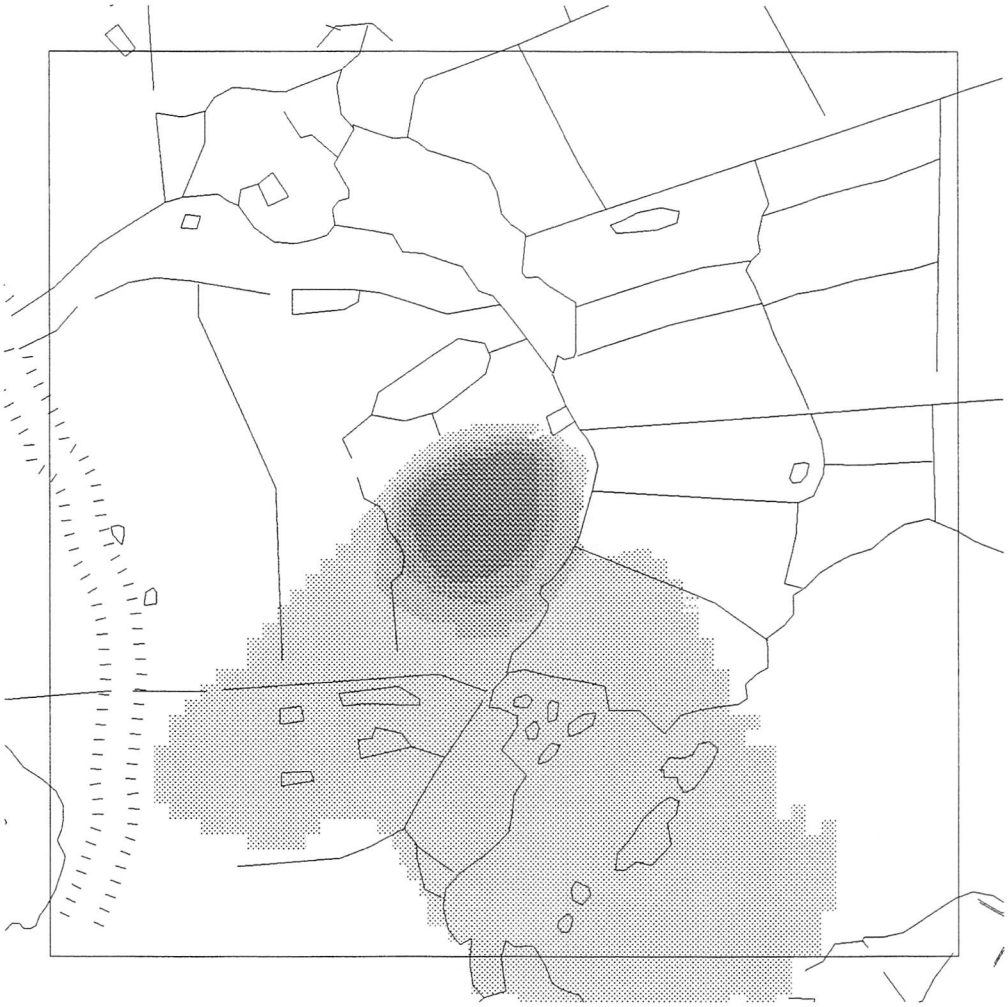
5

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j regulier; lage case

Figuur 8.6



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j regulier;laag	96-09-19 07/23/1996 adv	6

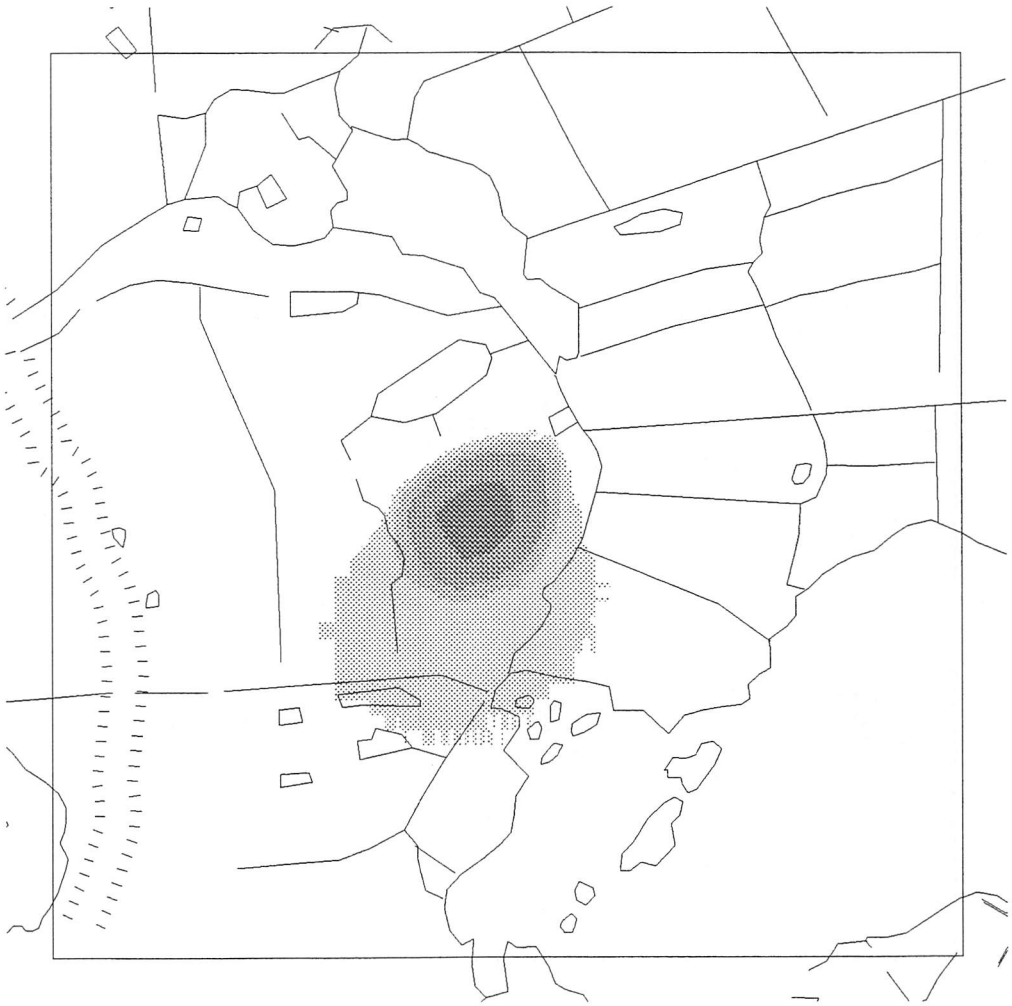
6

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j regulier; hoge case

Figuur 8.7



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j regulier;hoog	96-09-19 07/23/1996 adv	7

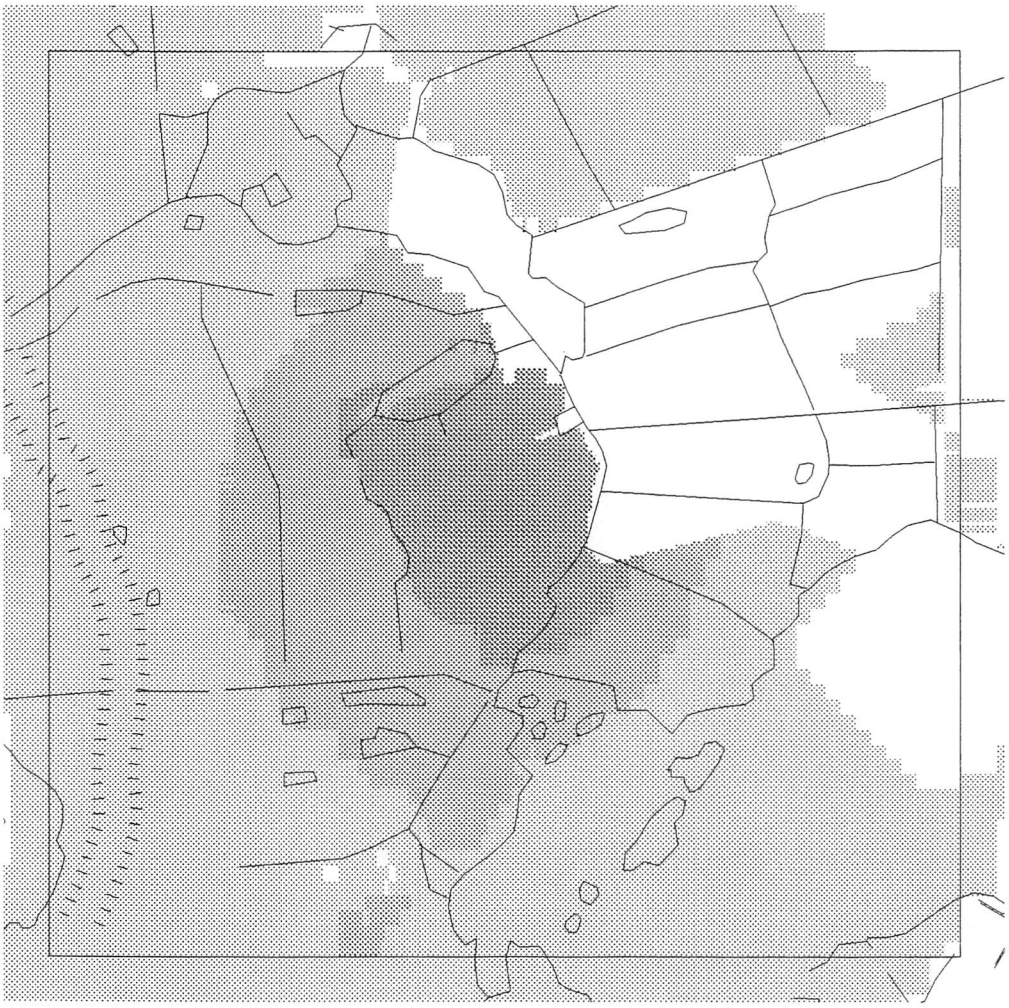
7

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j innamestop; reele case

Figuur 8.8



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j IS; reeel	96-09-19 07/23/1996 adv	8

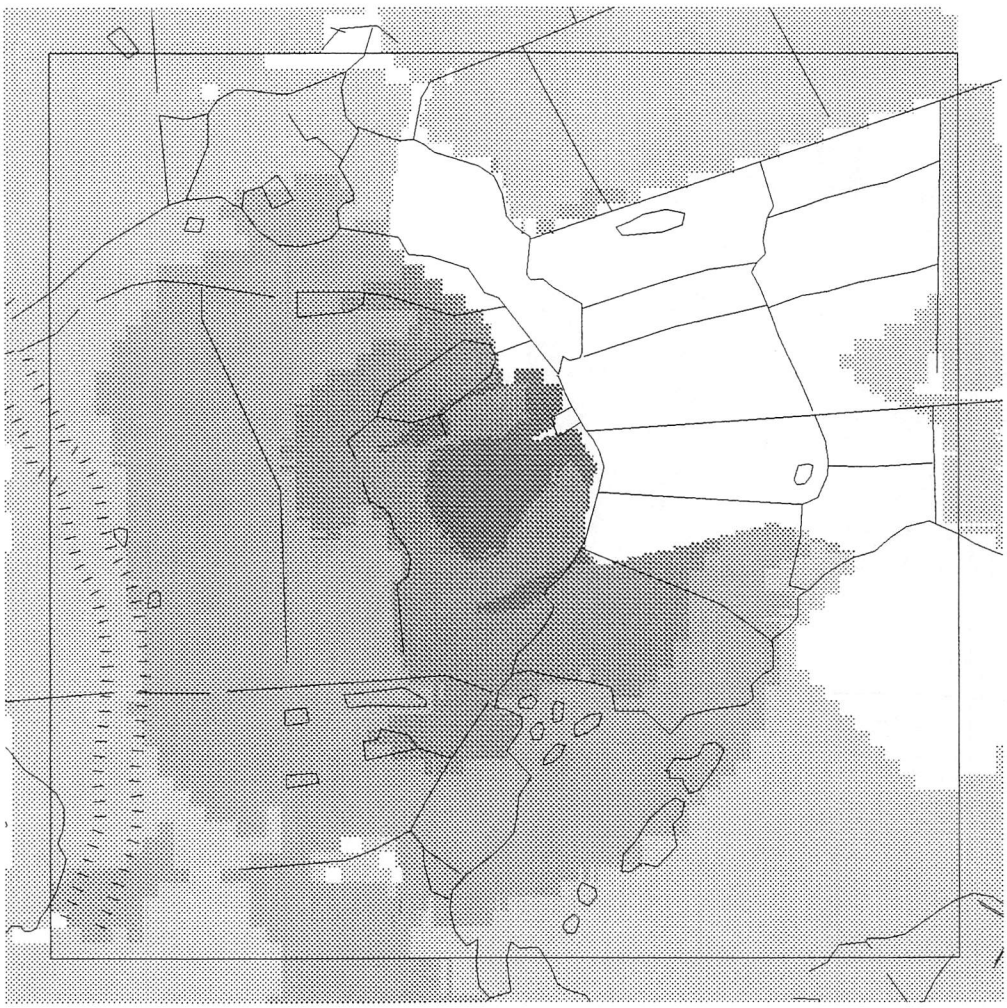
8

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j innamestop; lage case

Figuur 8.9



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j IS; laag	96-09-19 07/23/1996 adv	9

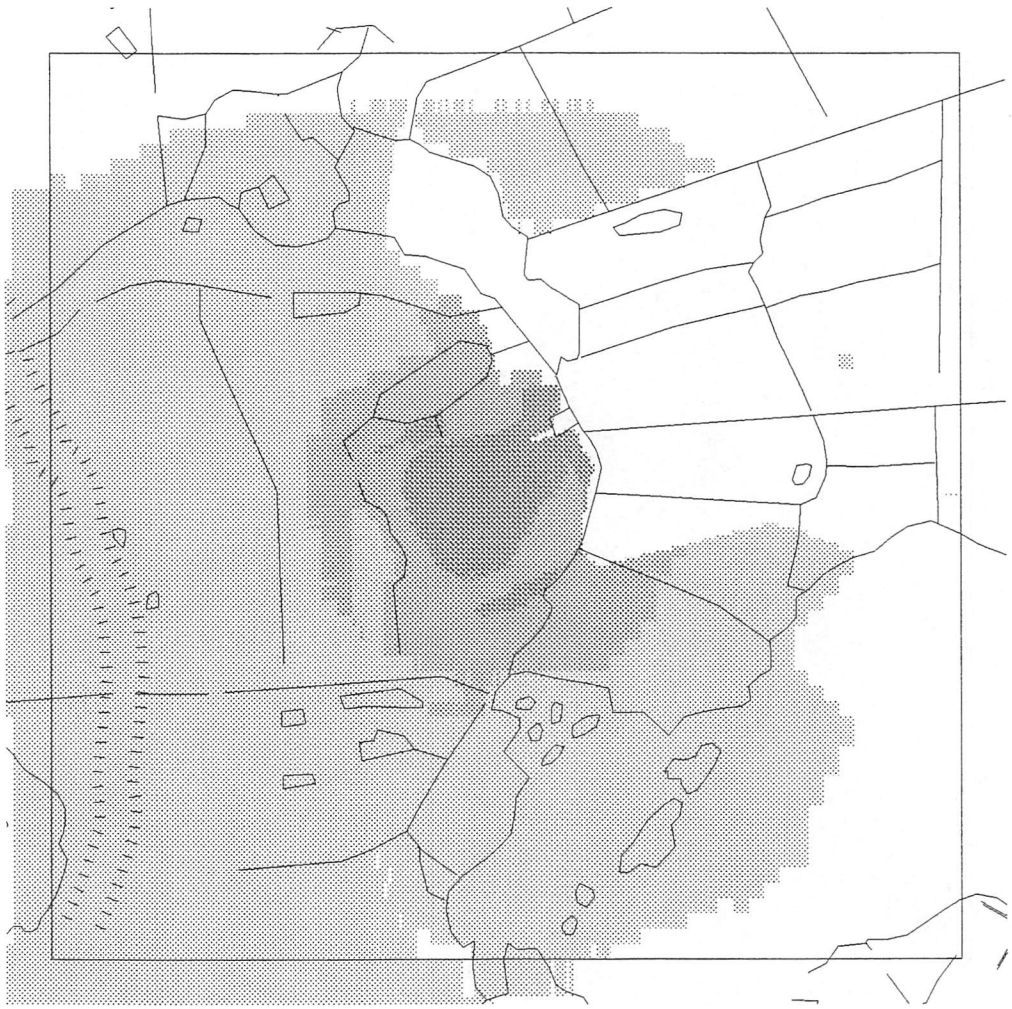
9

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 20 M m3/j innamestop; hoge case

Figuur 8.10



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 20 M m3/j IS; hoog	96-09-19 07/23/1996 adv	10

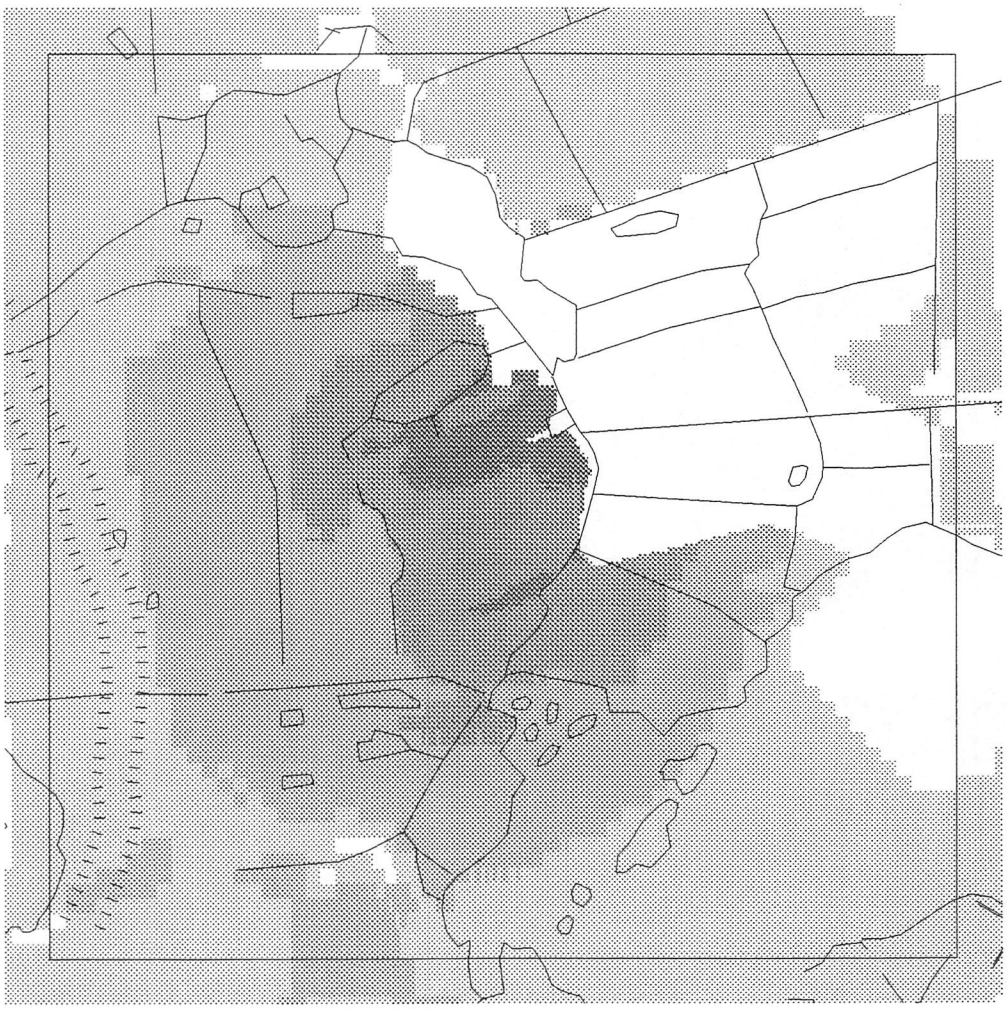
10

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j innamestop; reele case

Figuur 8.11



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j IS; reeel	96-09-19 07/23/1996 adv	11

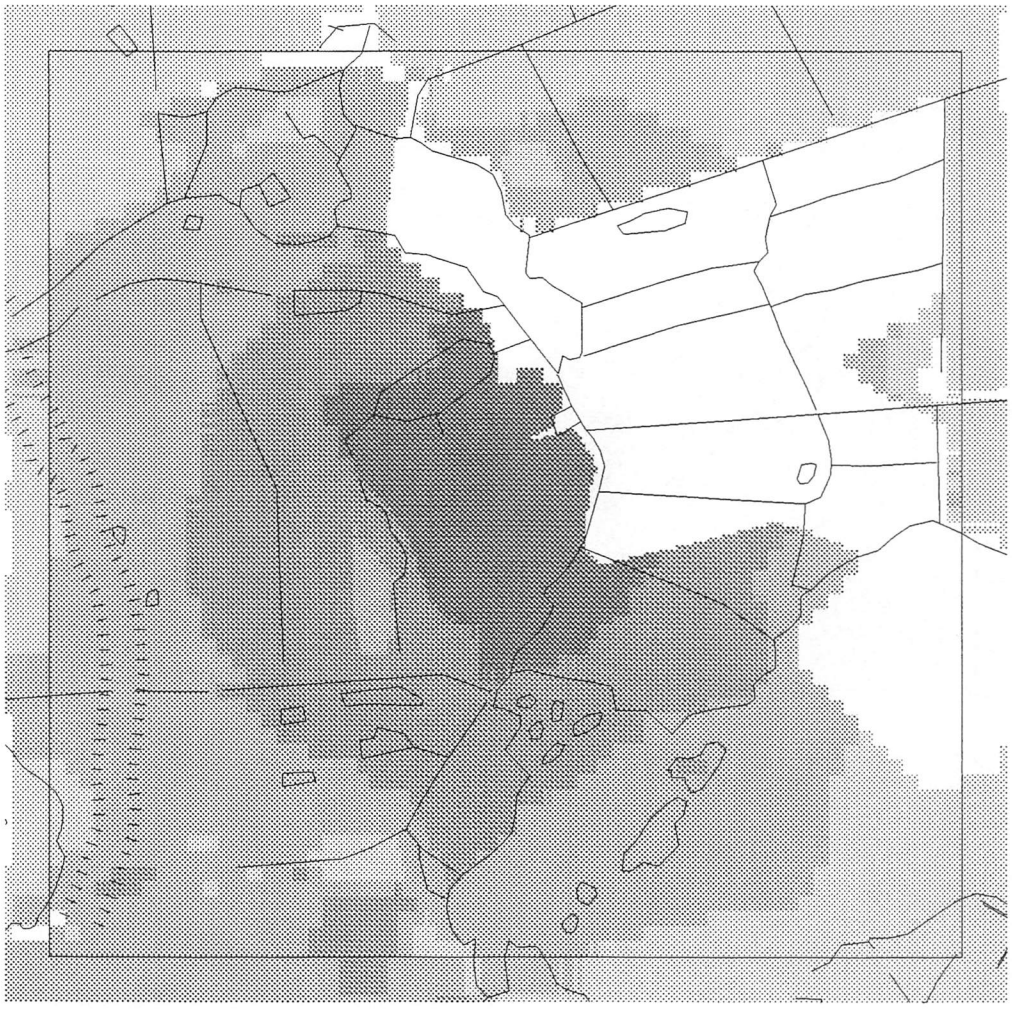
11

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j innamestop; lage case

Figuur 8.12



Legenda

Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j IS; laag	96-09-19 07/23/1996 adv	12

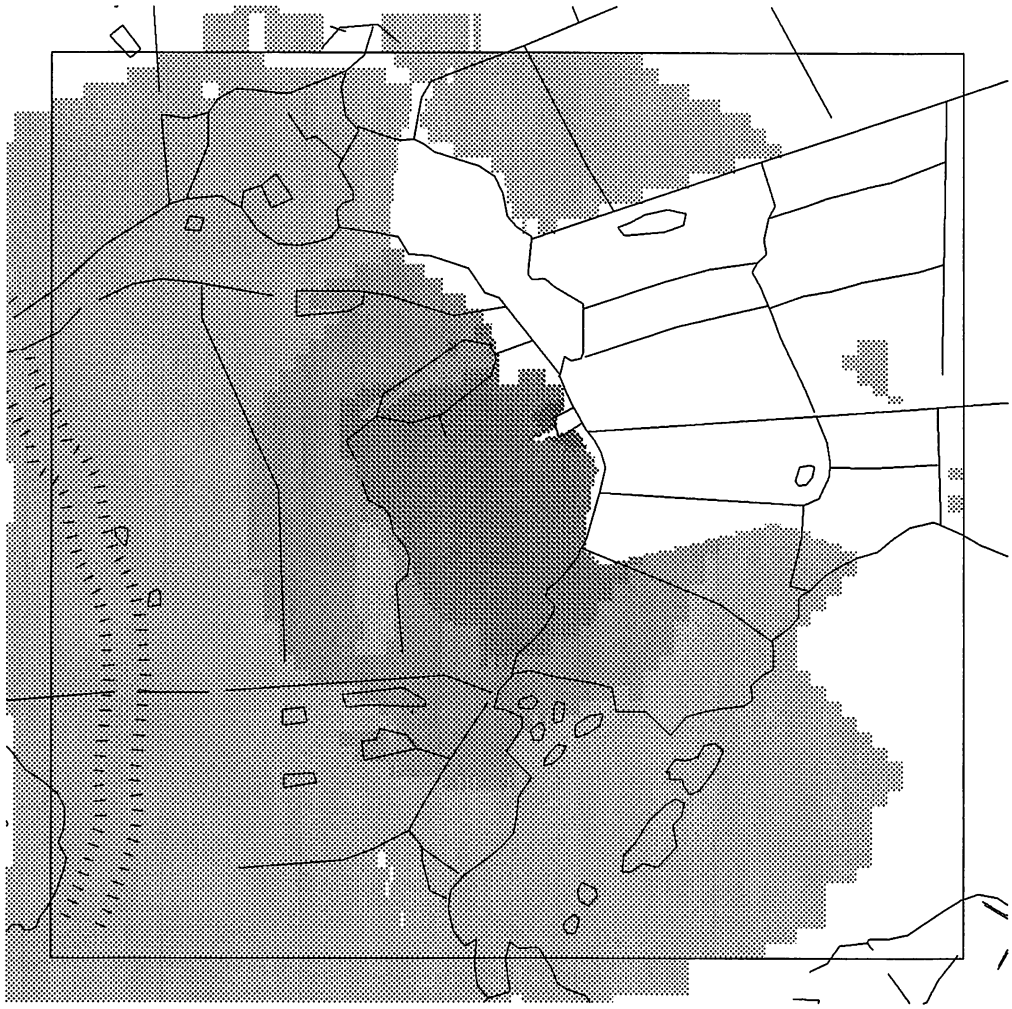
12

TauwMilieu

Zettingen lokatie Leeuwterveld

scenario 30 M m3/j innamestop; hoge case

Figuur 8.13



Legenda

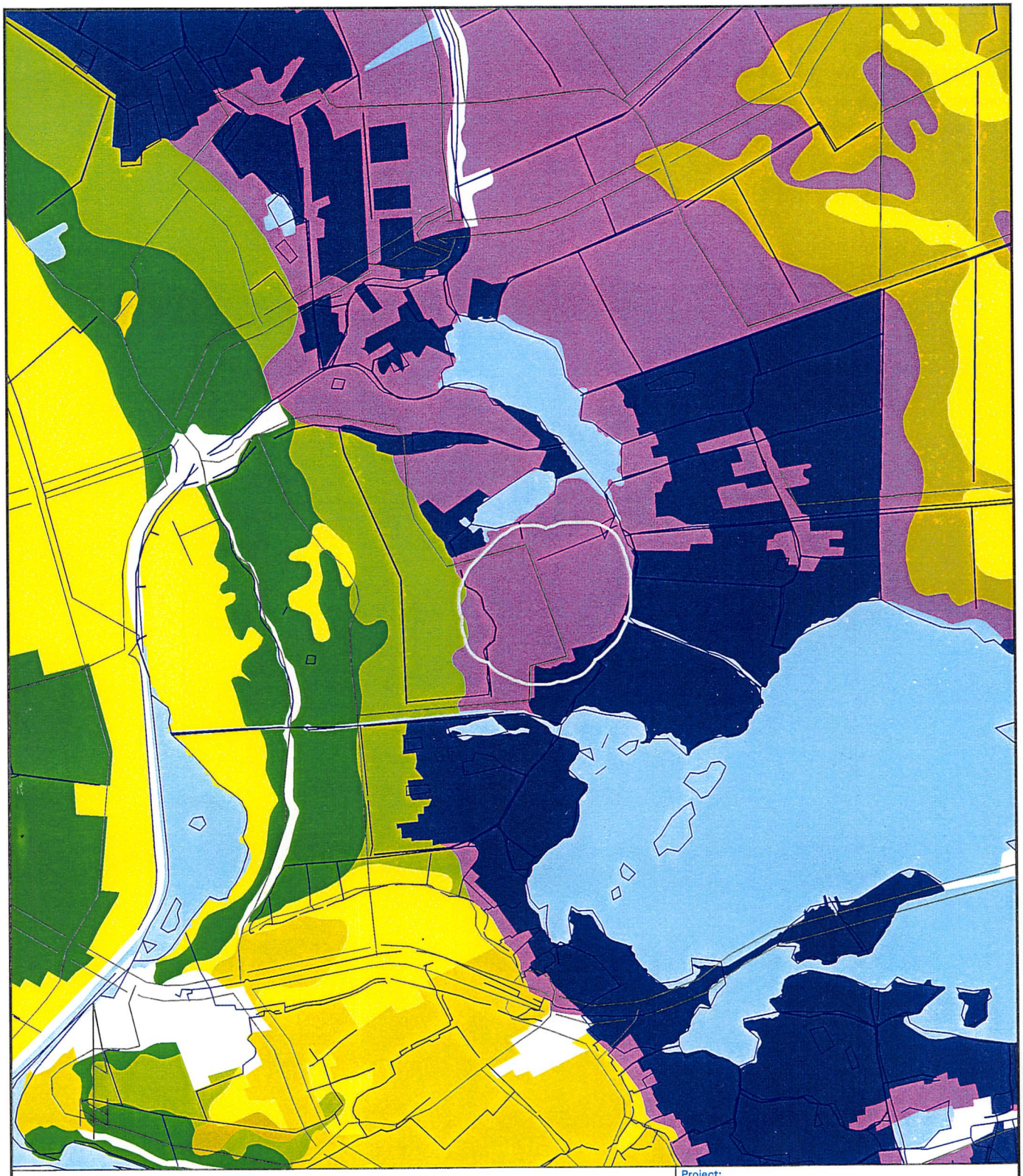
Zetting (m)

- < 0.001
- 0.001 tot 0.005
- 0.005 tot 0.01
- 0.01 tot 0.02
- 0.02 tot 0.05
- > 0.05

0 500 1000 m

W.M.O.	1:50000	A4R-zw
Lokatie MER	3465462	
Zettingen lokatie Leeuwterveld scenario 30 M m3/j IS; hoog	96-09-19 07/23/1996 adv	13

TauwMilieu



Legenda

- zandgrond niet humusrijk
- humusrijke zandgrond
- moerige gronden
- loss
- veen
- veen met zanddek
- hoogveen
- petgat
- klei
- klei op veen
- keileem
- maritieme klei
- open water
- grens maximaal beinvloede zone

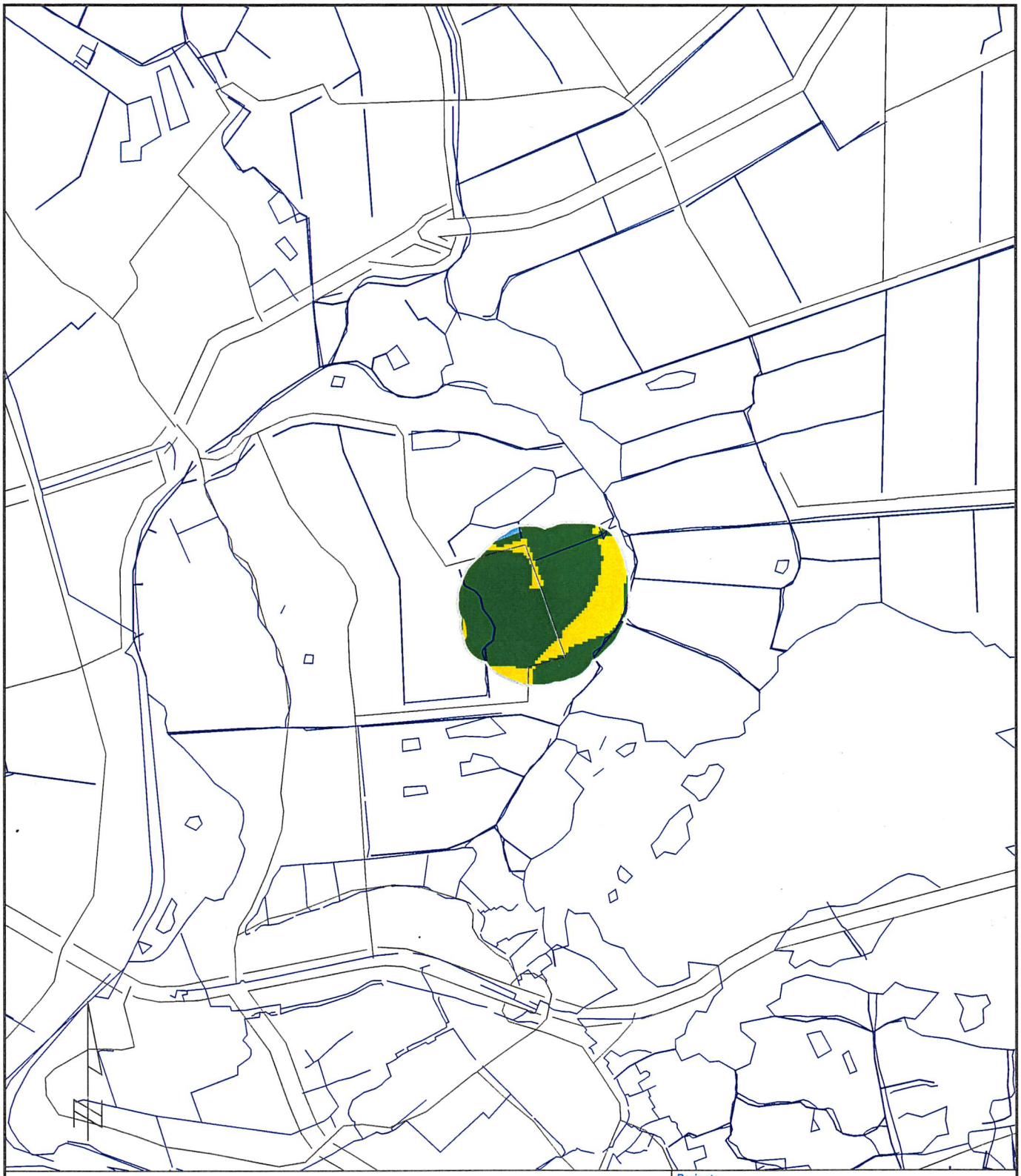
Project:
Locatie Leeuwterveld

Bodemkaart (bron SC-DLO)

schaal:	1 : 50.000
tekening:	9.1
datum:	sept. 1996
projectnr:	30.1226.013
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

Figuur 9.2



Legenda

- Zuur
- Zwak-zuur
- Neutraal-basisch
- grens maximaal beinvloede zone

Project:

Locatie Leeuwterveld

pH/basenverzadiging bij een onttrekking van 0 miljoen m3/jaar (real case)

schaal:	1 : 50.000
tekening:	9.2
datum:	sept. 1996
projectnr:	30.1226.013
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65

Legenda

- Zuur
- Zwak-zuur
- Neutraal-basisch
- grens maximaal beinvloede zone

Project:

Locatie Leeuwterveld

pH/basenverzadiging bij een onttrekking van 0 miljoen m3/jaar (real case, met autonome ontwikkeling)

schaal:	1 : 50.000
tekening:	9.3
datum:	sept. 1996
projectnr:	30.1226.013
formaat:	A4

kiwa
Onderzoek en Advies
afd. Waterwinning en Waterbeheer
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon 030 - 60 695 11
Telefax 030 - 60 611 65