

TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

GRONDWATERONDERZOEK DIEPE ZANDLAGEN

FASE 3

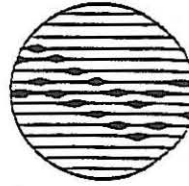
96/43



UNIVERSITEIT GENT

Laboratorium
voor
Toegepaste Geologie
en
Hydrogeologie

**GRONDWATERONDERZOEK
DIEPE ZANDLAGEN
FASE 3**



Geologisch Instituut
Krijgslaan 281, S8
B-9000 Gent

tel. 09/264 46 47
fax 09/264 49 88

Opdrachtgever

**Gedeputeerde Staten van Zeeland
vertegenwoordigd door :
Provincie Zeeland
Directie Milieu en Waterstaat
Afdeling Waterbeheer**

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag :

**Drs. M. VAN CAMP
Prof. Dr. K. WALRAEVENS**

Projectnummer : TGO 96/43

Datum : maart 1998

INHOUD

1. Inleiding	1
2. Geologie en hydrogeologie	2
3. Stijghoogtemetingen	4
3.1 Inleiding	4
3.2 Oude peilmetingen	4
3.2.1 Ledo-Paniseliaan	4
3.2.2 Oligoceen (Lid van Ruisbroek)	5
3.3 Nieuwe peilmetingen	5
3.3.1 Meetnet Provincie Zeeland	5
3.3.2 Meetnet AMINAL	6
3.4 Besluit	7
4. Regionaal stromingsmodel	8
4.1 Inleiding	8
4.2 Opbouw van het regionaal model	8
4.2.1 Ligging en begrenzing van het modelgebied	8
4.2.2 Hydrogeologische schematisering	8
4.2.2.1 Modelnetwerk	8
4.2.2.2 Lagenopbouw	8
4.2.3 Hydrogeologische karakterisering	12
4.2.3.1 Hydraulische parameters	12
4.2.3.2 Randvoorwaarden	13
4.2.3.2.1 Vaste stijghoogten en ondoorlatende grenzen	13
4.2.3.2.2 Pompingen	14
4.2.3.2.2.1 Gekende pompingen	14
4.2.3.2.2.2 Geschatte pompingen	14
4.2.3.2.2.3 Prognose van pompingen	14
4.2.3.2.3 Nuttige neerslag	15
4.3 Resultaten van het regionaal model	15
4.3.1 Overzicht van de simulaties	15
4.3.2 Voorstelling van de resultaten	15
4.3.3 Scenario 1: Toestand zonder grondwaterwinning	18
4.3.3.1 Beschrijving van de resultaten	18
4.3.3.2 Toetsing aan de waarnemingen en besluit	19
4.3.4 Scenario 2: Toestand met gekende winningsdebieten	20
4.3.4.1 Beschrijving van de resultaten	20
4.3.4.2 Toetsing aan de waarnemingen en besluit	21
4.3.5 Scenario 3: Toestand zonder grondwaterwinning met verhoogde hydraulische weerstanden	21
4.3.5.1 Toelichting	21
4.3.5.2 Bespreking van de resultaten en besluit	22
4.3.6 Scenario 4: Toestand met gekende winningsdebieten en verhoogde hydraulische weerstanden	23
4.3.6.1 Toelichting	23
4.3.6.2 Bespreking van de resultaten en besluit	23
4.3.7 Scenario 5: Toestand met geschatte winningsdebieten	23
4.3.7.1 Toelichting	23
4.3.7.2 Bespreking van de resultaten en besluit	24
4.3.8 Scenario 6: Toestand met prognose van winningsdebieten	25
4.3.8.1 Toelichting	25
4.3.8.2 Bespreking van de resultaten en besluit	26
4.3.9 Scenario 7: Toestand met verhoogde hydraulische weerstanden en kalibratie van winningsdebieten	26
4.3.9.1 Toelichting	26
4.3.9.2 Bespreking van de resultaten en besluit	27
4.4 Beperkingen van het regionaal model	28

4.5 Besluit	28
5. Lokaal stromingsmodel	31
5.1 Inleiding	31
5.2 Hydrogeologische schematisering en karakterisering	31
5.3 Voorstelling van de resultaten	32
5.4 Voorbeelden	33
5.4.1 Landbouwonttrekking	33
5.4.2 Nieuwe winning in Vlissingen	34
5.5 Besluit	34
6. Gebruik van het model	35
6.1 Het lokaal model	35
6.1.1 Installatie	35
6.1.2 Gebruik van het lokaal model	35
6.1.3 Gebruik van de afzonderlijke programma's	37
6.1.3.1 Inleiding	37
6.1.3.2 ZEEL2RAD	38
6.1.3.3 RAD2MOD	38
6.1.3.4 MODFLOW	39
6.1.3.5 RAD2TAB	39
6.1.3.6 RAD2PLOT	39
6.2 Het regionaal model	41
6.2.1 Installatie	41
6.2.2 Gebruik van het regionaal model	41
6.2.3 Gebruik van de afzonderlijke programma's	44
6.2.3.1 Inleiding	44
6.2.3.2 MAKEXP	46
6.2.3.3 XYP2WEL	46
6.2.3.4 MODFLOW	46
6.2.3.5 MODISO	46
7 Samenvatting en besluit	50
Referenties	53

LIJST DER TABELLEN

- 2.1 Hydrogeologische schematisering
- 3.1 Oude stijghoogtemetingen in het Ledo-Paniseliaan
- 4.1 Codes gebruikt bij de hydrogeologische zonering
- 4.2 Lagenopeenvolging bij de hydrogeologische zonering
- 4.3 Lagenopeenvolging in het model
- 4.4 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de Boomse klei in het regionaal model
- 4.5 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de klei van Watervliet in het regionaal model
- 4.6 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de Bartoonklei in het regionaal model
- 4.7 Ingevoerde horizontale doorlatendheden in het regionaal model
- 4.8 Ingevoerde hydraulische weerstanden in het regionaal model
- 4.9 Ingevoerde elastische bergingscoëfficiënten in het regionaal model
- 4.10 Vaste stijghoogten ingevoerd in het regionaal model
- 4.11 Oorsprong van de gegevens betreffende de winningen in het regionaal model
- 4.12 Toegevoegde pompgebieten uit het Ledo-Paniseliaan in geselecteerde deelgebieden van het regionaal model
- 4.13 Overzicht van de gesimuleerde scenario's
- 4.14 Resultaten voorgesteld op de platen
- 4.15 Oude stijghoogtemetingen en berekende stijghoogten voor de toestand zonder winningen in het Ledo-Paniseliaan
- 4.16 Oude stijghoogtemetingen en berekende stijghoogten (scenario's 1 en 3) voor de toestand zonder winningen in het Ledo-Paniseliaan
- 4.17 Toegevoegde pompgebieten uit het Ledo-Paniseliaan in scenario 7 in geselecteerde deelgebieden van het regionaal model
- 5.1 Overzicht van de programma's van het lokaal stromingsmodel
- 5.2 Lagen in het lokaal model
- 5.3 Waarden van de curven op de grafieken van het lokaal model

LIJST DER FIGUREN

- Fig. 2.1 Uitbreiding van het studiegebied
- Fig. 3.1 Gemiddelde stijghoogte (in m TAW) over de periode 1983-1986 in de Ledo-Paniseliaanlaag, in het westelijk voedingsgebied (schaal 1:40 000) (WALRAEVENS, 1987)
- Fig. 3.2 Waargenomen stijghoogteverdeling in de Ledo-Paniseliaanlaag ca. 1920 (m TAW) (schaal 1:200 000) (WALRAEVENS, 1987)
- Fig. 3.3 Hydro-isohypsenkaart voor de Oligocene laag in de streek van Sint-Niklaas omstreeks 1920 (m TAW) (schaal 1:40 000) (WALRAEVENS, 1987)
- Fig. 3.4 Ligging van de peilbuizen in het Eoceen (Ledo-Paniseliaan); gemiddelde stijghoogte (jaren negentig; afgerond) in m NAP
- Fig. 3.5 Ligging van de peilbuizen in het Oligoceen; gemiddelde stijghoogte (1996-1997; afgerond) in m NAP
- Fig. 3.6 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Groede (Eoceen)
- Fig. 3.7 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Braakman (Eoceen)
- Fig. 3.8 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Hulst (Eoceen)
- Fig. 3.9 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Hulst (Oligoceen)
- Fig. 3.10 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Kloosterzande (Oligoceen)
- Fig. 3.11 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Ovezande (Oligoceen)
- Fig. 3.12 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 2
- Fig. 3.13 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 13B
- Fig. 3.14 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 21
- Fig. 3.15 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 22
- Fig. 3.16 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 24
- Fig. 3.17 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 25
- Fig. 3.18 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 26
- Fig. 3.19 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 48
- Fig. 3.20 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 29
- Fig. 3.21 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 34
- Fig. 3.22 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 37
- Fig. 4.1 Netwerk en gebied van het regionaal model van de grondwaterstroming
- Fig. 4.2 (a) Schematisch S-N profiel vanaf het westelijk voedingsgebied van het Ledo-Paniseliaan
- Fig. 4.2 (b) Indeling van het grondwaterreservoir in het mathematisch model
- Fig. 4.3 Hydrogeologische zonering in het modelnetwerk
- Fig. 4.4 Ingevoerde dikte van de laag W2
- Fig. 4.5 Ingevoerde dikte van de Boomse klei
- Fig. 4.6 Ingevoerde dikte van de laag W3
- Fig. 4.7 Ingevoerde dikte van de klei van Watervliet
- Fig. 4.8 Ingevoerde dikte van de laag W4
- Fig. 4.9 Ingevoerde dikte van de Bartoonklei
- Fig. 4.10 Vaste stijghoogtecellen in laag W1
- Fig. 4.11 Vaste stijghoogtecellen in laag W2
- Fig. 4.12 Vaste stijghoogtecellen in laag W3
- Fig. 4.13 Vaste stijghoogtecellen in laag W4
- Fig. 4.14 Vaste stijghoogtecellen in laag W5
- Fig. 4.15 Voorstel van te plaatsen peilbuizen in de diepe zandlagen in Zeeland
- Fig. 5.1 Voorbeeld 1 : grafische voorstelling van de resultaten
- Fig. 5.2 Voorbeeld 1 : tabelvoorstelling van de resultaten
- Fig. 5.3 Voorbeeld 2 : grafische voorstelling van de resultaten
- Fig. 5.4 Voorbeeld 2 : tabelvoorstelling van de resultaten

LIJST DER PLATEN

- PLAAT 1: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 2: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 3: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 4: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Ieperiaanzand (W6)
PLAAT 5: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Aanvulling Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 6: Toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1): Aanvulling Ledo-Paniseliaan (W5)
- PLAAT 7: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 8: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 9: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 10: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Ieperiaanzand (W6)
PLAAT 11: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Aanvulling Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 12: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Aanvulling Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 13: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Verlaging in Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 14: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Verlaging in Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 15: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Verlaging in Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 16: Toestand met gekende winningsdebieten (scenario 2): Verlaging in Ieperiaanzand (W6)
- PLAAT 17: Toestand zonder grondwaterwinning met verhoogde hydraulische weerstanden (scenario 3): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 18: Toestand zonder grondwaterwinning met verhoogde hydraulische weerstanden (scenario 3): Ledo-Paniseliaan (W5)
- PLAAT 19: Toestand met gekende winningsdebieten en verhoogde hydraulische weerstanden (scenario 4): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 20: Toestand met gekende winningsdebieten en verhoogde hydraulische weerstanden (scenario 4): Ledo-Paniseliaan (W5)
- PLAAT 21: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 22: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 23: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 24: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Ieperiaanzand (W6)
PLAAT 25: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Aanvulling Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 26: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Aanvulling Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 27: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Verlaging in Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 28: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Verlaging in Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 29: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Verlaging in Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 30: Toestand met geschatte winningsdebieten (scenario 5): Verlaging in Ieperiaanzand (W6)
- PLAAT 31: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 32: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 33: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 34: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Ieperiaanzand (W6)
PLAAT 35: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Aanvulling Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 36: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Aanvulling Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 37: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Verlaging in Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 38: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Verlaging in Lid van Bassevelde (W4)
PLAAT 39: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Verlaging in Ledo-Paniseliaan (W5)
PLAAT 40: Toestand met prognose van winningsdebieten (scenario 6): Verlaging in Ieperiaanzand (W6)
- PLAAT 41: Toestand met verhoogde hydraulische weerstanden en kalibratie van winningsdebieten (scenario 7): Lid van Ruisbroek (W3)
PLAAT 42: Toestand met verhoogde hydraulische weerstanden en kalibratie van winningsdebieten (scenario 7): Ledo-Paniseliaan (W5)

LIJST DER BIJLAGEN

Bijlage 1. Winningsdebieten in Vlaanderen (België) in 1993 (D93), gerangschikt per watervoerende laag (AMINAL) (code per laag: zie voorafgaande lijst)

Bijlage 2. Ingevoerde winningen in het grondwaterstromingsmodel van de Eocene en Oligocene lagen onder West- en Oost-Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987)

Bijlage 3. Vergunde grondwaterwinningen uit de Eocene en Oligocene lagen onder Zeeland (Grondwateronderzoek diepe zandlagen, fase 1)

Bijlage 4. Prognose van de winningsdebieten volgens de opdrachtgever

1 INLEIDING

Dit verslag rapporteert de activiteiten die uitgevoerd werden voor het opstellen van een grondwaterstromingsmodel van de eo-oligocene watervoerende lagen in Zeeuwsch-Vlaanderen en Zuid-Beveland. Het bevat tevens de handleiding bij het gebruik van de modellen en programma's nodig om de opdrachtgever in staat te stellen zelf simulaties uit te voeren.

Het grondwaterstromingsmodel van de eo-oligocene lagen bestaat eigenlijk uit twee afzonderlijke modellen.

Het eerste is een **regionaal model**. Dit is een areaal model dat heel Zeeuwsch-Vlaanderen en Zuid-Beveland omvat en de stroming in de eo-oligocene en bovenliggende lagen simuleert. Wegens zijn omvang dient het model vooral om de regionale gevolgen van grondwateronttrekking in te schatten en niet zozeer om de invloed van kleine individuele pompingen te evalueren. Dit model is gebaseerd op een rechthoekig netwerk. De resultaten van dit model kunnen voorgesteld worden op **kaarten** die stijghoogten en verlagingen in de verschillende lagen weergeven. Het regionaal model kan zowel de uiteindelijke evenwichtstoestanden als de tijdsevolutie na het opstarten van een winning berekenen.

Het tweede model is een **lokaal model** waarmee men de invloed van een pomping op zijn omgeving kan evalueren. Hierbij wordt de evolutie van de verlagingen na het opstarten van de pomping in functie van de tijd berekend. De resultaten worden voorgesteld in **grafieken**. Deze geven de verlaging in functie van de tijd op een bepaalde afstand of de verlaging in functie van de afstand op een bepaalde tijd.

Beide modellen gebruiken het MODFLOW-rekenprogramma.

Alle bestanden die deel uitmaken van beide modellen zijn op een diskette verzameld en kunnen eenvoudig op een PC onder MS-DOS geïnstalleerd worden.

2 GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

De geologie van het studiegebied werd afgeleid uit fase 1 van dit onderzoek (VERMOORTEL & DE BREUCK, 1994). Hierop werd de hydrogeologische schematisering gesteund (Tab. 2.1). Het grondwaterreservoir bestaat uit een afwisseling van doorlatende of watervoerende lagen (zandlagen; W1 tot W6 in tabel 2.1) en slecht-doorlatende of scheidende lagen (kleilagen; S1 tot S5, evenals "basis" in tabel 2.1).

LAAG	WATERVOEREND	SLECHTDOORLATEND	OUDE NAAM	CHRONO-STRATIGRAFIE
W1	recente afzettingen			Quartair
S1		polderklei		
W2	Pleistoceen, Mio-Pliocene			Quartair, Mio-Pliocene
S2		Formatie van Boom	Klei van Boom	Oligoceen
W3	Lid van Ruisbroek (Formatie van Niel)		Zand van Berg	
S3		Lid van Watervliet (Formatie van Zelzate)	Klei van Watervliet	
W4	Lid van Bassevelde (Formatie van Zelzate)		S3	
S4		Formatie van Maldegem	Bartoonklei of Klei van Asse	Eoceen
W5	Formatie van Lede Formatie van Aalter Formatie van Gent		Ledo-Paniseliaan	
S5		Lid van Merelbeke (Formatie van Gent)	Klei van Merelbeke	
W6	Lid van Egem (Formatie van Tielt)		Ieperiaanzand	
basis		Lid van Kortemark (Formatie van Tielt) Formatie van Kortrijk	Ieperiaanklei	

Tabel 2.1 Hydrogeologische schematisering

De "diepe zandlagen", die het voorwerp uitmaken van dit onderzoek, omvatten de watervoerende laag in het Eoceen en de watervoerende laag in het Oligoceen. De belangrijke kleilaag die de eocene laag bovenaan afsluit, is de Bartoonklei of Klei van Asse, van eocene ouderdom. De oligocene laag wordt bovenaan afgesloten door de Klei van Boom van oligocene ouderdom. Zoals uit tabel 2.1 kan worden afgeleid, bestaat de eocene laag eigenlijk uit twee doorlatende lagen: de laag in het Ledo-Paniseliaan en deze in het Ieperiaanzand, gescheiden

door de dunne laag (gemiddeld ca. 5 m) van de Klei van Merelbeke. Wegens de uiterst fijne granulometrie (kleiig zeer fijn zand) en de grote diepte waarop ze in Zeeland voorkomt, wordt in dit onderzoek minder aandacht besteed aan de laag van het Ieperiaanzand. De belangrijke watervoerende laag van eocene ouderdom wordt hier gevormd door de Ledo-Paniseliaanlaag. Anderzijds is ook de watervoerende laag in het Oligoceen opgebouwd door twee doorlatende lagen, gescheiden door een minder belangrijke kleilaag: het zandige Lid van Bassevelde wordt van het bovenliggende zand van het Lid van Ruisbroek (behorend tot de Formatie van Niel) gescheiden door de Klei van Watervliet. (Volgens de jongste opvattingen worden de Leden van Bassevelde en van Watervliet niet meer gerekend tot het Oligoceen, maar tot het Laatste Eoceen.)

De uitbreiding van het studiegebied (fig. 2.1) wordt zodanig gedefinieerd dat Zeeuwsch-Vlaanderen en Zuid-Beveland er volledig binnen vallen. De zuidgrens volgt de noordrand van het dagzomingsgebied van het Ledo-Paniseliaan. Daardoor valt de zuidgrens van het studiegebied ten zuiden van de Belgisch-Nederlandse grens. De Ledo-Paniseliaanlaag komt dus in het gehele studiegebied voor als een gedeeltelijk afgesloten watervoerende laag, bedekt door de Bartoonklei.

3 STIJGHOOGTEMETINGEN

3.1 INLEIDING

Uit stijghoogtemetingen kunnen conclusies getrokken worden over o.a.:

1° het stromingspatroon in een watervoerende laag (indien genoeg ruimtelijk verspreide metingen voorhanden zijn);

2° de evolutie van de stijghoogte (indien er reeksen waarnemingen voorhanden zijn);

3° de verticale stroming tussen verschillende watervoerende lagen (indien stijghoogtemetingen op verschillende diepten beschikbaar zijn).

Stijghoogtegegevens werden verzameld voor de eocene (Ledo-Paniseliaan) en de oligocene lagen. Hierbij werd een onderscheid gemaakt op basis van de ouderdom van de meting. Oude peilmetingen zijn minder beïnvloed door grondwateronttrekking. Nieuwe peilmetingen zijn grotendeels beïnvloed door de winning van grondwater, waardoor de stijghoogte t.o.v. de oorspronkelijke toestand werd verlaagd.

3.2 OUDE PEILMETINGEN

3.2.1 LEDO-PANISELIAAN

Bij de studie van het Ledo-Paniseliaan (WALRAEVENS, 1987) werd voor deze laag een gedetailleerde kaart van de stijghoogte in het zuidelijke gebied Knesselare-Ursel (België) opgesteld, op basis van een groot aantal metingen (Fig. 3.1). Het betreft hier een gedeelte van het westelijke voedingsgebied Oedelem-Zomergem, waar het Ledo-Paniseliaan gevoed wordt door verticale neerwaartse stroming doorheen de bedekkende Bartoonklei. De kaart geeft de gemiddelde stijghoogte weer over de periode 1983-1986. Het gaat hier dus niet echt over oude peilmetingen. Toch worden ze onder deze hoofding behandeld, omdat in het westelijk voedingsgebied van het Ledo-Paniseliaan de stijghoogte weinig of niet is beïnvloed door grondwateronttrekking, bij gebrek aan belangrijke winningen. We mogen aannemen dat de stijghoogtenkaart in figuur 3.1 een goed beeld geeft van het peil in de natuurlijke stromingstoestand. De stijghoogten zijn voorgesteld t.o.v. het Belgisch referentievlak, in m TAW. Er dient dus 2.33 m te worden afgetrokken om de peilen in m NAP te bekomen.

Daarnaast is het evenzeer belangrijk om de natuurlijke stijghoogte te kennen in het noorden, buiten de voedingsgebieden. Hierbij werd vooral gezocht naar oude metingen die zich op Belgisch grondgebied dicht bij de Nederlandse grens bevinden. In dit gebied zijn de huidige stijghoogten verlaagd t.o.v. de natuurlijke toestand door grondwaterwinning. De beschikbare gegevens zijn meestal metingen die uitgevoerd werden kort nadat een pompput werd aangelegd. Om zeker te zijn dat deze metingen de toestand zonder pompingen weergeven, werden enkel zeer oude gegevens gebruikt. In de diepere lagen stonden de stijghoogten boven het maaiveldpeil waardoor de putten overliepen. Hierdoor kon men de stijghoogte niet juist meten. Bijgevolg komen enkel de putten die topografisch hoger gelegen zijn (b.v. op een stuifzandrug) in aanmerking voor betrouwbare metingen. De geselecteerde peilmetingen zijn weergegeven in tabel 3.1. De waarde van deze metingen is bijzonder groot, omdat ze de enige getuigen zijn van de stijghoogteverdeling in de diepere lagen in natuurlijke toestand. Hierdoor zijn ze uitermate geschikt om informatie over de hydraulische weerstanden uit af te leiden.

NR	PLAATS	KBL	BORING	METING		JAAR
				TAW	NAP	
1	Sint.- Laureins	13/4	BGD 49	4.00	1.67	1907
2	Sint.- Laureins	13/4	BGD 100	4.00	1.67	1951
3	Kaprijke	13/4	BGD 88	3.00	0.67	1936
4	Watervliet	14/1	BGD 111	3.50	1.17	1922
5	Moerbeke	14/4	BGD 126	4.50	2.17	1908
6	Sinaai	14/4	BGD 85	3.07	0.74	1944

Tabel 3.1. Oude stijghoogtemetingen in het Ledo-Paniseliaan

De stijghoogteverdeling in de Ledo-Paniseliaanlaag in een nog nagenoeg natuurlijke toestand is weergegeven op figuur 3.2 (WALRAEVENS, 1987). De meeste stijghoogten werden opgemeten omstreeks 1920. In het gebied Waasmunster-Sint-Niklaas was zelfs in die periode het grondwaterpeil in de laag reeds sterk gedaald ten gevolge van grondwaterwinning. Stijghoogtewaarnemingen van het Ledo-Paniseliaan in natuurlijke toestand waren voor dat gebied niet voorhanden.

3.2.2 OLIGOCEEN (LID VAN RUISBROEK)

Oude stijghoogten in het Lid van Ruisbroek in de streek van Sint-Niklaas kunnen afgeleid worden uit een kaart (Fig. 3.3; WALRAEVENS, 1987), die opgesteld werd aan de hand van oude metingen, uitgedrukt in m TAW. We bevinden ons hier in het voedingsgebied van de oligocene laag, waar ze gevoed wordt door infiltratie doorheen de bovenliggende Klei van Boom. De meeste verwerkte peilmetingen dateren van 1921-1930. Op dat ogenblik was het grondwaterpeil reeds verlaagd door grondwateronttrekking.

3.3 NIEUWE PEILMETINGEN

De ligging van de peilbuizen in het Ledo-Paniseliaan (Eoceen) waarop recente (jaren negentig) peilmetingen werden uitgevoerd, is voorgesteld op figuur 3.4. In het Nederlandse deel van het studiegebied behoren deze peilbuizen tot het meetnet van de Provincie Zeeland. De peilbuizen in het Belgisch gedeelte maken deel uit van het meetnet van AMNAL (Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap). Behalve het nummer van de peilbuis werd ook een afgeronde waarde voor de gemiddelde stijghoogte weergegeven in figuur 3.4.

Voor de peilbuizen in het Oligoceen is de ligging aangegeven op figuur 3.5. Het betreft uitsluitend de drie peilbuizen in het Oligoceen van het meetnet van de Provincie Zeeland. Een afgeronde waarde voor de gemiddelde stijghoogte is eveneens voorgesteld.

3.3.1 MEETNET PROVINCIE ZEELAND

Van het meetnet bestaande uit 6 peilbuizen op Nederlands grondgebied bevinden zich er 3 in het Oligoceen en 3 in het Eoceen. De stijghoogtemetingen begonnen in juni 1996 en de gegevens tot september 1997 zijn voorgesteld in tijd-stijghoogtegrafieken.

In het Eoceen ligt de meest westelijke peilbuis in Groede (Fig 3.6). De stijghoogten in deze peilbuis tonen vrij kleine willekeurige schommelingen met een interval van ongeveer 20 cm. Het gemiddelde ligt rond peil 0, wat ongeveer het gemiddelde zeepeil is.

De stijghoogten in het Eoceen in de omgeving van **Braakman** (Fig 3.7) zijn gekenmerkt als volgt :

1° de stijghoogten zijn laag : tussen -7 en -8;

2° ze vertonen een dalende trend; de stijghoogten liggen aan het einde van de meetreeks ongeveer een halve meter lager dan bij de aanvang van de metingen.

Hieruit kan men het volgende besluiten :

1° de peilbuis ligt in een zone die beïnvloed is door één of meerdere pompings;

2° ofwel neemt het winningsdebiet van de winning(en) toe ofwel is de laag op die plaats nog niet tot evenwicht gekomen; het laatste zou erop kunnen wijzen dat de winning nog niet lang opgestart is, ofwel dat zij vrij ver van de peilbuis af ligt; aangezien de verlaging vrij groot is (bijna 10 m) lijkt dit laatste niet erg waarschijnlijk.

In **Hulst** werd zowel een peilbuis in het Eoceen (Fig 3.8) als in het Oligoceen (Fig 3.9) geplaatst, zodat de peilen in beide lagen kunnen vergeleken worden.

De metingen in het Eoceen vertonen volgende kenmerken:

1° de stijghoogten zijn laag (tussen -6 en -7) , maar hoger dan in de peilbuis te Braakman;

2° ze vertonen een dalende trend; gedurende de meetperiode dalen de stijghoogten ongeveer 40 cm; de laagste stijghoogten werden de laatste maanden opgemeten;

3° in januari en april '97 komen twee (tijdelijke) minima voor.

De peilbuis in het Oligoceen vertoont volgende kenmerken:

1° de stijghoogten zijn laag (tussen -2 en -3) maar hoger dan in het Eoceen;

2° in 1996 zijn de peilen vrij constant, maar in januari en april 1997 komen twee minima voor die telkens gevolgd worden door een stijging tot het peil van voor het minimum; vanaf mei 1997 treedt een continue daling op maar het is niet duidelijk of hier van een echte trend kan gesproken worden.

Hieruit kan men het volgende besluiten :

1° zowel in het Eoceen als in het Oligoceen zijn de stijghoogten verlaagd door winningen; deze verlaging is groter in het Eoceen;

2° er vindt een verticale stroming plaats vanuit het Oligoceen naar het Eoceen;

3° in het Eoceen dalen de peilen verder.

De stijghoogte in het Oligoceen in de peilbuis in **Kloosterzande** (Fig 3.10) schommelt weinig en ligt tussen -0.30 en -0.40. Het peil is hier een weinig verlaagd. Het laagste peil werd in 1996 gemeten, zodat de stijghoogten binnen de meetperiode een licht stijgende trend vertonen.

In **Ovezande** (Fig 3.11) heeft men de laagste peilen in het Oligoceen in het begin en op het einde van de periode gemeten. In de winter van 1996 - 1997 zijn de peilen een tiental cm hoger. Het gemiddeld peil bedraagt hier ca 0.70 - 0.80 , wat vrij hoog is en niet op een merkbare verlaging wijst.

3.3.2 MEETNET AMINAL

Dit meetnet bevindt zich op het Belgisch deel van het studiegebied. De gegevens van enkele representatieve peilbuizen in het Ledo-Paniseliaan zijn voorgesteld in tijd - stijghoogtegrafieken. Hierbij zijn de peilen uitgedrukt in m TAW (2.33 m hoger dan NAP). De beschikbare tijdreeksen starten midden 1992 en lopen meestal tot het voorjaar 1997.

Bij de peilbuizen in het westen van het studiegebied valt vooral de lage stijghoogte in peilbuis 2 (Fig 3.12) op. Deze peilbuis, gelegen in de driehoek tussen Sint-Laureins, Kaprijke en Watervliet, vertoont nog kleine zomerm minima. Aangezien de Ledo-Paniseliaanlaag bedekt is door het vrij dikke kleipakket van de Bartoonklei (Formatie van Maldegem) zullen de seizoenfluctuaties afnemen wanneer men zich in de half-afgesloten laag van het dagzomingsgebied verwijdt. De stijghoogte in peilbuis 2 vertoont een licht dalende trend. De peilbuis 13B (Fig. 3.13), die dicht tegen het dagzomingsgebied is gelegen, vertoont normale seizoenfluctuaties.

In het zuidelijk deel van het studiegebied, in de omgeving van de Gentse kanaalzone, liggen de peilbuizen 21, 22, 24 en 25 (Fig 3.14 t/m 3.17). Deze piëzometers liggen dicht tegen het dagzomingsgebied en vertonen normale seizoenfluctuaties van ongeveer 1 m terwijl er geen duidelijke trend waarneembaar is.

Meer naar het oosten liggen enkele peilbuizen in de omgeving van Lokeren. Peilbuis 26 (Fig 3.18) vertoont zeer lage standen (-9 tot -11) waarbij vooral de constante daling opvalt. Het peil is hier duidelijk beïnvloed door pumping. Ook in peilbuis 48 (Fig 3.19), dicht bij het dagzomingsgebied, worden lage peilen vastgesteld, maar hier zijn er meerjaarlijkse variaties te zien: laag in 1992 en 1993, hoog in 1994 en 1995 en lager sinds zomer 1995.

De peilbuizen in het oosten van het studiegebied bevinden zich in het Waasland en de omgeving van het industriegebied van Sint-Niklaas. In peilbuis 29 (Fig 3.20) staat het peil tussen -13 en -15 en vertoont het een opvallend dalende trend. In deze peilbuis worden geringe zomerminima vastgesteld. Peilbuis 34 (Fig 3.21) vertoont nog lagere peilen (-22 tot -23) en heeft de eigenaardigheid dat de waterpeilen in 1993 en 1994 ongeveer een meter hoger liggen. Peilbuis 37 (Fig 3.22) ligt tegen de oostgrens van het studiegebied en heeft de laagste gemeten peilen in het Ledo-Paniseliaan. De discontinuïteit die in het verloop optreedt, is moeilijk te verklaren. De put toont wel peilvariaties wat alleszins wijst op een hydraulisch contact met de watervoerende laag.

Het opvallende minimum dat in vele peilbuizen in de zomer van 1996 voorkomt, kan misschien een technische oorzaak hebben (b.v. met de peilmeter). Er zijn immers geen hydrogeologische argumenten voorhanden om zulk een plotse en tijdelijke verlaging te verklaren.

3.4 BESLUIT

Uit de beschikbare meetgegevens kan men besluiten dat op vele plaatsen door grondwaterwinning de peilen in het Ledo-Paniseliaan sterk verlaagd zijn, in vergelijking met de stijghoogte in natuurlijke toestand. Op sommige plaatsen valt een duidelijke dalende tendens op te merken. Vooral in het gebied rond Lokeren en in de omgeving van Sint-Niklaas wordt de laag vermoedelijk sterk bemalen.

Ook in Zeeland, met name ter hoogte van de Braakman en Hulst, zijn de stijghoogten in het Ledo-Paniseliaan in een belangrijke mate beïnvloed door grondwateronttrekking. De duidelijke dalende trend geeft bovendien aan dat ofwel de winning nog toeneemt, ofwel de winningen hun evenwicht nog niet hebben bereikt.

In twee van de drie peilputten in het Oligoceen in Zeeland (Hulst en Kloosterzande) is de stijghoogte verlaagd ingevolge grondwaterwinning, maar in geringere mate dan in het Ledo-Paniseliaan. De stijghoogte in het Oligoceen is hoger dan in het Ledo-Paniseliaan, zodat er zich een verticale neerwaarts gerichte stroming tussen beide voordoet.

In Zeeland zijn zowel voor het Ledo-Paniseliaan als voor het Oligoceen telkens drie peilbuizen beschikbaar voor stijghoogtemetingen. Gezien de uitgestrektheid van het gebied spreekt het voor zich dat dit aantal veel te klein is. De studie beoogt een werkinstrument te ontwikkelen dat dienstig moet zijn voor het beheer van de diepe zandlagen in dit gebied. Een dergelijk werkinstrument dient uit te gaan van een grondige kennis van de bestaande toestand. Vermits vooral voor het Ledo-Paniseliaan de weinige peilgegevens in Zeeland blijk geven van een ongelijkmatige verdeling van de stijghoogten, is het duidelijk dat hieruit geen hydro-isohypsenkaart, die de bestaande toestand duidelijk weerspiegelt, kan worden afgeleid. Op basis van het huidige meetnet van de Provincie Zeeland kunnen dus geen volledige conclusies worden getrokken over het grondwaterstromingspatroon en de stijghoogte-evolutie in de tijd in de diepe zandlagen. Hiervoor zijn naast een groter aantal waarnemingspunten langere tijdreeksen vereist.

4 REGIONAAL STROMINGSMODEL

4.1 INLEIDING

Het regionaal model laat toe de grondwaterstroming in de eo-oligocene lagen onder heel Zeeuwsch-Vlaanderen en Zuid-Beveland te simuleren. Door de grote oppervlakte van het gebied is de resolutie van het model beperkt door de eerder grote afmetingen van de cellen. Het regionaal model kan dus enkel gebruikt worden om grootschalige evoluties te berekenen en dient niet om de lokale invloed van een enkele pumping of winning na te gaan. Hiervoor dient het lokaal model gebruikt te worden.

Het gebruikte rekenprogramma is MODFLOW, een veelgebruikte code ontwikkeld door de USGS (United States Geological Survey). Hier wordt gebruikt gemaakt van de standaardversie zoals die door de USGS zelf verdeeld wordt als public domain software. Het rekenprogramma werd gekoppeld aan een uitvoerprogramma om de berekende resultaten te kunnen voorstellen en interpreteren. Aanvullende simulaties kunnen gemakkelijk worden uitgevoerd door gebruik te maken van batch bestanden die de nodige programma's opstarten. Alle programma's dienen voor gebruik op een PC onder MS-DOS.

Met het regionaal model kunnen permanente stromingen ("steady state") en tijdsafhankelijke simulaties ("transient flow") berekend worden. Eerstgenoemde geven de uiteindelijke evenwichtstoestand die zich na oneindig lange tijd instelt. In realiteit kan het soms jaren duren voor deze toestand bereikt wordt. Bij tijdsafhankelijke berekeningen kan de evolutie van de stijghoogten na het opstarten van een winning worden gevolgd. Dit geeft een meer realistisch beeld op korte termijn van de invloed van een pumping.

4.2 OPBOUW VAN HET REGIONAAL MODEL

4.2.1 LIGGING EN BEGRENZING VAN HET MODELGEBIED

De uitbreiding van het modelgebied is zodanig gekozen dat heel het studiegebied erbinnen valt (Fig 4.1). De zuidgrens volgt de noordrand van het dagzomingsgebied van het Ledo-Paniseliaan. De overige grenzen werden arbitrair op coördinaatlijnen getrokken. De westgrens werd op coördinaat $X = 10$ genomen, de oostgrens op $X = 80$, zodat het model 70 km breed is. De noordgrens ligt op $Y = 405$, terwijl de zuidrand van het model op coördinaat $Y = 339$ valt. Het model is dus maximaal 66 km hoog.

4.2.2 HYDROGEOLOGISCHE SCHEMATISERING

4.2.2.1 MODELNETWERK

Het netwerk is rechthoekig en opgebouwd uit 70 kolommen en 66 rijen (Fig. 4.1). Alle kolommen en rijen zijn 1 km breed en hoog, zodat de cellen een vierkante vorm hebben.

4.2.2.2 LAGENOPBOUW

De lagenopbouw wordt verduidelijkt in figuur 4.2. Het reservoir is ingedeeld in 5 watervoerende lagen (genummerd W1 t/m W5), gescheiden door 4 slechtdoorlatende lagen (genummerd S1 t/m S4). De lagen zijn genummerd van ondiep naar diep. De slechtdoorlatende lagen komen niet expliciet in de ruimtelijke voorstelling van het reservoir voor, maar zijn opgenomen als lagen met een hydraulische weerstand. Een overzicht van de ingebouwde lagen wordt gegeven in tabel 2.1.

De dikte van de lagen werd afgeleid uit de gegevens zoals ze opgenomen zijn in het verslag van fase 1 van deze studie (VERMOORTEL, 1994). Op basis van de opgenomen puntgegevens werd een nieuwe interpolatie uitgevoerd om de waarden te verkrijgen in de centra van de cellen van het modelnet. Deze interpolaties werden

uitgevoerd met het programma SURFER (Golden Software), waarbij de kriging methode werd gebruikt en met een lineair trendvlak wordt gewerkt. De aldus bekomen grensvlakken kunnen lokaal wel wat afwijken van de kaarten die in het verslag van fase 1 zijn opgenomen. Laatstgenoemde zijn met een ander programma en andere parameters opgesteld. Uit deze grensvlakken werden de dikten van de doorlatende en slechtdoorlatende lagen berekend. Uit de dikte van de doorlatende lagen wordt de transmissiviteit berekend, uit de dikte van de slechtdoorlatende lagen de totale hydraulische weerstand.

Doordat de lagen in noordoostelijke richting hellen en de zuidrand van het gebied samenvalt met het dagzomingsgebied van het Ledo-Paniseliaan komen de bovenliggende lagen niet in het hele modelgebied voor maar enkel in de noordoostelijke hoek waarbij ze dagzomen in noordwest - zuidoost gericht banden (Fig. 4.2a).

De hydrogeologische zonering wordt weergegeven aan de hand van codes (Tab. 4.1) en is opgenomen in het bestand ZONERING.GB (Fig. 4.3) van het regionaal model. Elke cel heeft hierin een code van 1 tot 9. Elke lijn van het bestand bevat de codes van één rij van het modelnetwerk (70 kolommen). Er zijn 66 lijnen in het bestand overeenkomend met de 66 rijen van het modelnetwerk.

CODE	HYDROGEOLOGISCHE OPBOUW
1	Alle lagen zijn aanwezig.
2	Dagzomingsgebied van de Boomse klei onder het Quartair
3	niet gebruikt
4	niet gebruikt
5	Dagzomingsgebied van de Bartoonklei onder het Quartair
6	Dagzomingsgebied van het Lid van Ruisbroek onder het Quartair
7	Dagzomingsgebied van het Lid van Watervliet onder het Quartair
8	Dagzomingsgebied van het Lid van Bassevelde onder het Quartair
9	Dagzomingsgebied van het Ledo-Paniseliaan onder het Quartair

Tabel 4.1 Codes gebruikt bij de hydrogeologische zonering

De hydrogeologische zonering wordt verduidelijkt in tabel 4.2, waarin aangegeven wordt welke lagen aanwezig zijn in een cel waaraan een bepaalde code werd toegekend.

Code	Recente afz.	Polder-klei	Pleisto-ceen	Mio-Pliocene	Boomse klei	LvRuisbroek	LvWaternvliet	LvBassevelde	Bartoon-klei	Ledo-Panisel.	LvMerelbeke	Ieperi-aanzand
1	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	(+)		+		+	+	+	+	+	+	+	+
6	(+)		+			+	+	+	+	+	+	+
7	(+)		+				+	+	+	+	+	+
8	(+)		+					+	+	+	+	+
5	(+)		+						+	+	+	+
9	(+)		+							+	+	+

+ : aanwezig

(+): aanwezig in bepaalde cellen

Tabel 4.2 Lagenoepenvolging bij de hydrogeologische zonering

Boven de tertiaire lagen komt een quartaire bedekking voor. Aangezien in het model verticale stroming enkel kan optreden tussen op elkaar liggende lagen, stelt dit een beperking aan de wijze waarop de schematisering van de quartaire deklagen in het model kan gebeuren. Zo kunnen deze deklagen niet eenvoudig als de bovenste laag in het model (laag W1) opgenomen worden, omdat dan bv. deze laag rechtstreeks zou rusten op laag W3 in het dagzomingsgebied van laag W3, waar laag W2 ontbreekt. Hier zou dan geen stroming van laag W1 naar W3 (of omgekeerd) mogelijk zijn. Daarom werd het Quartair boven een (aan het tertiair oppervlak) dagzomende tertiaire kleilaag steeds opgenomen in de watervoerende laag die, volgens de volgorde van de volledige sequentie, boven de kleilaag ligt (Fig. 4.2b). Zo wordt bv. boven de scheidende laag S4 (Bartoonklei) telkens de watervoerende laag W4 ingevoerd, onafhankelijk van het feit of het Lid van Bassevelde hier wel of niet aanwezig is, naast het Quartair. De lagen beschouwd in het model in elke cel zijn weergegeven in tabel 4.3. Hieruit blijkt dat bv. de codes 8 en 5, die zich onderscheiden door de aanwezigheid van het Lid van Bassevelde in code 8 en de afwezigheid ervan in code 5, in het model gegroepeerd worden tot eenzelfde lagenopvolging, met W4 als bovenste laag in het model. Laag W4 wordt dus in principe gevormd door het Lid van Bassevelde. Naar het zuiden toe, waar het Lid van Bassevelde dagzoomt onder het Quartair, en beide samen één watervoerende laag vormen, wordt ook het Quartair tot W4 gerekend. Tenslotte, in de aansluitende, meer zuidelijke zone, waar het Quartair rechtstreeks op de Bartoonklei (S4) rust en het Lid van Bassevelde ontbreekt, bestaat laag W4 uitsluitend uit quartaire afzettingen.

In het noorden van het gebied waar de polderklei aanwezig is, werd het Quartair opgedeeld in twee watervoerende lagen (W1 en W2), gescheiden door de polderklei (S1). Deze opdeling werd doorgevoerd om een overdreven drainage van de diepere lagen door de ingevoerde polderpeilen te voorkomen. De aanwezigheid van de polderklei vormt inderdaad een hydraulische weerstand tussen de onderliggende lagen en het polderpeil. De polderklei is overal aanwezig in de zone met code 1 (Tab. 4.2), behalve in het gebied waar de Schelde en de zee voorkomen.

Code	W1	S1	W2	S2	W3	S3	W4	S4	W5	S5	W6
1	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2			+	+	+	+	+	+	+	+	+
6					+	+	+	+	+	+	+
7					+	+	+	+	+	+	+
8							+	+	+	+	+
5							+	+	+	+	+
9									+	+	+

+ : aanwezig

(+): aanwezig, behalve waar de Schelde en de zee voorkomen

Tabel 4.3 Lagenopvolging in het model

De begrenzing van de zones waar de verschillende lagen dagzomen, werd afgeleid van de afgedekte geologische kaart (WALRAEVENS, 1987 naar JACOBS, 1975). Deze begrenzingen werden overgenomen in het modelnet.

Bij de doorlatende lagen werd de dikte berekend uit het verschil van top- en basisvlak van de tertiaire laag die ze in een volledige sequentie vertegenwoordigen. In de gebieden waar deze laag dagzoomt onder het Quartair, worden vaste stijghoogtecellen vastgelegd. Daarom is de precieze dikte hier van weinig belang. Om deze reden laat men de lagen in hun dagzomingsgebied lineair uitwiggen.

De watervoerende laag W1 wordt gevormd door quartaire afzettingen, jonger dan de polderklei, in het gebied waar de slechtdoorlatende laag S1 werd onderscheiden. Vergraven en opgehoogde gronden zijn hierin inbegrepen. De dikte van laag W1 werd vast gelegd op 1 meter. Vermits overal in deze laag vaste stijghoogten werden ingevoerd, speelt de werkelijke dikte geen rol.

De scheidende laag S1 komt overeen met de polderklei. De dikte wordt constant op 1 meter gesteld.

De dikte van de watervoerende laag W2 is voorgesteld in figuur 4.4. Deze laag omvat het Mio-Pliocene, naast quartaire afzettingen, en is beperkt tot het gebied waar de Klei van Boom voorkomt.

De dikte van de scheidende laag S2 (Klei van Boom) werd bepaald aan de hand van de volgende regels (Tab. 4.4):

1	In de zone waar de laag over de volledige dikte aanwezig is, werd de dikte bepaald uit het verschil tussen het gekarteerde boven- en ondervlak van de laag.
2	Binnen de zone waar de Klei van Boom door Quartair wordt aangesneden, wordt rekening gehouden met de ligging van het topvlak t.o.v. het maaiveld: <ul style="list-style-type: none"> - ligt het topvlak hoger dan 2 m onder maaiveld, dan is de dikte gelijk aan: $\text{dikte} = (\text{maaiveld} - 2) - \text{basis Klei van Boom}$ - ligt het topvlak lager dan 2 m onder maaiveld dan is de volledige dikte behouden. <p>Er is dus telkens voorzien in een minimale dikte van 2 m voor het Quartair.</p>

Tabel 4.4 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de Klei van Boom in het regionaal model

De afgeleide dikte voor laag S2 is voorgesteld op figuur 4.5.

De dikte van de watervoerende laag W3 is voorgesteld in fig. 4.6. Deze omvat naast het Lid van Ruisbroek, ook de Quartaire afzettingen die enerzijds het Lid van Ruisbroek en anderzijds het Lid van Watervliet bedekken.

De dikte van de scheidende laag S3 (de klei van Watervliet) werd bepaald aan de hand van de volgende regels (Tab. 4.5):

1	Eerst werden de waargenomen dikten geïnterpoleerd over het gehele modelnetwerk. Hier werden de dikten geïnterpoleerd omdat bij de interpolatie van het boven- en ondervlak de puntendichtheid verschilt, waardoor deze vlakken door de verschillende interpolatieparameters te zeer van elkaar kunnen afwijken. Wanneer het verschil gemaakt wordt, kunnen negatieve waarden voor de dikte optreden op plaatsen waar de laag nochtans wel aanwezig is.
2	In het gebied waar de Klei van Watervliet door het Lid van Ruisbroek bedekt wordt, is deze over zijn gehele dikte aanwezig, en is de geïnterpoleerde dikte behouden.
3	In het gebied waar de Klei van Watervliet dagzoomt, wordt de dikte lineair geïnterpoleerd over de zone waarbinnen hij uitwigt. De Klei van Watervliet is zo dun dat hij in het model over één celafstand uitwigt.

Tabel 4.5 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de Klei van Watervliet in het regionaal model

De afgeleide dikte voor laag S3 is voorgesteld op figuur 4.7.

De dikte van de watervoerende laag W4 is voorgesteld in figuur 4.8. Deze omvat naast het Lid van Bassevelde, ook de quartaire afzettingen die enerzijds het Lid van Bassevelde en anderzijds de Bartoonklei bedekken.

De dikte van de scheidende laag S4 (de Bartoonklei) werd bepaald aan de hand van de volgende regels (Tab. 4.6):

1	Eerst werd de dikte berekend door de waargenomen dikten van de Bartoonklei in de boringen te interpoleren.
2	Binnen de zone waar het Zand van Bassevelde de Bartoonklei bedekt, wordt de geïnterpoleerde dikte behouden.
3	Binnen de zone waar de Bartoonklei door het Quartair wordt aangesneden, houdt men rekening met de ligging van het topvlak t.o.v. het maaiveld: - ligt het topvlak hoger dan 2 m onder maaiveld, dan is de dikte gelijk aan: $\text{dikte} = (\text{maaiveld} - 2) - \text{basis Bartoonklei}$ - ligt het topvlak lager dan 2 m onder maaiveld dan is de volledige dikte behouden.

Tabel 4.6 Regels gebruikt bij het opstellen van de dikte van de Bartoonklei in het regionaal model

De afgeleide dikte voor laag S4 is voorgesteld op figuur 4.9.

De dikte van de watervoerende laag W5 werd constant gesteld op 50 m. Deze laag omvat het Ledo-Paniseliaan, en daarnaast, in het niet-afgesloten gedeelte ter hoogte van de zuidgrens van het studiegebied, ook nog het Quartair.

De dikte van de scheidende laag S5 (het Lid van Merelbeke) werd vast gesteld op 5 m.

Voor de watervoerende laag W6 werd een constante dikte van 20 m ingevoerd. Deze laag wordt gevormd door het Ieperiaanzand.

De Ieperiaanklei vormt tenslotte de ondoorlatende basis van het grondwaterreservoir.

4.2.3 HYDROGEOLOGISCHE KARAKTERISERING

4.2.3.1 HYDRAULISCHE PARAMETERS

De ingevoerde hydraulische parameters zijn vooral gebaseerd op het bestaande model van het Ledo-Paniseliaan in West- en Oost-Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987). Een overzicht van de ingevoerde horizontale doorlatendheden (k_h) in de watervoerende lagen wordt gegeven in tabel 4.7. Deze doorlatendheden werden vermenigvuldigd met de dikten om de transmissiviteit te krijgen.

LAAG	k_h (m/d)	dikte (in m)
W1	1.00	1.
W2	8.00	Variabel
W3	0.94	Variabel
W4	1.35	Variabel
W5	2.77	50.
W6	1.20	20.

Tabel 4.7 Ingevoerde horizontale doorlatendheden in het regionaal model

Een overzicht van de ingevoerde hydraulische weerstanden wordt gegeven in tabel 4.8. De totale hydraulische weerstanden worden verkregen door deze waarden te vermenigvuldigen met de dikten van de slechtdoorlatende lagen.

LAAG	c (d/m)	dikte (in m)
S1	1000.	1.
S2	8000	Variabel
S3	8000	Variabel
S4	8000	Variabel
S5	10000.	5.

Tabel 4.8 Ingevoerde hydraulische weerstanden in het regionaal model

Bij tijdsafhankelijke simulaties moet ook de bergingscoëfficiënt (S_a) worden opgegeven. De ingevoerde waarden staan vermeld in tabel 4.9. In de bovenste laag moet de opbrengstcoëfficiënt worden opgegeven.

LAAG	S_a
W1	0.2 of 1.00
W2	10^{-5} of 1.00
W3	10^{-5}
W4	10^{-5}
W5	10^{-5}
W6	10^{-5}

Tabel 4.9 Ingevoerde bergingscoëfficiënten in het regionaal model

4.2.3.2 RANDVOORWAARDEN

4.2.3.2.1 VASTE STIJGHOOGTEN EN ONDOORLATENDE GRENZEN

In het regionaal model zijn volgende vaste stijghoogten en ondoorlatende grenzen ingevoerd (Tab. 4.10):

1	De zee werd in de lagen W2, W3 en W4 als vaste stijghoogte op peil 0.00 opgenomen (Fig. 4.10, 4.11, 4.12 en 4.13).
2	De Schelde werd in de laag W2 als vaste stijghoogte op peil 0.00 opgenomen (Fig. 4.10 en 4.11).
3	In de watervoerende lagen W1, W2, W3, W4 en W5 werden, waar de laag dagzoomt, vaste stijghoogten ingevoerd die één meter onder het maaiveldpeil liggen (Fig. 4.10 t/m 4.14).
4	In de lagen W3, W4, W5 en W6 zijn langs de west- en noordgrens vaste stijghoogten op peil 0.00 (zeepeil) ingevoerd, maar met een kleine hydraulische contactfactor ($10 \text{ m}^2/\text{d}$) (Fig. 4.12, 4.13 en 4.14).
5	Er wordt aangenomen dat de oostgrens samenvalt met een stroomlijn en dus als ondoorlatend kan beschouwd worden.
6	In de toestand met geschatte debieten zijn de stijghoogten nabij de zuidrand afgeleid uit stijghoogtemetingen nabij de zuidrand (en niet gebaseerd op de topografie).

Tabel 4.10 Vaste stijghoogten ingevoerd in het regionaal model

4.2.3.2.2 POMPINGEN

4.2.3.2.2.1 Gekende pompingen

De ingevoerde gegevens van de gekende pompingen (ligging en debieten) werden uit de volgende bronnen afgeleid (Tab. 4.11):

ZONE	BRON
BELGIE	De databanken van AMINAL; gegevens van 1993 (Bijl. 1)
	Ingevoerde winningen in het grondwaterstromingsmodel van de eocene en oligocene lagen onder West- en Oost-Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987) (Bijl. 2).
NEDERLAND	Het verslag van Fase 1 van het "Grondwateronderzoek diepe zandlagen" (Bijl. 3).

Tabel 4.11 Oorsprong van de gegevens betreffende de winningen in het regionaal model

Bij het invoeren werd de ligging van de pompingen berekend door de geografische ligging van de centra van de pompcellen te converteren naar het Nederlands coördinatenstelsel.

4.2.3.2.2.2 Geschatte pompingen

Voor de berekening van de toestand met geschatte winningsdebieten werden, naast de gekende pompingen, op sommige plaatsen in het model winningsdebieten uit het Ledo-Paniseliaan toegevoegd om een betere overeenstemming met de waarnemingen te verkrijgen. Zonder deze toegevoegde debieten kunnen de berekende stijghoogten onmogelijk overeen komen met de waargenomen stijghoogten (zie verder). Uiteraard blijven zowel de plaats als het winningsdebiet speculatief. De toegevoegde winningsdebieten, die aan de gekende pompingen (Tab. 4.11) werden toegevoegd om het scenario met de geschatte pompingen te berekenen, zijn weergegeven in tabel 4.12.

PLAATS	DEBIET (m ³ /d)
Omgeving Terneuzen	5000 m ³ /d
Omgeving Sas-van-Gent	5000 m ³ /d
Omgeving Sint-Niklaas, waarschijnlijk diverse onttrekkingen gespreid over 8 cellen	8000 m ³ /d
Omgeving Lokeren	8000 m ³ /d
Langs de zuidostrand van het model om een stroming naar Hoboken (buiten het modelgebied) te verkrijgen. De onttrekking werd gespreid over diverse cellen	15000 m ³ /d

Tabel 4.12 Toegevoegde pompdebieten uit het Ledo-Paniseliaan in geselecteerde deelgebieden van het regionaal model

4.2.3.2.2.3 Prognose van pompingen

Ten behoeve van een vooruitblik naar de toekomst werden de geschatte debieten (zie 4.2.3.2.2.2) aangevuld met een prognose van de winningsdebieten, zoals medegedeeld door de opdrachtgever (Bijl. 4).

4.2.3.2.3 NUTTIGE NEERSLAG

Aangezien alle cellen in de bovenste laag als vaste stijghoogten in het model zijn opgenomen, is het niet nodig de aanvulling van de watertafel expliciet in het model op te nemen.

4.3 RESULTATEN VAN HET REGIONAAL MODEL

4.3.1 OVERZICHT VAN DE SIMULATIES

Met het regionaal model werden zeven verschillende situaties berekend, hier verder scenario's genoemd (Tab. 4.13)

SCENARIO	OMSCHRIJVING
1	Toestand zonder grondwaterwinning, de "natuurlijke grondwaterstroming"
2	Toestand met gekende winningsdebieten
3	Toestand zonder grondwaterwinning (cfr. scenario 1), waarbij de hydraulische weerstanden van de slechtdoorlatende lagen met een factor 10 verhoogd werden
4	Toestand met gekende winningsdebieten (cfr. scenario 2), waarbij de hydraulische weerstanden van de slechtdoorlatende lagen met een factor 10 verhoogd werden
5	Toestand met geschatte winningsdebieten. Aan de gekende debieten werden nieuwe winningen toegevoegd tot een overeenstemming met de stijghoogtemetingen bereikt was
6	Toestand met een prognose van de winningsdebieten, uitgaande van de geschatte pompingen (scenario 5)
7	Vertrekkende van scenario 4 (10-maal hogere weerstanden) werden de winningsdebieten opnieuw gekalibreerd, en werd er dus een nieuwe schatting van toe te voegen winningen doorgevoerd

Tabel 4.13 Overzicht van de gesimuleerde scenario's

4.3.2 VOORSTELLING VAN DE RESULTATEN

De resultaten zijn voorgesteld op kaarten (PLATEN 1 t/m 42)

Er komen drie voorstellingswijzen voor:

1° **Stijghoogten** worden weergegeven d.m.v. stijghoogtelijnen. Het interval is op de platen aangeduid. De grondwaterstroming gebeurt loodrecht op deze lijnen van hoge naar lage stijghoogte. De hoeveelheid grondwater die stroomt, wordt aangegeven d.m.v. een vector. De richting van de vector geeft de grondwaterstromingsrichting aan. De lengte is evenredig met de hoeveelheid water die op die plaats in die richting stroomt. Het stromingsdebiet is hierbij uitgedrukt als het volume dat per tijdseenheid stroomt doorheen een oppervlakte, bepaald als de dikte van de laag bij één kilometer breedte. De evenredigheidsfactor wordt in de legende van de plaat vermeld.

2° De invloed van winningen wordt aangegeven met lijnen van gelijke verlaging ten opzichte van de stijghoogte in natuurlijke toestand. Het interval van deze lijnen staat op de platen aangegeven. Op deze platen staan enkel de verlaginglijnen, maar zijn geen stromingsvectoren aangeduid.

De berekende stijghoogten en verlagingen worden enkel gegeven voor de onderste vier lagen van het model (vanaf het Lid van Ruisbroek t/m het Ieperiaanzand).

3° De **verticale stroming** tussen de verschillende watervoerende lagen werd op afzonderlijke kaarten voorgesteld d.m.v. symbolen. Aangezien de verticale stromingssnelheden tussen de lagen sterk kunnen variëren in grootte van plaats tot plaats is een voorstellingswijze met isolijnen minder overzichtelijk. Daarom werd hier gekozen voor een aanduiding met symbolen (driehoeken), waarbij een opwaarts gerichte driehoek (punt naar boven) wijst op een opwaartse stroming en een neerwaarts gerichte driehoek op neerwaartse stroming. De grootte van de symbolen varieert volgens een logaritmische schaal, waarbij de kleinste symbolen overeenkomen met een snelheid van 0.1 mm per jaar. Enkel de verticale stroming tussen de laag W3 (Lid van Ruisbroek) en de bovenliggende Klei van Boom, en tussen laag W5 (Ledo-Paniseliaan) en de bovenliggende Bartoonklei werd voorgesteld.

Om een juist beeld van de stroming en stromingscycli in het reservoir te krijgen is het nodig dat de informatie die op verschillende platen is weergegeven, wordt gecombineerd.

Bij het vergelijken van de berekeningsresultaten en de waargenomen stijghoogten, moet men er rekening mee houden dat de simulaties permanente stromingen berekend hebben ("steady state"). Dit zijn evenwichtstoestanden die zich instellen wanneer de opgegeven randvoorwaarden (o.a. de pompdebieten) lange tijd gehandhaafd blijven, m.a.w. voor het evalueren van de invloed van pompingen geven de permanente stromingstoestanden een beeld dat pas na een zeer lange tijd van pompen bereikt wordt. Tevens kan gesteld worden dat om een bepaalde peilverlaging (t.g.v. een pumping) na kortere tijd te bereiken, er meer moet gepompt worden dan uit de permanente toestand wordt berekend. Hoe lang het duurt vooraleer zich min of meer een evenwichtstoestand instelt, hangt af van de berging in de verschillende lagen van het reservoir, zowel in de watervoerende als in de slechtdoorlatende lagen ertussen. Meestal kan in de aangepompte laag zich na enkele jaren een evenwicht instellen. Onder- en/of bovenliggende lagen (b.v. watertafel) die van de aangepompte laag gescheiden zijn door dikke slechtdoorlatende lagen (kleipakketten) kunnen pas na zeer lange tijd (tientallen jaren of meer) tot een evenwichtstoestand komen. Aangezien in realiteit bij de exploitatie van grondwaterreservoirs (vele) winningen op een niet gecoördineerde manier (in de tijd) opgestart worden, is het moeilijk te achterhalen hoever een stijghoogtepatroon dat op een bepaald moment opgemeten wordt, verwijderd is van een evenwichtstoestand.

Een overzicht van de resultaten die op de verschillende platen zijn voorgesteld staat in tabel 4.14.

PLAAT	SCENARIO	LAAG	VOORSTELLING
1	1	3	STH + STR
2	1	4	STH + STR
3	1	5	STH + STR
4	1	6	STH + STR
5	1	3	AANV+STH
6	1	5	AANV+STH
7	2	3	STH + STR
8	2	4	STH + STR
9	2	5	STH + STR
10	2	6	STH + STR

11	2	3	AANV+STH
12	2	5	AANV+STH
13	2	3	VERL
14	2	4	VERL
15	2	5	VERL
16	2	6	VERL
17	3	3	STH + STR
18	3	4	STH + STR
19	3	5	STH + STR
20	3	6	STH + STR
21	3	3	AANV+STH
22	3	5	AANV+STH
23	3	3	VERL
24	3	4	VERL
25	3	5	VERL
26	3	6	VERL
27	4	3	STH + STR
28	4	4	STH + STR
29	4	5	STH + STR
30	4	6	STH + STR
31	4	3	AANV+STH
32	4	5	AANV+STH
33	4	3	VERL
34	4	4	VERL
35	4	5	VERL
36	4	6	VERL
37	5	3	STH
38	5	5	STH
39	6	3	STH
40	6	5	STH
41	7	3	STH
42	7	5	STH

Tabel 4.14 Resultaten voorgesteld op de platen
(STH=stijghoogten , STR=stromingsvectoren , VERL=verlaging, AANV=verticale stroming)

4.3.3 SCENARIO 1 : TOESTAND ZONDER GRONDWATERWINNING

4.3.3.1 BESCHRIJVING VAN DE RESULTATEN

Lid van Ruisbroek (W3)

De berekende stijghoogten en stromingen (PLAAT 1) tonen dat in deze toestand de hoogste stijghoogten voorkomen in het zuidoosten van het modelgebied (Belgisch deel), onder het dagzomingsgebied van de Klei van Boom, dat topografisch hoger gelegen is. De berekende stijghoogten bedragen hier tot meer dan +15. Deze opbolling treedt op omdat er hier doorheen de Boomse klei een belangrijke neerwaartse stroming plaatsvindt en de laag van bovenaf wordt aangevuld. Deze neerwaartse stroming ontstaat omdat de watertafel zich in dit hoger gelegen gebied dicht onder het maaiveld bevindt (tot bijna +30) en er dus een groot stijghoogteverschil voorkomt tussen de watertafel en het waterpeil in het Lid van Ruisbroek.

Van hieruit is er een stroming naar de Schelde in het zuiden en het zuidoosten. De Schelde bevindt zich hier namelijk ten zuiden van het dagzomingsgebied van de Klei van Boom. De grote vectoren wijzen hier op de grote hoeveelheden water die naar de Schelde toevloeien. Een ander deel van het water stroomt in noordelijke richting. De stijghoogten dalen hier snel tot minder dan +2. In dit gebied treedt er een opwaartse stroming op naar de bovenliggende lagen omdat de watertafel hier laag staat, vooral door de aanwezigheid van de polders. Deze opwaartse stroming is weliswaar veel kleiner dan de neerwaartse stroming in het zuidelijk voedingsgebied, maar komt over een veel grotere oppervlakte voor. De stromingsdebieten zijn hier zeer klein aangezien de stijghoogtegradiënt zeer gering is. Opmerkelijk is dat er in het westelijk deel van het modelgebied een stroming ontstaat in zuidwestelijke richting naar het dagzomingsgebied van de laag. Dit is te wijten aan een lagere waterstand in dit dagzomingsgebied ten gevolge van de polderpeilen.

De stroming tussen het Lid van Ruisbroek en de bovenliggende laag (PLAAT 5) toont in welk gebied deze laag van bovenaf wordt aangevuld: onder het hooggelegen dagzomingsgebied van de Klei van Boom in het zuiden van het modelgebied. De aanvulling bedraagt hier ongeveer 100 mm per jaar. Ten noorden hiervan vindt een opwaartse stroming plaats en geeft de laag water af aan de bovenliggende lagen. De grootte van deze opwaartse stroming neemt noordwaarts geleidelijk af tot ze in het noorden van het modelgebied minder dan 0.1 mm per jaar bedraagt. Opmerkelijk is de tamelijk grote opwaartse stroming (kwel) in het dagzomingsgebied van de laag onder de Zeeuwse polders. Dit wordt veroorzaakt door de lage polderpeilen die hier ingevoerd zijn (onder zeepeil). De kwel zou hier ca. 10 mm per jaar bedragen (grootteorde).

Lid van Bassevelde (W4)

Deze laag geeft een vrij gelijkaardig beeld (PLAAT 2): het algemeen stromingspatroon is ongeveer hetzelfde. Het dagzomingsgebied van deze laag strekt zich verder naar het zuiden uit. Op de heuvels in het zuidwesten van het modelgebied komt het Lid van Bassevelde niet voor, maar wordt laag W4 gevormd door de quartaire afzettingen, waarin de watertafel onder de heuveltoppen als vaste stijghoogten werd ingebouwd.

Het algemeen stromingspatroon in de Leden van Ruisbroek en van Bassevelde is ongeveer hetzelfde omdat de slechtdoorlatende laag tussen beide (Lid van Watervliet) slechts een beperkte dikte heeft.

Ledo-Paniseliaan (W5)

De grondwaterstroming in de watervoerende laag van het Ledo-Paniseliaan (PLAAT 3) vertoont een ander patroon. Deze laag komt in het hele modelgebied voor en wordt bijna overal bedekt door de dikke slechtdoorlatende Bartoonklei. Het algemeen stromingspatroon is van zuid naar noord gericht. Hierbij nemen de stromingsdebieten naar het noorden af (de vectoren worden kleiner). De grootste gradiënten komen voor onder de heuvels in het zuidwesten van het gebied. Hier treedt er doorheen het bovenliggend kleipakket een belangrijke neerwaartse stroming op. Dit fenomeen zorgt op deze plaatsen voor een belangrijke aanvulling van de laag. Deze neerwaartse stroming ontstaat als gevolg van het groot stijghoogteverschil tussen de watertafel onder de heuvels (tamelijk ondiep onder het maaiveld) en de stijghoogte onder de Bartoonklei.

Een tweede aanvullingszone komt voor in het zuidoosten van het gebied. Hier komen boven het Ledo-Paniseliaan en de Bartoonklei ook nog de Leden van Bassevelde, van Watervliet en van Ruisbroek voor, die op hun beurt door de Klei van Boom bedekt worden. Het effect van de sterke neerwaartse stroming doorheen de Klei van Boom, en de opbolling in de Leden van Bassevelde en van Ruisbroek doen zich hier ook voor op grotere diepte in het reservoir. Door de opbolling in deze lagen treedt ook een verdere neerwaartse stroming op tot in de diepere watervoerende lagen van het Ledo-Paniseliaan en het Ieperiaanzand. Hierdoor ontstaat er een (tweede) gebied waar er een belangrijke aanvulling van de laag gebeurt. Vanaf deze aanvullingsgebieden is er een stroming naar het noorden en wordt het water geleidelijk gedraineerd naar de bovenliggende, ondiepere lagen. Oorzaak hiervan zijn de lagere waterstand in de polders en in de Schelde. Dit zorgt voor een verlaging van de stijghoogten en een afname van de stromingssnelheid en stromingsdebiëten.

De stroming van en naar de bovenliggende laag (PLAAT 6) toont duidelijk de twee zones waar de laag van bovenaf water ontvangt: in het Waasland en in het zuidwesten. In het Waasland zet de neerwaartse stroming onder de cuesta van de Klei van Boom zich dus verder in de diepere lagen. Het aanvullingsgebied in het zuidwesten situeert zich onder de heuvels waar de Bartoonklei dagzoomt. Aangezien de watertafel hier dicht onder het maaiveld staat, is er een aanzienlijk stijghoogteverschil tussen de watertafel en de stijghoogte in het Ledo-Paniseliaan, wat resulteert in een belangrijke neerwaartse stroming. Deze bedraagt tussen de 10 en 100 mm per jaar. In de rest van het modelgebied verliest de laag water naar de bovenliggende lagen. Deze opwaartse stroming vermindert naar het noorden toe en wordt tenslotte zeer klein (<0.1 mm per jaar).

Ieperiaanzand (W6)

Het stromingspatroon in de onderste laag van het model (PLAAT 4) is vrijwel identiek aan dat van de bovenliggende laag. In beide lagen zijn dezelfde randvoorwaarden gebruikt. Deze laag komt ook nog voor ten zuiden van het modelgebied. Er wordt aangenomen dat de stijghoogte nabij de zuidrand van het model dezelfde is als in het Ledo-Paniseliaan.

4.3.3.2 TOETSING AAN DE WAARNEMINGEN EN BESLUIT

De diepe zandlagen worden gevoed in het zuidelijk deel van het studiegebied, op Belgisch grondgebied, ter hoogte van topografisch hoger gelegen gebieden, waar de zandlagen bedekt zijn door een tertiaire kleilaag. Voor de oligocene lagen (Lid van Ruisbroek en Lid van Bassevelde) is het voedingsgebied gelegen in het zuidoosten, ter hoogte van het Land van Waas, waar de Klei van Boom ze bedekt. De eocene lagen (Ledo-Paniseliaan en Ieperiaanzand) worden eveneens in dit gebied gevoed; daarnaast situeert een tweede voedingsgebied zich in het zuidwesten, in het gebied Oedelem-Zomergem, waar de Bartoonklei de bedekkende laag vormt.

De hydraulische eigenschappen (horizontale en verticale doorlatendheden) die in het regionaal model werden ingevoerd, zijn gebaseerd op het bestaande model van de eo-oligocene lagen in Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987) en werden in het kader van die studie reeds door kalibratie verfijnd. Dit gebeurde door de berekende stijghoogten voor de natuurlijke toestand te vergelijken met oude stijghoogtewaarnemingen (zie 3.2), zowel voor de oligocene laag als voor het Ledo-Paniseliaan. Hierbij werd de hydraulische weerstand voor de Klei van Boom door kalibratie bepaald op basis van de stijghoogtenkaart voor de oligocene laag (Lid van Ruisbroek) in het voedingsgebied Waasmunster - Sint-Niklaas (Fig. 3.3). De grootte-orde voor de hydraulische weerstand van de Bartoonklei werd in dezelfde studie bepaald aan de hand van een groot aantal stijghoogtewaarnemingen in het voedingsgebied Knesselare-Ursel, waar het grondwaterpeil ook thans nog weinig beïnvloed is door onttrekkingen (Fig. 3.1). De kalibratie leverde voor de uitgesproken kleiige leden van de Formatie van Maldegem (Leden van Asse, van Ursel, van Zomergem en van Onderdijke) een hydraulische weerstand op van 10000 dagen per meter. Rekening houdend met de tussenliggende zandige klei- tot kleiige zandlagen (Leden van Onderdale en van Buisputten), waarvan de doorlatendheid d.m.v. een pompproef werd bepaald, kwam men in het vroeger opgestelde regionale model (WALRAEVENS, 1987) tot een hydraulische weerstand van 8000 dagen per meter afzetting voor de Bartoonklei. Grotere weerstanden gaven aanleiding tot te lage berekende stijghoogten in het voedingsgebied. De uiteindelijk berekende peilverdeling komt goed overeen met de kaart gebaseerd op oude waarnemingen, die weergegeven is figuur 3.2. Ook voor de oude stijghoogtewaarnemingen

in tabel 3.1 (die zo noordelijk mogelijk gelegen zijn, op Belgisch grondgebied nabij de Nederlandse grens) is de overeenstemming goed, zoals blijkt uit tabel 4.15, zeker als men hierbij in aanmerking neemt dat de waargenomen peilen reeds enigszins verlaagd kunnen zijn geweest ingevolge grondwaterwinning.

NR	PLAATS	KBL	BORING	METING		JAAR	BEREKENDE STIJGHOOGTE (NAP)
				TAW	NAP		
1	St.-Laureins	13/4	BGD 49	4.00	1.67	1907	2.40
2	St.-Laureins	13/4	BGD 100	4.00	1.67	1951	2.40
3	Kaprijke	13/4	BGD 88	3.00	0.67	1936	2.40
4	Watervliet	14/1	BGD 111	3.50	1.17	1922	0.90
5	Moerbeke	14/4	BGD 126	4.50	2.17	1908	2.20
6	Sinaai	14/4	BGD85	3.07	0.74	1944	2.25

Tabel 4.15 Oude stijghoogtemetingen en berekende stijghoogten voor de toestand zonder winningen in het Ledo-Paniseliaan

De huidige peilmetingen (zie 3.3) geven voor de meeste plaatsen een gevoelige verlaging weer, die mag toegeschreven worden aan grondwaterwinning.

4.3.4 SCENARIO 2 : TOESTAND MET GEKENDE WINNINGSDEBIETEN

4.3.4.1 BESCHRIJVING VAN DE RESULTATEN

Lid van Ruisbroek (W3)

De berekende stijghoogten (PLAAT 7) tonen in het noorden van het model duidelijk de aanwezigheid van drie Nederlandse winningen. Hiervan bevinden er zich twee (nl. te Baarland en Kruiningen) in het Lid van Ruisbroek; de derde (te Vlissingen) pompt uit het onderliggende Lid van Bassevelde. Deze onttrekkingen creëren een radiale stroming rond de winning, te merken aan het concentrisch verloop van de stijghoogtelijnen. In het zuidoosten van het modelgebied is lokaal de invloed van enkele winningen merkbaar maar eigenlijk wordt het stromingspatroon van scenario 1 niet fundamenteel beïnvloed. Zo blijft bv. de opbolling onder het dagzomingsgebied van de Klei van Boom bestaan. De waarnemingen wijzen hier op lagere stijghoogten.

Lid van Bassevelde (W4)

In deze laag zijn de berekende stijghoogten ongeveer hetzelfde (PLAAT 8). Hier komt de winning in Vlissingen duidelijker tot uiting. De twee andere winningen in Nederland (die uit de bovenliggende laag pompen) beïnvloeden ook de stroming in deze laag.

Ledo-Paniseliaan (W5)

In het Ledo-Paniseliaan (PLAAT 9) wordt het berekend patroon overheerst door de aanwezigheid van één grote winning langsheen het zeekanaal Gent - Terneuzen. De invloed van de overige ingebrachte winningen is eerder lokaal en beperkt. Eigenlijk wordt volgens dit scenario enkel in het centraal zuidelijk deel het stromingspatroon significant veranderd. De stroming in het westen en het oosten blijft ongeveer zoals in de toestand zonder winningen (scenario 1). Zo zou er in het zuidoosten nog steeds een waterscheidingskam voorkomen onder het Waasland in de omgeving van Sint-Niklaas.

Ieperiaanzand (W6)

Het berekend stijghoogtepatroon (PLAAT 10) is vergelijkbaar met dat van de bovenliggende laag. Het meest opvallende fenomeen is ook hier de winning in de Gentse kanaalzone.

4.3.4.2 TOETSING AAN DE WAARNEMINGEN EN BESLUIT

Op PLAAT 7 zijn naast de berekeningsresultaten van de stijghoogte en stroming in het Lid van Ruisbroek ook recente peilmetingen weergegeven. Grote afwijkingen tussen waarnemingen en berekeningen treden op in het Waasland, waar te hoge stijghoogten worden berekend.

Worden de berekende stijghoogten voor het Ledo-Paniseliaan vergeleken met recente waarnemingen (aangeduid op PLAAT 9), dan treden er duidelijk zeer grote afwijkingen tussen beide op. De belangrijkste afwijkingen zijn:

1° Onder het Waasland worden zeer lage stijghoogten gemeten (tot -34) die het model niet berekent. Hierbij komt deze laagste meting voor tegen de zuidoostgrens van het modelgebied.

2° In de omgeving van Lokeren is wel de invloed van enkele winningen waarneembaar, maar deze is totaal onvoldoende om de lage gemeten peilen (tot -14) te verklaren.

3° De peilbuis in de omgeving van de Braakman heeft een laag peil: ca. -7.50

4° Een peilbuis op Belgisch grondgebied in de omgeving van St.-Laureins heeft eveneens een laag peil: - 6.11.

Met de gekende winningen en winningsdebiëten komt men dus in het geheel niet tot een overeenstemming tussen de metingen en de berekeningen.

4.3.5 SCENARIO 3 : TOESTAND ZONDER GRONDWATERWINNING MET VERHOOGDE HYDRAULISCHE WEERSTANDEN

4.3.5.1 TOELICHTING

Onder kalibratie verstaat men het aanpassen van de ingevoerde gegevens om tot een betere overeenstemming tussen berekende en gemeten stijghoogten te komen. Men past slechts die invoergegevens aan waarvan men de precieze waarde niet kent. Gegevens die men kan aanpassen zijn:

- de hydraulische kenmerken van het reservoir
- de randvoorwaarden, bv. de ingevoerde winningsdebiëten.

De hydraulische eigenschappen (horizontale en verticale doorlatendheden) werden overgenomen uit het bestaande model van de eo-oligocene lagen in Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987). Hierbij werden de doorlatendheden van de watervoerende lagen bepaald aan de hand van pompproeven. Deze gegevens kunnen dus als goed gekend worden beschouwd. Alhoewel de hydraulische weerstanden van de slechtdoorlatende lagen in de eerdere studie bepaald werden door modelkalibratie, werd hier in enkele scenario's gepoogd de afwijking tussen de huidige waargenomen stijghoogten en de berekeningen te elimineren door het toekennen van een tienmaal hogere hydraulische weerstand aan de slechtdoorlatende lagen. In scenario 3 wordt de toestand zonder grondwaterwinning berekend (cfr. scenario 1), waarbij de hydraulische weerstanden met een factor 10 verhoogd werden ten opzichte van scenario 1.

4.3.5.2 BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN BESLUIT

Lid van Ruisbroek (W3)

Uit de berekende stijghoogten (PLAAT 17) zijn de volgende verschillen met scenario 1 (PLAAT 1) op te merken :

1° De opbolling in het zuiden onder het dagzomingsgebied is minder groot. Door de kleinere doorlatendheid van de klei is de aanvulling van de laag hier gereduceerd. Bij vergelijking met de stijghoogtenkaart in figuur 3.3 (WALRAEVENS, 1987), gebaseerd op oude stijghoogtewaarnemingen, blijkt dat met de verhoogde hydraulische weerstanden duidelijk te lage stijghoogten in dit voedingsgebied worden berekend. De opbolling in deze regio stemt goed overeen met scenario 1 en in het geheel niet met scenario 3.

2° In het noorden zijn de stijghoogten wat hoger dan in scenario 1.

Ledo-Paniseliaan (W5)

Uit de vergelijking van de berekende stijghoogten (PLAAT 18) met het scenario 1 (PLAAT 3) vallen volgende verschillen op:

1° Vanuit het westelijk voedingsgebied neemt de stijghoogte snel af in noordelijke richting, zoals blijkt uit de waarnemingen (Fig. 3.1; WALRAEVENS, 1987). Dit komt niet overeen met de berekeningsresultaten in scenario 3, waar ingevolge de hogere hydraulische weerstand de opwaartse uitstroming uit de laag wordt afgeremd. De snelle stijghoogtedaling naar het noorden toe wordt wel berekend in scenario 1.

2° Bij scenario 3 verdwijnt de opbolling onder het Waasland die ontstaat doordat er hier een belangrijke aanvulling van deze lagen optreedt. Door de hogere weerstanden zal de aanvulling hier beduidend lager zijn en de opbolling bijgevolg veel kleiner.

3° In scenario 3 zijn de berekende stijghoogten beduidend hoger naar het noorden toe. Dit komt doordat wegens de hogere weerstanden de opwaartse stroming in dit deel van het gebied verkleint, waardoor er minder water naar de ondiepere lagen sijpelt. De oude peilmetingen in dit deel van het modelgebied in tabel 3.1 geven dus een indicatie over de realiteitswaarde van de ingevoerde weerstanden. Zoals blijkt uit tabel 4.16 zijn de stijghoogten berekend in scenario 3 veel te hoog in vergelijking met de waarnemingen. Voor scenario 1 is de overeenstemming veel beter.

NR	PLAATS	KBL	BORING	METING		JAAR	BEREKENDE STH (NAP)	
				TAW	NAP		SCEN 1	SCEN 3
1	St.-Laureins	13/4	BGD 49	4.00	1.67	1907	2.40	4.90
2	St.-Laureins	13/4	BGD 100	4.00	1.67	1951	2.40	4.90
3	Kaprijke	13/4	BGD 88	3.00	0.67	1936	2.40	4.60
4	Watervliet	14/1	BGD 111	3.50	1.17	1922	0.90	3.50
5	Moerbeke	14/4	BGD 126	4.50	2.17	1908	2.20	3.60
6	Sinaai	14/4	BGD85	3.07	0.74	1944	2.25	3.40

Tabel 4.16 Oude stijghoogtemetingen en berekende stijghoogten (scenario's 1 en 3) voor de toestand zonder winningen in het Ledo-Paniseliaan

De verhoging van de hydraulische weerstanden met een factor 10 is dus onrealistisch, want deze leidt tot een duidelijk gebrek aan overeenstemming tussen stijghoogtewaarnemingen en berekeningsresultaten voor de toestand zonder pompings. In de voedingsgebieden worden te lage stijghoogten berekend; in de meer noordelijk gelegen gebieden zijn de berekende stijghoogten te hoog.

4.3.6 SCENARIO 4 : TOESTAND MET GEKENE WINNINGSDEBIETEN EN VERHOOGDE HYDRAULISCHE WEERSTANDEN

4.3.6.1 TOELICHTING

Alhoewel uit de simulatie van de natuurlijke grondwaterstroming in scenario 3 reeds duidelijk blijkt dat te lage hydraulische weerstanden in scenario's 1 en 2 niet verantwoordelijk kunnen zijn voor de afwijking tussen de stijghoogtewaarnemingen en de berekeningen, wordt ook de toestand met de gekene winningsdebeten (cfr. scenario 2) gesimuleerd met tienmaal hogere hydraulische weerstanden voor de slechtdoorlatende lagen.

4.3.6.2 BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN BESLUIT

Lid van Ruisbroek (W3)

Uit de berekende stijghoogten (PLAAT 19) blijkt dat in het zuidoosten de berekende stijghoogten te hoog zijn. Vergeleken met scenario 2 (PLAAT 7) zijn ze weliswaar lager, maar de afwijkingen bedragen nog steeds verschillende meters.

Ledo-Paniseliaan (W5)

De berekende stijghoogten (PLAAT 20) komen totaal niet overeen met de waarnemingen.

1° In het Waasland zijn de gekene winningsdebeten totaal onvoldoende om de metingen te verklaren (verschillen tot 30 ml).

2° De invloed van de bestaande winning in de Gentse kanaalzone is met het gekene winningsdebiet onvoldoende om de lage peilmetingen in de omgeving van Braakman te verklaren.

De verhoging van de hydraulische weerstanden leidt dus niet tot overeenstemming tussen berekende en gemeten stijghoogten voor de toestand waarbij de gekene winningsdebeten werden ingevoerd. De waargenomen stijghoogten zijn lager dan volgens de berekening.

4.3.7 SCENARIO 5 : TOESTAND MET GESCHATTE WINNINGSDEBIETEN

4.3.7.1 TOELICHTING

Bij scenario 3 (cfr. 4.3.5.1) werd reeds gesteld dat de kalibratie van een model gericht is op de verbetering van de overeenstemming tussen de berekeningen en de waarnemingen. Hierbij worden invoergegevens aangepast waarvan men de precieze waarde niet kent. Deze invoergegevens kunnen zijn:

- de hydraulische kenmerken van het reservoir, die werden aangepast in scenario's 3 en 4, waarbij evenwel geen overeenstemming tussen de berekende en gemeten stijghoogten werd bereikt;
- de randvoorwaarden.

Een belangrijke randvoorwaarde in het regionaal model wordt gevormd door de ingevoerde winningsdebeten. Ingevolge het gebrek aan overeenstemming tussen de resultaten berekend in scenario 2 (toestand met gekene winningsdebeten) en de waarnemingen, werd beslist aan de bekende winningen onttrekkingen uit het Ledo-Paniseliaan toe te voegen om tot een betere overeenstemming te komen. Aangezien noch de plaats noch het debiet van de (onbekende) winningen exact kunnen gevonden worden, werd een reeks simulaties met

wisselende debieten uitgevoerd. De plaatsen (cellen) waar deze winningen toegevoegd werden, zijn gekozen aan de hand van stijghoogte waarnemingen en de ligging van steden en industriële zones op de topografische kaarten. Deze lokaties zijn tijdens de kalibratie van de debieten niet meer gewijzigd. Hierbij werden de toegevoegde debieten over verschillende cellen gespreid. Waarschijnlijk zal in realiteit niet uit elk van deze cellen water gewonnen worden. Vervolgens werden de toegevoegde debieten stelselmatig verhoogd tot een redelijke overeenkomst met de metingen verkregen werd. Een gevoeligheidsanalyse werd niet uitgevoerd. Enkel de berekeningsresultaten met de weerhouden debieten zijn in dit verslag opgenomen. De toegevoegde debieten zijn vermeld in tabel 4.12.

Hierbij werd gesteund op de volgende overwegingen:

1° Aangezien in het zuidoosten de laagste peilen langsheen de rand van het model voorkomen, treedt er hier een belangrijke stroming over de modelrand op. Deze stroming werd in het model gebracht door in de cellen langsheen de rand water weg te pompen.

2° De lage peilen in de omgeving van Sint-Niklaas (-25 en -27) wijzen waarschijnlijk op winningen in de industriezone. Hier werd het winningsdebiet verdeeld over een aantal cellen aangezien de juiste locatie niet gekend is.

3° In Lokeren werden de debieten verhoogd tot er lage peilen berekend werden.

4° Het lage peil in de omgeving van de Braakman wijst erop dat hier grote verlagingen optreden. Deze kunnen moeilijk het gevolg zijn van de bekende winning in de Gentse kanaalzone tenzij de debieten hier een grootteorde hoger zouden liggen. Het lijkt daarom waarschijnlijker dat er in Terneuzen en/of in het Sas Van Gent onbekende winningen actief zijn. Daarom werd zowel in Terneuzen als in het Sas Van Gent eenzelfde pompdebiet van 5000 m³/d ingevoerd en gekalibreerd tot een overeenstemming met de waarnemingen bereikt was.

5° Aangezien in het zuidoosten van het modelgebied ook de stijghoogten nabij de zuidrand door de sterke winningen verlaagd zijn, werden de ingevoerde vaste stijghoogten hier aangepast aan de metingen.

4.3.7.2 BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN BESLUIT

Lid van Ruisbroek (W3)

Het stijghoogte- en stromingspatroon (PLAAT 21) is hier nu fundamenteel gewijzigd. Dit komt door de gewijzigde stromingssituatie in het Ledo-Paniseliaan, die ook de bovenliggende lagen beïnvloedt. In dit scenario komt er een grote depressietrechter voor langs de zuidoostgrens van het model (net zoals in het Ledo-Paniseliaan). Hierdoor keert de algemene stromingsrichting om en stroomt het grondwater van het Nederlandse Zeeland naar het Belgische Waasland. Opmerkelijk is wel dat in het westen van het Waasland de stijghoogten nog steeds vrij hoog zijn.

Op de kaart met de berekende verlagingen (PLAAT 27) is te zien dat er onder het Waasland verlagingen ten opzichte van de natuurlijke toestand optreden tot ongeveer 20 m, en dat deze verlagingen tot ver in Nederland verschillende meters kunnen bedragen. De Nederlandse winningen in deze en onderliggende laag (Lid van Bassevelde) hebben op regionale schaal slechts een beperkte invloed.

Op de kaart met de neerwaartse stroming vanuit de bovenliggende laag (PLAAT 25) blijkt dat er in gans het modelgebied een aanvulling van bovenaf optreedt.

Lid van Bassevelde (W4)

Zowel voor de berekende stijghoogten (PLAAT 22) als voor de verlagingen (PLAAT 28) gelden dezelfde

opmerkingen en conclusies als voor het bovenliggende Lid van Ruisbroek.

Ledo-Paniseliaan (W5)

In deze laag is het stromingspatroon (PLAAT 23) grondig gewijzigd t.o.v. scenario 2. Langs de zuidoostgrens komt een diepe bemalingstrechtter voor, veroorzaakt door talrijke winningen in het Belgische Waasland. De hier berekende lage peilen komen overeen met de waarnemingen, ook al is het niet duidelijk waar alle winningen in werkelijkheid gelegen zijn. De peilen zijn hier tot onder -30 verlaagd. Als gevolg hiervan komt in het oostelijk deel van het model een noord-zuid gerichte stroming voor, waarbij het water vanuit Nederland naar België vloeit. Men veronderstelt dat er enkele belangrijke winningen actief zijn langsheen de noord-zuid as die het kanaal Gent-Terneuzen volgt. Deze winningen zijn vooral toegevoegd om de lage gemeten peilen in de omgeving van de Braakman te kunnen verklaren. In deze regio is de stroming naar deze winningen gericht. In de omgeving van Lokeren is de stroming naar de hier toegevoegde winning gericht, maar aangezien de echte lokatie onbekend is, kan in realiteit de stromingssituatie hier wat afwijken. Verschillende meetgegevens in de ruime omgeving geven lage peilen (tussen -10 en -15) die op deze manier in dit scenario benaderd worden. In het westen van het gemodelleerd gebied is de stroming weinig beïnvloed en blijft de algemene, oorspronkelijke zuid-noord gerichte stroming behouden.

De grootste verlagingen ten opzichte van het oorspronkelijke peil (PLAAT 29) doen zich onder het Waasland voor. Ook de toegevoegde winningen in Lokeren en langsheen het zeekanaal zorgen voor duidelijke depressietrechtters.

Uit de kaart met de verticale stroming vanuit de bovenliggende laag (PLAAT 26) is af te leiden dat in bijna het gehele gebied nu neerwaartse stroming optreedt en de laag water ontvangt van bovenaf. Enkel in het westen, in het gebied gelegen ten noorden van de dagzoming van de Bartoonklei, komt nog opwaartse stroming voor en geeft de laag water af. Hier blijft de oorspronkelijke situatie voorsnog behouden.

Ieperiaanzand (W6)

Uit de kaarten met de berekende stroming (PLAAT 24) en verlaging (PLAAT 30) blijkt dat dezelfde vaststellingen gelden als voor de bovenliggende laag.

In dit scenario werd het model gekalibreerd door de aanpassing van de onttrekkingen uit het Ledo-Paniseliaan totdat een aanvaardbare overeenstemming werd bekomen van de berekende en gemeten stijghoogten. De plaatsen (cellen) waar deze nieuwe winningen werden toegevoegd, zijn gekozen aan de hand van stijghoogtewaarnemingen en de ligging van steden en industriële zones op de topografische kaarten. Alhoewel de ligging en de onttrokken debieten van ongekende winningen hypothetisch blijven, werd op deze manier een mogelijke voorstelling van de huidige toestand bekomen. De vraagtekens die deze toestand oproept, kunnen slechts beantwoord worden mits meer gegevens worden verworven. Enerzijds dient een beter inzicht te worden verkregen omtrent de bestaande winningen. Anderzijds zijn meer gegevens nodig over de stijghoogte in de diepe zandlagen in Zeeland. Hiertoe zijn meer peilbuizen vereist. Een totaal van drie stijghoogteteetpunten in het Ledo-Paniseliaan voor geheel Zeeland is ruimschoots onvoldoende, gezien de onzekerheden die door dit onderzoek aan het licht werden gebracht.

4.3.8 SCENARIO 6 : TOESTAND MET PROGNOSE VAN WINNINGSDEBIETEN

4.3.8.1 TOELICHTING

Alhoewel uit hetgeen voorafgaat, blijkt dat op dit ogenblik onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een vergunningenbeleid op het gekalibreerde model te baseren, werd toch een berekening uitgevoerd, waarbij aan de huidige toestand (scenario 5) een toekomstige uitbreiding van winningen werd toegevoegd, op basis van een prognose door de opdrachtgever.

4.3.8.2 BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN BESLUIT

Lid van Ruisbroek (W3)

Opvallend in het stijghoogtepatroon (PLAAT 31) is de aanwezigheid van een nieuwe winning in Oost-Vlissingen en de grotere invloed van de winning te Baarland wegens de verhoging van het pompdebiet. In de omgeving van deze winningen (enkele km) is de stroming naar de pompputten gericht. In het zuidoosten is het stromingsbeeld hetzelfde als in scenario 5.

Op de kaart met de verlagingen (PLAAT 37) zijn hier de bijkomende verlagingen voorgesteld t.o.v. de toestand met de geschatte debieten (scenario 5), en dus niet t.o.v. de toestand zonder winningen. De bijkomende verlagingen situeren zich vooral rond bovengenoemde winningen. Ten zuidoosten hiervan worden de peilen nog met ongeveer één meter extra verlaagd ten gevolge van landbouwonttrekkingen.

De kaart met verticale stroming vanuit de bovenliggende laag (PLAAT 31) toont dat in heel het gebied de laag van bovenaf wordt aangevuld. De grootteorde van deze aanvulling bedraagt 10 mm per jaar maar is wat groter rond de winningen.

Lid van Bassevelde (W4)

Op de stijghoogtekaart (PLAAT 32) valt vooral de ligging van de winning in Vlissingen op, waarvan het pompdebiet is toegenomen, naast de winningen te Vlissingen-Oost en Baarland, die weliswaar in de bovenliggende laag pompen, maar toch aanzienlijke verlagingen in het Lid van Bassevelde veroorzaken. In het zuidoosten is de situatie vergelijkbaar met scenario 5.

Op de kaart met de extra verlagingen t.o.v. scenario 5 (PLAAT 38) blijkt vooral de nieuwe winning in Vlissingen-Oost (in de bovenliggende laag!) de grootste toename van de verlagingen te veroorzaken. De talrijke kleine landbouwonttrekkingen beïnvloeden ook deze laag in beperkte mate (tot ca. 1 m verlaging).

Ledo-Paniseliaan (W5)

In deze laag werd een hele reeks kleinere winningen toegevoegd, waardoor in het stijghoogtepatroon (PLAAT 33) geen grote verschillen met scenario 5 opvallen. De precieze invloed wordt duidelijker op de kaart met de bijkomende verlagingen (PLAAT 39) waaruit blijkt dat in een tamelijk groot gebied de verlaging in beperkte mate toeneemt (bijna steeds minder dan één meter). Ook de aanvulling vanuit de bovenliggende laag (PLAAT 36) is hetzelfde als in scenario 5.

Ieperiaanzand (W6)

De invloed op deze laag (PLATEN 34 en 40) is vergelijkbaar met die op het Ledo-Paniseliaan.

4.3.9 SCENARIO 7 : TOESTAND MET VERHOOGDE HYDRAULISCHE WEERSTANDEN EN KALIBRATIE VAN WINNINGSDEBIETEN

4.3.9.1. TOELICHTING

In scenario 4 werd de toestand met gekende winningsdebieten en tienmaal hogere hydraulische weerstanden voor de slechtdoorlatende lagen berekend. Voortbouwend op dit scenario kan men een kalibratie van de winningsdebieten doorvoeren, analoog als in scenario 5, waarbij de normale hydraulische weerstanden in aanmerking werden genomen. De vraagstelling in scenario 7 was of de lage stijghoogten in Nederland niet konden verklaard worden louter met de geschatte winningen in België alleen, in het geval van hogere hydraulische weerstanden. Met de normale hydraulische weerstanden was dit onmogelijk gebleken. Indien de in scenario 5 toegevoegde debieten in België in aanmerking werden genomen bij de berekening met de tienmaal

hogere weerstanden, werden veel te lage stijghoogten (lager dan de waarnemingen) in België berekend. Daarom werden de toegevoegde debieten in België opnieuw gekalibreerd. De kalibratie streeft ernaar om een betere overeenstemming met de waarnemingen te bekomen. Er dient op gewezen te worden dat dit scenario geen realiteitswaarde heeft, vermits uit de simulatie van de toestand zonder winningen duidelijk gebleken is dat de normaal gehanteerde hydraulische weerstanden goed zijn, terwijl de verhoogde weerstanden onrealistisch zijn. De in scenario 7 toegevoegde debieten zijn weergegeven in tabel 4.17.

PLAATS	DEBIET (m ³ /d)
Omgeving Sint-Niklaas , waarschijnlijk diverse onttrekkingen werden gespreid over 8 cellen	3000 m ³ /d
Omgeving Lokeren	8000 m ³ /d
Langsheen de zuidostrand van het model om een stroming naar Hoboken (buiten het modelgebied) te verkrijgen. De onttrekking werd gespreid over diverse cellen	6200 m ³ /d

Tabel 4.17 Toegevoegde pompdebieten uit het Ledo-Paniseliaan in scenario 7 in geselecteerde deelgebieden van het regionaal model

4.3.9.2 BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN BESLUIT

Lid van Ruisbroek (W3)

Doordat de winningsdebieten in dit scenario in het Ledo-Paniseliaan verhoogd werden, verandert ook de stroming in het Lid van Ruisbroek (PLAAT 41). In dit scenario komen de berekende stijghoogten in het Waasland wel beter overeen met de hier gemeten lage peilen, maar de invloed van de winningen in Nederland neemt sterk toe waardoor de berekende peilen in Kloosterzande en Ovezande, waarvoor de bekende winningsdebieten werden ingevoerd, duidelijk lager zijn dan de metingen. Dit bevestigt opnieuw dat de hogere hydraulische weerstanden niet realistisch zijn.

Ledo-Paniseliaan (W5)

Het berekend stijghoogtepatroon (PLAAT 42) is interessant omdat in dit scenario getracht werd de waargenomen lage peilen bij de Braakman te verklaren aan de hand van de winningen op Belgisch grondgebied. Hiertoe werden de debieten in het Waasland opnieuw gekalibreerd tot in deze regio een redelijke overeenstemming met de metingen bereikt was. Worden de overige peilmetingen met de berekeningen vergeleken, dan kunnen volgende conclusies getrokken worden:

- 1° De berekende stijghoogten in Hulst zijn ongeveer zeven meter te laag.
- 2° In de peilbuis bij de Braakman zijn de peilen nog steeds drie meter te hoog.

Een verdere verhoging van de debieten in België kan de afwijking in Braakman nog wel verminderen, maar zal voor grotere verschillen in Hulst en het Waasland zorgen, wat in strijd is met de meetgegevens.

Samenvattend kan gesteld worden dat, zelfs indien de hydraulische weerstanden van de slechtdoorlatende lagen tienmaal hoger zouden zijn, de lage stijghoogten in Nederland niet uitsluitend kunnen toegeschreven worden aan onbekende winningen in België.

4.4 BEPERKINGEN VAN HET REGIONAAL MODEL

Er dient met de volgende beperkingen van het regionaal model te worden rekening gehouden:

1° Doordat in de bovenste laag de cellen als vaste stijghoogtecellen zijn ingevoerd, is de stand van de watertafel vast en kan het model dus niet gebruikt worden om de invloed van diepe winningen op de watertafel te berekenen. Ook de verlagingen in de tweede laag kunnen hierdoor te klein berekend worden. Het is daarom aan te raden de verlagingen die het model in deze twee lagen berekent als niet erg betrouwbaar te beschouwen. Met het lokaal model kan men wel de daling van de watertafel rond een individuele winning begroten.

2° De slechtdoorlatende lagen zijn niet expliciet in de opbouw van het model opgenomen, d.w.z. dat ze slechts aanwezig zijn als slechtdoorlatende horizonten tussen de doorlatende lagen. Bij het berekenen van permanente stromingstoestanden is deze simplificatie niet erg nadelig, maar bij het uitvoeren van tijdsafhankelijke simulaties (transient flow) moet men met de berging in de slechtdoorlatende lagen rekening houden, aangezien de dikten (en dus ook de berging) niet verwaarloosbaar zijn. In het huidige concept wordt er enkel met de berging in de doorlatende lagen rekening gehouden. Aangezien het expliciet opnemen van de slechtdoorlatende lagen het model van 6 naar 11 lagen zou brengen, werd hiervoor niet geopteerd. Het MODFLOW-model biedt echter de mogelijkheid om met de TLK-module de berging in de tussenliggende lagen toch in rekening te brengen, zonder ze expliciet in de opbouw van het model te moeten opnemen. In dit geval worden er in de slechtdoorlatende lagen geen stijghoogten berekend, maar wordt op basis van de stijghoogten in de watervoerende lagen boven en onder een slechtdoorlatende laag d.m.v. een interpolatie aan de hand van empirisch opgestelde formules een stijghoogteverdeling in de slechtdoorlatende laag berekend. Uit de evolutie van deze stijghoogteverdeling kan dan de bergingsverandering berekend worden. Deze module zou in de toekomst aan het regionaal model kunnen toegevoegd worden.

3° Aangezien in de bovenste laag de polders als vaste stijghoogten zijn ingevoerd, is het niet mogelijk de voeding van de dieperliggende lagen zeer precies te berekenen, omdat de peilen van de watertafel niet door het model berekend worden. De berekende doorsijpeling is slechts een benaderende waarde.

4° De grootste beperking van het regionaal model, zoals het thans voorligt, schuilt in de onzekerheid die bestaat inzake de toegevoegde debieten.

4.5 BESLUIT

In het regionaal stromingsmodel werden hydraulische parameters ingevoerd die gebaseerd zijn op het bestaande model van de eo-oligocene lagen in Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987). Hierbij werden de doorlatendheden van de watervoerende lagen afgeleid uit pompproeven. De weerstanden van de slechtdoorlatende lagen werden door kalibratie bepaald door de berekende stijghoogten voor de natuurlijke toestand te vergelijken met oude stijghoogtewaarnemingen, zowel voor de oligocene laag als voor het Ledo-Paniseliaan.

Met het regionaal stromingsmodel werden verschillende scenario's berekend.

De berekeningsresultaten voor de stijghoogten in de toestand zonder grondwaterwinning (scenario 1) stemmen goed overeen met oude waarnemingen.

Wanneer de huidige gekende winningsdebieten in het model worden ingevoerd (scenario 2), blijkt dat voor de oligocene laag en vooral voor het Ledo-Paniseliaan veel te hoge stijghoogten worden berekend in vergelijking met recente waarnemingen. Dit geldt zowel voor het Belgisch als voor het Nederlands gedeelte van het studiegebied.

Voor het beoordelen van deze afwijking worden twee mogelijkheden bestudeerd.

Vooreerst wordt onderzocht in hoeverre een verhoging (met een factor 10) van de hydraulische weerstanden van de slechtdoorlatende lagen verantwoordelijk kan zijn voor de afwijking. Voor deze optie wordt enerzijds de natuurlijke toestand berekend (scenario 3). De berekende stijghoogten kunnen in dit geval onmogelijk in overeenstemming gebracht worden met oude stijghoogtemetingen. In de voedingsgebieden worden te lage stijghoogten berekend; in de meer noordelijk gelegen gebieden zijn de berekende stijghoogten te hoog. Hieruit blijkt dat de verhoging van de hydraulische weerstanden met een factor 10 onrealistisch is.

Desondanks worden de gekende winningsdebieten ingevoerd in het model met de verhoogde hydraulische weerstanden (scenario 4). Ook de volgens dit scenario berekende stijghoogten zijn zowel voor de oligocene laag als voor het Ledo-Paniseliaan te hoog in vergelijking met de recente waarnemingen. Hogere hydraulische weerstanden liggen dus zeker niet aan de basis van de afwijking tussen berekende en gemeten stijghoogten.

Als tweede mogelijke verklaring wordt onderzocht hoe een verhoging van de onttrokken grondwaterhoeveelheid kan leiden tot de waargenomen waterpeilen. Daartoe worden naast de bekende winningen bijkomende onttrekkingen uit het Ledo-Paniseliaan toegevoegd (scenario 5). De plaatsen waar deze nieuwe winningen worden toegevoegd, zijn gekozen aan de hand van stijghoogtewaarnemingen en de ligging van steden en industriële zones. Het debiet van deze winningen wordt aangepast totdat een aanvaardbare overeenstemming van de berekende en gemeten stijghoogten wordt bekomen. Alhoewel de ligging en de onttrokken debieten van deze ongekende winningen hypothetisch blijven, wordt op deze manier een mogelijke voorstelling van de huidige toestand bekomen. Ter staving van scenario 5, als goede weergave van de huidige toestand, zijn meer gegevens nodig. Enerzijds dienen de onbekende winningen te worden opgespoord; anderzijds moet een groter aantal peilbuizen toelaten de stijghoogte in de diepe zandlagen in Zeeland beter in kaart te brengen.

Uitgaande van scenario 5 wordt een berekening uitgevoerd, waarbij aan de huidige toestand een toekomstige uitbreiding van winningen wordt toegevoegd, op basis van een prognose door de opdrachtgever (scenario 6).

Tenslotte wordt in scenario 7 voortgebouwd op de toestand met bekende winningsdebieten en verhoogde hydraulische weerstanden, om te achterhalen of (met deze onrealistische parameters) het mogelijk is de lage stijghoogten in Nederland te verklaren louter op basis van onbekende winningen in België. (Voor de realistische hydraulische parameters was dit volstrekt onmogelijk.) Dit blijkt niet het geval te zijn.

De huidige toestand wordt ongetwijfeld het best benaderd door scenario 5, waarbij aan de bekende winningen bijkomende pompings dienden te worden toegevoegd, om overeenstemming te verkrijgen tussen berekende en gemeten stijghoogten. Onzekerheid aangaande de hydraulische parameters kan zeker niet de verklaring vormen voor het gebrek aan overeenstemming tussen de berekeningen en de waarnemingen. Hiervoor zijn dus vermoedelijk onbekende winningen verantwoordelijk. Het zal in de toekomst noodzakelijk zijn deze onbekende onttrekkingen op te sporen, zodat geen hypothetische gegevens moeten worden ingevoerd om de bestaande toestand te simuleren.

Zolang het model steunt op hypothetische gegevens, spreekt het voor zich dat het moeilijk kan gehanteerd worden als referentie om het vergunningenbeleid op te baseren. De huidige stijghoogteverdeling in de diepe zandlagen dient ook beter in kaart te worden gebracht. Op deze wijze zal het model beter onderbouwd kunnen worden. Hiertoe dienen meer peilbuizen beschikbaar te komen. Een totaal van drie stijghoogtemeetpunten in het Ledo-Paniseliaan voor geheel Zeeland is ruimschoots onvoldoende, gezien de onzekerheden die door deze studie aan het licht werden gebracht.

Een voorstel van te plaatsen peilbuizen in de diepe zandlagen in Zeeland is weergegeven in figuur 4.15. In dit voorstel worden op zes plaatsen in totaal acht peilbuizen voorzien, om de lacunes in de kennis aangaande de stijghoogteverdeling in het Ledo-Paniseliaan en het Oligoceen zo goed mogelijk op te vullen. De acht voorgestelde peilbuizen worden hierna opgesomd in volgorde van prioriteit (de eerstgenoemde krijgt de hoogste prioriteit, enz.):

1. Terneuzen - Ledo-Paniseliaan
2. Sas van Gent - Ledo-Paniseliaan
3. Zaamslag - Groot Eiland - Ledo-Paniseliaan
4. Vlissingen - Oligoceen
5. IJzendijke - Ledo-Paniseliaan
6. Terneuzen - Oligoceen
7. Vlissingen - Ledo-Paniseliaan
8. Goes - Oligoceen

Bij het vergelijken van de berekeningsresultaten en de waargenomen stijghoogten, moet men er rekening mee houden dat de uitgevoerde simulaties permanente stromingen berekend hebben ("steady states"). Dit zijn evenwichtstoestanden die zich instellen wanneer de opgegeven randvoorwaarden (o.a. de pompdebieten) lange tijd gehandhaafd blijven, m.a.w. voor het evalueren van de invloed van pompingen geven de permanente stromingstoestanden een beeld dat pas na een zeer lange tijd van pompen bereikt wordt. Tevens kan gesteld worden dat om een bepaalde peilverlaging (t.g.v. een pomping) na kortere tijd te bereiken, er meer moet gepompt worden dan uit de permanente toestand wordt berekend. Hoe lang het duurt vooraleer zich min of meer een evenwichtstoestand instelt, hangt af van de berging in de verschillende lagen van het reservoir, zowel in de watervoerende als in de slechtdoorlatende lagen ertussen. Meestal kan in de aangepompte laag zich na enkele jaren een evenwicht instellen. Onder- en/of bovenliggende lagen (b.v. watertafel) die van de aangepompte laag gescheiden zijn door dikke slechtdoorlatende lagen (kleipakketten) kunnen pas na zeer lange tijd (tientallen jaren of meer) tot een evenwichtstoestand komen.

Aangezien in realiteit bij de exploitatie van grondwaterreservoirs (vele) winningen op een niet gecoördineerde manier (in de tijd) opgestart worden, is het moeilijk te achterhalen hoe ver een stijghoogtepatroon dat op een bepaald moment opgemeten wordt, verwijderd is van een evenwichtstoestand. Alleszins mag men ervan uitgaan dat de waargenomen stijghoogten nog niet de evenwichtstoestand in de huidige winningssituatie weerspiegelen. Bij evenwicht zullen de gemeten peilen nog lager zijn. Zodoende wordt de afwijking tussen de berekende stijghoogten voor de toestand met bekende winningsdebieten (scenario 2) en de waarnemingen in de evenwichtstoestand nog groter.

5 LOKAAL STROMINGSMODEL

5.1 INLEIDING

Het doel van het lokaal stromingsmodel is het berekenen van de verlaging rond één enkele pompput. Hierbij wordt de opbouw van het reservoir op de plaats van de pompput afgeleid uit de opbouw van het reservoir in het regionaal model. Hierdoor heeft het lokaal model de inherente beperking dat de pompput binnen de begrenzing van het regionaal model moet gelegen zijn.

Nochtans is het lokaal model onafhankelijk van de beperkingen en de onzekerheden die optreden bij het regionaal model. Alleen de opbouw van het reservoir en de hydraulische parameters worden uit het regionaal model overgenomen. Het lokaal model wordt niet beïnvloed door de afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten, en behoeft geen invoer van hypothetische winningen om deze afwijkingen op te heffen, zoals het regionaal model.

De verlagingen worden berekend met een **axiaal-symmetrisch** model. Hierbij wordt het reservoir aan de hand van een twee-dimensionaal netwerk gesimuleerd waarbij de x-as de afstand tot de pompput voorstelt en de y-as de diepte in het reservoir. De kolommen van het net nemen in breedte toe met toenemende afstand tot de pompput. Hierbij stellen de kolommen ringen rond de pompput voor. Daartoe worden de hydraulische parameters herrekend naar waarden voor de ringen. De berekeningen gebeuren met het MODFLOW stromingsmodel, zodat hetzelfde simulatieprogramma als in het regionaal model gebruikt wordt.

Elke berekening met het lokaal model is een tijdsafhankelijke simulatie. Het lokaal model berekent verlagingen in de verschillende lagen van het reservoir op verschillende tijden na starten van de pomping. De berekende verlagingen kunnen grafisch voorgesteld worden in **tijd-verlagings-** en **afstand-verlagingsgrafieken** of kunnen uitgedrukt worden in **tabellen**.

Het lokaal model bestaat uit vier afzonderlijke programma's die in combinatie met het MODFLOW model gebruikt worden :

NAAM	OMSCHRIJVING
ZEEL2RAD	Leest de gegevens van de winning in
RAD2MOD	Genereert de invoerbestanden voor MODFLOW
RAD2PLOT	Stelt grafieken op van de berekende verlagingen
RAD2TAB	Stelt tabellen op van de berekende verlagingen
MODFLOW	Voert de simulatie uit

Tabel 5.1 Overzicht van de programma's van het lokaal stromingsmodel

5.2 HYDROGEOLOGISCHE SCHEMATISERING EN KARAKTERISERING

In de schematisering van het lokaal model wordt de opbouw van het reservoir overgenomen uit de bestanden die de peilen van de laagvlakken van de diverse hydrogeologische eenheden bevatten. In de opgestelde schematisering zijn zowel de doorlatende als de slechtdoorlatende lagen als afzonderlijke lagen in het model ingebracht.

Het lokaal stromingsmodel bestaat steeds uit 9 lagen (tabel 5.2). Is een laag afwezig, dan krijgt deze laag een zeer geringe dikte in de opbouw van het reservoir. Bij deze opbouw wordt de aanwezigheid van polderklei niet in rekening gebracht. Men kan stellen dat de verlaging van de watertafel boven de polderklei niet groter zal zijn dan de berekende verlaging in laag 1.

LAAG	LITHOSTRATIGRAFIE	OUDE NAAM	HYDROLITHOLOGIE W = watervoerend SDL = slechtdoorlatend
1	quartaire afzettingen Formatie van Lillo Formatie van Kattendijk Formatie van Diest Formatie van Berchem	Quartair Plioceen Mioceen	W
2	Formatie van Boom	Klei van Boom	SDL
3	Formatie van Niel, Lid van Ruisbroek	Zand van Berg	W
4	Formatie van Zelzate, Lid van Watervliet	Klei van Watervliet	SDL
5	Formatie van Zelzate, Lid van Bassevelde	S3	W
6	Formatie van Maldegem	Bartoonklei	SDL
7	Formatie van Lede Formatie van Aalter Formatie van Gent	Ledo-Paniseliaan	W
8	Formatie van Gent, Lid van Merelbeke	Klei van Merelbeke	SDL
9	Formatie van Tielt, Lid van Egem	Ieperiaanzand	W

Tabel 5.2 Lagen in het lokaal model

5.3 VOORSTELLING VAN DE RESULTATEN

De resultaten van het lokaal model kunnen in twee vormen voorgesteld worden:

1° In grafieken. Hierin worden de verlagingscurven in XY-grafieken voorgesteld. Deze verlagingscurven kunnen voorgesteld worden als:

1° **Tijd - verlagingsgrafiek.** Deze grafieken geven de verlaging op de Y-as in functie van de tijd op de X-as. Er worden dan een aantal curven gegeven die overeenkomen met gekozen afstanden tot de pompput.

2° **Afstand - verlagingsgrafiek.** Deze grafieken geven de verlaging op de Y-as in functie van de afstand tot de pompput op de X-as. Er worden een aantal curven gegeven die overeenkomen met gekozen tijden na aanvang van de pomping.

De assen van de grafieken hebben steeds een logaritmische schaal.

Het bereik van de verlagingsas loopt van 1 mm (kleinere verlagingen zijn moeilijk meetbaar) tot 100 m (grotere verlagingen kunnen de lagen ontwateren).

Op de tijdsas worden markeringen aangebracht die een gemakkelijke aflezing mogelijk maken (1 dag, 1 week, 1 maand, 1 jaar). Per grafiek worden verschillende curven voorgesteld (tabel 5.3). Wanneer de verlagingen voor een curve kleiner zijn dan 1 mm wordt de curve niet voorgesteld.

GRAFIEK	WAARDEN VAN DE CURVEN
TIJD-VERLAGING	1 m 5 m 10 m 50 m 100 m 500 m 1000 m 5000 m
AFSTAND-VERLAGING	1 dag 1 week 1 maand 1 jaar 10 jaar

Tabel 5.3 Waarden van de curven op de grafieken van het lokaal model

Bij het lokaliseren van de juiste curven op de grafieken kunnen de volgende regels gevolgd worden:

- Op de tijd-verlagingsgrafieken neemt de afstand van de curven tot de pompput (1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000 en 5000 m) toe van boven naar beneden: op grotere afstanden zullen de verlagingen immers kleiner zijn.
- Op de afstand-verlagingsgrafieken neemt de tijd van de curven (1 dag, 1 week, 1 maand, 1 jaar en 10 jaar) toe van onder naar boven: na langere tijd zal de verlaging immers groter zijn.

Andere waarden van de curven kunnen geselecteerd worden door de bestanden LAAG1-3.INP, LAAG4-6.INP en LAAG7-9.INP aan te passen (zie gebruik van het RAD2PLOT programma).

2° In tabellen. In plaats van de berekende waarden in grafieken voor te stellen worden deze in tabellen weergegeven. Dit laat een preciezere aflezing toe. Zoals bij de grafische voorstellingen kan men een onderscheid maken tussen:

1° Tijd-verlagingstabellen. In deze tabellen geeft de eerste kolom de tijd na het opstarten van de winning aan. De volgende kolommen geven de berekende verlaging op gekozen afstanden tot de pompput.

2° Afstand-verlagingstabellen. In deze tabellen geeft de eerste kolom de afstand tot de pompput aan. De volgende kolommen geven de berekende verlagingen op gekozen tijdstippen na het begin van de pumping.

Bij gebruik van het lokaal model zullen de grafieken en tabellen automatisch worden aangemaakt. De grafieken worden per drie (lagen 1 t/m 3, lagen 4 t/m 6 en lagen 7 t/m 9) op afzonderlijke bladen voorgesteld. De tabel wordt in een apart bestand weggeschreven.

5.4 VOORBEELDEN

5.4.1 LANDBOUWONTTREKKING

Als eerste voorbeeld werd een landbouwonttrekking van 20000 m³ per jaar (=54.75 m³/d) in de oligocene laag (nl. in het Lid van Ruisbroek) gesimuleerd op lokatie X=61.000 en Y=371.000 (afgeleid uit de tabel met de prognose van de debieten).

De resultaten zijn grafisch voorgesteld (Fig 5.1) en worden in tabelvorm gegeven (Fig 5.2).

In de aangepompte laag (laag 3) bereikt de verlaging op een afstand van 1 meter tot de pompput, na enkele minuten reeds 1 meter. Na verloop van tijd stelt zich op dezelfde afstand een evenwichtssituatie in, met een verlaging van ca. 3.5 meter. Bij toenemende afstand, verkleint de verlaging. Op een afstand van 1 kilometer tot de pompput stabiliseert de verlaging zich op ca. 0.30 meter. In de onder- en bovenliggende lagen is de verlaging als gevolg van de pumping in het Lid van Ruisbroek kleiner. In de bovenste laag (laag 1: Quartair, Pliocen, Mioceen) blijft de verlaging in de onmiddellijke omgeving van de pompput na 1000 jaar pompen beperkt tot ca. 4 cm. Vermits de polderklei niet als weerstand in het lokaal model is opgenomen, mag worden aangenomen dat de werkelijke verlaging van de watertafel nog kleiner zal zijn.

5.4.2 NIEUWE WINNING IN VLISSINGEN

Hier is de invloed van een nieuwe winning in Vlissingen-Oost berekend, volgens de specificaties door de opdrachtgever medegedeeld bij de prognose van de evolutie van winningen: een winning op lokatie X=40.00 en Y=384.000 met een debiet van 500000 m³ per jaar (=1369.9 m³/d) uit het Oligoceen (Lid van Ruisbroek).

De resultaten zijn grafisch voorgesteld (Fig 5.3) en worden in tabelvorm gegeven (Fig 5.4). Hieruit kan afgeleid worden dat de verlagingen in de aangepompte laag in de onmiddellijke omgeving van de pompput zeer groot zijn (> 100 meter op 1 meter afstand tot de pompput, nadat langer dan 1 dag gepompt werd). Wellicht is het niet realistisch dit debiet op die plaats uit deze laag te halen.

Zelfs met dit onrealistisch hoog debiet en de enorme verlaging die in de aangepompte laag wordt teweeggebracht, blijkt dat de verlaging in de bovenste laag toch nog relatief beperkt blijft: na 1 jaar pompen is de verlaging op een afstand van 1 meter tot de pompput slechts 10 cm; na 10 jaar pompen loopt de verlaging op tot ca. 0.7 meter. Op grotere afstanden tot de pompput is de verlaging kleiner. Bovendien mag dank zij de aanwezigheid van de polderklei, die voor een bijkomende hydraulische weerstand tussen laag 1 en de watertafel zorgt, worden aangenomen dat de werkelijke verlaging van de watertafel kleiner zal zijn dan de berekende waarde.

5.5 BESLUIT

Het doel van het lokaal stromingsmodel is het berekenen van de verlaging rond één enkele pompput. Hierbij wordt de opbouw van het reservoir op de plaats van de pompput afgeleid uit de opbouw van het reservoir in het regionaal model. Hierdoor heeft het lokaal model de inherente beperking dat de pompput binnen de begrenzing van het regionaal model moet gelegen zijn.

Nochtans is het lokaal model onafhankelijk van de beperkingen en de onzekerheden die optreden bij het regionaal model. Alleen de opbouw van het reservoir en de hydraulische parameters worden uit het regionaal model overgenomen. Het lokaal model wordt niet beïnvloed door de afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten, en behoeft geen invoer van hypothetische winningen om deze afwijkingen op te heffen, zoals het regionaal model. Dit is een gevolg van het feit dat het lokaal model uitsluitend verlagingen berekent, en geen absolute stijghoogten. Een aanname van een aanvangspeil (bv. de huidige toestand als referentiesituatie) is dan ook niet nodig, zodat de berekeningsresultaten met het lokaal model niet beïnvloed zijn door de onzekerheden die tot uiting zijn gekomen bij de simulaties met het regionaal model.

De berekende verlagingen op korte afstand (1 meter) van de pompput laten toe in te schatten of een geplande onttrekking haalbaar is. Extreem grote verlagingen die optreden in de aangepompte laag wijzen op een onrealistische winning (cfr. 5.4.2).

Uit de uitgevoerde simulaties blijkt dat, bij winning uit de diepe zandlagen in Zeeland, de invloed op de watertafel relatief beperkt blijft, zeker wanneer men de verlaging op korte termijn (10 jaar) beschouwt. Hierbij is de invloed van een pumping op de watertafel kleiner naarmate de pumping zich op grotere diepte situeert. Een bemaling van het Ledo-Paniseliaan zal dus minder invloed hebben op de watertafel dan een winning uit het Lid van Ruisbroek. Op haar beurt zal een onttrekking uit het half-afgesloten Lid van Ruisbroek een veel geringere verlaging van de watertafel veroorzaken dan een winning uit de bovenste watervoerende laag.

6 GEBRUIK VAN HET MODEL

6.1 HET LOKAAL MODEL

6.1.1 INSTALLATIE

1. Kopieer het bestand ZEELLOC.ZIP en het decompressieprogramma PKUNZIP.EXE vanop de diskette in de gewenste directory.

2. Typ:

```
UNZIP ZEELLOC.ZIP
```

De nodige bestanden zullen nu uit het archiefbestand gehaald worden. Bovendien moet het bestand DOSXMSF.EXE in een directory geïnstalleerd worden die in de PATH-omgevingsvariabele is opgenomen. Wil men de grafische bestanden bekijken, dan dient men ook PRINGLD.EXE en PV.BAT te kopiëren.

6.1.2 GEBRUIK VAN HET LOKAAL MODEL

In de huidige vorm werkt het lokaal model onder MS-DOS (of onder een MS-DOS sessie onder Windows 3.X /Win 95/WinNT). Het kan vanaf de MS-DOS prompt opgestart worden met het commando:

```
ZEELLOC
```

Hierna zal de boodschap verschijnen:

Geef de X en Y coördinaat:

waarna de X en Y coördinaat (in km) moeten opgegeven worden , gescheiden door een spatie of een komma.
Bv.

```
35.00 380.00
```

Op het scherm verschijnt dan een overzicht van de hydrogeologische opbouw op de gekozen plaats:

LOCALISATIE

```
X =      35.
Y =     375.
```

OPBOUW RESERVOIR

	DIKTE	TOP	BASIS
Mioceen, Plioceen, dekzanden =	17.81	.17	-17.64
Klei van Boom =	6.07	-17.64	-23.71
Zand van Berg =	10.34	-23.71	-34.05
Klei van Watervliet =	10.63	-34.05	-44.68
Lid Van Bassevelde =	23.54	-44.68	-68.22
Bartoon klei =	24.88	-68.22	-93.10
Ledo-Paniseliaan =	40.00	-93.10	-133.10
Plm/Plc =	5.00	-133.10	-138.10
Yd =	20.00	-138.10	-158.10

Uit welke laag wordt gepompt:?

- 1 = Formatie van Niel
- 2 = Formatie van Zelzate
- 3 = Formaties van Gent, Aalter en lede
- 4 = Formatie van Tielt

Hierna moet de laag opgegeven worden waaruit gepompt wordt. Wordt bv. uit het Ledo-Paniseliaan gepompt dan kiest men 3.

Daarna moet het pompdebiet in m³/dag worden opgegeven:

Geef het debiet in m³/dag:

bv.

500.00

Vervolgens verschijnt op het scherm:

De simulatie wordt nu uitgevoerd...

Dit kan enige tijd in beslag nemen. Na afloop zijn de volgende bestanden aangemaakt:

1° LAAG1-3.PLT , LAAG4-6.PLT en LAAG7-9.PLT

Dit zijn bestanden die HPGL/2-instructies bevatten om tijd-verlagings- en afstand-verlagingsgrafieken te tekenen. Deze bestanden kunnen:

- op het scherm bekeken worden met een hulpprogramma om HPGL-bestanden te visualiseren. Hier wordt het programma PRINTGL bijgeleverd dat als shareware verdeeld wordt. Dit hulpprogramma kan gemakkelijk opgestart worden met:

PV PLOTFILE

bv.:

PV LAAG1-3.PLT

De grafieken zullen dan op het scherm zichtbaar worden.

- uitgeprint worden op een printer of plotter die een HPGL-modus of emulatiemodus ondersteunt. Bv. HP Laserjet modellen onder PCL5 mode.

2° DRAWDOWN.LST

Dit bestand is een gewoon tekstbestand en bevat een overzicht in tabelvorm van de berekende verlagingen voor verschillende tijden en afstanden. Dit bestand kan op elke printer afgedrukt worden of met een teksteditor (b.v. EDIT) of tekstverwerker (WordPerfect, MS Word of MS Write) bekeken worden. Het bestand kan vanuit MS-DOS uitgeprint worden met de opdracht:

PRINT DRAWDOWN.LST

Het bestand bevat per laag die in het reservoir voorkomt twee tabellen:

De eerste tabel geeft voor de geselecteerde afstanden de evolutie van de verlaging met de tijd.
De tweede tabel geeft voor de geselecteerde tijden de evolutie van de verlaging in functie van de afstand tot de pompput.

6.1.3 GEBRUIK VAN DE AFZONDERLIJKE PROGRAMMA'S

6.1.3.1 INLEIDING

Het lokaal model bestaat eigenlijk uit een batchbestand met de volgende inhoud:

```
@echo off
zeel2rad
rad2mod pumping.dat
echo -----
echo De simulatie wordt nu uitgevoerd....
echo -----
modflow <modrad.nam >modflow.err

rad2tab

if exist laag1-3.plt erase laag1-3.plt
if exist laag4-6.plt erase laag4-6.plt
if exist laag7-9.plt erase laag7-9.plt

rad2plot <laag1-3.inp
ren plot.plt laag1-3.plt

rad2plot <laag4-6.inp
ren plot.plt laag4-6.plt

rad2plot <laag7-9.inp
ren plot.plt laag7-9.plt

:end
```

Het roept achtereenvolgens de volgende programma's op:

NAAM	OMSCHRIJVING
ZEEL2RAD	Dit programma leest de coördinaten in en stelt een bestand op met de hydrogeologische opbouw en de pompegegevens.
RAD2MOD	Dit programma leest het bestand aangemaakt door het ZEEL2RAD programma en maakt een serie invoerbestanden voor het MODFLOW model aan.
MODFLOW	Dit is het stromingsmodel dat de eigenlijke simulatie uitvoert.
RAD2TAB	Dit programma maakt het bestand DRAWDOWN.LST aan met daarin een overzicht in tabelvorm van de berekende verlagingen.
RAD2PLOT	Dit programma maakt de bestanden LAAG1-3.PLT, LAAG4-6.PLT en LAAG7-9.PLT aan met de tijd- en afstandsgrafieken van de simulatie.

6.1.3.2 ZEEL2RAD

Dit programma leest interactief de coördinaten, de laag en het debiet van de pumping in, stelt de hydrogeologische opbouw op van de geselecteerde plaats en schrijft de gegevens in het bestand POMPING.DAT. Het programma leest eerst de volgende bestanden:

1° Bestanden die betrekking hebben op de geometrische opbouw van het reservoir binnen het regionaal model:

BESTAND	INHOUD
MAAIVELD	Maaiveldpeil
BASSE.KRI	Basis van de Bartoonklei
TOPASSE.KRI	Top van de Bartoonklei
BASWATER.KRI	Basis van de klei van Watervliet
TOPWATER.KRI	Top van de klei van Watervliet
BBOOM.KRI	Basis van de klei van Boom
TOPBOOM.KRI	Top van de klei van Boom

2° Het bestand ZEEL2RAD.DAT waarin de hydraulische karakteristieken van de verschillende lagen staan. De gegevens van elke laag staan op één lijn (het bestand bevat 9 lijnen) en elke lijn bestaat uit vier waarden:

1° De nummer van de laag

2° De horizontale doorlatendheid (in m/d)

3° De hydraulische weerstand per meter dikte (in d/m)

4° De bergingscoëfficiënt. Van de bovenste laag is dit de bergingscoëfficiënt nabij de watertafel, van de onderliggende lagen de elastische bergingscoëfficiënt.

Achter de vier waarden staat de naam van de betreffende laag vermeld. Wil men dat het lokaal model met andere hydraulische parameters rekent, dan kan men dit bestand manueel aanpassen.

6.1.3.3 RAD2MOD

Dit programma leest een bestand aangemaakt door het ZEEL2RAD programma en genereert een volledige reeks invoerbestanden voor MODFLOW. Het kan opgestart worden met het commando:

RAD2MOD POMPING.DAT

De volgende MODFLOW bestanden worden aangemaakt:

BESTAND	INHOUD
MODRAD.NAM	Bevat de namen van de bestanden die door MODFLOW moeten gelezen worden.
MODRAD.BAS	BAS-module invoerbestand
MODRAD.BCF	BCF-module invoerbestand
MODRAD.WEL	WEL- module invoerbestand

MODRAD.SIP	SIP-module invoerbestand
MODRAD.OC	Output Control invoerbestand

6.1.3.4 MODFLOW

De MODFLOW simulatie kan opgestart worden met:

MODFLOW <MODRAD.NAM

Na de simulatie zullen door MODFLOW volgende bestanden aangemaakt zijn:

BESTAND	INHOUD
MODRAD.LST	Een tekstbestand met een overzicht van de uitgevoerde simulatie en resultaten.
MODRAD.HED	Een binair bestand met de berekende verlagingen.

6.1.3.5 RAD2TAB

Dit programma leest de bestanden POMPING.DAT en MODRAD.HED in en schrijft het bestand DRAWDOWN.LST.

6.1.3.6 RAD2PLOT

Dit programma genereert de tijd- en afstand-verlagingsgrafieken. De programmaopties worden interactief ingelezen en het programma maakt een bestand PLOT.PLT aan. Het programma kan eenvoudig opgestart worden met:

RAD2PLOT

waarna de opties kunnen ingetikt worden, maar het is praktischer de opties eerst in een bestand (b.v. RAD2PLOT.INP) in te geven (b.v. met de teksteditor EDIT) en het als volgt op te starten:

RAD2PLOT <RAD2PLOT.INP

De opties zullen dan vanuit het bestand RAD2PLOT.INP worden gelezen. Zo zal de volgende regel de bovenste drie lagen voorstellen:

RAD2PLOT <LAAG1-3.INP

Het programma kent de volgende opties (een * stelt een antwoord voor) die steeds in kleine letters moeten opgegeven worden:

OPTIE	OMSCHRIJVING
filehed = *	Geeft de naam van het binair MODFLOW bestand met de berekende verlagingen.
filebas = *	Geeft de naam van het invoerbestand van de BAS-module van MODFLOW.

time = *	Geeft de waarde van een afstand-verlagingscurve (in dagen). Meerdere waarden mogen opgegeven worden.
dist = *	Geeft de waarde van een tijd-afstandscurve (in m). Meerdere waarden mogen opgegeven worden.
xlen = *	Geeft de lengte (in cm) van de X-as van een grafiek.
ylen = *	Geeft de hoogte (in cm) van de Y-as van een grafiek.
plotlayers = *	Geeft aan welke lagen moeten voorgesteld worden a.h.v. een 0 (niet voorstellen) of een 1 (wel voorstellen). B.v. plotlayers=001100000 stelt lagen 3 en 4 voor
xori = *	Verschuift de plot naar rechts (in cm).
yori = *	Verschuift de plot naar boven (in cm).
rotate	Roteert de plot over 90°

Als voorbeeld dient het bestand LAAG1-3.INP dat de bovenste drie lagen voorstelt:

```
filehed=modrad.hed
filedat=pomping.dat

time=1.
time=7.
time=30.
time=365.25
time=3652.5

dist=1.
dist=5.
dist=10.
dist=50.
dist=100.
dist=500.
dist=1000.
dist=5000.

#rotate
xlen=8.00
ylen=6.00
plotlayers=1110000000
xori=0.5
yori=3.0
```

Er worden tijdscurven opgesteld voor 1 dag, 1 week, 1 maand, 1 jaar en 10 jaar na aanvang van de pomping. De afstandscurven zijn voor afstanden van 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000 en 5000 m. De lengte van elke grafiek bedraagt 8 cm en de hoogte 6 cm. Een lijn kan altijd gedeactiveerd worden door een niet gebruikt teken (b.v. # of !) vooraan op de lijn te zetten.

6.2 HET REGIONAAL MODEL

6.2.1 INSTALLATIE

1. Kopieer het bestand ZEELREG.ZIP van de tweede diskette en het decompressieprogramma UNZIP.EXE vanop de eerste diskette in de gewenste directory.

2. Typ:

UNZIP ZEELREG.ZIP

de nodige bestanden zullen nu uit het archiefbestand gehaald worden. Bovendien moet het bestand DOSXMSF.EXE in een directory geïnstalleerd worden die in de PATH-omgevingsvariabele is opgenomen. Wil men de grafische bestanden bekijken, dan dient men ook PRINGLD.EXE en PV.BAT te kopiëren.

6.2.2 GEBRUIK VAN HET REGIONAAL MODEL

In de huidige vorm werkt het lokaal model onder MS-DOS (of onder een MS-DOS sessie onder Windows 3.X /Win 95/WinNT). Het kan vanaf de MS-DOS prompt opgestart worden met de het commando:

ZEELREG SCENARIONAAM

waarbij scenarionaam een gekozen naam is , bestaande uit een sequentie van 1 tot 8 alfanumerieke tekens. Deze naam wordt gebruikt om een reeks bestanden op te stellen waarin de gegevens en resultaten van dit scenario bewaard worden:

BESTAND	AANGEMAAKT DOOR	INHOUD
SCENARIO.XYP	MAKEXYP	Bevat per opgegeven winning: - de coördinaten (in km) - het jaardebiet (in m3) - de laag
SCENARIO.WEL	XYP2WEL	De winingen van het bestand SCENARIO.XYP toegevoegd aan één van de referentiebestanden: - toestand zonder winningen - toestand met gekende debieten - toestand met geschatte debieten - toestand met een prognose van de debieten Dit is het invoerbestand voor de WEL-module van MODFLOW
SCENARIO.LST	MODFLOW	Tekstbestand met een overzicht van de uitgevoerde simulatie en resultaten.
SCENARIO.HED	MODFLOW	Binair bestand met de berekende stijghoogten

Na opstarten zal op het scherm verschijnen:

Geef de gegevens van de winningen:
 Na de laatste winning gewoon <RETURN> drukken
 WINNING 1
 Geef de X-coördinaat:

Men geeft dan de X-coördinaat van de winning in km. Bv.
 35.000

Geef de Y-coördinaat:

Men geeft dan de Y-coördinaat van de winning in km. Bv.
 380.00

Geef het jaardebiet (m³/jaar):

Bv.
 100000.

Geef de laag: (3=F v Niel, 4=F v Bassevelde, 5=Lep, 6=Yd)

Men kiest dan de laag:

5

WINNING 2
 Geef de X-coördinaat:

Na de laatste winning drukt men gewoon RETURN. Vervolgens verschijnt op het scherm:

Bij welke toestand moeten de winningen bijgevoegd worden?:
 01 = Toestand zonder winningen
 02 = Toestand met gekende winningen
 03 = Toestand met geschatte winningen
 04 = Toestand met prognose van winningen

Men kiest dan het referentiebestand waarbij de winningen gevoegd worden. Bv.

03

Vervolgens verschijnt hoeveel winningen in dit scenario opgegeven werden en zullen toegevoegd worden:

Aantal opgegeven winningen: 4

Hierna wordt de simulatie uitgevoerd. Dit kan even duren.

Nadat de simulatie is uitgevoerd worden de resultaten grafisch voorgesteld in de vorm van kaarten. De volgende grafische bestanden worden aangemaakt:

BESTAND	INHOUD
LAAG3.PLT	Stijghoogten in de Formatie van Niel
LAAG4.PLT	Stijghoogten in de Formatie van Zelzate
LAAG5.PLT	Stijghoogten in de Formaties van Gent , Aalter en Lede

V_SC3_3.PLT	Verlagingen in de Formatie van Niel t.o.v. de toestand met geschatte debieten
V_SC3_4.PLT	Verlagingen in de Formatie van Zelzate t.o.v. de toestand met geschatte debieten
V_SC3_5.PLT	Verlagingen in de Formaties van Gent, Aalter en Gent t.o.v. de toestand met geschatte debieten

Wil men andere kaarten voorstellen dan dient men het programma MODISO te gebruiken. Dit kan het eenvoudigste door het batchbestand MKKAART te gebruiken. Dit wordt als volgt opgeroepen:

MKKAART SCENARIONAAM KAARTTYPE

hierin is SCENARIONAAM de naam van het betreffende scenario en KAARTTYPE is één van de volgende woorden:

KAARTTYPE	OMSCHRIJVING
LAAG3	Stijghoogten in de Formatie van Niel
LAAG4	Stijghoogten in de Formatie van Zelzate
LAAG5	Stijghoogten in de Formaties van Gent, van Aalter en van Lede
LAAG6	Stijghoogten in de Formatie van Tielt
V_SC1_3	Verlagingen in de Formatie van Niel t.o.v. de toestand zonder winningen
V_SC1_4	Verlagingen in de Formatie van Zelzate t.o.v. de toestand zonder winningen
V_SC1_5	Verlagingen in de Formaties van Gent, van Aalter en van Lede t.o.v. de toestand zonder winningen
V_SC1_6	Verlagingen in de Formatie van Tielt t.o.v. de toestand zonder winningen
V_SC2_3	Verlagingen in de Formatie van Niel t.o.v. de toestand met gekende winningsdebieten
V_SC2_4	Verlagingen in de Formatie van Zelzate t.o.v. de toestand met gekende winningsdebieten
V_SC2_5	Verlagingen in de Formatie van Gent, van Aalter en van Lede t.o.v. de toestand met gekende winningsdebieten
V_SC2_6	Verlagingen in de Formatie van Tielt t.o.v. de toestand met gekende winningsdebieten
V_SC3_3	Verlagingen in de Formatie van Niel t.o.v. de toestand met geschatte winningsdebieten
V_SC3_4	Verlagingen in de Formatie van Zelzate t.o.v. de toestand met geschatte winningsdebieten

V_SC3_5	Verlagingen in de Formatie van Gent, van Aalter en van Lede t.o.v. de toestand met geschatte winningsdebieten
V_SC3_6	Verlagingen in de Formatie van Tielt t.o.v. de toestand met geschatte winningsdebieten

Het batchbestand MKKAART kopieert een aantal standaardopties vanuit het bestand KAART.TPL (kaart-template) en vult het aan met specifieke bestandsnamen en opties. De inhoud van het KAART.TPL bestand is:

```
filebcf=unit11.bcf
filebas=unit1.bas
scale=250000.
interval=1.000
labelinterval=1.00
labeldistance=5.
thickinterval=5.00
labelheight=0.15
xorigin=3.0
yorigin=0.0
xmin=10.000
xmax=80.000
ymin=339.000
ymax=405.000
xint=10.000
yint=10.000
nocolor
```

Wil men één van de algemene opties veranderen (b.v. de schaal , de positie van de kaart op het blad , het interval van de lijnen) dan dient men het bestand KAART.TPL manueel aan te passen (b.v. met de editor EDIT).

6.2.3 GEBRUIK VAN DE AFZONDERLIJKE PROGRAMMA'S

6.2.3.1 INLEIDING

Het regionaal model bestaat eigenlijk uit twee batchbestanden: één om de simulatie uit te voeren (ZEELREG.BAT) en één om kaarten met de berekende resultaten op te stellen (MKKAART.BAT). Laatstgenoemde wordt door het eerste opgeroepen. Het batchbestand ZEELREG.BAT heeft de volgende inhoud:

```
@echo off
if %1.==. goto usage

if exist %1.XYP goto lab1

makexyp %1.XYP

:lab1

xyp2wel %1.XYP %1.WEL

:lab2

echo      6 %1.LST           >%1.NAM
echo      1 UNIT1.BAS       >>%1.NAM
echo     11 UNIT11.BCF      >>%1.NAM
echo     12 %1.WEL         >>%1.NAM
echo     17 ZEELPOMP.GHB   >>%1.NAM
echo     19 UNIT19.SIP     >>%1.NAM
echo     22 UNIT22.OC      >>%1.NAM
echo    -30 %1.BUD         >>%1.NAM
echo    -49 NOPUMP.HED     >>%1.NAM
echo    -50 %1.HED         >>%1.NAM
echo     39 MAAIVELD       >>%1.NAM
echo     41 LAYER_1.IBD    >>%1.NAM
echo     42 LAYER_2.IBD    >>%1.NAM
echo     43 LAYER_3.IBD    >>%1.NAM
echo     44 LAYER_4.IBD    >>%1.NAM
echo     45 LAYER_5.IBD    >>%1.NAM
echo     46 LAYER_6.IBD    >>%1.NAM
echo     51 BOOM_1_C       >>%1.NAM
echo     52 WATER_1_C      >>%1.NAM
echo     53 ASSE.1_C       >>%1.NAM
echo     61 DMIO.THK       >>%1.NAM
echo     62 DBERG.THK      >>%1.NAM
echo     63 DBASSEV.THK    >>%1.NAM

modflow <%1.NAM

mkkaart %1 laag3
mkkaart %1 laag4
mkkaart %1 laag5
mkkaart %1 v_sc3_3
mkkaart %1 v_sc3_4
mkkaart %1 v_sc3_5

goto end

:usage

echo -----
echo gebruik:ZEELREG SCENARIONAAM
echo      b.v.:ZEELREG PROG98A
echo -----

:end
```

6.2.3.2 MAKEXYP

Dit programma leest de gegevens van de winningen van een scenario van het scherm in en bewaart ze in een bestand. Het programma moet opgestart worden met:

MAKEXYP NAAM

waarbij NAAM de basisbestandsnaam is waaraan de extensie .XYP wordt toegevoegd. Bv.

MAKEXYP SCEN99B

Hierbij zullen de gegevens in het bestand SCEN99B.XYP bewaard worden. Na opstarten verschijnt dan:

```
Geef de gegevens van de winningen:
Na de laatste winning gewoon <RETURN> drukken
WINNING          1
Geef de X-coördinaat:
Geef de Y-coördinaat:
Geef het jaardebiet (m3/jaar):
Geef de laag: (3=F v Niel, 4=F v Bassevelde, 5=Lep, 6=Yd)
```

Waarbij de nodige gegevens dienen ingegeven te worden. Daarna verschijnen de vragen voor de volgende winning. Na de laatste winning druk men gewoon RETURN.

6.2.3.3 XYP2WEL

Dit programma leest het bestand dat door voorgaand programma is aangemaakt, converteert de coördinaten naar kolom- en rijnummers in het modelgrid en voegt de winningsdebieten toe aan één van de referentiebestanden. Men start het programma als volgt op:

XYP2WEL NAAM.XYP

Hierna zal een bestand met de naam NAAM.WEL aangemaakt zijn, dat het invoerbestand voor de WEL-module van het MODFLOW-model is.

6.2.3.4 MODFLOW

Het MODFLOW-programma kan ook manueel opgestart worden met de regel:

MODFLOW <SCENARIO.NAM

waarbij SCENARIO de naam van het scenario is en het bestand SCENARIO.NAM de bestandsnamenlijst is voor het MODFLOW model. Dit bestand wordt echter automatisch door het ZEELREG batchbestand aangemaakt.

6.2.3.5 MODISO

Het MODISO programma dient om de berekende stijghoogten of verlagingen op een kaart met isolijnen voor te stellen. Het programma leest het binair bestand dat door MODFLOW wordt aangemaakt en waarin de berekende stijghoogten zijn weggeschreven. Dit binair bestand kan niet met een gewone teksteditor gelezen worden. Het MODISO programma kan vanop de commandolijn opgestart worden met de regel:

MODISO

De programmaopties kunnen dan ingetypt worden. Het is echter praktischer de programmaopties in een apart bestand in te geven (b.v. laag2.iso om de stijghoogten van de tweede laag te plotten) met een teksteditor (b.v. de MS-DOS editor EDIT) en het programma op te starten met:

MODISO <LAAG2.ISO

Het MODISO programma zal dan het bestand PLOT.PLT aanmaken met HPGL/2 instructies die op een HPGL-compatibele printer of plotter kunnen uitgeprint worden (b.v. met het MS-DOS commando PRINT PLOT.PLT). Wil men verschillende lagen na mekaar uitplotten, dan moet men de aangemaakte plotbestanden hernoemen, bv. LAAG1.PLT, LAAG2.PLT, enz..

Een overzicht van de programmaopties wordt gegeven in onderstaande tabel. Een asteriks in de eerste kolom stelt een antwoord voor. Opties die verplicht moeten opgegeven worden zijn in vet geprint, de andere zijn optioneel. Er mogen steeds commentaarzinnen tussengevoegd worden. Elke zin die niet begint met een programmaoptie is een commentaarzin.

OPTIE	BESCHRIJVING	VOORBEELD
file=*	Geeft de naam van het binair bestand met de berekend stijghoogten.	file=actueel.hed
filebas=*	Geeft het MODFLOW invoerbestand voor de BAS-module.	filebas=unit1.bas
filebcf=*	Geeft het MODFLOW invoerbestand voor de BCF-module	filebcf=unit11.bcf
filebud=*	Geeft het MODFLOW uitvoerbestand met de berekende budgetten. Wordt enkel gebruikt wanneer stromingsvectoren worden getekend.	filebud=actueel.bud
formatted	Indien het te lezen bestand een tekst bestand is.	formatted
nonformatted	Defaultwaarde. Indien het te lezen bestand binair is.	nonformatted
layer=*	Geeft de laag die moet uitgeplot worden. Defaultwaarde is 1 (dit is de bovenste laag).	layer=3
timestep=*	Geeft de tijdstap die moet gelezen worden. Dit is enkel van belang bij tijdsafhankelijke simulaties.	timestep=1
interval=*	Geeft het interval van de lijnen.	interval=0.25
minimumlevel=*	Geeft een minimumniveau voor de isolijnen.	minimumlevel=-10.0
maximumlevel=*	Geeft een maximumniveau voor de isolijnen.	maximumlevel=5.00
scale=*	Geeft de schaal van de kaart. Moet de kaart op A4 formaat passen dan is 400000. een goede schaal, werkt men op A3 dan kan een schaal van 300000. gebruikt worden.	scale=400000.
level=*	Voor het opgeven van lijnen met een bepaald waarde indien men niet de optie interval=* wenst te gebruiken. Er kunnen meerdere waarden opgegeven worden.	level=1.00 level=1.25
labelinterval=*	Geeft het lijneninterval voor het zetten van labels. Zo kan men b.v. lijnen om de meter tekenen, maar slechts om de vijf meter labels zetten.	labelinterval=5.
thickinterval=*	Geeft het lijneninterval voor het tekenen van dikke lijnen. Dikke lijnen zijn 0.3 mm dik, dunne lijnen 0.1 mm.	thickinterval=10.

labeldistance=*	Geeft de afstand (in cm) tussen de labels op de lijnen.	labeldistance=7.5
labeldecimals=*	Geeft het aantal decimalen in de labels.	labeldecimals=2
labelheight=*	Geeft de hoogte (in cm) van de labels op de lijnen.	labelheight=0.15
color=*	Geeft de kleur van de isolijnen ingeval op een kleurenprinter/plotter wordt gewerkt. Default is zwart.	Color=red
title=*	Geeft een titel aan de plot.	Title=PROGNOSE 2000
xorigin=*	Verschuiving (in cm) van de plot naar rechts op het blad. Om de tekening op het blad te positioneren (b.v. te centreren).	Xorigin=5.0
yorigin=*	Verschuiving (in cm) van de plot naar boven op het blad. Om de tekening op het blad te positioneren (b.v. te centreren).	Yorigin=2.5
rotate	Roteert de plot over 90°. Om van portrait naar landscape mode (of omgekeerd) over te gaan.	rotate

Voorbeeld 1

Het volgende optiesbestand tekent een kaart met de berekende stijghoogten van een simulatie met winningen (het bestand `pomp.hed`). De vijfde laag wordt voorgesteld (dit is het Ledo-Paniseliaan) op een schaal van 1/400000 (de figuur past dan op een A4 blad). De tekening wordt tevens gecentreerd door ze 1 cm van de linkerkant en 5 cm van de onderkant te positioneren. Er wordt een gepaste titel gegeven. Er worden lijnen om de halve meter getekend, maar slechts om de meter worden labels gezet. Om de vijf meter worden dikke lijnen getekend. De labels zijn 2 mm hoog.

```
# Plot resultaten van simulatie met winningen
file=pomp.hed
filebcf=unit11.bcf
filebas=unit1.bas
layer=5
scale=400000.
interval=0.500
labelinterval=1.00
labeldistance=5.
thickinterval=5.00
labelheight=0.20
title=MODEL ZEELAND:SIMULATIE MET WINNINGEN :STIJGHOOGTEN IN LEP
xorigin=1.0
yorigin=5.0
```

Voorbeeld 2

Het volgende optiesbestand tekent lijnen van gelijke verlaging voor bovenvermelde simulatie. Daartoe wordt tweemaal de optie `file=*` gebruikt : éénmaal voor het bestand van de berekening zonder winningen, éénmaal voor het bestand met winningen. Hier wordt de verlaging in het zand van Berg (laag 3) voorgesteld.


```
filebcf=unit11.bcf
filebas=unit1.bas
file=nopump.hed
layer=3
file=pomp.hed
layer=3
scale=400000.
interval=0.50
labelinterval=0.50
labeldistance=5.
thickinterval=10.00
labelheight=0.20
title=MODEL ZEELAND:SIMULATIE WINNING:VERLAGING IN ZAND VAN BERG
xorigin=1.0
yorigin=5.0
```

7 SAMENVATTING EN BESLUIT

Uit de beschikbare meetgegevens is af te leiden dat op vele plaatsen de peilen in het Ledo-Paniseliaan sterk verlaagd zijn door grondwaterwinning. Op sommige plaatsen valt een duidelijk dalende tendens op te merken. Vooral in het gebied rond Lokeren en in de omgeving van Sint-Niklaas wordt de laag vermoedelijk sterk bemalen.

Ook in Zeeland, met name ter hoogte van de Braakman en Hulst, zijn de stijghoogten in het Ledo-Paniseliaan in een belangrijke mate beïnvloed door grondwateronttrekking. De duidelijk dalende trend geeft bovendien aan dat ofwel de winningen toenemen, ofwel de evenwichtstoestand nog niet bereikt is.

In twee van de drie peilputten in het Oligoceen in Zeeland (Hulst en Kloosterzande) is de stijghoogte verlaagd ingevolge grondwaterwinning, maar in geringere mate dan in het Ledo-Paniseliaan. De stijghoogte in het Oligoceen is hoger dan in het Ledo-Paniseliaan, zodat er zich een verticale neerwaarts gerichte stroming tussen beide voordoet.

In Zeeland zijn zowel voor het Ledo-Paniseliaan als voor het Oligoceen telkens drie peilbuizen beschikbaar voor stijghoogtemetingen. Gezien de uitgestrektheid van het gebied spreekt het voor zich dat dit aantal veel te klein is. De studie beoogt een werkinstrument te ontwikkelen dat dienstig moet zijn voor het beheer van de diepe zandlagen in dit gebied. Een dergelijk werkinstrument dient uit te gaan van een grondige kennis van de bestaande toestand. Vermits vooral voor het Ledo-Paniseliaan de weinige peilgegevens in Zeeland blijk geven van een ongelijkmatige verdeling van de stijghoogten, is het duidelijk dat hieruit geen hydro-isohypsenkaart die de bestaande toestand duidelijk weerspiegelt, kan worden afgeleid. Op basis van het huidige meetnet van de Provincie Zeeland kunnen dus geen volledige conclusies worden getrokken over het grondwaterstromingspatroon en de stijghoogte-evolutie in de tijd in de diepe zandlagen. Hiervoor zijn, naast een groter aantal waarnemingspunten, langere tijdreeksen vereist.

Van de diepere grondwaterlagen in de Oligocene en Eocene afzettingen werd een grondwatermodel opgesteld dat kan dienen als hulpinstrument bij het exploiteren van de grondwatervoorraden in de betreffende lagen. Met het model kan men de invloed van winningen op de grondwaterstroming in het reservoir berekenen. Deze invloed kan zowel op de lokale schaal van een individuele pompput als op de regionale schaal van winningsconfiguraties of globale trends bekeken worden.

Dit grondwatermodel bestaat eigenlijk uit twee afzonderlijke modellen.

Het eerste is een regionaal grondwaterstromingsmodel dat de stroming in heel de Provincie Zeeland simuleert. Het kan de stroming in en tussen de verschillende watervoerende lagen berekenen en ook de verlagingen van de waterstanden in deze lagen veroorzaakt door winningen. Met dit model berekent men evenwichtssituaties. Om hydrogeologische redenen werd de zuidrand van het regionaal model gelegd nabij de dagzomingsgrens van het Ledo-Paniseliaan, waardoor het modelgebied zich niet beperkt tot de Provincie Zeeland in Nederland, maar ook een ruim gebied in het noorden van België omvat.

Het tweede is een lokaal model dat de stroming rond één enkele pompput in detail beschrijft. Als resultaat krijgt men de te verwachten verlagingen in de verschillende lagen in functie van de tijd en de afstand tot de pompput.

Met het regionaal model werd getracht de toestand zonder pompings, de zgn. natuurlijke toestand, en de huidige situatie, waarbij met de gekende winningen en winningsdebieten gerekend wordt, te simuleren. Uit deze berekeningen blijken grote verschillen op te treden tussen de berekende en de waargenomen peilen, zowel op het Belgisch als het Nederlands deel van het modelgebied.

Hoogstwaarschijnlijk is dit te wijten aan het feit dat er uit de oligocene en eocene lagen meer water wordt gewonnen dan officieel bekend is, zowel wat de hoeveelheden als wat de plaatsen betreft. Door vergelijking met beschikbare peilgegevens is het duidelijk dat op Belgisch grondgebied in de omgeving van Lokeren en Sint-Niklaas grote depressietrechters voorkomen. Op Nederlands gebied geven de metingen in de diepe peilputten bij de Braakman en Hulst aan dat ook hier merkbare verlagingen (verschillende meters) optreden.

Bij het opstellen van het regionaal model zijn zowel de geometrische uitbreiding (diepten en dikten van de lagen) als de hydraulische karakterisatie (doorlatendheden van de lagen) gebaseerd op vroeger uitgevoerd onderzoek. Als controle op de betrouwbaarheid van de verkregen resultaten werden simulaties uitgevoerd waarbij door aanpassing van sommige hydraulische parameters getracht werd tot een betere overeenstemming te komen tussen enerzijds de recente peilmetingen en anderzijds de simulaties met de gekende winningsgegevens. Als met deze aangepaste hydraulische parameters de toestand zonder pompingen berekend wordt, blijken de resultaten duidelijk in tegenspraak te zijn met oude waterpeilmetingen, die verzameld werden tijdens archiefonderzoek van vroeger uitgevoerde boringen. Deze metingen zijn het enige getuigenmateriaal van de grondwaterstroming in de oorspronkelijke niet-geëxploiteerde toestand van de lagen en zijn daardoor van zeer grote waarde als controlemateriaal.

Bijgevolg lijkt het waarschijnlijk dat de afwijkingen tussen model en realiteit moeten gezocht worden in de onvolledige kennis van de grondwaterwinningsbalansen. Simulaties waarbij aan de gekende winningen debieten worden toegevoegd, geschat aan de hand van peilmetingen en daardoor slechts speculatief en indicatief, tonen dat dan wel een redelijke overeenkomst kan bereikt worden.

Bij het vergelijken van de berekeningsresultaten en de waargenomen stijghoogten, moet men er rekening mee houden dat de uitgevoerde simulaties permanente stromingen berekend hebben. Dit zijn evenwichtstoestanden die zich instellen wanneer de opgegeven randvoorwaarden (o.a. de pompdebieten) lange tijd gehandhaafd blijven, d.w.z. dat voor het evalueren van de invloed van pompingen de permanente stromingstoestanden een beeld geven dat pas na een zeer lange tijd van pompen bereikt wordt. Tevens kan gesteld worden dat om een bepaalde peilverlaging (t.g.v. een pomping) na kortere tijd te bereiken, er meer moet gepompt worden dan uit de permanente toestand wordt berekend. Hoe lang het duurt vooraleer zich min of meer een evenwichtstoestand instelt, hangt af van de berging in de verschillende lagen van het reservoir, zowel in de watervoerende als in de slechtdoorlatende lagen ertussen. Meestal kan in de aangepompte laag zich na enkele jaren een evenwicht instellen. Onder- en/of bovenliggende lagen (bv. watertafel) die van de aangepompte laag gescheiden zijn door dikke slechtdoorlatende lagen (kleipakketten) kunnen pas na zeer lange tijd (tientallen jaren of meer) tot een evenwichtstoestand komen. Aangezien in realiteit bij de exploitatie van grondwaterreservoirs (vele) winningen op een niet gecoördineerde manier (in de tijd) opgestart worden, is het moeilijk te achterhalen in hoeverre een stijghoogtepatroon, dat op een bepaald moment opgemeten wordt, verwijderd is van een evenwichtstoestand. Alleszins mag men ervan uitgaan dat in de huidige winningssituatie de waargenomen stijghoogten nog niet de evenwichtstoestand weerspiegelen. Bij evenwicht zullen de gemeten peilen nog lager zijn. Zodoende wordt de afwijking tussen de berekende stijghoogten voor de toestand met gekende winningsdebieten en de waarnemingen in de evenwichtstoestand nog groter.

Het doel van het lokaal stromingsmodel is het berekenen van de verlaging rond één enkele pompput. Hierbij wordt de opbouw van het reservoir op de plaats van de pompput afgeleid uit de opbouw van het reservoir in het regionaal model. Hierdoor heeft het lokaal model de inherente beperking dat de pompput binnen de begrenzing van het regionaal model moet gelegen zijn.

Het lokaal model is onafhankelijk van de beperkingen en de onzekerheden van het regionaal model. Alleen de opbouw van het reservoir en de hydraulische parameters worden uit het regionaal model overgenomen. Het lokaal model wordt niet beïnvloed door de afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten, en behoeft geen invoer van hypothetische winningen om deze afwijkingen op te heffen, zoals het regionaal model. Dit is een gevolg van het feit dat het lokaal model uitsluitend verlagingen berekent en geen absolute stijghoogten. Een aanname van een aanvangspeil (bv. de huidige toestand als referentiesituatie) is dan ook niet nodig, zodat de berekeningsresultaten met het lokaal model niet beïnvloed zijn door de onzekerheden die tot uiting zijn gekomen bij de simulaties met het regionaal model.

De berekende verlagingen op korte afstand (1 meter) van de pompput laten toe na te gaan of een geplande onttrekking haalbaar is. Extreem grote verlagingen die optreden in de aangepompte laag wijzen op een onrealistische winning.

Uit de uitgevoerde simulaties blijkt dat, bij winning uit de diepe zandlagen in Zeeland, de invloed op de watertafel relatief beperkt blijft, zeker wanneer men de verlaging op korte termijn (10 jaar) beschouwt. Hierbij is de invloed van een pumping op de watertafel kleiner naarmate de pumping zich op grotere diepte situeert. Een bemaling van het Ledo-Paniseliaan zal dus minder invloed hebben op de watertafel dan een winning uit het Lid van Ruisbroek. Op haar beurt zal een onttrekking uit het half-afgesloten Lid van Ruisbroek een veel geringere verlaging van de watertafel veroorzaken dan een winning uit de bovenste watervoerende laag.

De grote verlagingen en de gestage peildaling in de diepe zandlagen geven aan dat de huidige toestand niet duurzaam is. De grondwaterstroming die in het oosten zuidwaarts gericht is (in tegenstelling tot de noordwaartse stroming in de natuurlijke toestand) is een gevolg van de sterke bemaling in België. Er kan zeker besloten worden dat in de huidige situatie de onttrekking groter is dan de voeding. Toch kan in verband met het vergunningenbeleid geadviseerd worden om de exploitatie van de diepe zandlagen voorlopig toe te staan door middel van het verlenen van tijdelijke vergunningen, in afwachting van de resultaten van verder onderzoek. Vermits de invloed op de watertafel op korte termijn beperkt blijft, heeft een in de tijd beperkte winning uit de diepe zandlagen alleszins minder effect dan een exploitatie van het bovenste watervoerend pakket. Het lokaal model kan hierbij worden ingeschakeld als werkinstrument om de haalbaarheid en de invloed van een aangevraagde winning in te schatten.

Op de regionale schaal is de evaluatie van de exploitatie van de diepe zandlagen op dit ogenblik een probleem. De huidige toestand kan slechts gesimuleerd worden met het regionaal model mits hypothetische winningen aan de gekende onttrekkingen worden toegevoegd. Om dat te vermijden is het wenselijk dat men alle onttrekkingen opspoort, zodat geen hypothetische gegevens moeten worden ingevoerd om de bestaande toestand te simuleren. Zolang het model steunt op hypothetische gegevens, spreekt het voor zich dat men het moeilijk kan gebruiken om het vergunningenbeleid te sturen. De huidige stijghoogteverdeling in de diepe zandlagen dient ook beter in kaart te worden gebracht. Op deze wijze zal het model beter onderbouwd kunnen worden. Hiertoe dienen meer peilbuizen beschikbaar te komen. Een totaal van drie stijghoogtemeetpunten in het Ledo-Paniseliaan voor geheel Zeeland is onvoldoende.

Het beschikbare meetnet zou ondermeer kunnen uitgebreid worden in het kader van het voorlopig vergunningenbeleid. Het voorzien in de infrastructuur voor en de uitvoering van peilmetingen kunnen hierbij opgelegd worden als vergunningsvoorwaarden.

Daarnaast zal de overheid vermoedelijk zelf initiatieven dienen te nemen voor het beschikbaar maken van peilbuizen op strategische plaatsen. Een voorstel van te plaatsen peilbuizen in de diepe zandlagen in Zeeland is in dit verslag opgenomen. In dit voorstel worden op zes plaatsen in totaal acht peilbuizen voorzien, om de lacunes in de kennis aangaande de stijghoogteverdeling in het Ledo-Paniseliaan en het Oligoceen zo goed mogelijk op te vullen. De acht voorgestelde peilbuizen worden hierna opgesomd in volgorde van prioriteit (de eerstgenoemde krijgt de hoogste prioriteit, enz.):

1. Terneuzen - Ledo-Paniseliaan
2. Sas van Gent - Ledo-Paniseliaan
3. Zaamslag - Groot Eiland - Ledo-Paniseliaan
4. Vlissingen - Oligoceen
5. IJzendijke - Ledo-Paniseliaan
6. Terneuzen - Oligoceen
7. Vlissingen - Ledo-Paniseliaan
8. Goes - Oligoceen

Een degelijke kennis van de stijghoogteverdeling in de diepe zandlagen en volledige informatie over de exploitatie ervan, moeten toelaten het regionaal model te ijken op de bestaande toestand, waardoor men het in de toekomst kan aanwenden als beheersinstrument inzake de grondwaterwinningen.

REFERENTIES

HARBAUGH, A.W. & Mc DONALD, M.G. (1988) A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model. *Techniques of water resources investigations. United States Geological Survey.*

VERMOORTEL, Y. & DE BREUCK, W. (1994) Grondwateronderzoek diepe zandlagen. Fase 1. *Studie in opdracht van de Provincie Zeeland.*

VERMOORTEL, Y., MAHAUDEN, M. & DE BREUCK, W. (1996) Grondwateronderzoek diepe zandlagen. Fase 2. *Studie in opdracht van de Provincie Zeeland.*

WALRAEVENS, K. (1987) Hydrogeologie en hydrochemie van het Ledo-Paniseliaan in Oost- en West-Vlaanderen. *Gent, Rijsuniversiteit. Proefschrift voorgelegd tot het bekomen van de graad van Doctor in de Wetenschappen (Aard- en Delfstofkunde).*

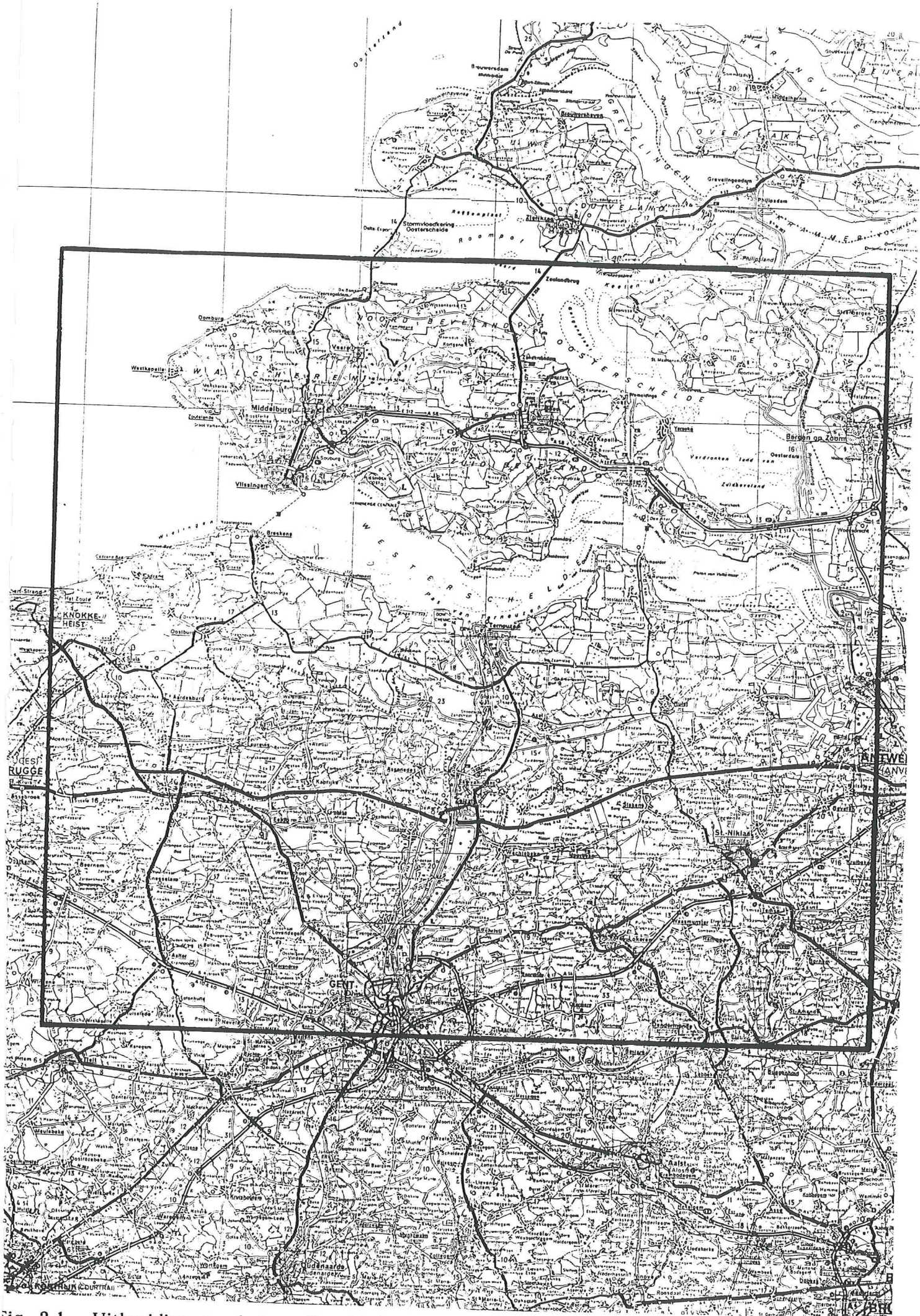


Fig. 2.1 - Uitbreiding van het studiegebied

• 133DB36/F1: 6725
133DB36/F2: 6711

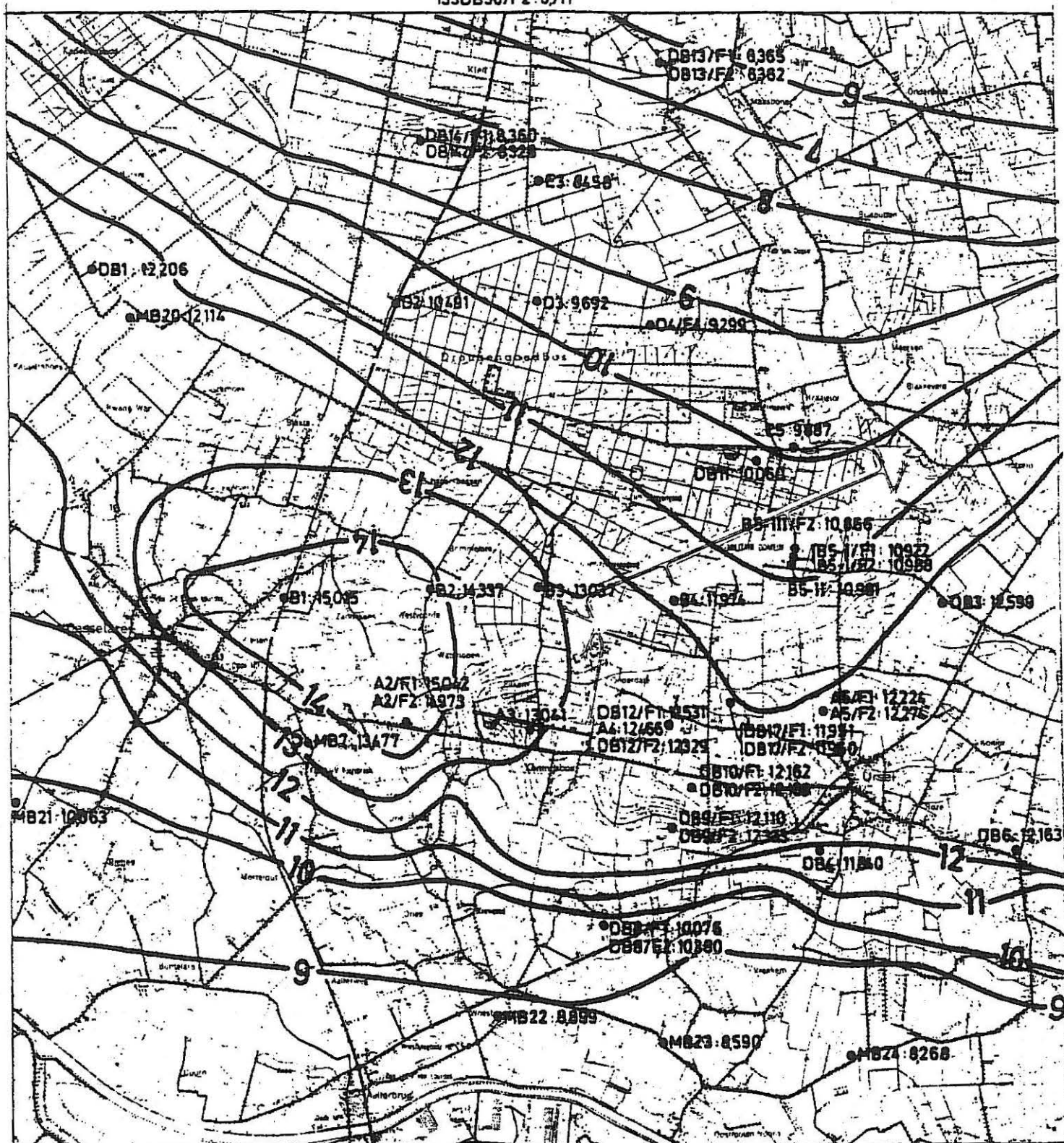


Fig. 3.1 - Gemiddelde stijghoogte (in m TAW) over de periode 1983-1986 in de Ledo-Panisellaan-
laag, in het westelijk voedingsgebied (WALRAEVENS, 1987)(schaal 1:40.000)

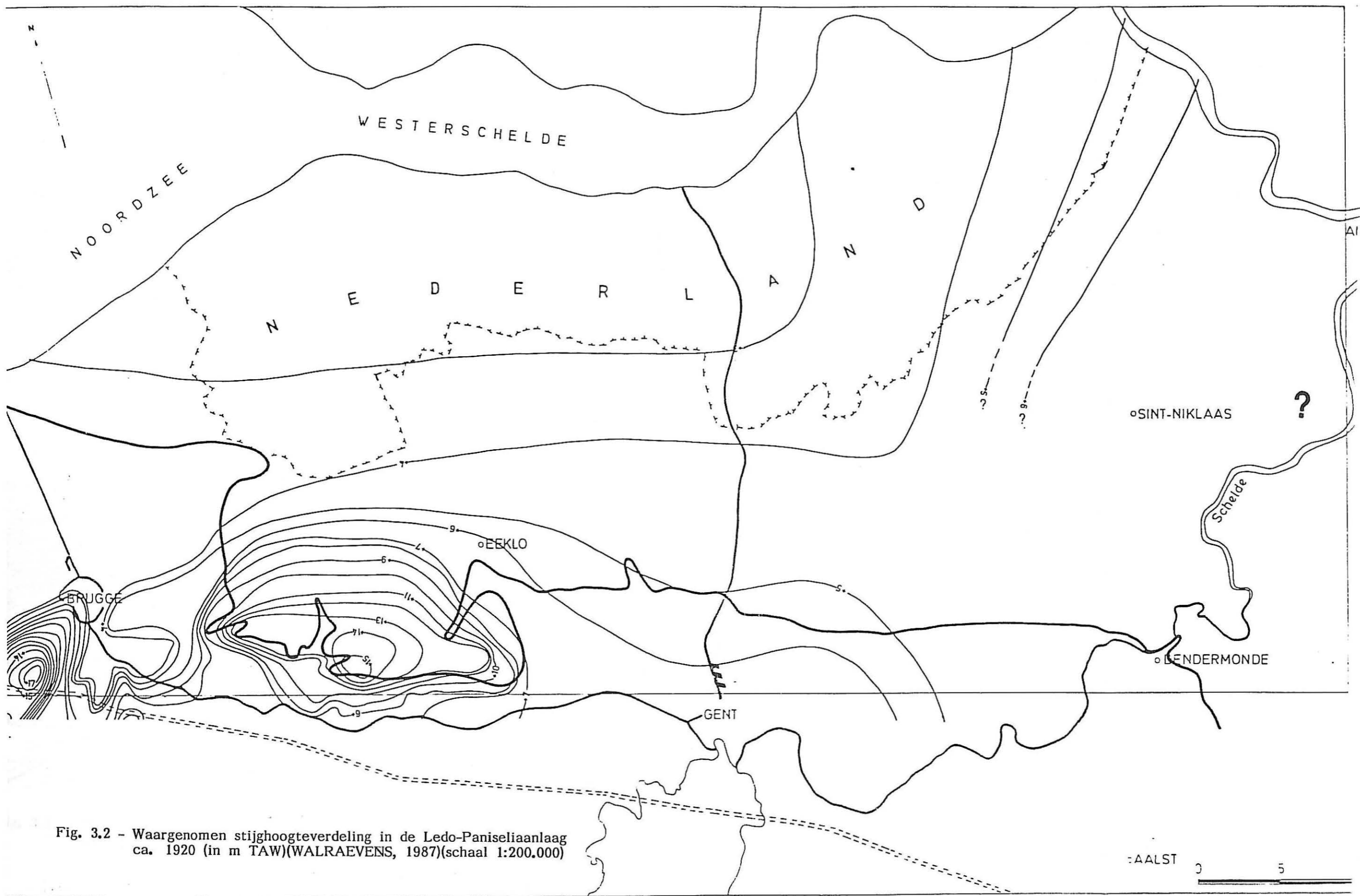


Fig. 3.2 - Waargenomen stijghoogteverdeling in de Ledo-Paniseliaanlaag ca. 1920 (in m TAW)(WALRAEVENS, 1987)(schaal 1:200.000)

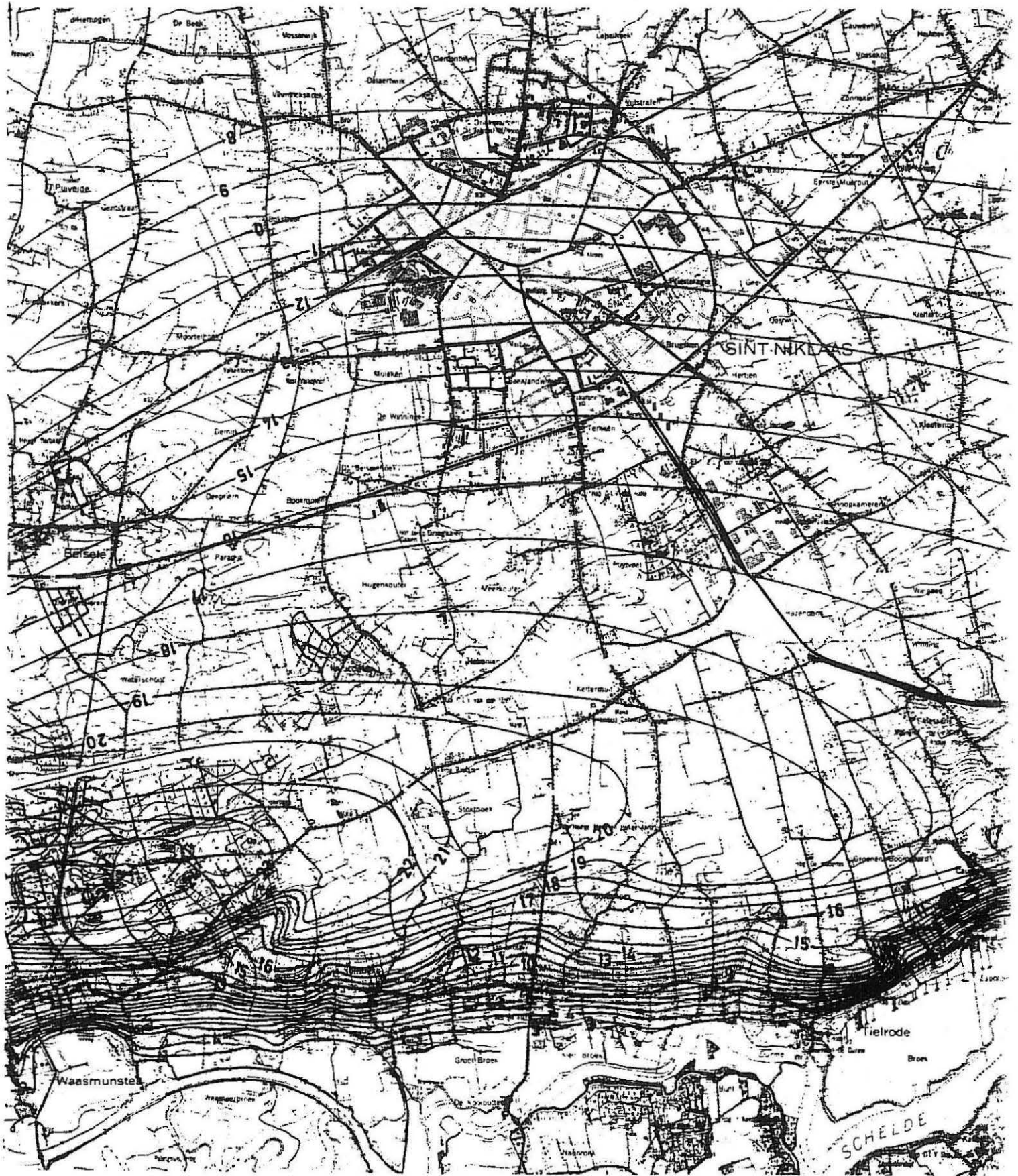


Fig. 3.3 - Hydro-isohypsenkaart voor de Oligocene laag in de streek van Sint-Niklaas omstreeks 1920 (m TAW)(WALRAEVENS, 1987)(schaal 1:40.000)

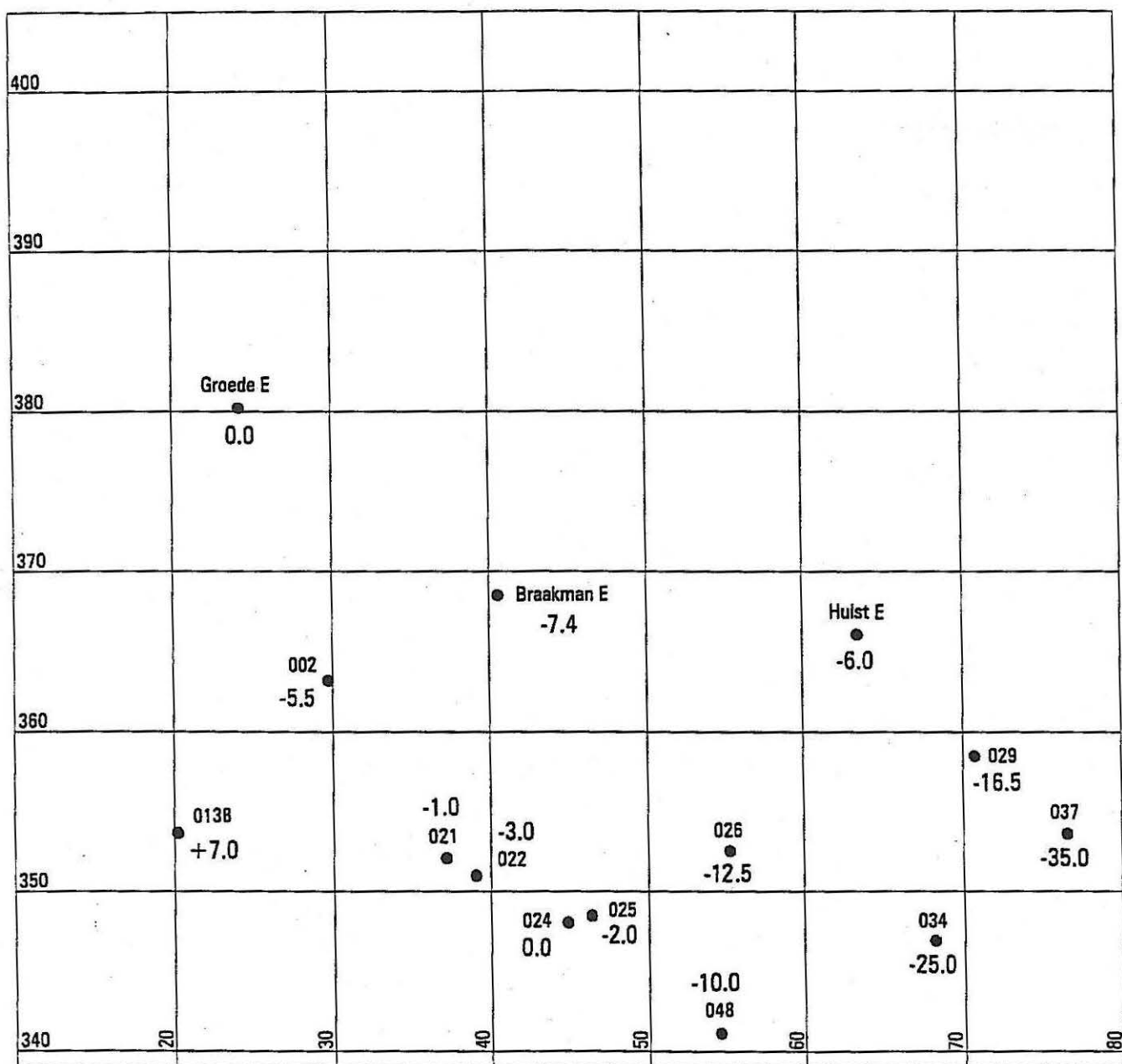


Fig. 3.4 - Ligging van de peilbuizen in het Eoceen (Ledo-Paniseliaan); gemiddelde stijghoogte (jaren negentig, afgerond) in m NAP

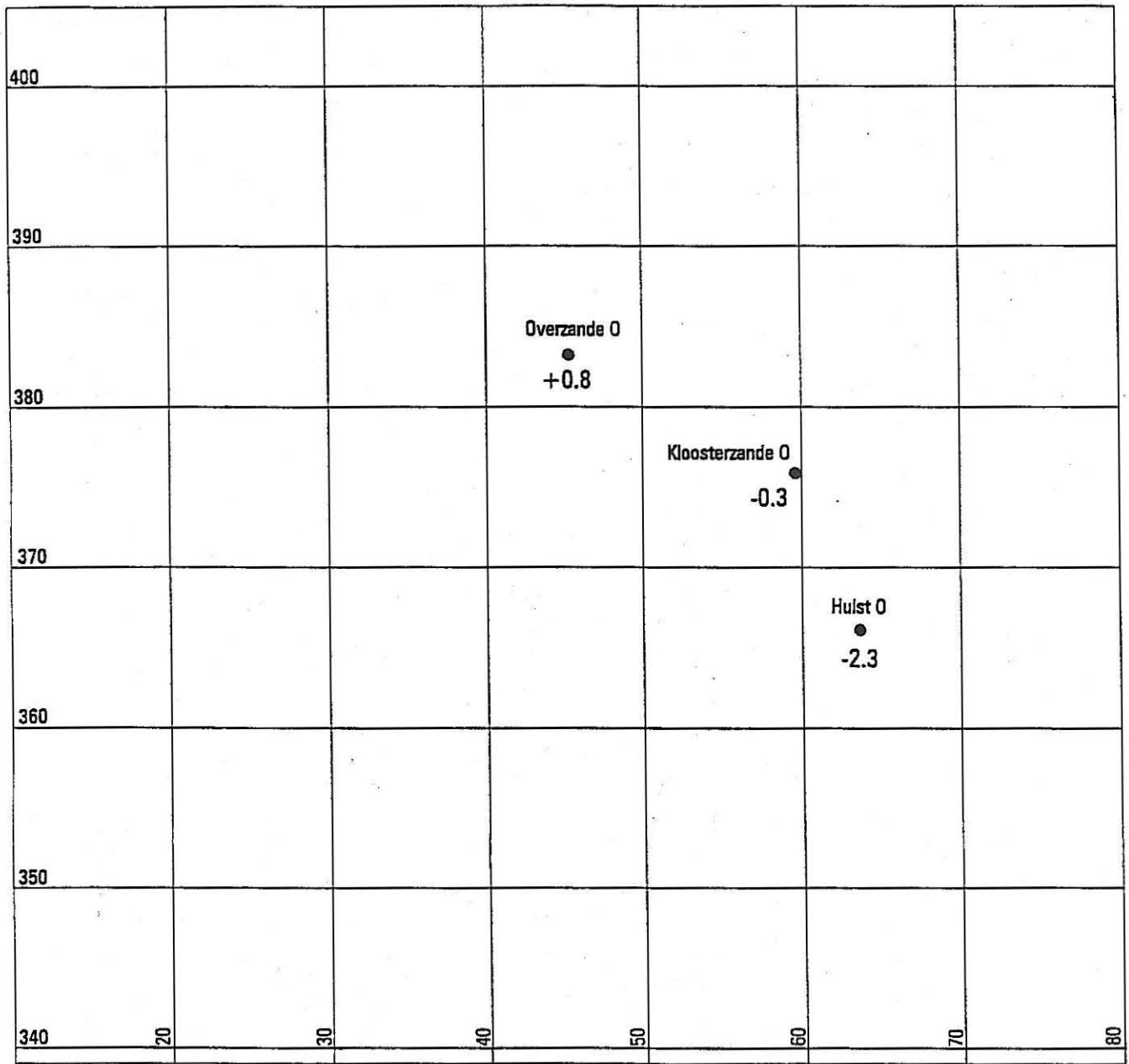


Fig. 3.5 - Ligging van de peilbuizen in het Oligoceen; gemiddelde stijghoogte (1996-97; afgerond) in m NAP

Fig. 3.6- Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Groede (Eoceen)

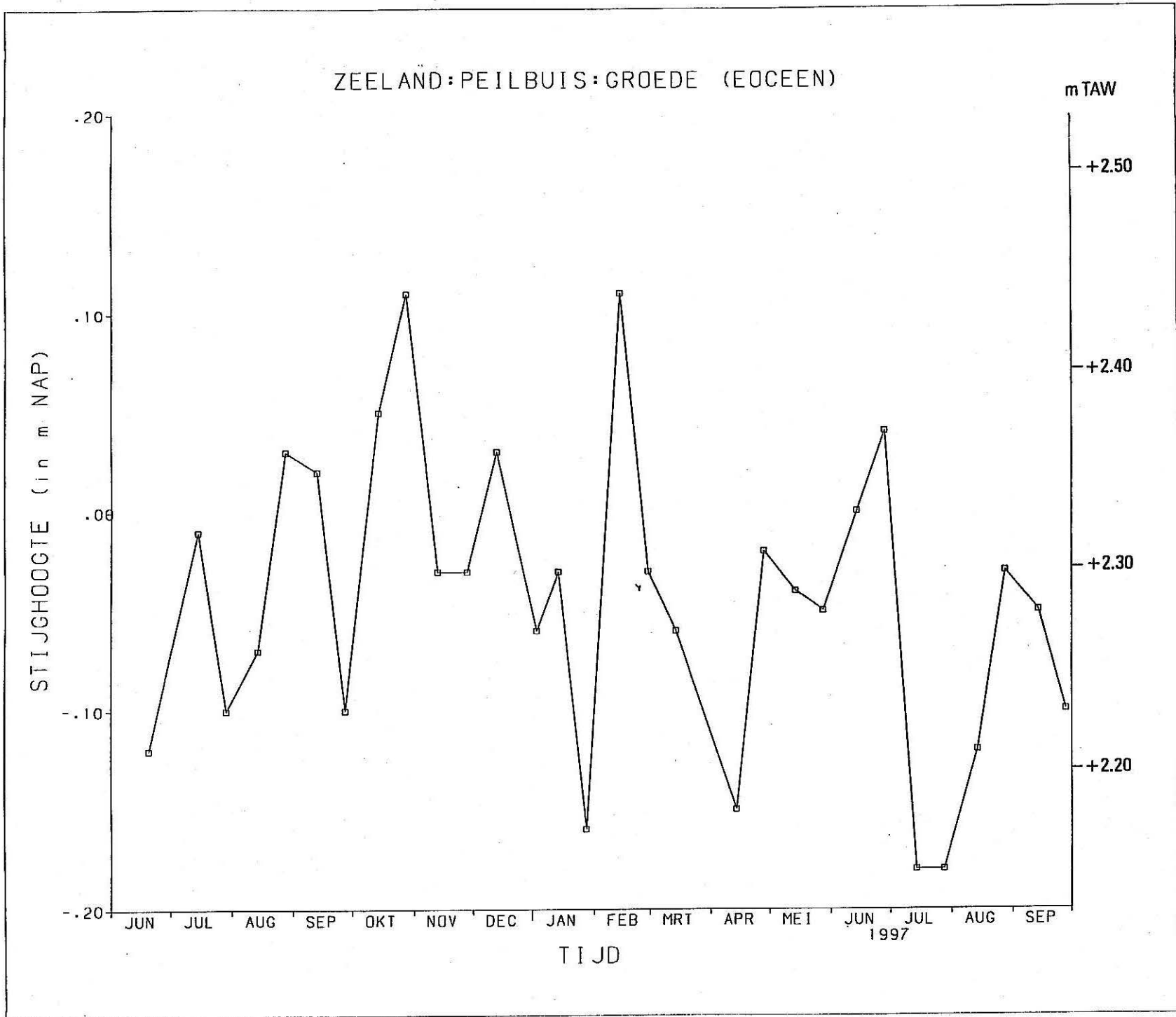


Fig3.7- Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Braakman (Eoceen)

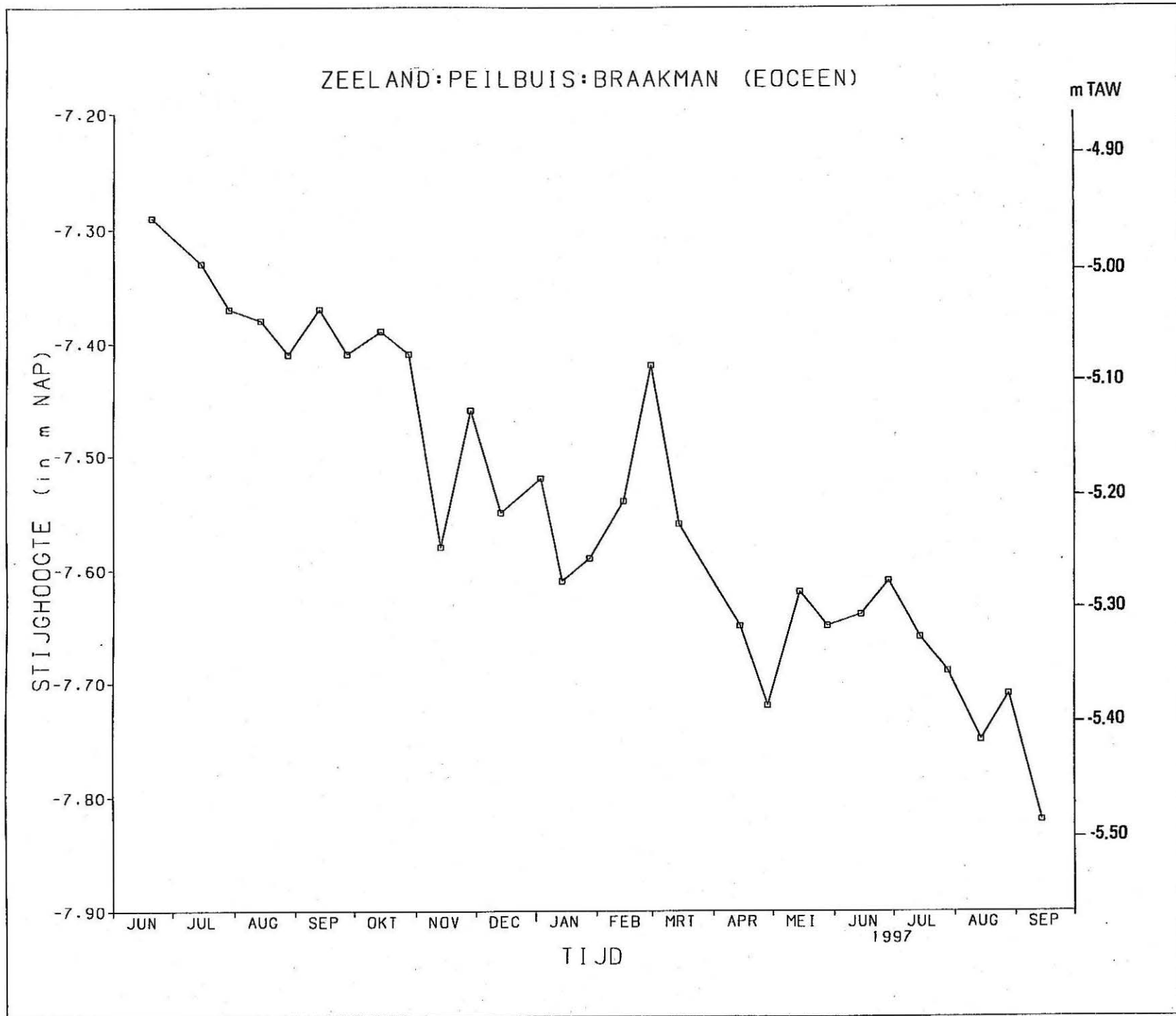


Fig. 3.8- Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Hulst (Eoceen)

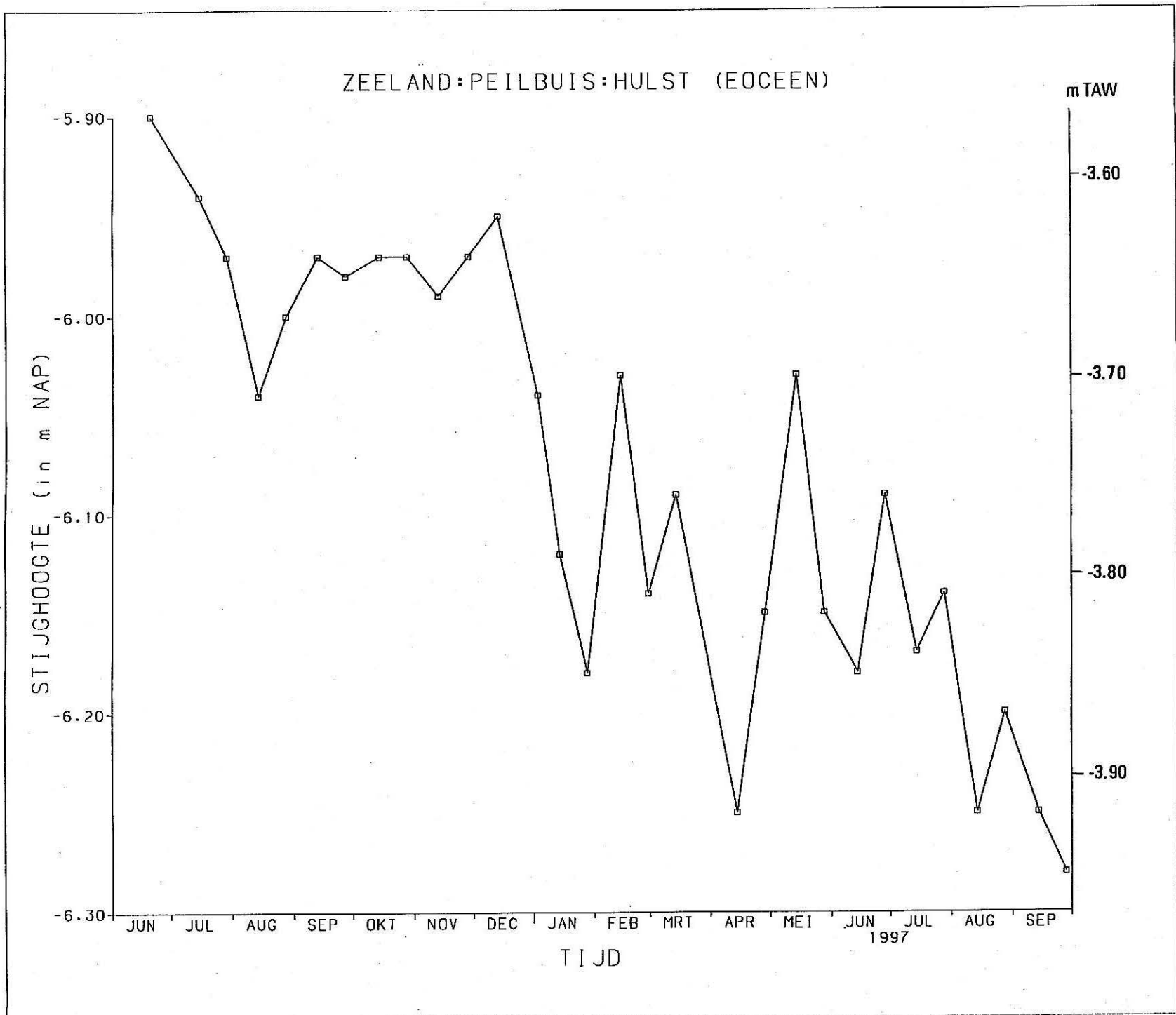


Fig 3.9- Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Hulst (Oligoceen)

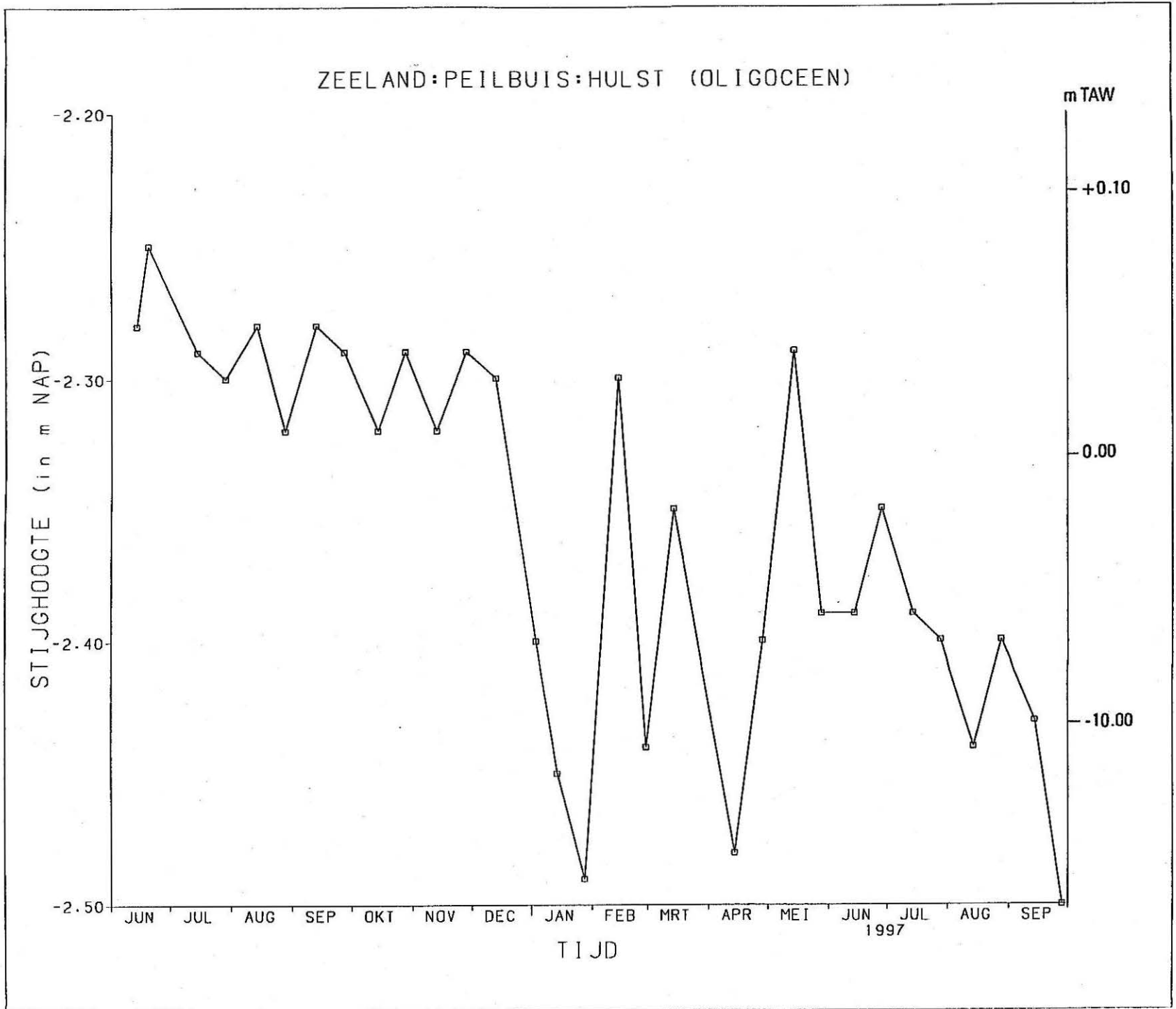


Fig. 3. 10 Tijd-stijghoogtegrafiek van de peilbuis te Kloosterzande (Oligoceen)

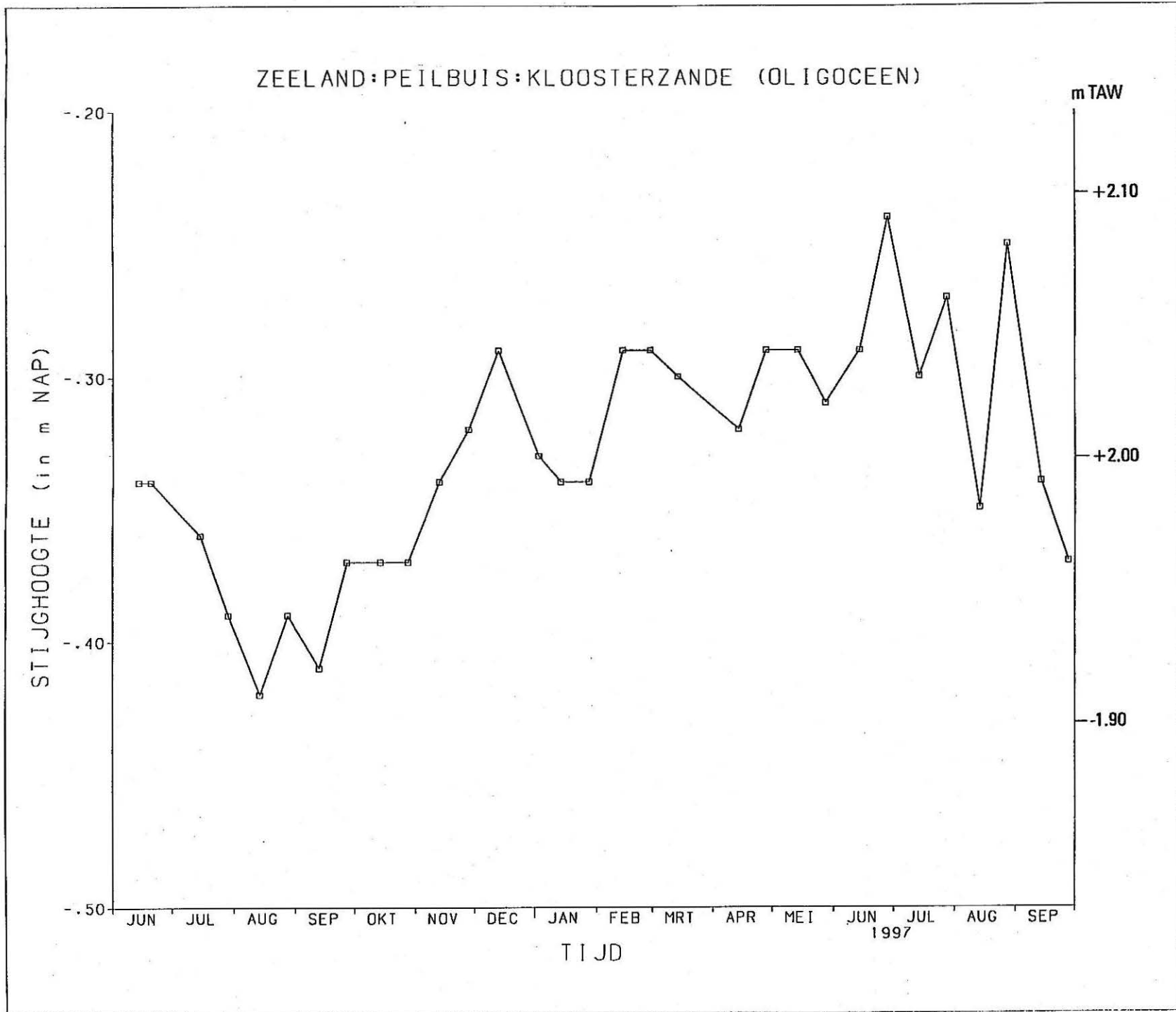


Fig. 11 -Tijd-stijghoogtegraafk van de peilbuis te Ovezande (Oligoceen)

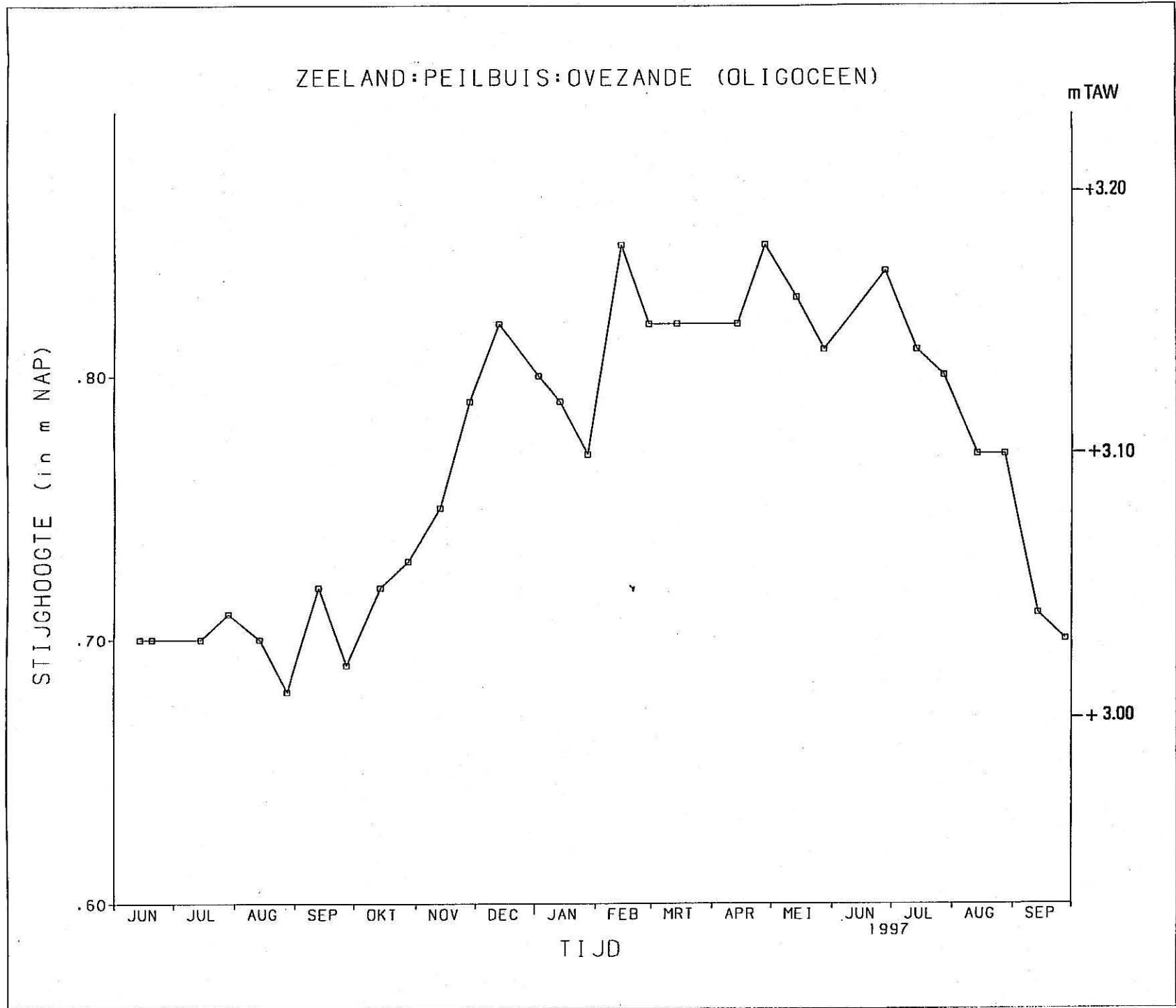


Fig 3. 12 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 2

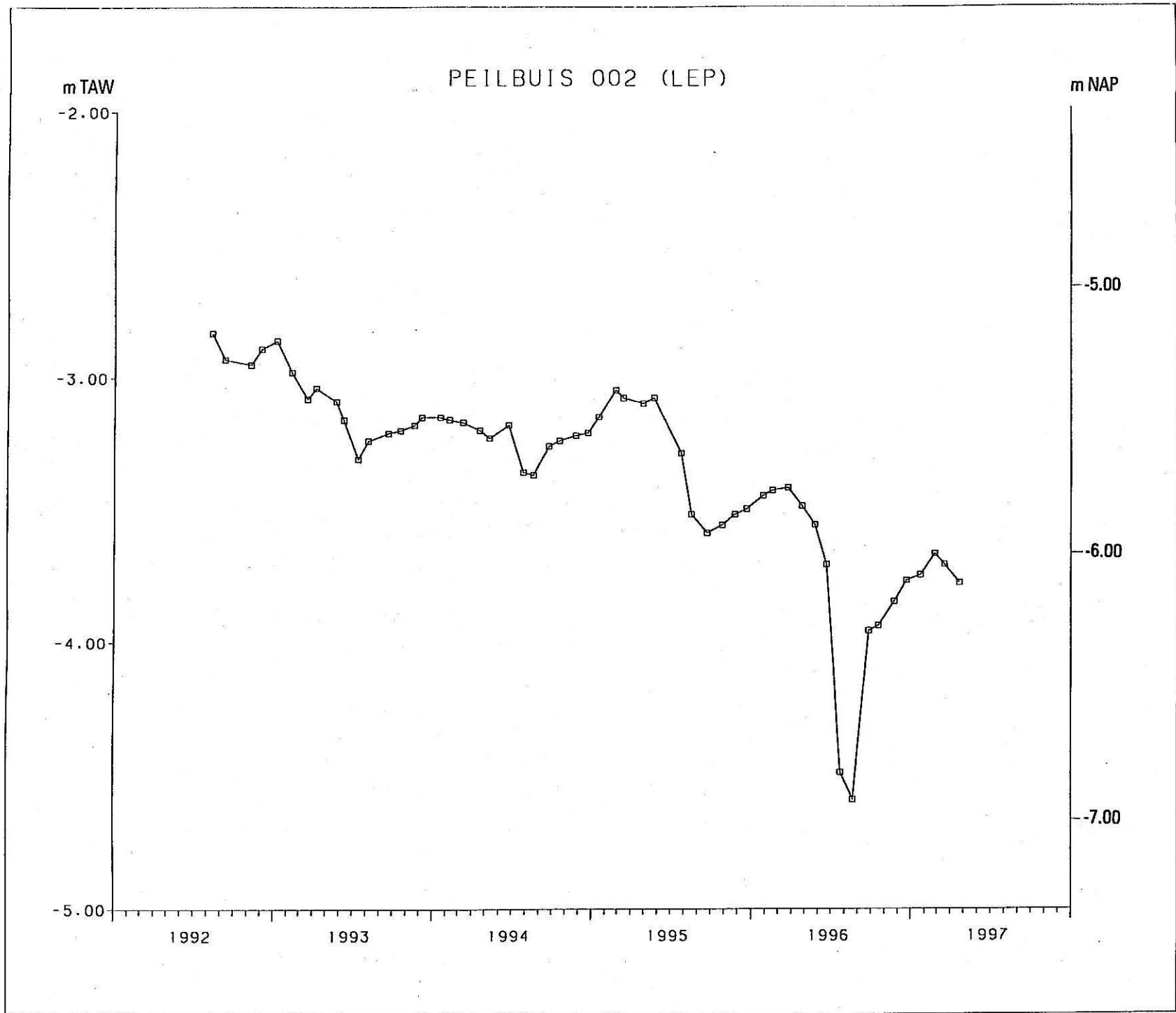


Fig. 3.13 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 13B

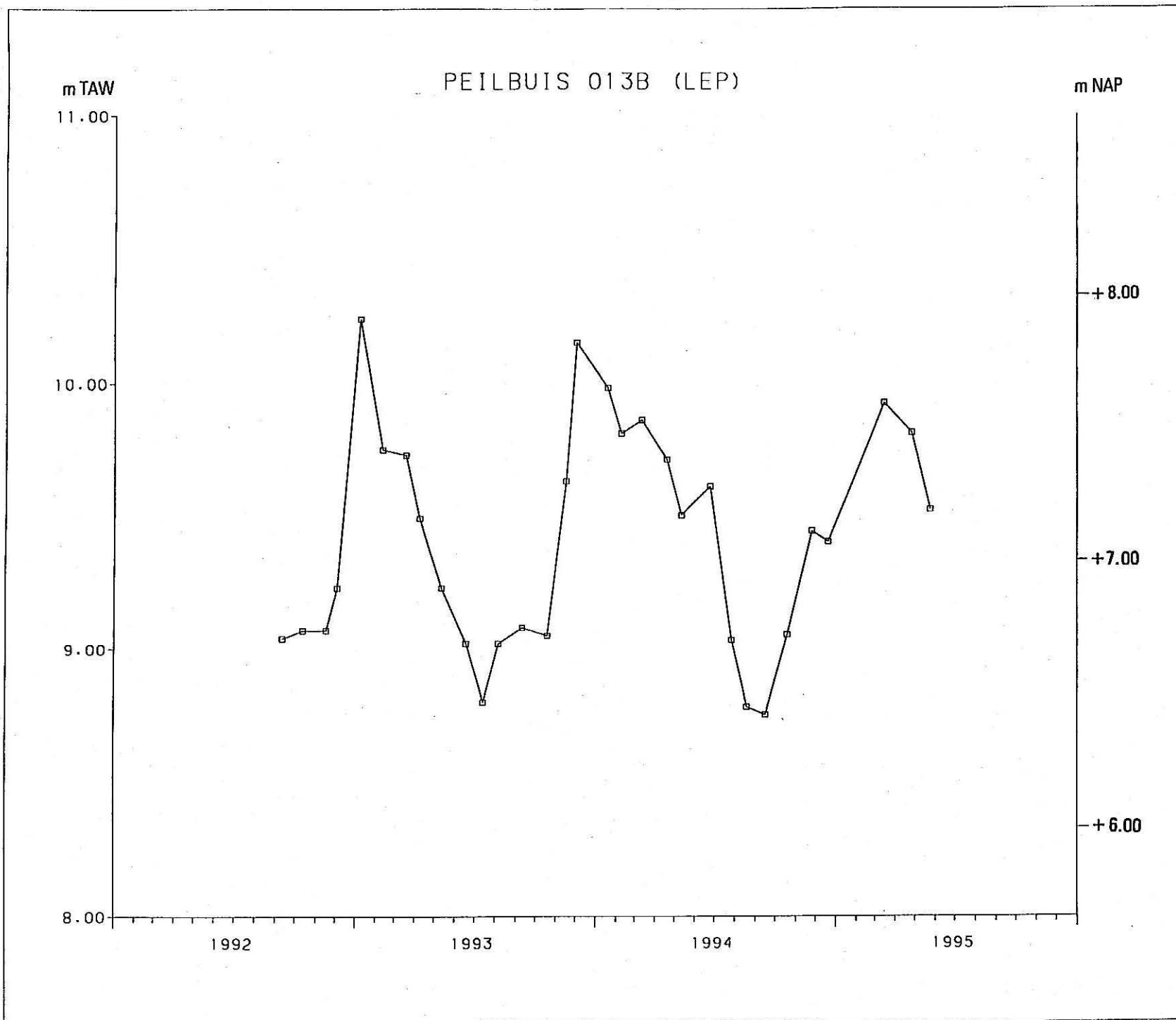


Fig. 14 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 21

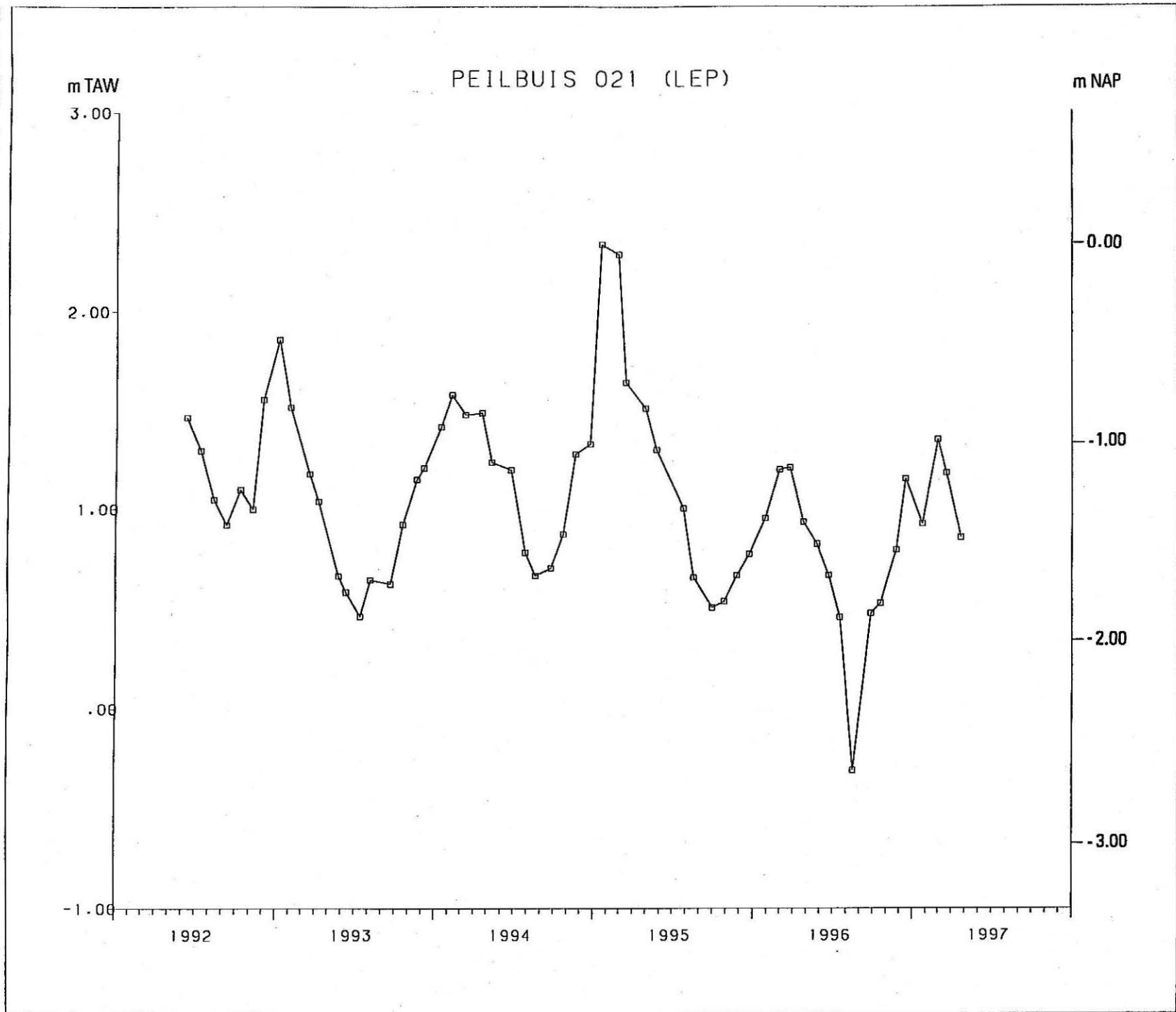


Fig 3.15 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 22

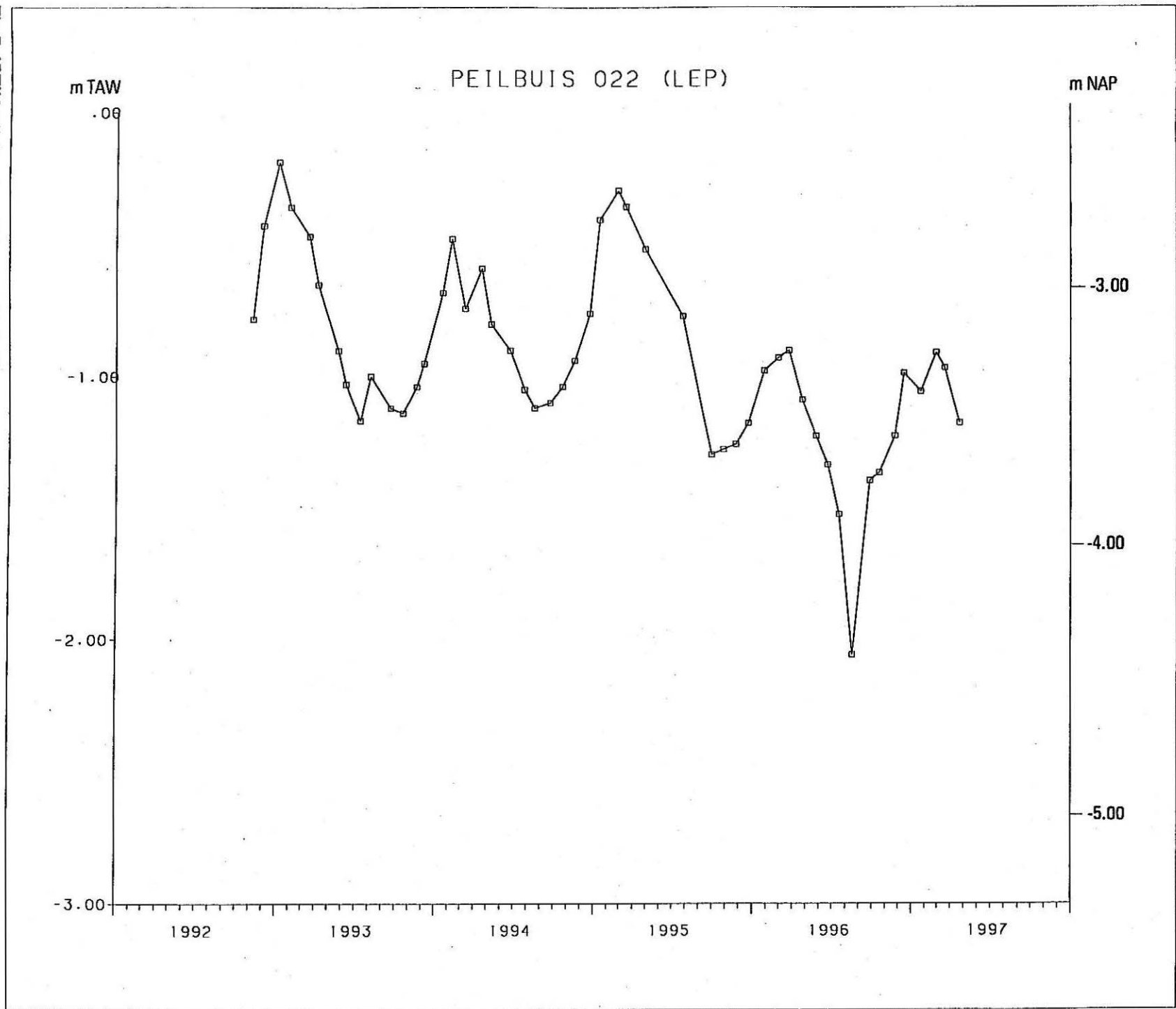


Fig. 16 Tijd-stijgheoogtegrafiek van peilbuis 24

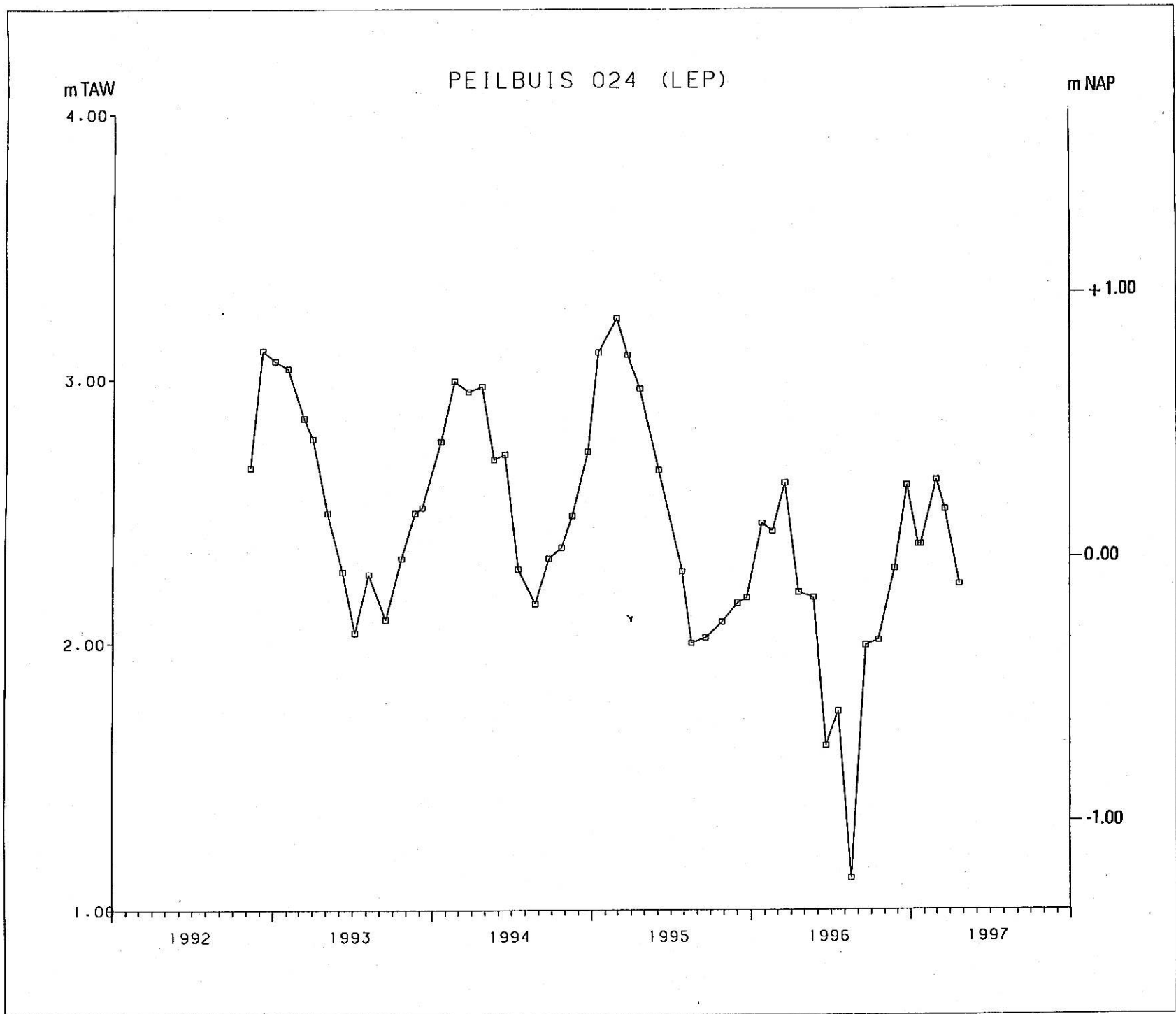


Fig 3.17 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 25

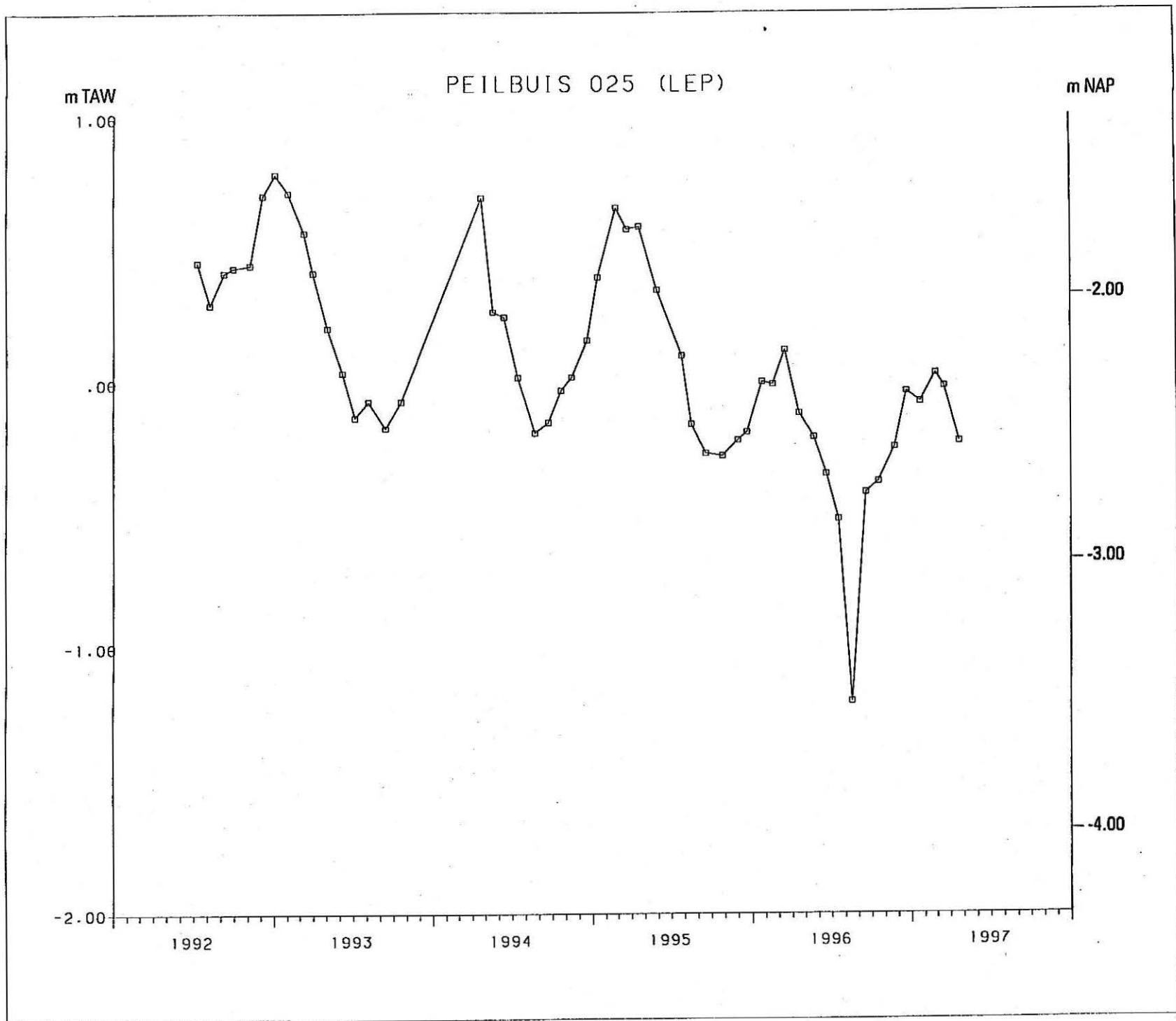


Fig 3. 18 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 26

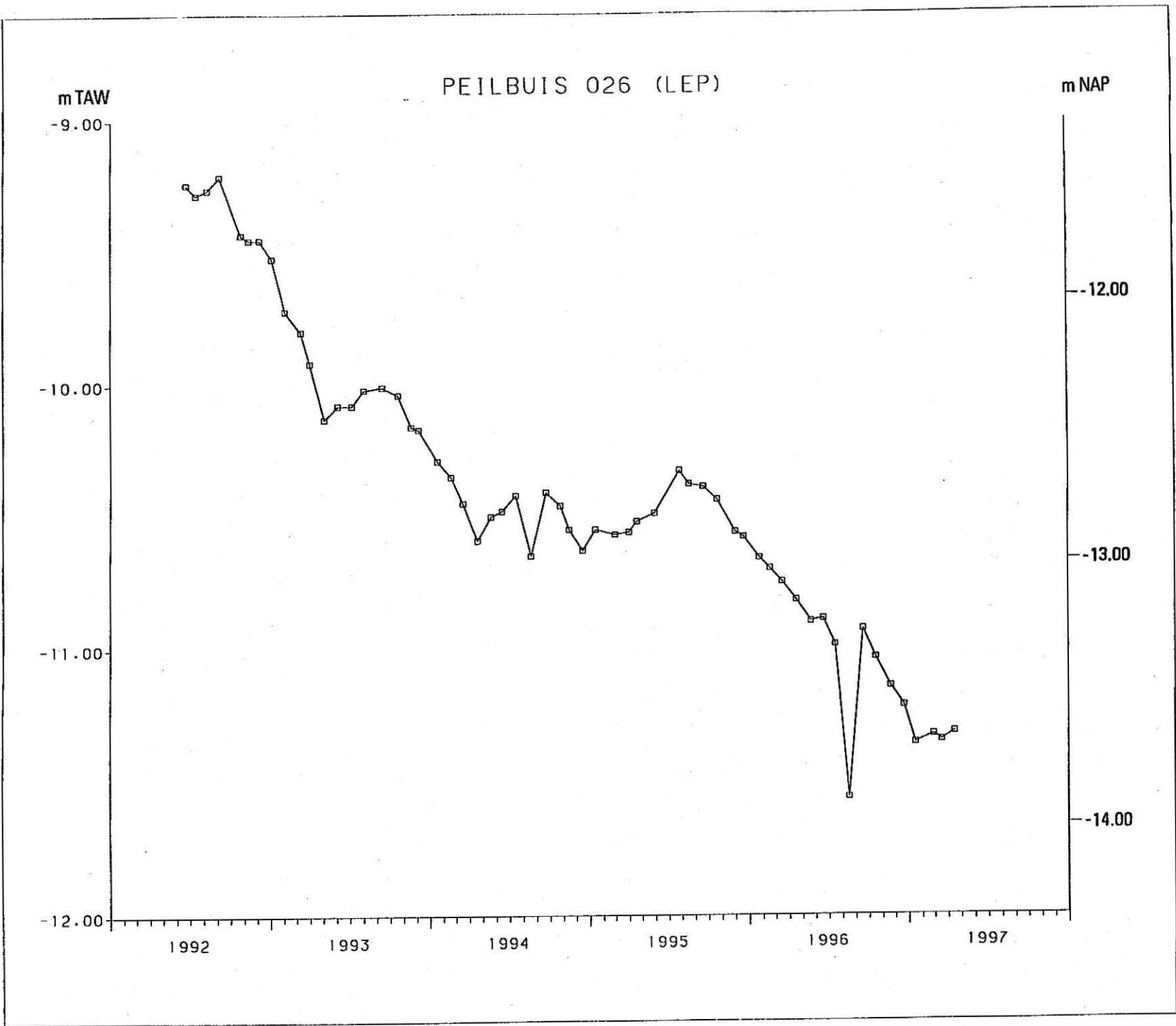


Fig. 3.19 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 48

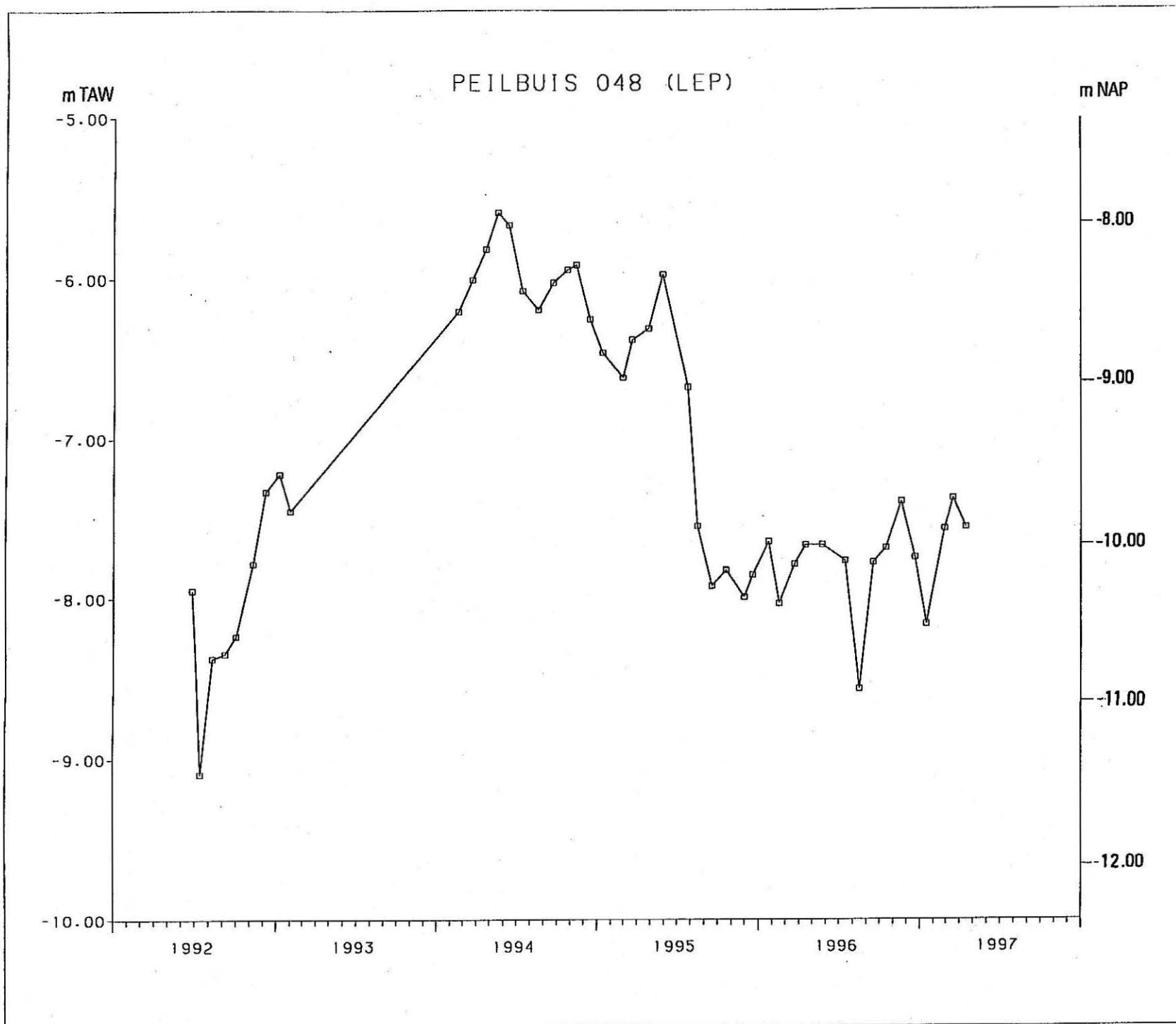


Fig. 3. 20Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 29

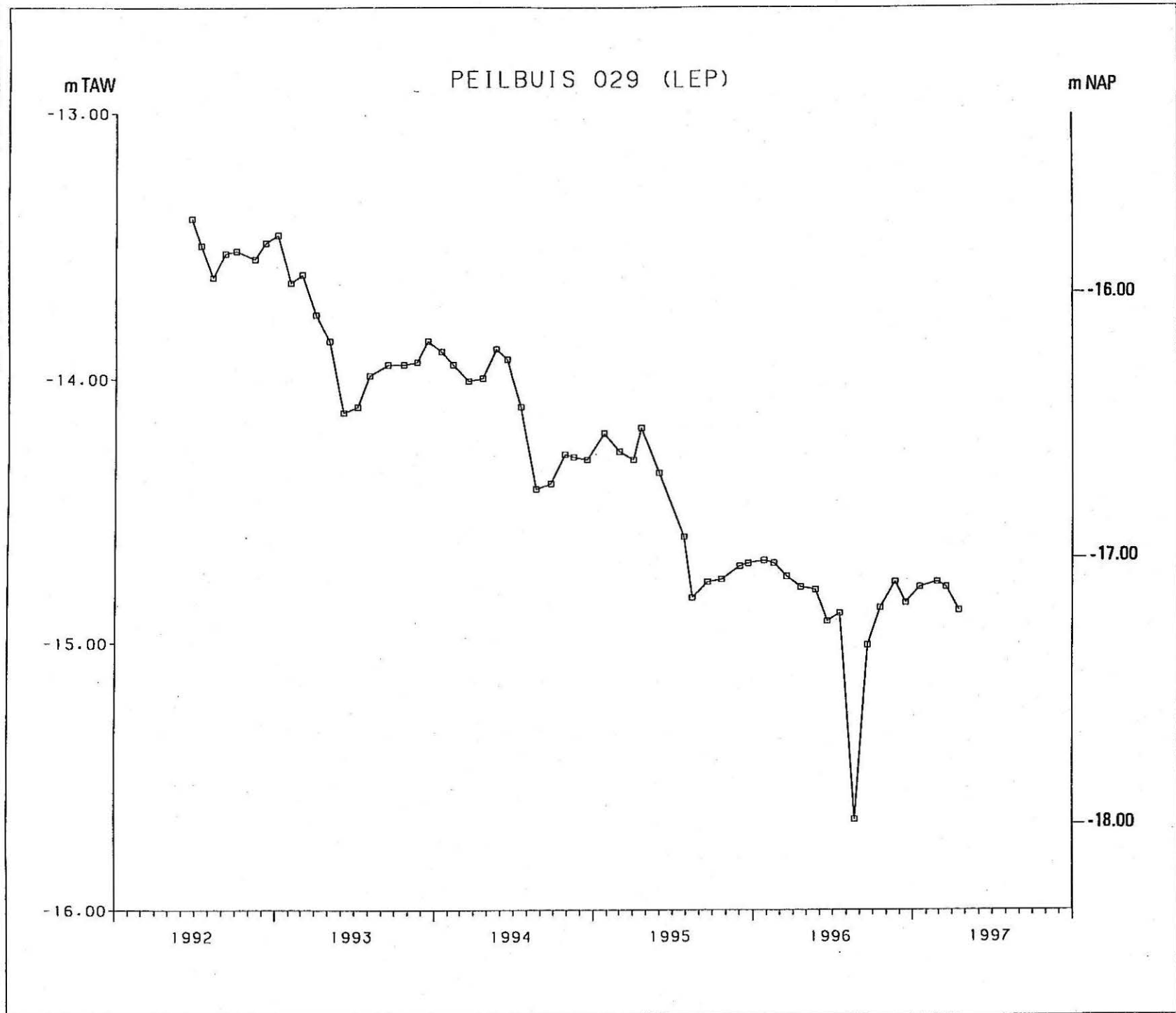


Fig. 21. Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 34

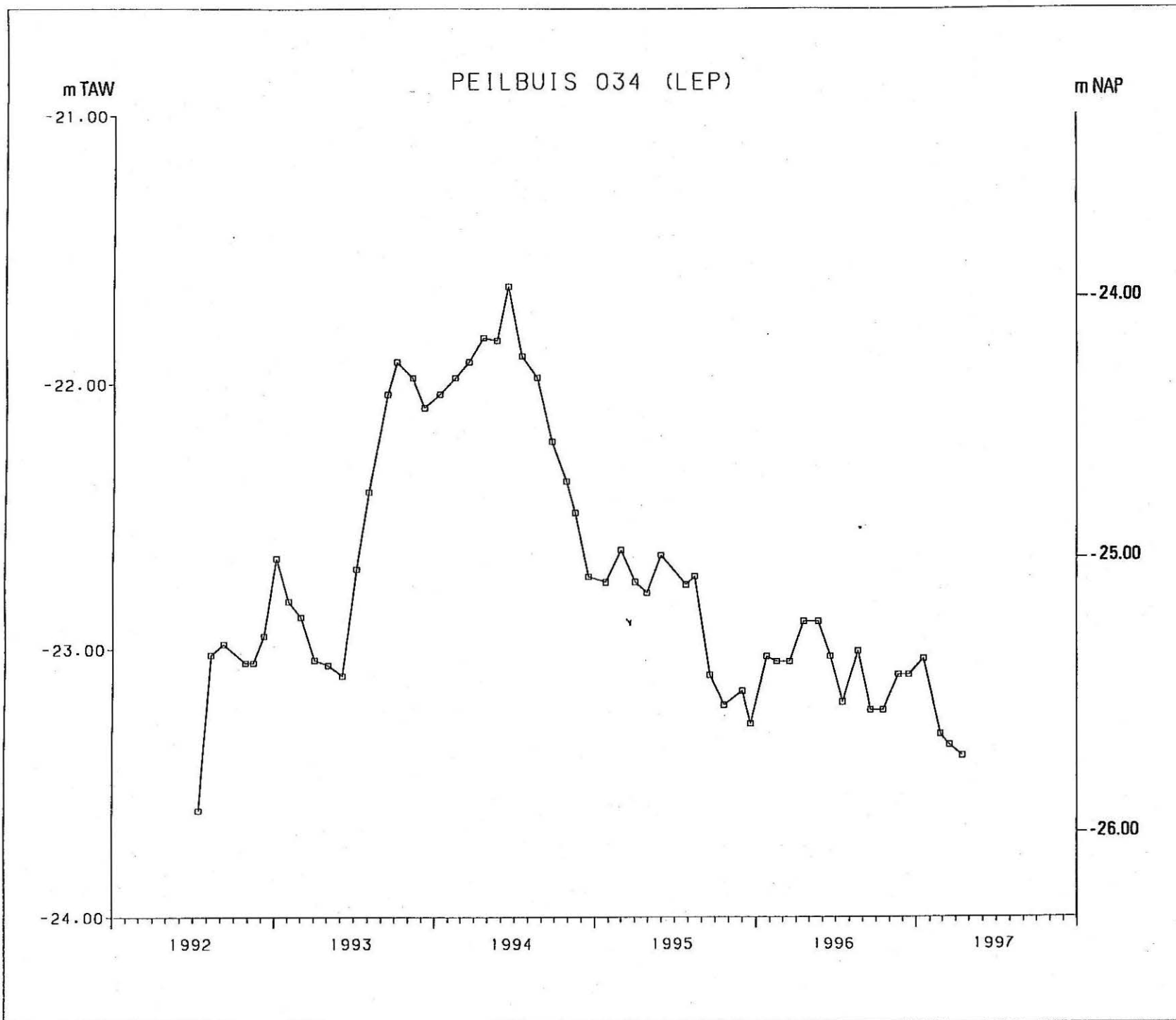
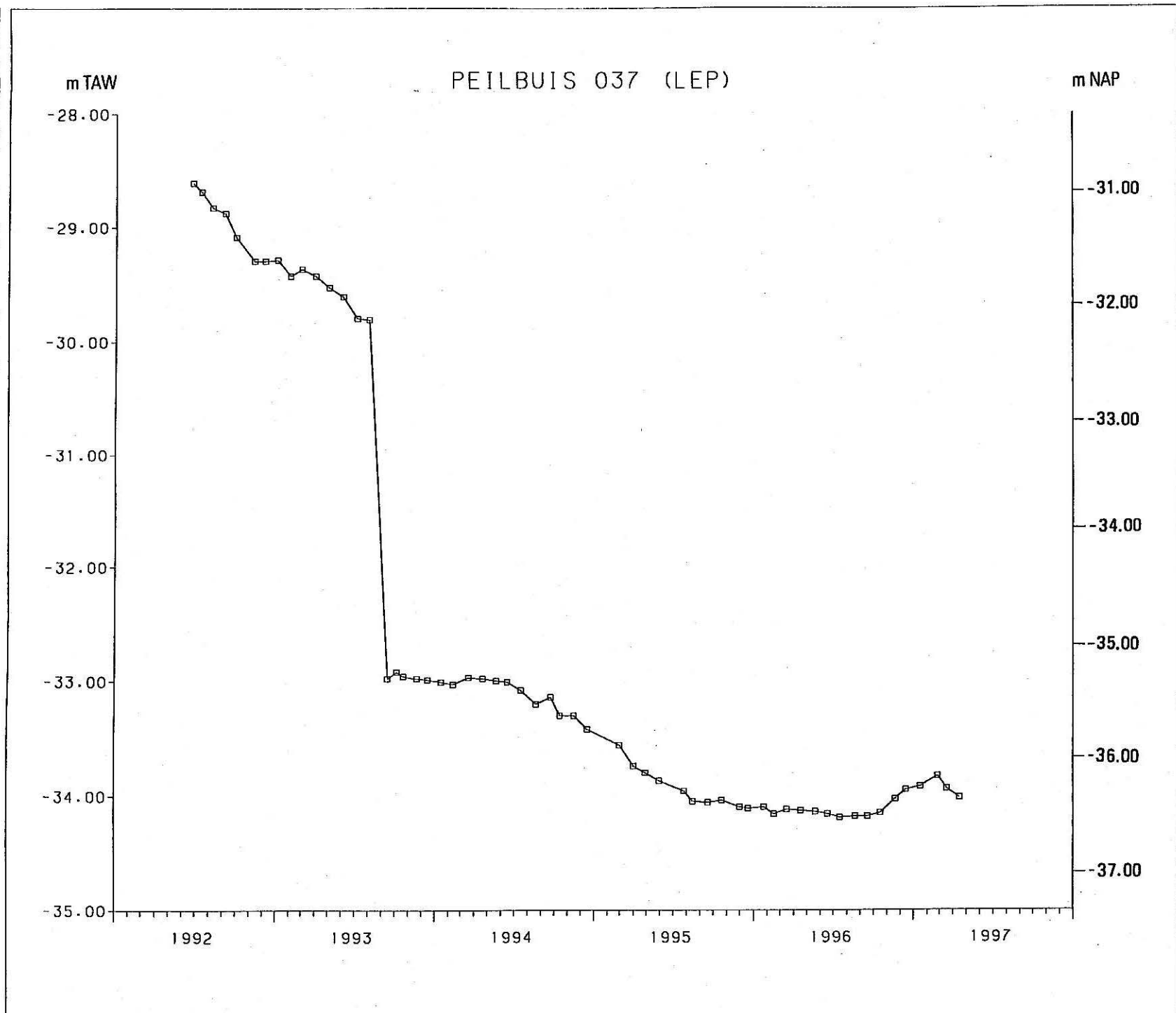


Fig 3.22 Tijd-stijghoogtegrafiek van peilbuis 37



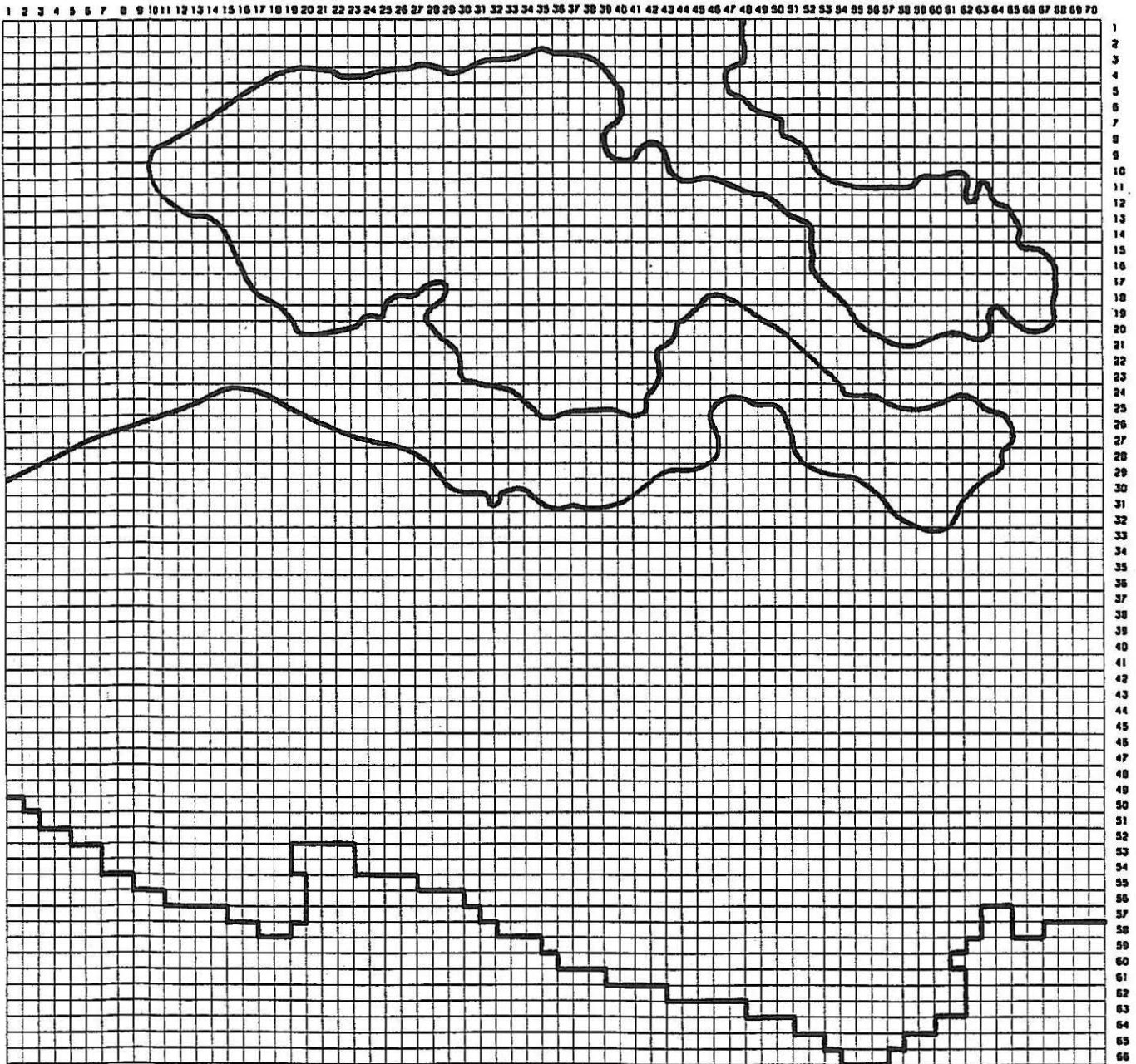


Fig. 4.1 - Netwerk en gebied van het regionaal model van de grondwaterstroming

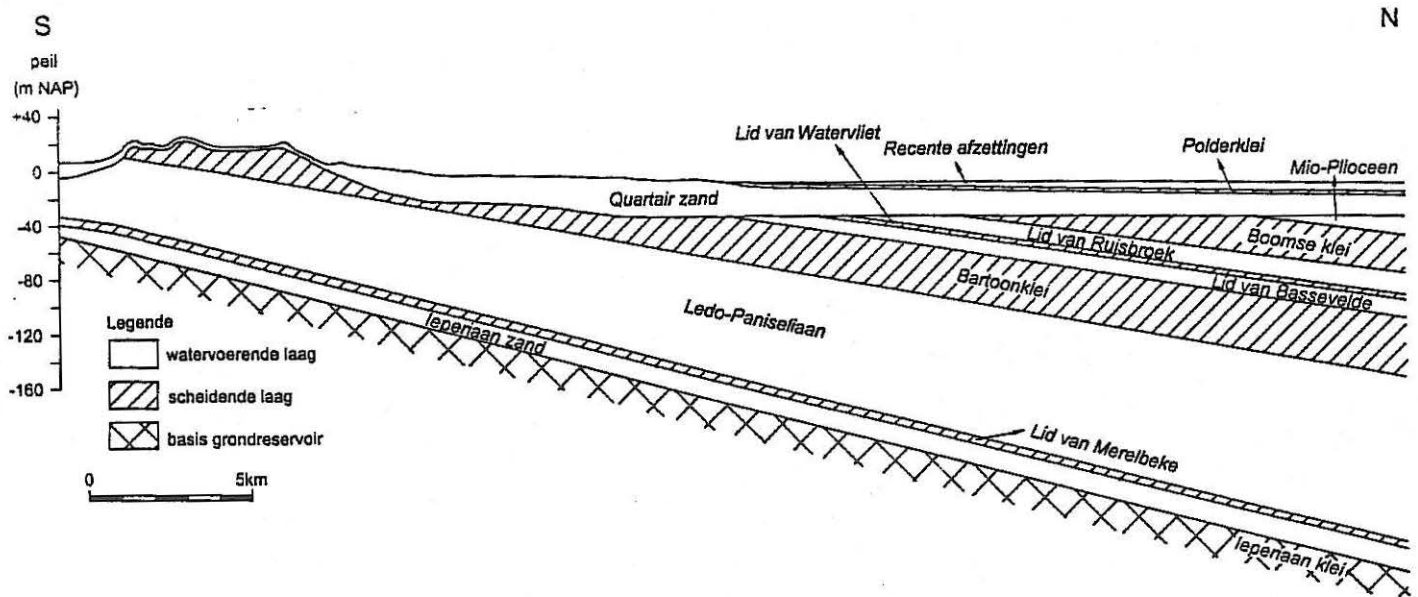


Fig. 4.2(a) - Schematisch S-N profiel vanaf het westelijk voedingsgebied van het Ledo-Paniselfaan

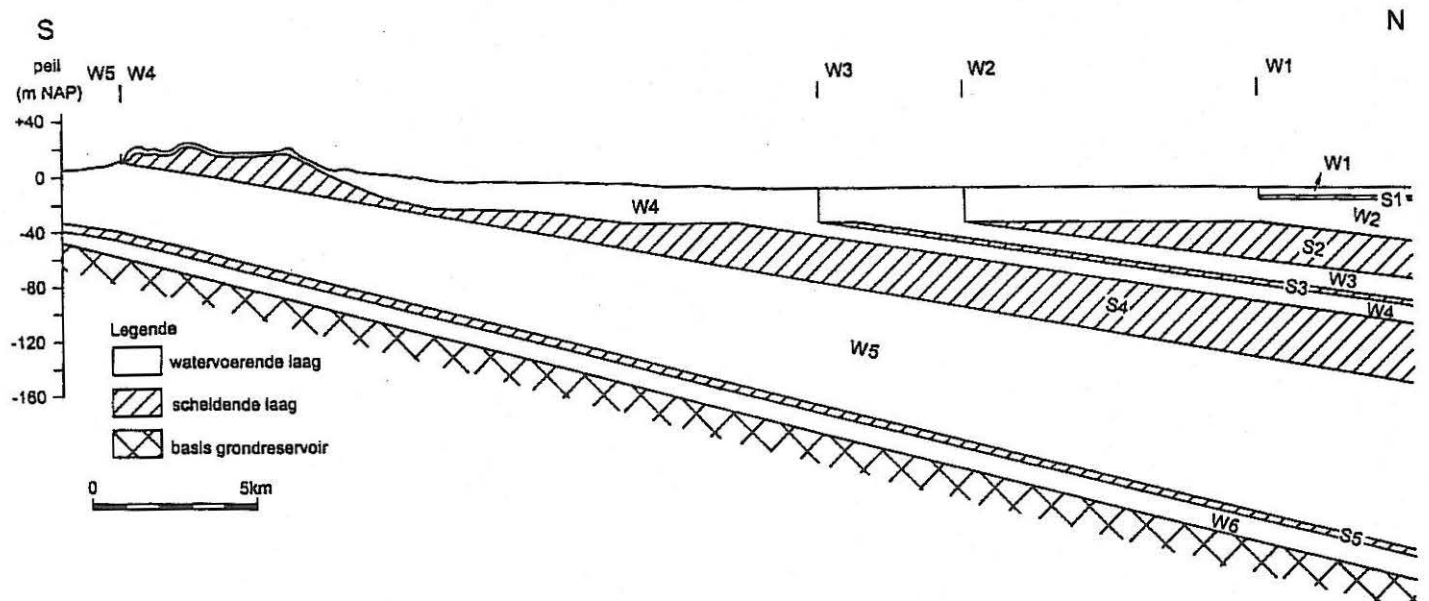


Fig. 4.2(b) - Indeling van het grondwaterreservoir in het mathematisch model

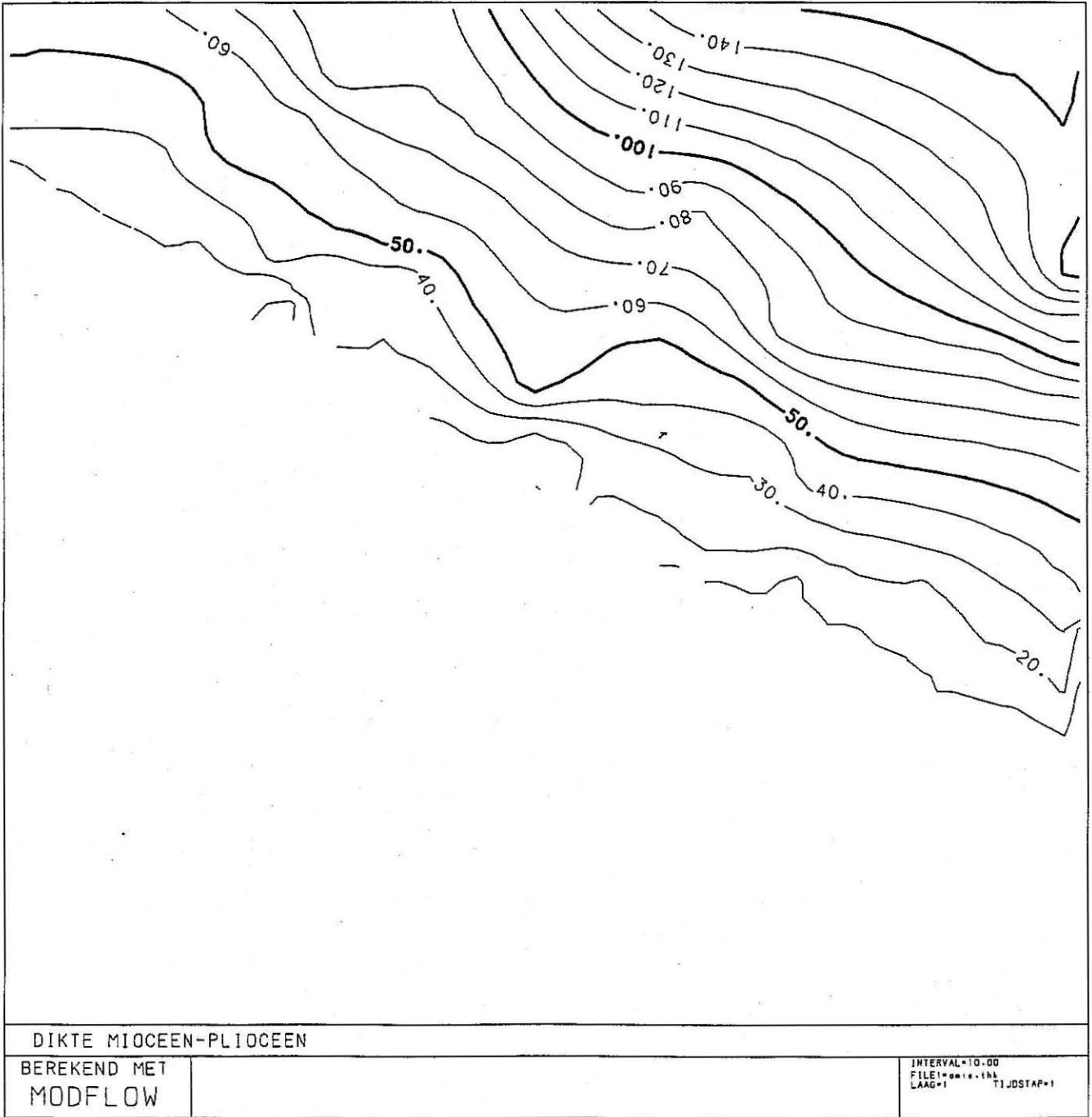


Fig. 4.4 - Ingevoerde dikte van de laag W2

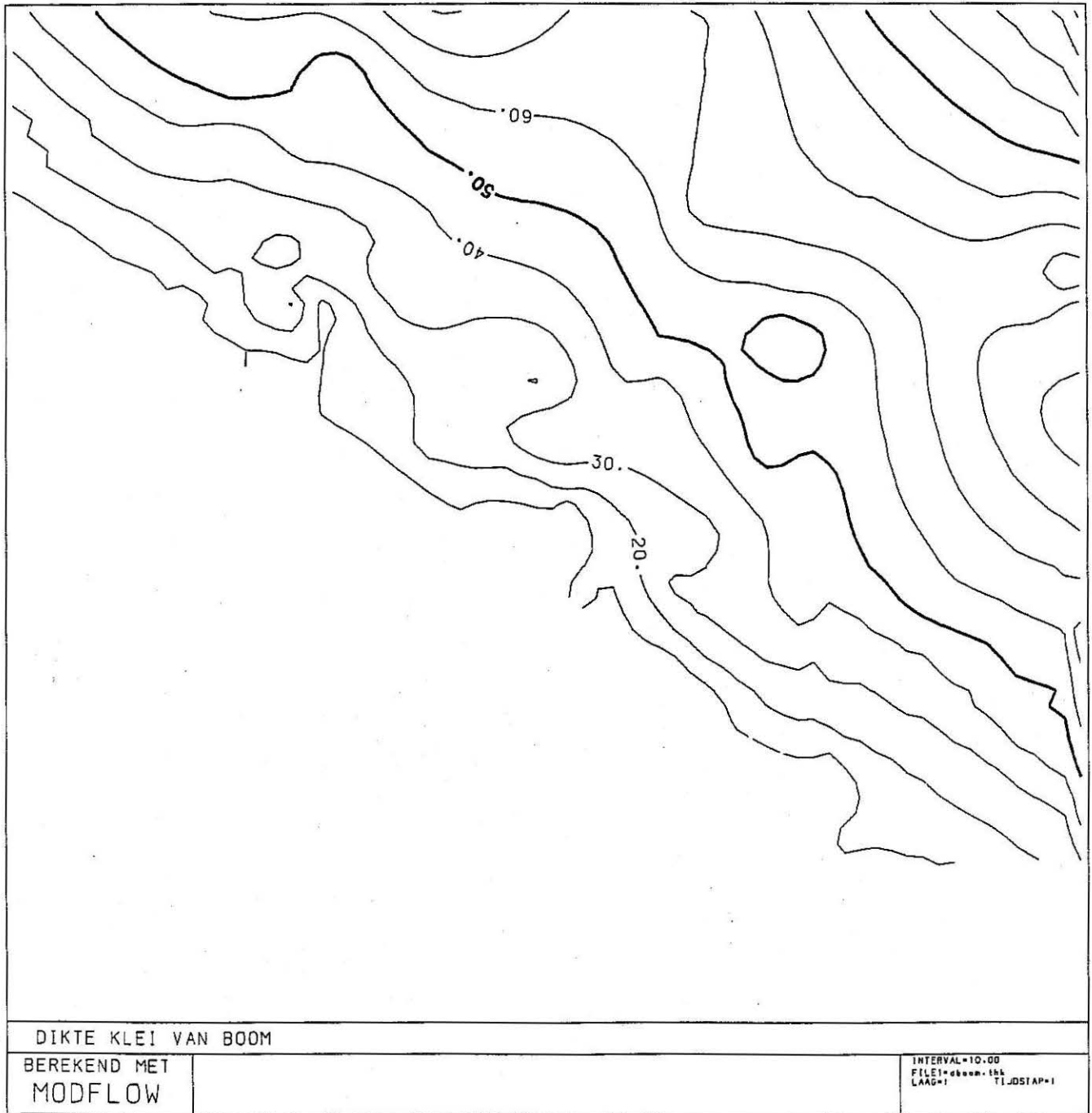


Fig. 4.5 - Ingevoerde dikte van de Boomse klei

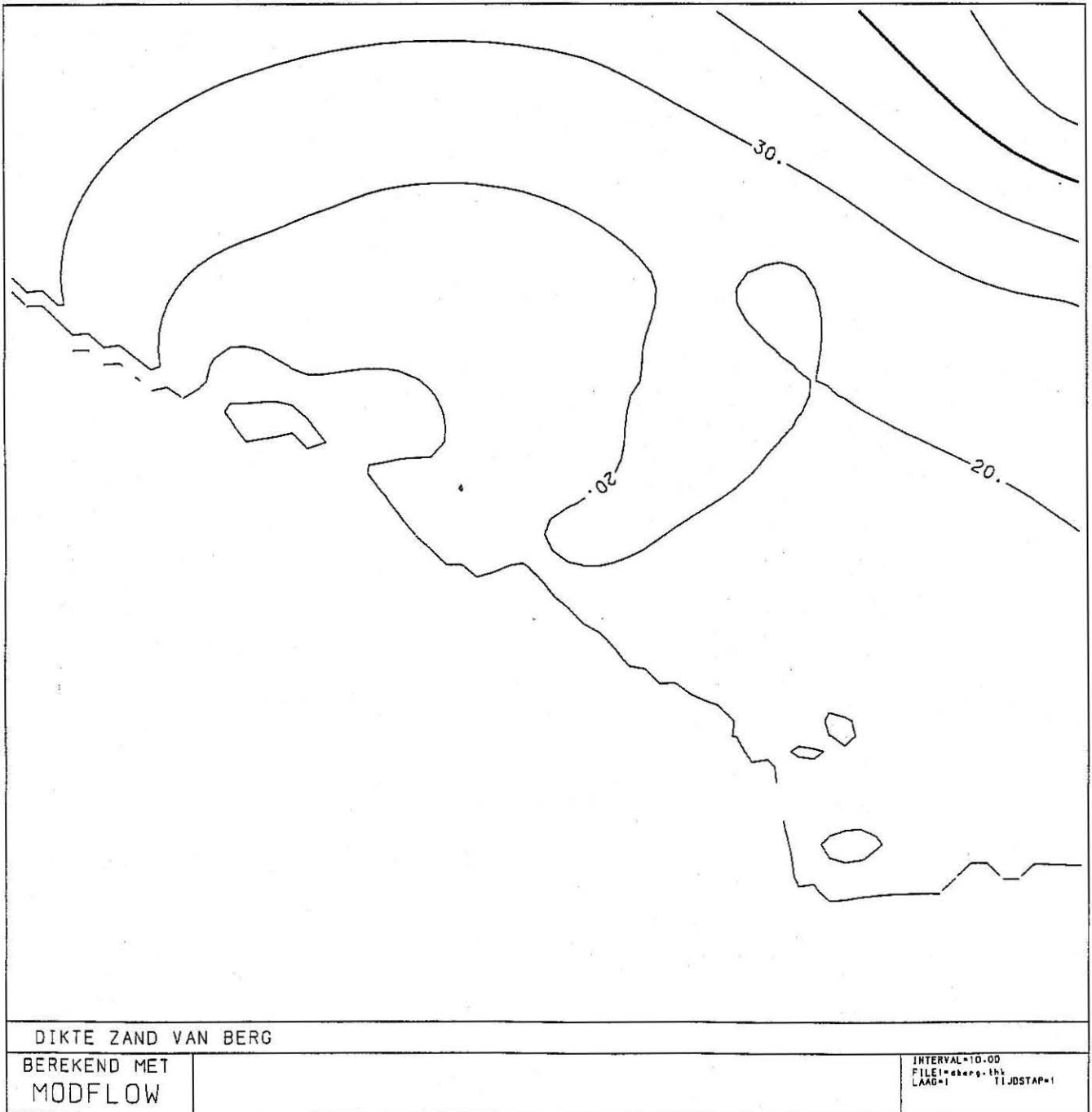
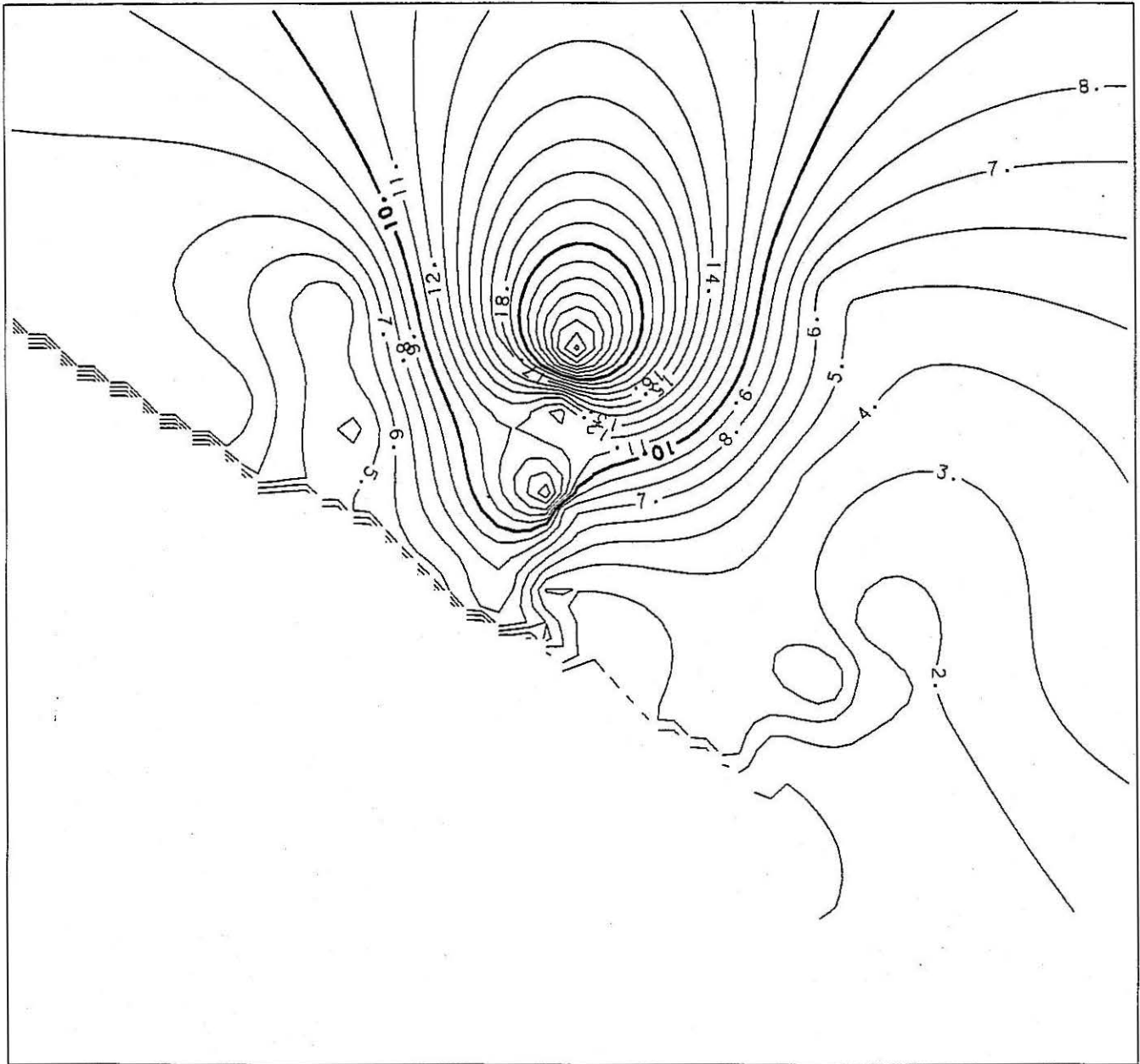
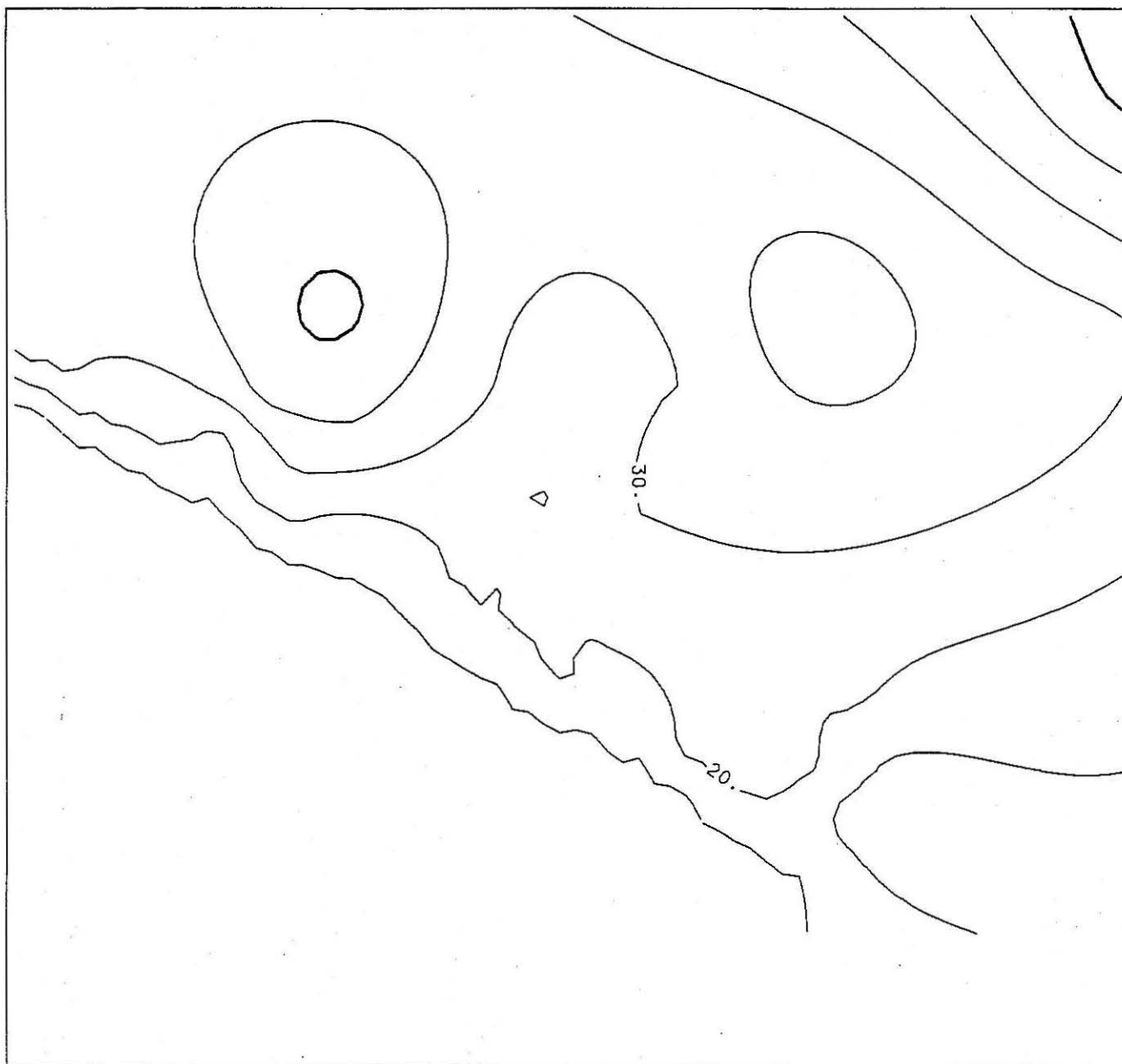


Fig. 4.6 - Ingevoerde dikte van de laag W3



DIKTE KLEI VAN WATERVLIET		INTERVAL=1.00 FILE1=dwater.thk LAAD=1 TIJDSTAP=1
BEREKEND MET MODFLOW		

Fig. 4.7 - Ingevoerde dikte van de klei van Watervliet



DIKTE ZAND VAN BASSEVELDE

BEREKEND MET
MODFLOW

INTERVAL=10.00
FILE1=*****.tbl
LAAG=1 IJOSTAP=1

Fig. 4.8 - Ingevoerde dikte van de laag W4

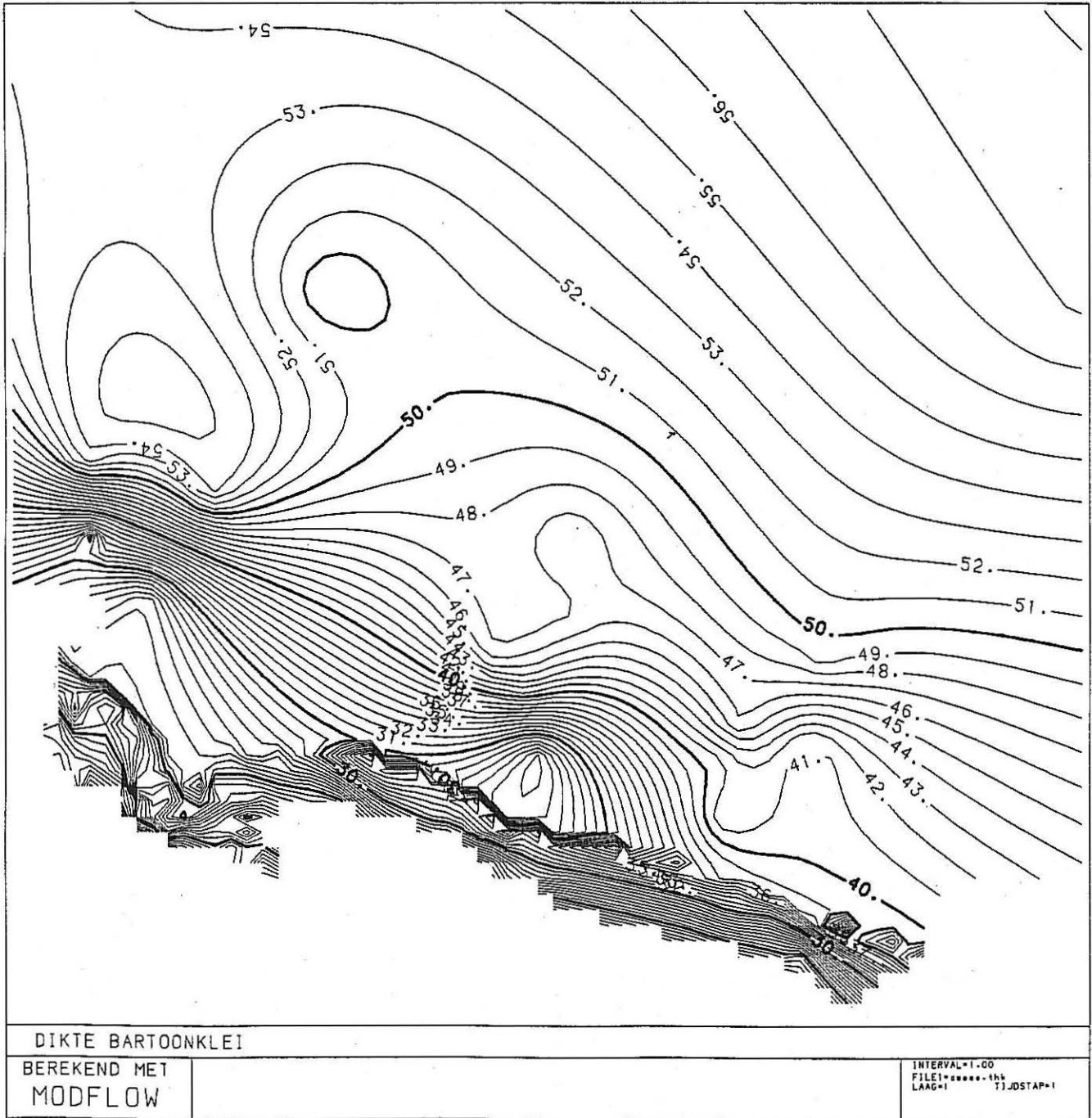


Fig. 4.9 - Ingevoerde dikte van de Bartoonklei

VASTE STIJGHOOGTECELLEN IN LAAG 1

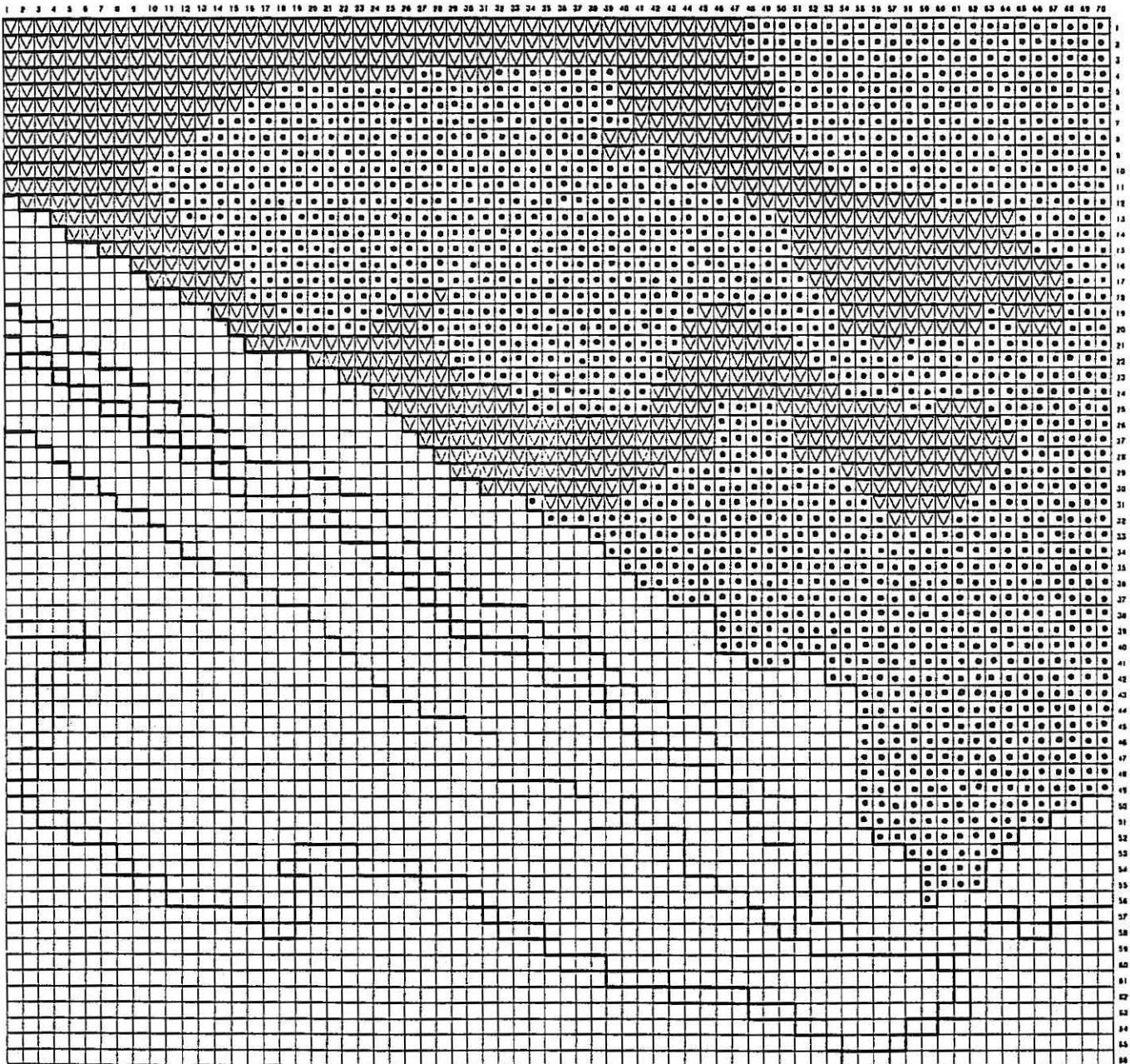


Fig. 4.10 - Vaste stijghoogtecellen in laag W1

- ▽ vaste stijghoogte 0 m
- vaste stijghoogte 1 m onder maaiveld

VASTE STIJGHOOGTECELLEN IN LAAG 2

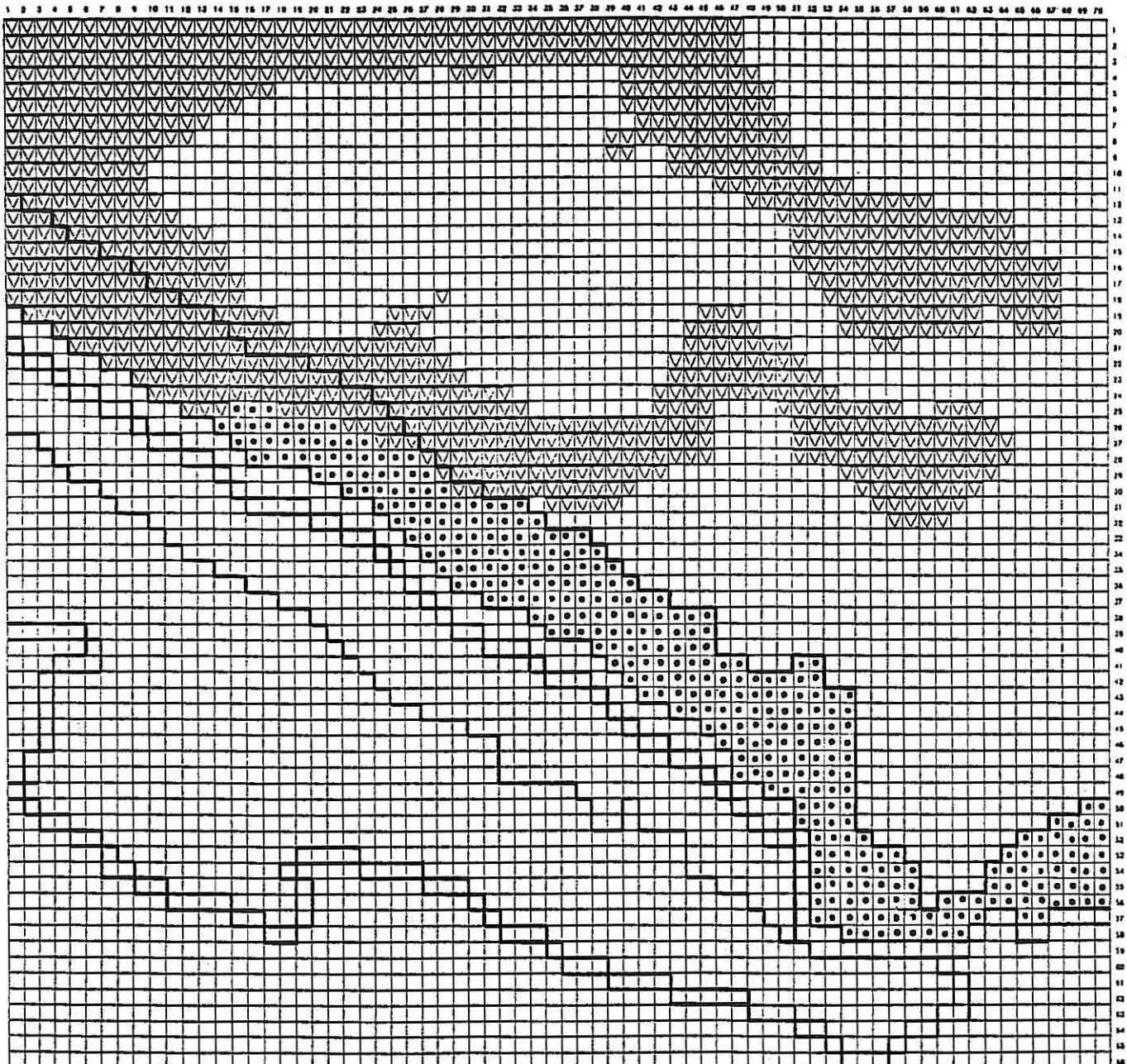


Fig. 4.11 - Vaste stijghoogtecellen in laag W2

- ▽ vaste stijghoogte 0 m
- vaste stijghoogte 1 m onder maaiveld

VASTE STIJGHOOGTECELLEN IN LAAG 3

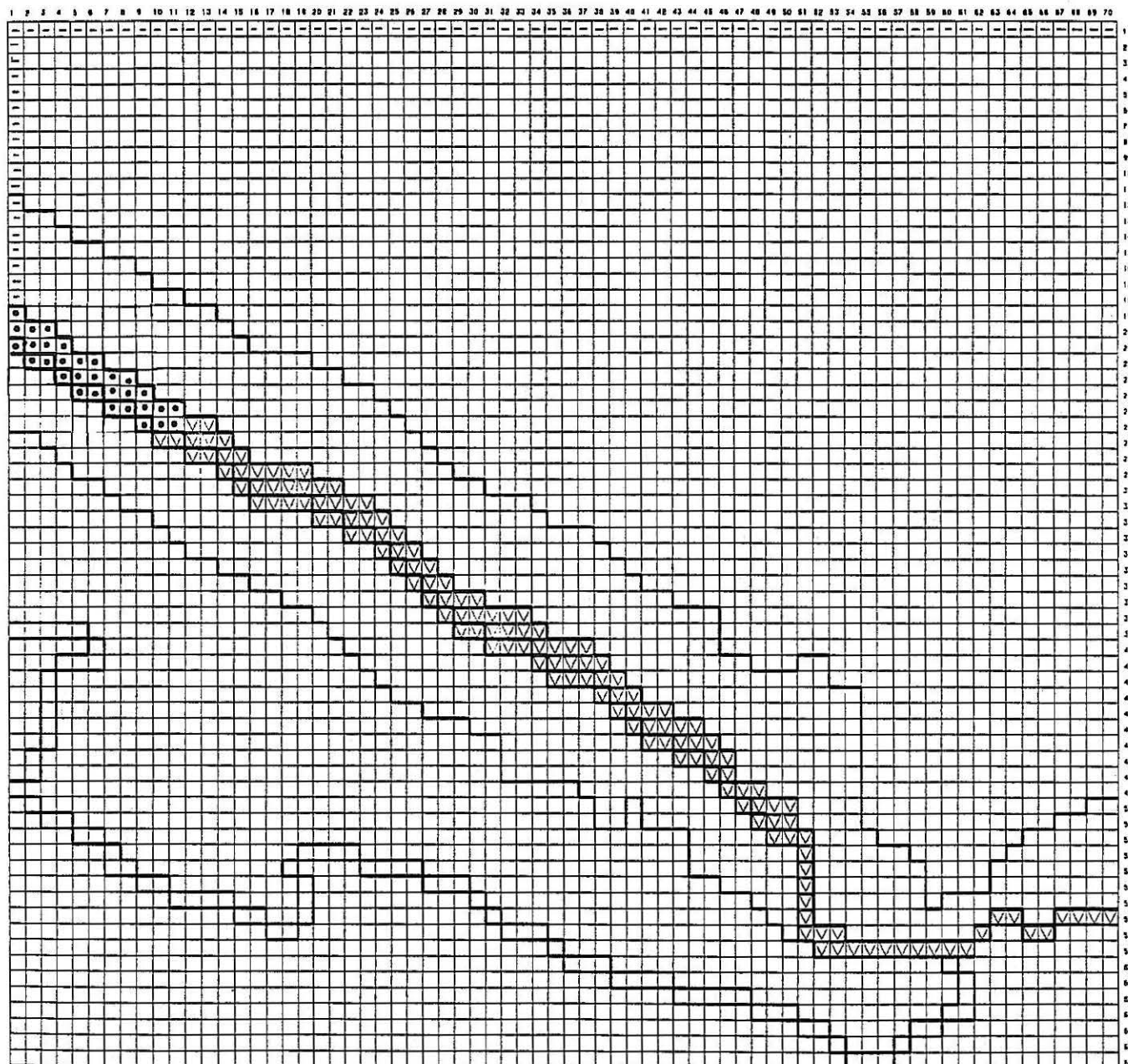


Fig. 4.12 - Vaste stijghoogtecellen in laag W3

- vaste stijghoogte 0 m
- ▽ vaste stijghoogte 1 m onder maaiveld
- vaste stijghoogte 0 m met hydraulische contactfactor $10 \text{ m}^2/\text{d}$

VASTE STIJGHOOGTECELLEN IN LAAG 4

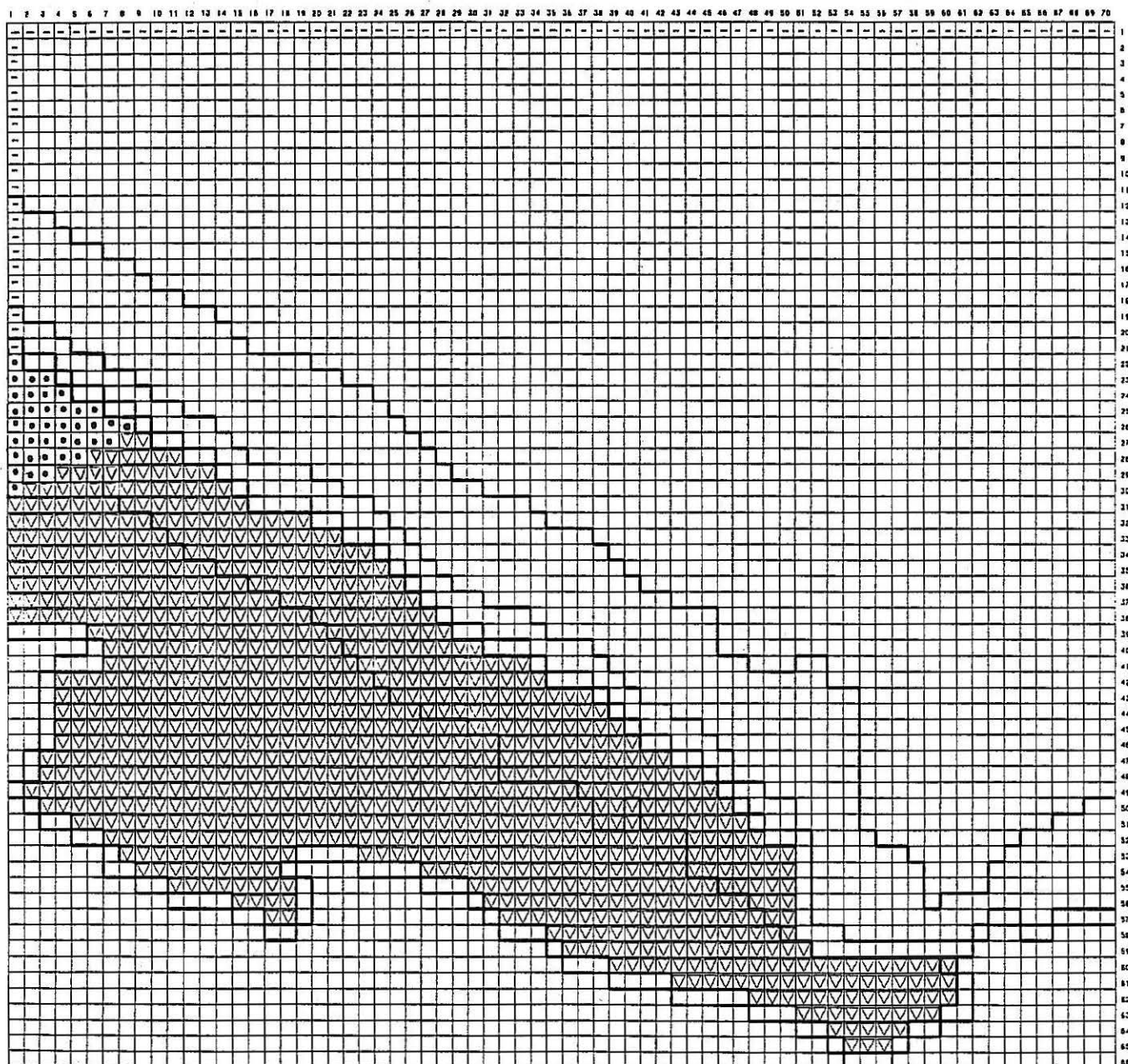


Fig. 4.13 - Vaste stijghoogtecellen in laag W4

- vaste stijghoogte 0 m
- ▽ vaste stijghoogte 1 m onder maaiveld
- vaste stijghoogte 0 m met hydraulische contactfactor $10 \text{ m}^2/\text{d}$

VASTE STIJGHOOGTECELLEN IN LAAG 5

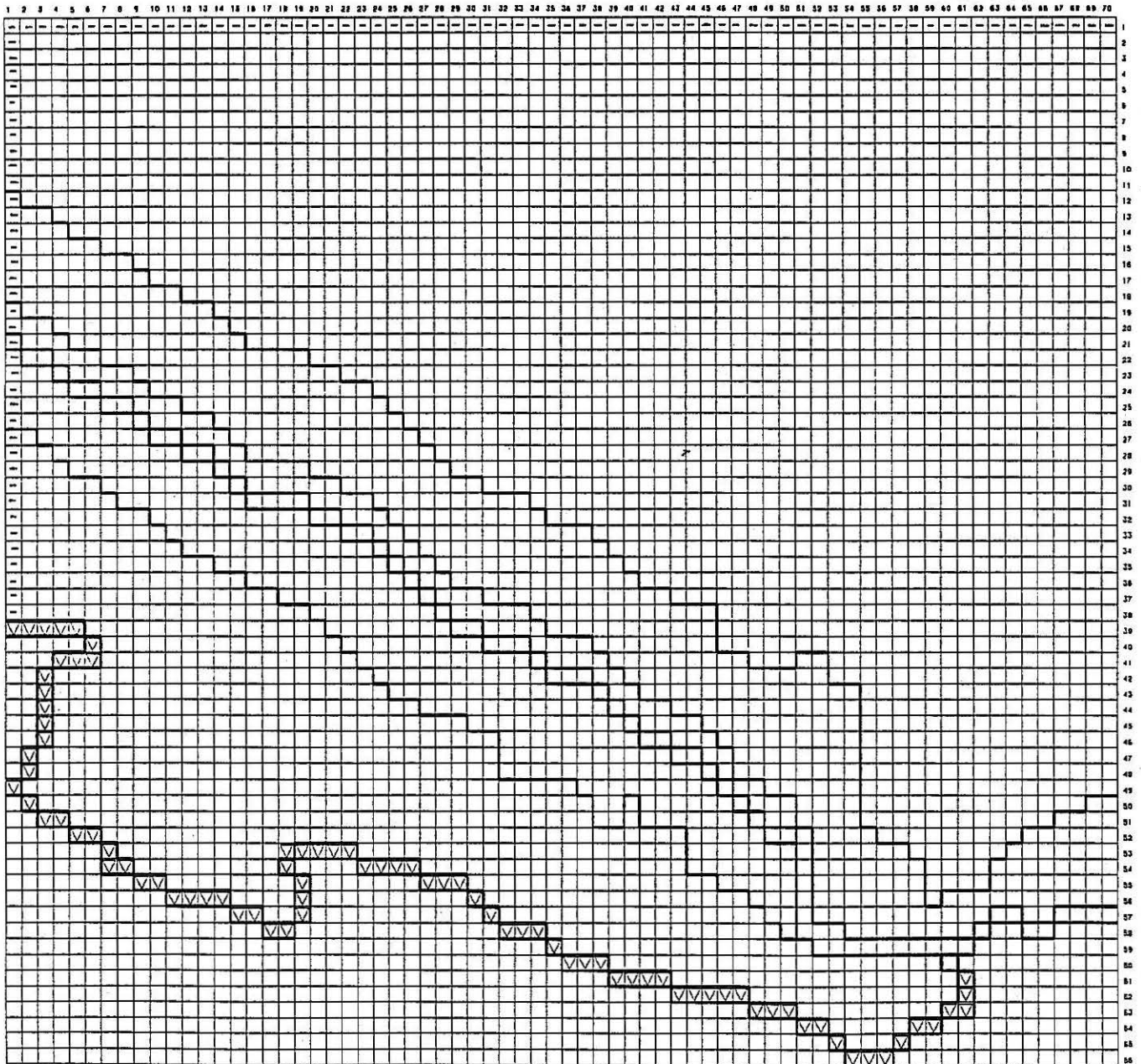


Fig. 4.14 - Vaste stijghoogtecellen in laag W5

- ▽ vaste stijghoogte 1 m onder maaiveld
- vaste stijghoogte 0 m met hydraulische contactfactor $10 \text{ m}^2/\text{d}$

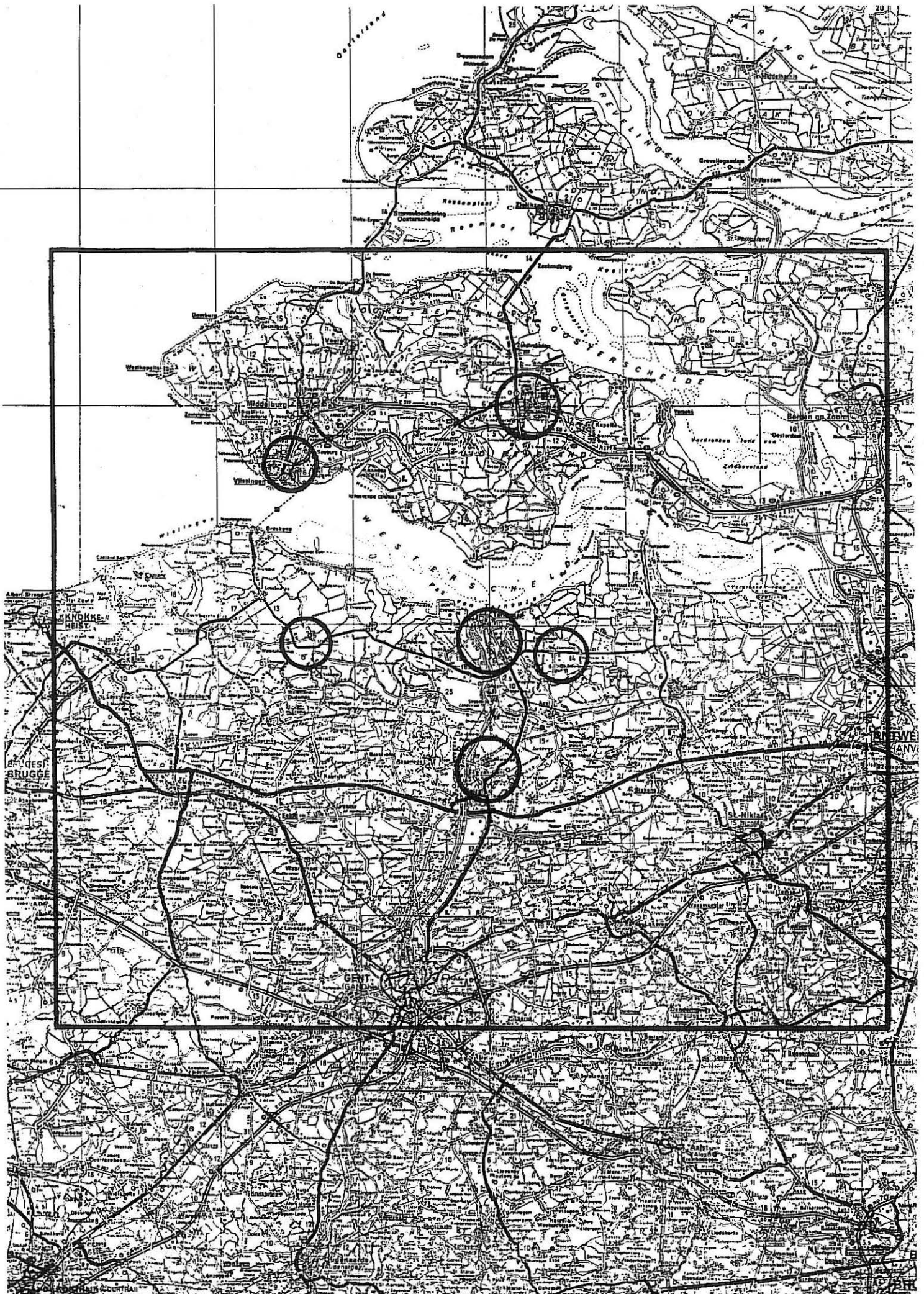


Fig. 4.15 - Voorstel van te plaatsen peilbuizen in de diepe zandlagen in Zeeland

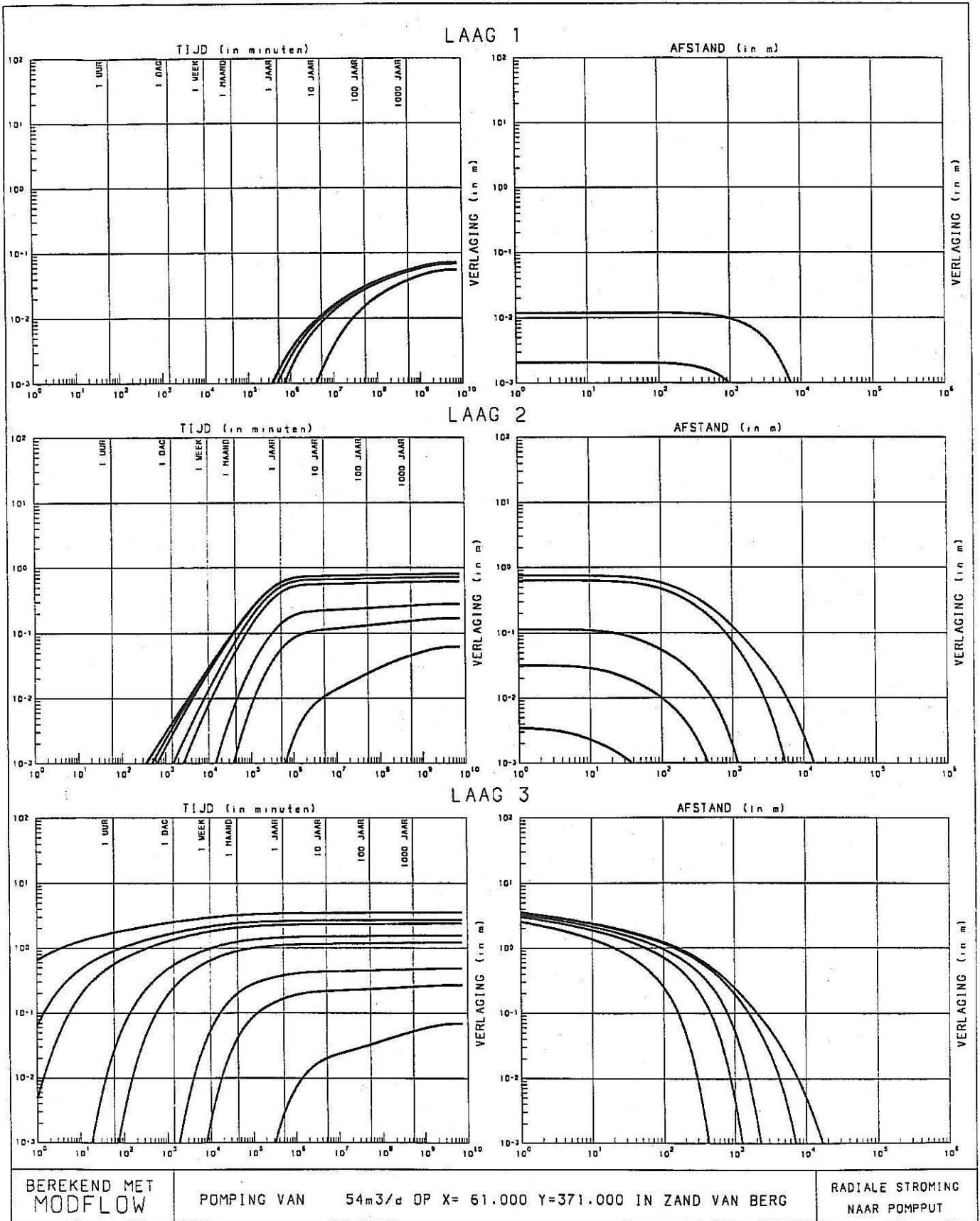


Fig 5.1 Voorbeeld 1 : grafische voorstelling van de resultaten

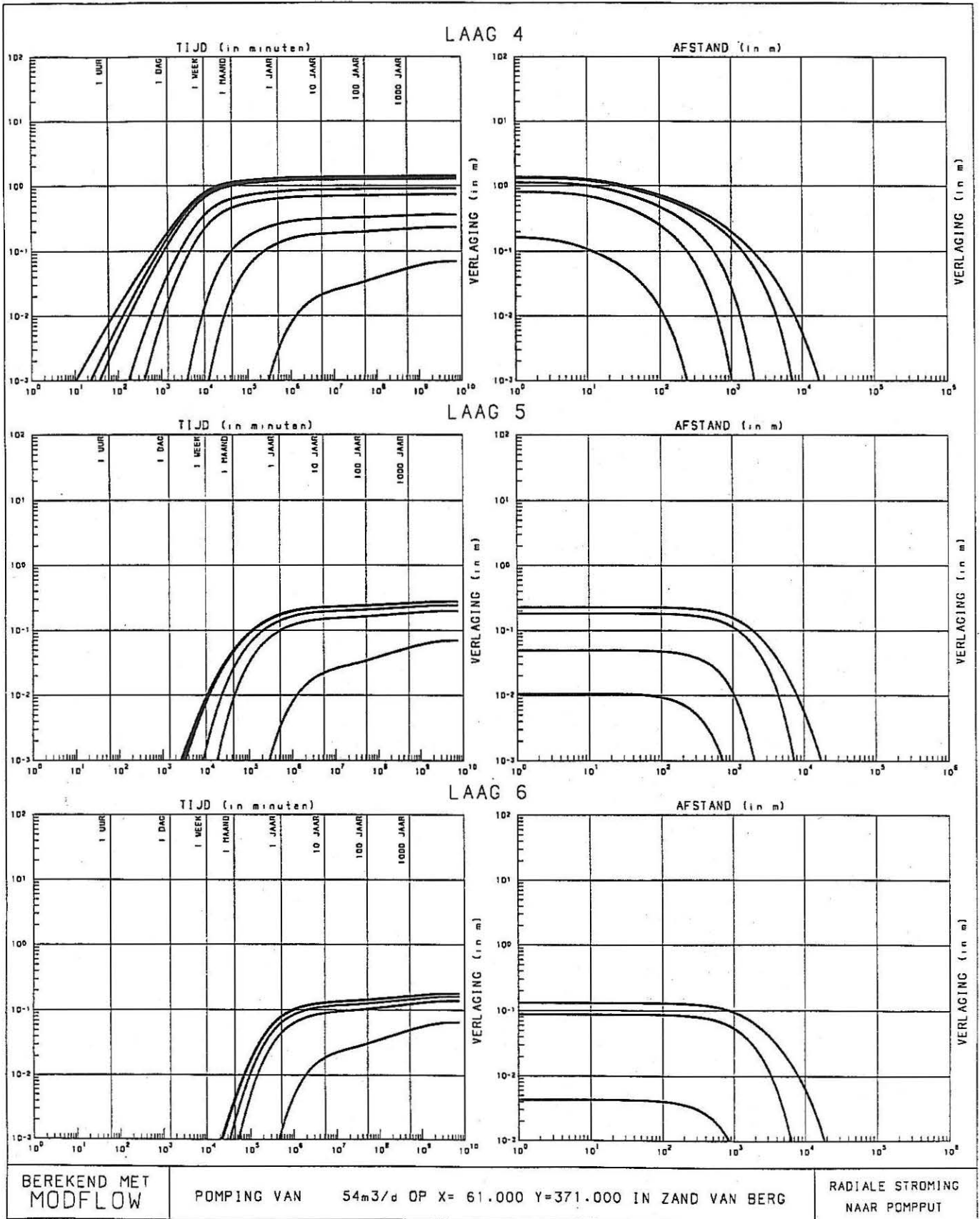


Fig 5.1 Voorbeeld 1 : grafische voorstelling van de resultaten

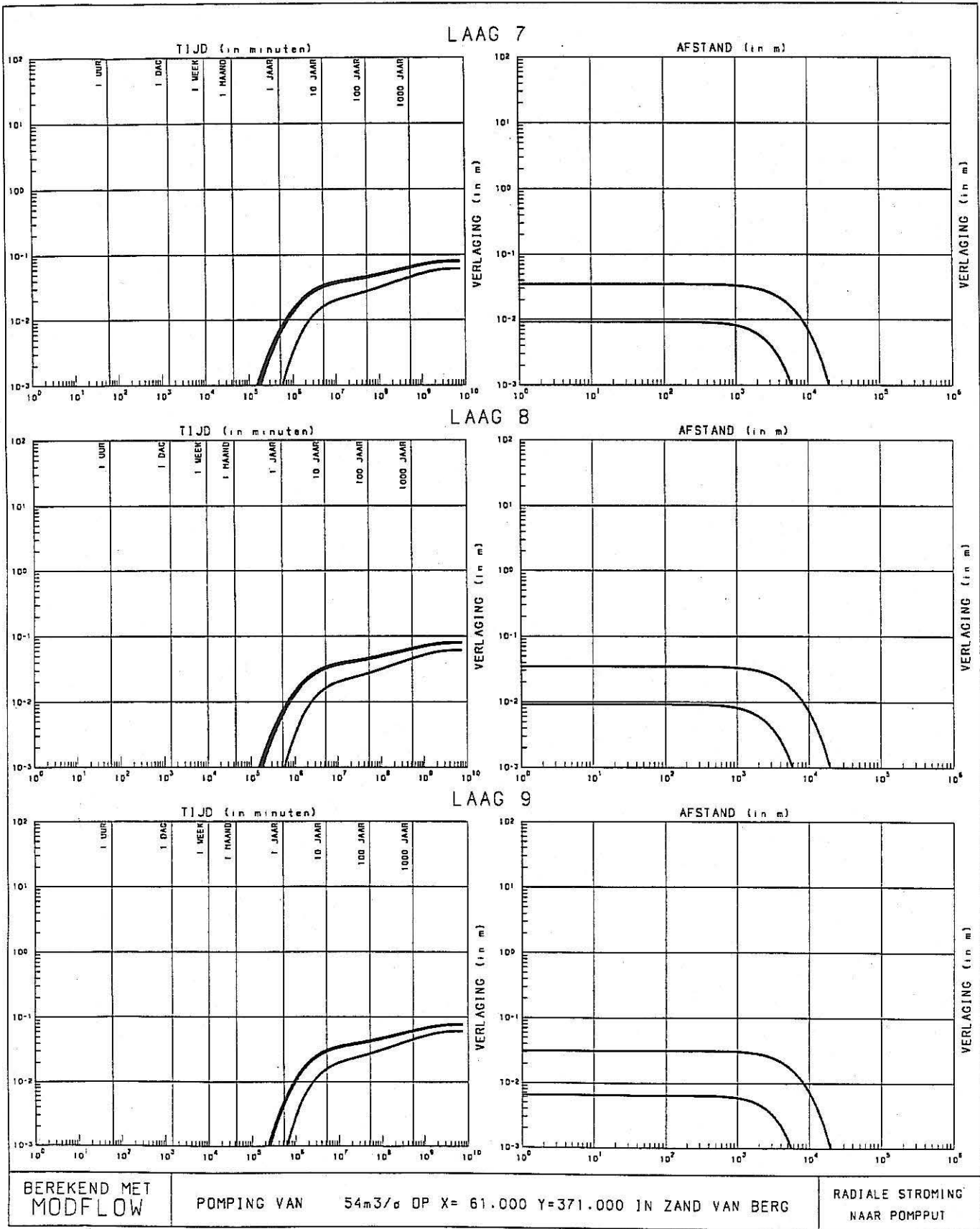


Fig 5a Voorbeeld 1 : grafische voorstelling van de resultaten

L O C A A L M O D E L Z E E L A N D

BEREKENDE TIJD-VERLAGINGS EN AFSTANDS-VERLAGINGSKURVEN
Verlagingen in m

L A A G 1 W A T E R T A F E L

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	
1 JAAR	.002	.002	.002	.001	.000	
10 JAAR	.011	.011	.011	.009	.000	
100 JAAR	.030	.030	.030	.028	.007	
TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.000	.000	.000	.002	.012	.031
10.	.000	.000	.000	.002	.012	.031
100.	.000	.000	.000	.002	.012	.031
1000.	.000	.000	.000	.001	.010	.029
10000.	.000	.000	.000	.000	.000	.009

L A A G 2 K L E I V A N B O O M

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
1 DAG	.004	.003	.000	.000	.000	
1 WEEK	.029	.025	.008	.000	.000	
1 MAAND	.112	.106	.050	.001	.000	
1 JAAR	.596	.588	.419	.056	.000	
10 JAAR	.754	.746	.565	.113	.002	
100 JAAR	.771	.764	.582	.130	.009	
TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.003	.032	.114	.635	.755	.772
10.	.002	.028	.109	.628	.748	.766
100.	.000	.010	.055	.471	.585	.602
1000.	.000	.000	.002	.075	.127	.144
10000.	.000	.000	.000	.000	.003	.011

L A A G 3 Z A N D V A N B E R G

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	2.516	1.344	.245	.000	.000
1 WEEK	2.966	1.794	.639	.002	.000
1 MAAND	3.231	2.059	.896	.041	.000
1 JAAR	3.440	2.267	1.103	.166	.000
10 JAAR	3.499	2.327	1.162	.218	.004
100 JAAR	3.514	2.342	1.178	.233	.012

Fig⁵.2 Voorbeeld 1 : tabelvoorstelling van de resultaten

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	2.525	3.042	3.286	3.501	3.552	3.567
10.	1.353	1.869	2.113	2.329	2.380	2.394
100.	.250	.710	.949	1.163	1.214	1.229
1000.	.000	.005	.055	.198	.244	.258
10000.	.000	.000	.000	.000	.005	.014

L A A G 4 KLEI VAN WATERVLIET

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	.192	.126	.016	.000	.000
1 WEEK	.768	.644	.213	.000	.000
1 MAAND	1.114	.983	.452	.021	.000
1 JAAR	1.301	1.170	.637	.131	.000
10 JAAR	1.358	1.227	.693	.183	.004
100 JAAR	1.373	1.242	.708	.198	.012

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.163	.807	1.117	1.311	1.360	1.374
10.	.107	.696	1.002	1.195	1.244	1.258
100.	.013	.253	.480	.671	.720	.734
1000.	.000	.001	.028	.155	.200	.215
10000.	.000	.000	.000	.000	.005	.014

L A A G 5 ZAND VAN BASSEVELDE

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000
1 WEEK	.009	.009	.008	.000	.000
1 MAAND	.049	.049	.046	.009	.000
1 JAAR	.174	.174	.171	.098	.000
10 JAAR	.226	.226	.223	.148	.004
100 JAAR	.241	.241	.238	.162	.012

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.000	.011	.049	.182	.228	.242
10.	.000	.011	.049	.182	.228	.242
100.	.000	.009	.047	.179	.225	.239
1000.	.000	.000	.011	.113	.157	.171
10000.	.000	.000	.000	.000	.006	.014

L A A G 6 BARTOONKLEI

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000
1 MAAND	.004	.004	.004	.001	.000
1 JAAR	.080	.080	.078	.044	.000
10 JAAR	.129	.129	.128	.089	.005

Fig 5.2 Voorbeeld 1 : tabelvoorstelling van de resultaten

100 JAAR	.143	.143	.142	.103	.013	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.004	.087	.130	.144
10.	.000	.000	.004	.087	.130	.144
100.	.000	.000	.004	.086	.129	.143
1000.	.000	.000	.001	.054	.095	.108
10000.	.000	.000	.000	.000	.006	.015

L A A G 7 LEDO-PANISELIAAN

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	
1 JAAR	.007	.007	.007	.006	.000	
10 JAAR	.034	.034	.033	.032	.005	
100 JAAR	.046	.046	.046	.044	.014	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
10.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
100.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
1000.	.000	.000	.000	.008	.033	.045
10000.	.000	.000	.000	.000	.007	.016

L A A G 8 KLEI VAN MERELBEKE

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	
1 JAAR	.007	.007	.007	.006	.000	
10 JAAR	.034	.034	.033	.032	.005	
100 JAAR	.046	.046	.046	.044	.014	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
10.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
100.	.000	.000	.000	.009	.035	.047
1000.	.000	.000	.000	.008	.033	.045
10000.	.000	.000	.000	.000	.007	.016

L A A G 9 IEPERIAANZAND

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	

Fig 5.2 Voorbeeld 1 : tabelvoorstelling van de resultaten

1 JAAR	.005	.005	.005	.004	.000	
10 JAAR	.030	.030	.030	.029	.005	
100 JAAR	.043	.043	.043	.042	.014	
TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.000	.000	.000	.006	.031	.043
10.	.000	.000	.000	.006	.031	.043
100.	.000	.000	.000	.006	.031	.043
1000.	.000	.000	.000	.006	.030	.042
10000.	.000	.000	.000	.000	.007	.016

Fig 52 Voorbeeld 1 : tabelvoorstelling van de resultaten

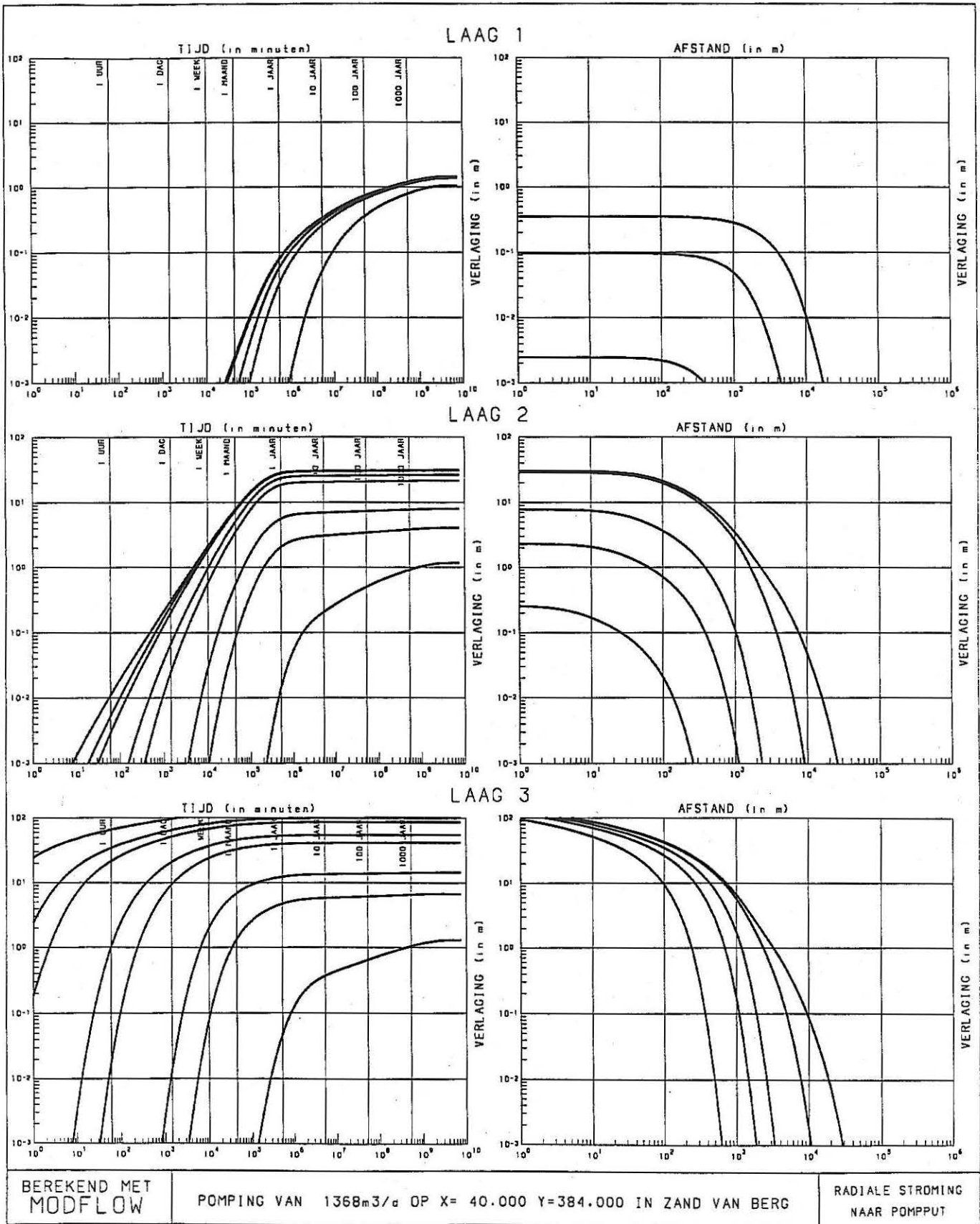


Fig5.3 Voorbeeld 2 : grafische voorstelling van de resultaten

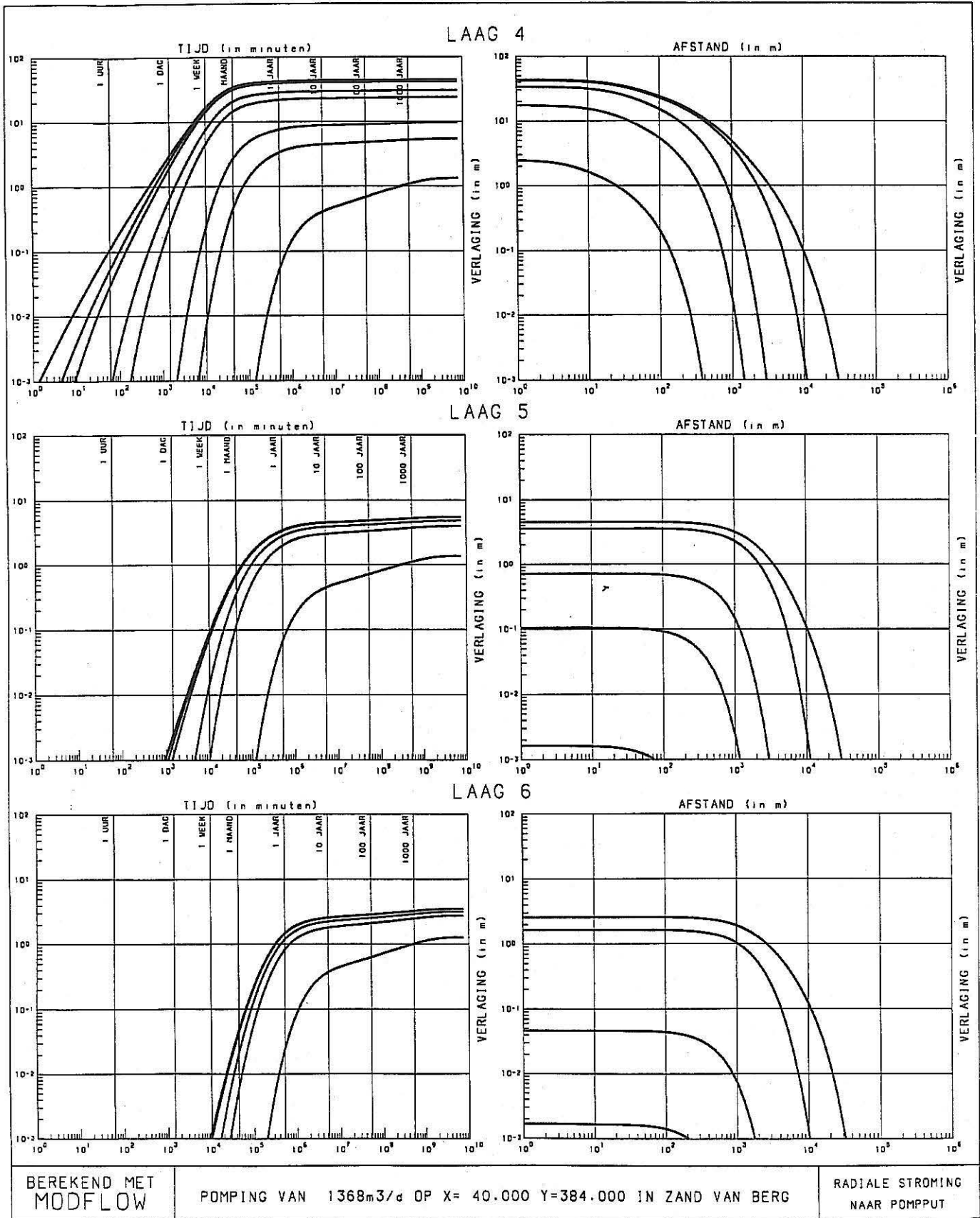


Fig 5.3 Voorbeeld 2 : grafische voorstelling van de resultaten

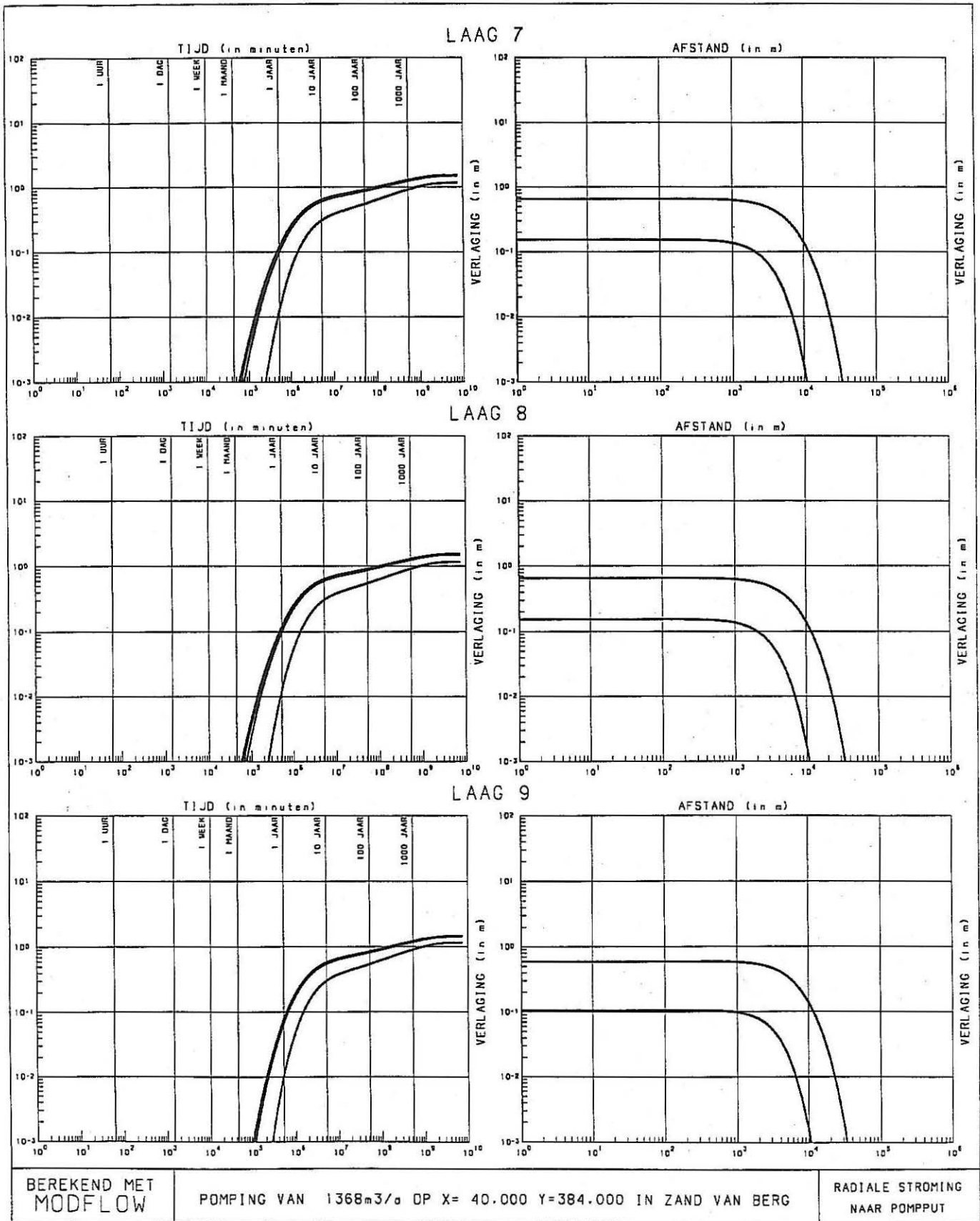


Fig5.3 Voorbeeld 2 : grafische voorstelling van de resultaten

L O C A A L M O D E L Z E E L A N D

BEREKENDE TIJD-VERLAGINGS EN AFSTANDS-VERLAGINGSKURVEN
Verlagingsen in m

L A A G 1 W A T E R T A F E L

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km		
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000		
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000		
1 MAAND	.002	.002	.002	.000	.000		
1 JAAR	.080	.080	.078	.033	.000		
10 JAAR	.332	.332	.330	.255	.006		
100 JAAR	.732	.732	.729	.649	.173		
TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR	
1.	.000	.000	.002	.096	.353	.744	
10.	.000	.000	.002	.096	.353	.744	
100.	.000	.000	.002	.094	.351	.742	
1000.	.000	.000	.000	.049	.284	.672	
10000.	.000	.000	.000	.000	.011	.208	

L A A G 2 M I O C E E N - P L I O C E E N

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km		
1 DAG	.305	.201	.025	.000	.000		
1 WEEK	2.069	1.802	.566	.001	.000		
1 MAAND	7.647	7.246	3.376	.080	.000		
1 JAAR	27.898	27.389	18.235	2.036	.000		
10 JAAR	30.155	29.644	20.331	3.026	.033		
100 JAAR	30.528	30.017	20.705	3.395	.205		
TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR	
1.	.254	2.297	7.755	28.633	30.179	30.542	
10.	.168	2.056	7.414	28.206	29.751	30.114	
100.	.021	.716	3.664	19.726	21.204	21.566	
1000.	.000	.002	.112	2.618	3.470	3.830	
10000.	.000	.000	.000	.001	.049	.245	

L A A G 3 Z A N D V A N B E R G

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km		
1 DAG	95.995	51.269	9.346	.000	.000		
1 WEEK	112.695	67.945	23.946	.083	.000		
1 MAAND	121.869	77.116	32.822	1.309	.000		
1 JAAR	128.812	84.058	39.670	4.722	.001		
10 JAAR	130.067	85.313	40.920	5.797	.061		
100 JAAR	130.405	85.651	41.258	6.132	.238		

Fig 5.4 Voorbeeld 2 : tabelvoorstelling van de resultaten

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	96.349	115.513	123.942	131.050	132.071	132.397
10.	51.620	70.761	79.188	86.295	87.316	87.641
100.	9.519	26.595	34.812	41.844	42.862	43.188
1000.	.000	.171	1.763	5.731	6.652	6.976
10000.	.000	.000	.000	.002	.088	.284

L A A G 4 KLEI VAN WATERVLIET

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	2.939	1.933	.241	.000	.000
1 WEEK	16.012	13.748	4.391	.008	.000
1 MAAND	33.507	30.796	14.065	.442	.000
1 JAAR	42.121	39.375	21.490	3.311	.001
10 JAAR	43.343	40.598	22.710	4.398	.069
100 JAAR	43.671	40.926	23.038	4.724	.247

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	2.464	17.332	33.698	42.368	43.380	43.695
10.	1.625	15.295	31.348	39.992	41.003	41.319
100.	.201	5.395	15.053	22.689	23.699	24.014
1000.	.000	.018	.609	3.983	4.919	5.233
10000.	.000	.000	.000	.002	.099	.294

L A A G 5 ZAND VAN BASSEVELDE

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	.002	.002	.001	.000	.000
1 WEEK	.088	.088	.073	.001	.000
1 MAAND	.706	.705	.665	.115	.000
1 JAAR	3.410	3.410	3.354	1.962	.001
10 JAAR	4.517	4.516	4.460	2.997	.078
100 JAAR	4.834	4.834	4.777	3.313	.256

TIJD AFSTAND	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
1.	.002	.105	.719	3.597	4.540	4.844
10.	.002	.105	.719	3.597	4.539	4.844
100.	.001	.091	.685	3.551	4.493	4.797
1000.	.000	.002	.148	2.282	3.183	3.486
10000.	.000	.000	.000	.003	.110	.305

L A A G 6 BARTOONKLEI

AFSTAND TIJD	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000
1 WEEK	.001	.001	.001	.000	.000
1 MAAND	.045	.045	.042	.006	.000
1 JAAR	1.458	1.458	1.435	.812	.000
10 JAAR	2.556	2.556	2.531	1.791	.088

Fig 54 Voorbeeld 2 : tabelvoorstelling van de resultaten

100 JAAR	2.856	2.856	2.831	2.089	.270	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.002	.047	1.636	2.580	2.865
10.	.000	.002	.047	1.636	2.580	2.865
100.	.000	.001	.044	1.617	2.560	2.845
1000.	.000	.000	.007	1.022	1.899	2.182
10000.	.000	.000	.000	.001	.123	.316

L A A G 7 LEDO-PANISELIAAN

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	
1 JAAR	.118	.118	.118	.099	.001	
10 JAAR	.632	.632	.632	.598	.104	
100 JAAR	.902	.902	.902	.867	.284	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.000	.153	.655	.911
10.	.000	.000	.000	.153	.655	.911
100.	.000	.000	.000	.153	.655	.910
1000.	.000	.000	.000	.136	.627	.882
10000.	.000	.000	.000	.002	.141	.328

L A A G 8 KLEI VAN MERELBEKE

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	
1 JAAR	.118	.118	.117	.099	.001	
10 JAAR	.632	.632	.632	.598	.104	
100 JAAR	.902	.902	.902	.867	.284	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.000	.153	.655	.911
10.	.000	.000	.000	.153	.655	.911
100.	.000	.000	.000	.153	.655	.910
1000.	.000	.000	.000	.135	.627	.882
10000.	.000	.000	.000	.002	.141	.328

L A A G 9 IEPERIAANZAND

AFSTAND	1 m	10 m	100 m	1 km	10 km	
TIJD						
1 DAG	.000	.000	.000	.000	.000	
1 WEEK	.000	.000	.000	.000	.000	
1 MAAND	.000	.000	.000	.000	.000	

Fig 5.4 Voorbeeld 2 : tabelvoorstelling van de resultaten

1 JAAR	.076	.076	.076	.067	.000	
10 JAAR	.572	.572	.572	.550	.105	
100 JAAR	.842	.842	.842	.819	.284	
TIJD	1 DAG	1 WEEK	1 MAAND	1 JAAR	10 JAAR	100 JAAR
AFSTAND						
1.	.000	.000	.000	.106	.595	.850
10.	.000	.000	.000	.106	.595	.850
100.	.000	.000	.000	.106	.595	.850
1000.	.000	.000	.000	.097	.577	.831
10000.	.000	.000	.000	.002	.141	.328

Fig5.4 Voorbeeld 2 : tabelvoorstelling van de resultaten

**Bijlage 1. Winningsdebielen in Vlaanderen (België) in 1993 (D93),
gerangschikt per watervoerende laag (AMINAL)
(code per laag : zie voorafgaande lijst)**

	LEDEN	W	S	CODE
Alluvium		x	x	001W of 001S
Kwartair van de Vlaamse Vallei		x	x	001W of 001S
Kwartair van de Kustvlakte		x	x	001W of 001S
Dekzand		x	x	001W of 001S
Leemzand		x	x	001W of 001S
Terrasafzettingen		x	x	001W of 001S
Formatie van de Kempen			x	002S
Formatie van Brasschaat		x		003W
Formatie van Merksplas		x		003W
Formatie van Mol		x		003W
Brunssum I klei			x	003S
Zand van Pey		x		004W
Brunssum II klei			x	004S
Waubach-zand		x		005W
Formatie van Lillo		x	x	006W of 006S
Formatie van Poederlee		x		007W
Formatie van Kattendijk		x		007W
Formatie van Kasterlee		x	x	007W of 007S
Bovenste zandlaag in de Formatie van Diest		x		008W
Kleiïge laag in de Formatie van Diest			x	008S
Formatie van Diest		x		009W
Formatie van Berchem		x		009W
Formatie van Bolderberg		x		009W
Formatie van Voort	Lid van Voort	x		009W
	Lid van Veldhoven		x	009S
Formatie van Eigenbilzen		x	x	010W of 010S
Formatie van Boom			x	010S
Formatie van Bilzen	Lid van Kermiel	x		011W
	Lid van Kleine Spouwen		x	011S
	Lid van Berg	x		012W
Formatie van Borgloon	Lid van Kerkom	x		012W
	Lid van Boutersem	x	x	012W of 012S
	Lid van Oude Blezen		x	012S
	Lid van Henis		x	012S
Formatie van S.H. Hem	Lid van Neerrepn	x		013W
	Lid van Grimmertingen	x	x	013W of 013S
Formatie van Niel		x		013W
Formatie van Zelzate	Lid van Watervliet	x	x	013W of 013S
	Lid van Bassevelde	x		014W

	LEDEN	W	S	CODE
Formatie van Maldegem	Lid van Onderdijke		x	014S
	Lid van Buisputten	x	x	015W of 015S
	Lid van Zomergem		x	015S
	Lid van Onderdale	x	x	016W of 016S
	Lid van Urse!		x	016S
	Lid van Asse		x	016S
	Lid van Wemmel	x		017W
Formatie van Lede		x		017W
Formatie van Brussel		x		017W
Formatie van Aalter		x		017W
Formatie van Gent	Lid van Vierzele	x		017W
	Lid van Pittem	x	x	017W of 017S
	Lid van Merelbeke		x	017S
Formatie van Tielt	Lid van Egem	x	x	018W of 018S
	Lid van Kortemark		x	018S
Formatie van Kortrijk	Lid van Aalbeke		x	018S
	Lid van Moen	x	x	019W of 019S
	Lid van Saint-Maur		x	019S
	Lid van Mont-Héribu		x	019S
Formatie van Tienen		x		020W
Formatie van Hannut	Lid van Grandglise	x		020W
	Lid van Chercq	x		020W
	Lid van Lincent	x	x	020W of 020S
	Lid van Halen	x	x	021W of 021S
	Lid van Waterschei		x	021S
Formatie van Heers	Lid van Gelinden	x	x	022W of 022S
	Lid van Orp	x	x	023W of 023S
Formatie van Opglabbeek		x	x	024W of 024S
Formatie van Houthem		x		025W
Krijt		x	x	026W of 026S
Jura		x	x	027W of 027S
Trias		x	x	028W 028S
Perm		x	x	029W of 029S
Carboon/Devoon		x	x	030W of 030S
Cambro/Siluur		x	x	031W of 031S

IWACO ROTTERDAM

o

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-00176	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00177	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00178	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00179	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00180	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00181	36125.00	206500.00	01/01/1993	31/12/1993	907
A3	VP-00375	50425.00	205290.00	01/01/1993	31/12/1993	812
A3	VP-00376	50405.00	205410.00	01/01/1993	31/12/1993	8972
A3	VP-00452	35640.00	203510.00	01/01/1993	31/12/1993	11396
A3	VP-00517	59749.00	193968.00	01/01/1993	31/12/1993	338
A3	VP-00518	59720.00	193932.00	01/01/1993	31/12/1993	338
A3	VP-00577	59050.00	194650.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A3	VP-00578	59645.00	191730.00	01/01/1993	31/12/1993	11
A3	VP-00628	72420.00	212280.00	01/01/1993	31/12/1993	350
A3	VP-00723	62500.00	191310.00	01/01/1993	31/12/1993	150
A3	VP-00757	50860.00	205720.00	01/01/1993	31/12/1993	10
A3	VP-00834	35955.00	204545.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00862	50610.00	208600.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00941	68000.00	212405.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00999	77775.00	219540.00	01/01/1993	31/12/1993	795
A3	VP-01037	37035.00	204500.00	01/01/1993	31/12/1993	105
A3	VP-01116	78900.00	211810.00	01/01/1993	31/12/1993	2300
A3	VP-01202	43870.00	191820.00	01/01/1993	31/12/1993	1350
A3	VP-01215	54400.00	212220.00	01/01/1993	31/12/1993	7944
A4	VP-00034	95925.00	192850.00	01/01/1993	31/12/1993	10788
A4	VP-00066	124650.00	200695.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00082	113950.00	199485.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00092	106320.00	200860.00	01/01/1993	31/12/1993	103998
A4	VP-00128	90350.00	189155.00	01/01/1993	31/12/1993	4500
A4	VP-00161	106480.00	193825.00	01/01/1993	31/12/1993	378
A4	VP-00168	107370.00	198640.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00177	111500.00	207000.00	01/01/1993	31/12/1993	1100000
A4	VP-00178	111500.00	207000.00	01/01/1993	31/12/1993	62870
A4	VP-00187	134055.00	190215.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00196	111200.00	191900.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A4	VP-00205	111520.00	198630.00	01/01/1993	31/12/1993	400
A4	VP-00206	111510.00	198620.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00219	113570.00	192435.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00233	115895.00	199445.00	01/01/1993	31/12/1993	11270
A4	VP-00234	115520.00	195630.00	01/01/1993	31/12/1993	28800
A4	VP-00237	112980.00	188705.00	01/01/1993	31/12/1993	10000
A4	VP-00238	112900.00	188700.00	01/01/1993	31/12/1993	10000
A4	VP-00270	141900.00	211600.00	01/01/1993	31/12/1993	105
A4	VP-00276	99580.00	194030.00	01/01/1993	31/12/1993	590
A4	VP-00277	99545.00	193985.00	01/01/1993	31/12/1993	2007
A4	VP-00307	130800.00	192400.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00308	130800.00	192400.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00365	125410.00	199875.00	01/01/1993	31/12/1993	1544

IWACO ROTTERDAM

O

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00371	105800.00	194600.00	01/01/1993	31/12/1993	3761
A4	VP-00375	122390.00	208660.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00376	122400.00	208700.00	01/01/1993	31/12/1993	540
A4	VP-00391	113300.00	196200.00	01/01/1993	31/12/1993	5000
A4	VP-00403	111560.00	198965.00	01/01/1993	31/12/1993	3900
A4	VP-00404	107270.00	203230.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00405	107210.00	203320.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A4	VP-00410	113190.00	197655.00	01/01/1993	31/12/1993	5000
A4	VP-00411	111915.00	198065.00	01/01/1993	31/12/1993	400
A4	VP-00415	106900.00	198000.00	01/01/1993	31/12/1993	10
A4	VP-00416	106900.00	198000.00	01/01/1993	31/12/1993	227
A4	VP-00423	116035.00	198810.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00424	116035.00	198810.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A4	VP-00429	113575.00	199090.00	01/01/1993	31/12/1993	12000
A4	VP-00430	113560.00	199110.00	01/01/1993	31/12/1993	3000
A4	VP-00434	99200.00	190000.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00437	123715.00	199705.00	01/01/1993	31/12/1993	10608
A4	VP-00439	111980.00	199410.00	01/01/1993	31/12/1993	2500
A4	VP-00445	132500.00	188600.00	01/01/1993	31/12/1993	1555
A4	VP-00468	118650.00	196240.00	01/01/1993	31/12/1993	2500
A4	VP-00471	109165.00	204615.00	01/01/1993	31/12/1993	8713
A4	VP-00480	124760.00	208430.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00487	111250.00	195030.00	01/01/1993	31/12/1993	7500
A4	VP-00488	111200.00	195000.00	01/01/1993	31/12/1993	7500
A4	VP-00492	111790.00	200500.00	01/01/1993	31/12/1993	10000
A4	VP-00516	104400.00	212100.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00522	111400.00	195400.00	01/01/1993	31/12/1993	50000
A4	VP-00523	106100.00	198700.00	01/01/1993	31/12/1993	53190
A4	VP-00535	125485.00	194565.00	01/01/1993	31/12/1993	945
A4	VP-00539	97610.00	188885.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A4	VP-00540	111800.00	191510.00	01/01/1993	31/12/1993	22000
A4	VP-00557	130875.00	192525.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00571	133405.00	198090.00	01/01/1993	31/12/1993	662
A4	VP-00575	110565.00	197725.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A4	VP-00576	110565.00	197725.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00578	102000.00	216000.00	01/01/1993	31/12/1993	1870
A4	VP-00579	107680.00	193980.00	01/01/1993	31/12/1993	1001
A4	VP-00585	114170.00	202000.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00586	113405.00	199701.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00587	113400.00	199710.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00589	113275.00	202420.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00590	113240.00	202235.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00591	113300.00	202225.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00592	113000.00	202090.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00593	113240.00	202235.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00594	114175.00	202095.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00595	114125.00	202130.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00598	99100.00	198400.00	01/01/1993	31/12/1993	104

IWACO ROTTERDAM

o

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00599	91400.00	197800.00	01/01/1993	31/12/1993	3
A4	VP-00614	125200.00	200300.00	01/01/1993	31/12/1993	365
A4	VP-00619	116895.00	201160.00	01/01/1993	31/12/1993	14000
A4	VP-00630	109810.00	197680.00	01/01/1993	31/12/1993	780
A4	VP-00631	112700.00	198150.00	01/01/1993	31/12/1993	5000
A4	VP-00632	113400.00	197400.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00633	112899.00	190699.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00634	112899.00	190699.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00637	115600.00	199700.00	01/01/1993	31/12/1993	240
A4	VP-00638	111915.00	198635.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00639	111945.00	198630.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00648	134900.00	192000.00	01/01/1993	31/12/1993	24
A4	VP-00650	113100.00	188700.00	01/01/1993	31/12/1993	1250
A4	VP-00651	113100.00	188700.00	01/01/1993	31/12/1993	1250
A4	VP-00652	112265.00	197855.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00653	112265.00	197855.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00662	113900.00	191200.00	01/01/1993	31/12/1993	273
A4	VP-00671	117380.00	202335.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00672	117425.00	202250.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A4	VP-00681	111255.00	197625.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A4	VP-00685	113875.00	199075.00	01/01/1993	31/12/1993	2500
A4	VP-00691	89600.00	188600.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A4	VP-00694	129000.00	204300.00	01/01/1993	31/12/1993	411
A4	VP-00695	107915.00	199750.00	01/01/1993	31/12/1993	375
A4	VP-00712	127460.00	196285.00	01/01/1993	31/12/1993	510
A4	VP-00715	120575.00	200725.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00722	108670.00	203400.00	01/01/1993	31/12/1993	90
A4	VP-00725	124400.00	210700.00	01/01/1993	31/12/1993	380
A4	VP-00730	121000.00	200300.00	01/01/1993	31/12/1993	166
A4	VP-00741	112400.00	200600.00	01/01/1993	31/12/1993	70
A4	VP-00746	112225.00	198995.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00747	111305.00	196795.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00748	111350.00	196815.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00756	116500.00	196900.00	01/01/1993	31/12/1993	2160
A4	VP-00757	116600.00	196900.00	01/01/1993	31/12/1993	2340
A4	VP-00758	109455.00	197975.00	01/01/1993	31/12/1993	235
A4	VP-00760	115475.00	198800.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00761	115460.00	198780.00	01/01/1993	31/12/1993	2100
A4	VP-00765	109950.00	197830.00	01/01/1993	31/12/1993	740
A4	VP-00766	96300.00	191400.00	01/01/1993	31/12/1993	265
A4	VP-00769	117100.00	196800.00	01/01/1993	31/12/1993	15000
A4	VP-00770	111700.00	198200.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00771	111700.00	198200.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00786	110675.00	197920.00	01/01/1993	31/12/1993	10000
A4	VP-00791	112255.00	197755.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00792	112255.00	197755.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00793	110645.00	198105.00	01/01/1993	31/12/1993	3
A4	VP-00794	109960.00	198155.00	01/01/1993	31/12/1993	200

IWACO ROTTERDAM

o

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00795	109960.00	198155.00	01/01/1993	31/12/1993	525
A4	VP-00799	94350.00	195360.00	01/01/1993	31/12/1993	90
A4	VP-00803	123900.00	211600.00	01/01/1993	31/12/1993	540
A4	VP-00815	113480.00	198740.00	01/01/1993	31/12/1993	12000
A4	VP-00816	106700.00	205600.00	01/01/1993	31/12/1993	10
A4	VP-00821	111320.00	199970.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A4	VP-00822	111325.00	199975.00	01/01/1993	31/12/1993	1750
A4	VP-00825	110410.00	201920.00	01/01/1993	31/12/1993	1
A4	VP-00826	106200.00	194300.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00827	106200.00	194300.00	01/01/1993	31/12/1993	2500
A4	VP-00828	113500.00	196300.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A4	VP-00829	116775.00	197815.00	01/01/1993	31/12/1993	20
A4	VP-00830	116775.00	197815.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A4	VP-00831	116760.00	197875.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00835	107965.00	193365.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00836	107885.00	193295.00	01/01/1993	31/12/1993	1467
A4	VP-00840	111360.00	199420.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00841	118000.00	210300.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A4	VP-00843	108400.00	199500.00	01/01/1993	31/12/1993	4000
A4	VP-00881	112800.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	6000
A4	VP-00883	100500.00	209400.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00884	101500.00	208900.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00885	116130.00	192950.00	01/01/1993	31/12/1993	975
A4	VP-00887	111440.00	199380.00	01/01/1993	31/12/1993	4000
A4	VP-00890	115975.00	199725.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00891	115965.00	199750.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00903	113020.00	198135.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A4	VP-00904	113010.00	198135.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00905	112250.00	197470.00	01/01/1993	31/12/1993	16000
A4	VP-00906	112235.00	197500.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00907	112285.00	197485.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A4	VP-00908	112110.00	197735.00	01/01/1993	31/12/1993	3800
A4	VP-00909	111635.00	198370.00	01/01/1993	31/12/1993	40
A4	VP-00910	111635.00	198370.00	01/01/1993	31/12/1993	60
A4	VP-00911	108900.00	199555.00	01/01/1993	31/12/1993	8000
A4	VP-00912	108915.00	199570.00	01/01/1993	31/12/1993	8000
A4	VP-00920	127870.00	189080.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A4	VP-00921	96970.00	200745.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00922	114195.00	190155.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00926	112645.00	198490.00	01/01/1993	31/12/1993	2500
A4	VP-00927	112640.00	198490.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00931	107370.00	198760.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00940	91700.00	192800.00	01/01/1993	31/12/1993	60
A4	VP-00947	106870.00	190330.00	01/01/1993	31/12/1993	759
A4	VP-00949	116520.00	198600.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00953	114110.00	199200.00	01/01/1993	31/12/1993	150
A4	VP-00954	114110.00	199200.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00955	111600.00	199295.00	01/01/1993	31/12/1993	2000

IWACO ROTTERDAM

O

LOKKODE	PUNR		XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/01/1993	31/01/1993	3308
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/02/1993	28/02/1993	2550
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/03/1993	31/03/1993	875
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/04/1993	30/04/1993	3451
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/05/1993	31/05/1993	8648
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/06/1993	30/06/1993	7819
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/07/1993	31/07/1993	8922
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/08/1993	31/08/1993	8321
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/09/1993	30/09/1993	3155
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/10/1993	31/10/1993	2969
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/11/1993	30/11/1993	3526
V3BR	BR	W	54125.00	216675.00	01/12/1993	31/12/1993	3238
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/01/1993	31/01/1993	112800
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/02/1993	28/02/1993	89820
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/03/1993	31/03/1993	122220
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/04/1993	30/04/1993	114420
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/05/1993	31/05/1993	122400
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/06/1993	30/06/1993	124860
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/07/1993	31/07/1993	126960
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/08/1993	31/08/1993	125160
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/09/1993	30/09/1993	119580
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/10/1993	31/10/1993	149100
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/11/1993	30/11/1993	140520
V4BZ	DEB	BERL	124025.00	192700.00	01/12/1993	31/12/1993	148200
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/01/1993	31/01/1993	58955
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/02/1993	28/02/1993	72085
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/03/1993	31/03/1993	66950
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/04/1993	30/04/1993	76180
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/05/1993	31/05/1993	78260
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/06/1993	30/06/1993	0
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/07/1993	31/07/1993	0
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/08/1993	31/08/1993	0
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/09/1993	30/09/1993	0
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/10/1993	31/10/1993	71175
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/11/1993	30/11/1993	65130
V4EE	S2		92770.00	211560.00	01/12/1993	31/12/1993	64090
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/01/1993	31/01/1993	41795
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/02/1993	28/02/1993	36205
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/03/1993	31/03/1993	41860
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/04/1993	30/04/1993	39390
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/05/1993	31/05/1993	43225
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/06/1993	30/06/1993	58955
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/07/1993	31/07/1993	61035
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/08/1993	31/08/1993	59280
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/09/1993	30/09/1993	58630
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/10/1993	31/10/1993	37050
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/11/1993	30/11/1993	0
V4EE	S3		95900.00	211700.00	01/12/1993	31/12/1993	0

IWACO ROTTERDAM

o

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/01/1993	31/01/1993	39260
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/02/1993	28/02/1993	36140
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/03/1993	31/03/1993	39650
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/04/1993	30/04/1993	40625
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/05/1993	31/05/1993	49660
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/06/1993	30/06/1993	58825
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/07/1993	31/07/1993	60125
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/08/1993	31/08/1993	59670
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/09/1993	30/09/1993	59540
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/10/1993	31/10/1993	60255
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/11/1993	30/11/1993	58760
V4EE	S1	94740.00	211620.00	01/12/1993	31/12/1993	61750
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/01/1993	31/01/1993	85930
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/02/1993	28/02/1993	0
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/03/1993	31/03/1993	0
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/04/1993	30/04/1993	0
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/05/1993	31/05/1993	101335
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/06/1993	30/06/1993	138191
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/07/1993	31/07/1993	132016
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/08/1993	31/08/1993	141473
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/09/1993	30/09/1993	139620
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/10/1993	31/10/1993	144820
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/11/1993	30/11/1993	137670
V4MO	DEBIET	117975.00	208450.00	01/12/1993	31/12/1993	28568
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/01/1993	31/01/1993	23349
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/02/1993	28/02/1993	23448
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/03/1993	31/03/1993	16269
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/04/1993	30/04/1993	0
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/05/1993	31/05/1993	49297
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/06/1993	30/06/1993	69000
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/07/1993	31/07/1993	72450
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/08/1993	31/08/1993	82110
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/09/1993	30/09/1993	220625
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/10/1993	31/10/1993	227105
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/11/1993	30/11/1993	199050
V4OE	DEBIET	101200.00	207225.00	01/12/1993	31/12/1993	26055
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/01/1993	31/01/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/02/1993	28/02/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/03/1993	31/03/1993	35815
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/04/1993	30/04/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/05/1993	31/05/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/06/1993	30/06/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/07/1993	31/07/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/08/1993	31/08/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/09/1993	30/09/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/10/1993	31/10/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/11/1993	30/11/1993	0
V4SI	DEBIET	122450.00	210250.00	01/12/1993	31/12/1993	0

IWACO ROTTERDAM

O

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/01/1993	31/01/1993	134819
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/02/1993	28/02/1993	113446
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/03/1993	31/03/1993	120764
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/04/1993	30/04/1993	159386
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/05/1993	31/05/1993	168412
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/06/1993	30/06/1993	151045
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/07/1993	31/07/1993	194045
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/08/1993	31/08/1993	180698
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/09/1993	30/09/1993	135340
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/10/1993	31/10/1993	148346
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/11/1993	30/11/1993	148664
W3	IWVA DEB	25075.00	198950.00	01/12/1993	31/12/1993	148590
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/01/1993	31/01/1993	58208
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/02/1993	28/02/1993	57222
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/03/1993	31/03/1993	86949
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/04/1993	30/04/1993	122845
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/05/1993	31/05/1993	127447
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/06/1993	30/06/1993	117866
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/07/1993	31/07/1993	131783
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/08/1993	31/08/1993	154211
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/09/1993	30/09/1993	28258
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/10/1993	31/10/1993	0
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/11/1993	30/11/1993	0
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/12/1993	31/12/1993	778
W3	KNOK W	76000.00	226150.00	01/11/1994	14/10/05	0

IWACO ROTTERDAM

O

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00381	143515.00	220715.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00478	131800.00	217200.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00481	124600.00	208380.00	01/01/1993	31/12/1993	1575
A4	VP-00726	124400.00	210700.00	01/01/1993	31/12/1993	570
A4	VP-00902	132430.00	210120.00	01/01/1993	31/12/1993	0

IWACO ROTTERDAM

O

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A1	VP-00649	141050.00	199300.00	01/01/1993	31/12/1993	38417
A4	VP-00016	127880.00	195840.00	01/01/1993	31/12/1993	20512
A4	VP-00075	133400.00	206700.00	01/01/1993	31/12/1993	129832
A4	VP-00127	137275.00	204050.00	01/01/1993	31/12/1993	2380
A4	VP-00149	135685.00	203555.00	01/01/1993	31/12/1993	24731
A4	VP-00151	132860.00	212605.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00160	133395.00	211575.00	01/01/1993	31/12/1993	6584
A4	VP-00269	141760.00	211095.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00341	129400.00	210800.00	01/01/1993	31/12/1993	1135
A4	VP-00359	135190.00	206540.00	01/01/1993	31/12/1993	9469
A4	VP-00396	134665.00	205810.00	01/01/1993	31/12/1993	21954
A4	VP-00417	138600.00	208600.00	01/01/1993	31/12/1993	8721
A4	VP-00441	134810.00	203550.00	01/01/1993	31/12/1993	15354
A4	VP-00479	131800.00	217200.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A4	VP-00490	132900.00	212600.00	01/01/1993	31/12/1993	1428
A4	VP-00498	135120.00	205040.00	01/01/1993	31/12/1993	18000
A4	VP-00499	135280.00	204805.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00500	135170.00	204960.00	01/01/1993	31/12/1993	34545
A4	VP-00551	143080.00	212155.00	01/01/1993	31/12/1993	28903
A4	VP-00580	134705.00	203595.00	01/01/1993	31/12/1993	790
A4	VP-00720	134910.00	206270.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00789	134950.00	204575.00	01/01/1993	31/12/1993	11849
A4	VP-00801	129000.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	1289
A4	VP-00805	131340.00	203950.00	01/01/1993	31/12/1993	525
A4	VP-00858	136960.00	207010.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00859	136995.00	206980.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00867	136305.00	220295.00	01/01/1993	31/12/1993	1164
A4	VP-00897	140650.00	205930.00	01/01/1993	31/12/1993	66240
A4	VP-00919	126700.00	209900.00	01/01/1993	31/12/1993	200

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A1	W1001437	141400.00	199100.00	01/01/1993	31/12/1993	38417

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00507	123985.00	199215.00	01/01/1993	31/12/1993	1040

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A1	VP-00131	145790.00	195120.00	01/01/1993	31/12/1993	58115
A1	VP-00648	141510.00	199080.00	01/01/1993	31/12/1993	166291
A1	W1000129	145845.00	195525.00	01/01/1993	31/12/1993	7452
A1	W1000323	140180.00	194135.00	01/01/1993	31/12/1993	700
A1	W1000520	138900.00	193900.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A1	W1000528	138580.00	197913.00	01/01/1993	31/12/1993	32
A1	W1000810	141440.00	195480.00	01/01/1993	31/12/1993	2400
A3	VP-00106	80935.00	211280.00	01/01/1993	31/12/1993	11069
A3	VP-00107	80945.00	211320.00	01/01/1993	31/12/1993	11069
A3	VP-00108	80800.00	211225.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A3	VP-00118	68050.00	210650.00	01/01/1993	31/12/1993	6240
A3	VP-00119	68050.00	210650.00	01/01/1993	31/12/1993	6240
A3	VP-00162	68230.00	210810.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00246	68115.00	208075.00	01/01/1993	31/12/1993	15764
A3	VP-00247	68130.00	208075.00	01/01/1993	31/12/1993	29482
A3	VP-00248	68145.00	208060.00	01/01/1993	31/12/1993	29482
A3	VP-00249	68150.00	208040.00	01/01/1993	31/12/1993	29482
A3	VP-00250	68115.00	208025.00	01/01/1993	31/12/1993	15764
A3	VP-00251	68130.00	208025.00	01/01/1993	31/12/1993	15764
A3	VP-00266	76120.00	200665.00	01/01/1993	31/12/1993	16748
A3	VP-00267	76130.00	200805.00	01/01/1993	31/12/1993	16748
A3	VP-00268	76130.00	200985.00	01/01/1993	31/12/1993	16748
A3	VP-00269	75970.00	201025.00	01/01/1993	31/12/1993	16748
A3	VP-00332	70650.00	212840.00	01/01/1993	31/12/1993	8368
A3	VP-00336	77100.00	203730.00	01/01/1993	31/12/1993	11485
A3	VP-00337	77100.00	203730.00	01/01/1993	31/12/1993	7656
A3	VP-00397	69850.00	213440.00	01/01/1993	31/12/1993	23163
A3	VP-00409	61500.00	199100.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A3	VP-00423	70900.00	213300.00	01/01/1993	31/12/1993	2661
A3	VP-00559	58722.00	196887.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00561	64862.00	197684.00	01/01/1993	31/12/1993	790
A3	VP-00592	75000.00	190215.00	01/01/1993	31/12/1993	1300
A3	VP-00593	72270.00	207210.00	01/01/1993	31/12/1993	9125
A3	VP-00629	66600.00	210460.00	01/01/1993	31/12/1993	1960
A3	VP-00640	72515.00	216460.00	01/01/1993	31/12/1993	630
A3	VP-00703	71530.00	210830.00	01/01/1993	31/12/1993	1197
A3	VP-00711	75530.00	202290.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00846	75085.00	209060.00	01/01/1993	31/12/1993	290
A3	VP-00847	75085.00	209060.00	01/01/1993	31/12/1993	290
A3	VP-00848	75085.00	209060.00	01/01/1993	31/12/1993	290
A3	VP-00952	67660.00	197515.00	01/01/1993	31/12/1993	865
A3	VP-01026	70710.00	211720.00	01/01/1993	31/12/1993	5080
A3	VP-01115	78050.00	203985.00	01/01/1993	31/12/1993	3000
A3	VP-01141	79340.00	203870.00	01/01/1993	31/12/1993	60
A3	VP-01171	71770.00	190948.00	01/01/1993	31/12/1993	325
A3	VP-01232	73620.00	211400.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A3	VP-01235	73015.00	191550.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A3	VP-01238	69990.00	210845.00	01/01/1993	31/12/1993	1110

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-01247	62000.00	208600.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A3	VP-01292	71245.00	191240.00	01/01/1993	31/12/1993	2800
A3	VP-01370	68545.00	206920.00	01/01/1993	31/12/1993	517
A3	VP-01393	67960.00	198405.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A3	VP-01405	68065.00	198380.00	01/01/1993	31/12/1993	1600
A3	VP-01409	66150.00	198310.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A3	VP-01413	70690.00	212970.00	01/01/1993	31/12/1993	28000
A3	VP-01421	68060.00	200750.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-01422	68060.00	200750.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-01429	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	43193
A3	VP-01430	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	23783
A3	VP-01431	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	39878
A3	VP-01433	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	26982
A3	VP-01434	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	42407
A3	VP-01435	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	33099
A3	VP-01437	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	9186
A3	VP-01438	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	123576
A3	VP-01439	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	151820
A4	VP-00015	127740.00	195870.00	01/01/1993	31/12/1993	129713
A4	VP-00023	89180.00	210700.00	01/01/1993	31/12/1993	41201
A4	VP-00024	109280.00	203350.00	01/01/1993	31/12/1993	78867
A4	VP-00031	96300.00	203550.00	01/01/1993	31/12/1993	25274
A4	VP-00033	108045.00	202750.00	01/01/1993	31/12/1993	541518
A4	VP-00065	124650.00	200700.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00072	137515.00	202925.00	01/01/1993	31/12/1993	5749
A4	VP-00076	133470.00	206750.00	01/01/1993	31/12/1993	34624
A4	VP-00077	134635.00	207175.00	01/01/1993	31/12/1993	56308
A4	VP-00079	133440.00	198530.00	01/01/1993	31/12/1993	43128
A4	VP-00088	102905.00	198525.00	01/01/1993	31/12/1993	74200
A4	VP-00093	106515.00	200925.00	01/01/1993	31/12/1993	77228
A4	VP-00097	134680.00	205840.00	01/01/1993	31/12/1993	10645
A4	VP-00107	97600.00	199900.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00108	97620.00	199900.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00109	97740.00	200080.00	01/01/1993	31/12/1993	42641
A4	VP-00110	97740.00	200080.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00111	108750.00	200300.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00112	108840.00	200420.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00113	108910.00	200520.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00114	90450.00	211740.00	01/01/1993		0
A4	VP-00133	127685.00	190295.00	01/01/1993	31/12/1993	1350
A4	VP-00159	128020.00	195840.00	01/01/1993	31/12/1993	27463
A4	VP-00166	110550.00	208705.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00172	99700.00	211100.00	01/01/1993	31/12/1993	1095
A4	VP-00179	112000.00	207500.00	01/01/1993	31/12/1993	1161416
A4	VP-00182	124375.00	199380.00	01/01/1993	31/12/1993	61105
A4	VP-00189	130300.00	189500.00	01/01/1994		0
A4	VP-00197	111200.00	191900.00	01/01/1993	31/12/1993	3000
A4	VP-00207	94040.00	219540.00	01/01/1993	31/12/1993	2000

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00212	120935.00	193055.00	01/01/1993	31/12/1993	460
A4	VP-00220	103300.00	199200.00	01/01/1993	31/12/1993	12345
A4	VP-00226	107940.00	193610.00	01/01/1994		0
A4	VP-00239	112925.00	188695.00	01/01/1993	31/12/1993	10000
A4	VP-00240	127140.00	196380.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00242	125840.00	198370.00	01/01/1993	31/12/1993	18200
A4	VP-00278	92895.00	208250.00	01/01/1993	31/12/1993	105658
A4	VP-00279	92780.00	208515.00	01/01/1993	31/12/1993	82766
A4	VP-00281	92695.00	208515.00	01/01/1993	31/12/1993	77232
A4	VP-00289	105100.00	192000.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00293	109190.00	208005.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00309	130800.00	192400.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A4	VP-00312	123490.00	199820.00	01/01/1993	31/12/1993	77147
A4	VP-00315	105150.00	197875.00	01/01/1993	31/12/1993	80880
A4	VP-00317	106900.00	193200.00	01/01/1993	31/12/1993	585
A4	VP-00318	106999.00	193299.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00338	108760.00	194125.00	01/01/1993	31/12/1993	8477
A4	VP-00343	125300.00	198200.00	01/01/1993	31/12/1993	45000
A4	VP-00344	86140.00	208870.00	01/01/1993	31/12/1993	3429
A4	VP-00345	138815.00	201490.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00346	138475.00	201370.00	01/01/1993	31/12/1993	182
A4	VP-00352	101600.00	202865.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00353	101600.00	202900.00	01/01/1993	31/12/1993	2449
A4	VP-00354	100120.00	198170.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00355	100100.00	198125.00	01/01/1993	31/12/1993	34490
A4	VP-00361	133530.00	198560.00	01/01/1993	31/12/1993	30577
A4	VP-00367	105550.00	194400.00	01/01/1993	31/12/1993	94
A4	VP-00368	96800.00	198800.00	01/01/1993	31/12/1993	20108
A4	VP-00372	135135.00	206930.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00379	105685.00	195625.00	01/01/1993	31/12/1993	9623
A4	VP-00380	127400.00	194200.00	01/01/1993	31/12/1993	3837
A4	VP-00406	117300.00	191300.00	01/01/1993	31/12/1993	1050
A4	VP-00412	111915.00	198065.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00418	138600.00	208600.00	01/01/1993	31/12/1993	3051
A4	VP-00427	85005.00	211270.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00431	125500.00	198400.00	01/01/1993	31/12/1993	46931
A4	VP-00432	133580.00	191025.00	01/01/1993	31/12/1993	39010
A4	VP-00435	99200.00	190000.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A4	VP-00436	100900.00	199300.00	01/01/1993	31/12/1993	102
A4	VP-00442	106700.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A4	VP-00444	139475.00	202315.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00446	110835.00	196600.00	01/01/1993	31/12/1993	30000
A4	VP-00447	127140.00	196040.00	01/01/1993	31/12/1993	1350
A4	VP-00448	125700.00	198200.00	01/01/1993	31/12/1993	51747
A4	VP-00453	102980.00	194530.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00457	84100.00	198200.00	01/01/1993	31/12/1993	3462
A4	VP-00466	106500.00	200200.00	01/01/1993	31/12/1993	29510
A4	VP-00476	106800.00	197200.00	01/01/1993	31/12/1993	240

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00482	121240.00	193720.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00483	122145.00	193110.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A4	VP-00485	127600.00	197400.00	01/01/1993	31/12/1993	55833
A4	VP-00506	108400.00	202000.00	01/01/1993	31/12/1993	31150
A4	VP-00508	133330.00	195940.00	01/01/1993	31/12/1993	11846
A4	VP-00509	133330.00	195940.00	01/01/1993	31/12/1993	11847
A4	VP-00512	125145.00	201250.00	01/01/1993	31/12/1993	23515
A4	VP-00520	104700.00	214600.00	01/01/1993	31/12/1993	1825
A4	VP-00521	109320.00	204955.00	01/01/1993	31/12/1993	42756
A4	VP-00525	129800.00	194800.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A4	VP-00532	105860.00	196710.00	01/01/1993	31/12/1993	12500
A4	VP-00536	125455.00	201110.00	01/01/1993	31/12/1993	7574
A4	VP-00537	125530.00	201110.00	01/01/1993	31/12/1993	20241
A4	VP-00538	125485.00	201195.00	01/01/1993	31/12/1993	19464
A4	VP-00542	105730.00	198650.00	01/01/1993	31/12/1993	4400
A4	VP-00550	128900.00	200000.00	01/01/1993	31/12/1993	2085
A4	VP-00554	85200.00	192300.00	01/01/1993	31/12/1993	1460
A4	VP-00555	139155.00	201475.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00562	98790.00	209790.00	01/01/1993	31/12/1993	1390
A4	VP-00604	144000.00	205600.00	01/01/1993	31/12/1993	12544
A4	VP-00605	136000.00	189500.00	01/01/1993	31/12/1993	3647
A4	VP-00611	104645.00	196640.00	01/01/1993	31/12/1993	3135
A4	VP-00628	122800.00	192200.00	01/01/1993	31/12/1993	950
A4	VP-00661	113855.00	191155.00	01/01/1993	31/12/1993	273
A4	VP-00664	138195.00	189275.00	01/01/1993	31/12/1993	5000
A4	VP-00667	100510.00	201640.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00682	111235.00	197615.00	01/01/1993	31/12/1993	3000
A4	VP-00684	113880.00	199070.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A4	VP-00696	107950.00	199740.00	01/01/1993	31/12/1993	125
A4	VP-00699	126675.00	195305.00	01/01/1993	31/12/1993	850
A4	VP-00711	103960.00	197160.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00713	131580.00	193715.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00721	134965.00	206430.00	01/01/1993	31/12/1993	31971
A4	VP-00738	105900.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	96761
A4	VP-00743	129600.00	195300.00	01/01/1993	31/12/1993	9500
A4	VP-00745	99100.00	211200.00	01/01/1993	31/12/1993	976
A4	VP-00773	101600.00	212700.00	01/01/1993	31/12/1993	1506
A4	VP-00806	102600.00	200000.00	01/01/1993	31/12/1993	85
A4	VP-00808	84335.00	206055.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00814	127770.00	191565.00	01/01/1993	31/12/1993	1575
A4	VP-00839	100200.00	201530.00	01/01/1993	31/12/1993	15
A4	VP-00845	104735.00	196235.00	01/01/1993	31/12/1993	9827
A4	VP-00848	118370.00	198425.00	01/01/1993	31/12/1993	21372
A4	VP-00862	133775.00	198095.00	01/01/1993	31/12/1993	800
A4	VP-00866	107410.00	207685.00	01/01/1993	31/12/1993	7584
A4	VP-00875	119599.00	188799.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A4	VP-00879	112800.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	5800
A4	VP-00880	112800.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	200

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00882	95600.00	215900.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A4	VP-00886	111440.00	199385.00	01/01/1993	31/12/1993	4000
A4	VP-00892	93600.00	215300.00	01/01/1993	31/12/1993	2700
A4	VP-00894	121500.00	202400.00	01/01/1993	31/12/1993	400
A4	VP-00923	137570.00	189060.00	01/01/1993	31/12/1993	8393
A4	VP-00928	127200.00	196400.00	01/01/1993	31/12/1993	68359
A4	VP-00929	113780.00	192140.00	01/01/1993	31/12/1993	4000
A4	VP-00930	107370.00	198760.00	01/01/1993	31/12/1993	450
A4	VP-00932	101900.00	209500.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00933	136700.00	188045.00	01/01/1993	31/12/1993	160
A4	VP-00936	105655.00	195970.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00946	95200.00	211700.00	01/01/1993	31/12/1993	100
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/01/1993	31/01/1993	95926
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/02/1993	28/02/1993	95926
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/03/1993	31/03/1993	89201
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/04/1993	30/04/1993	86539
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/05/1993	31/05/1993	95566
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/06/1993	30/06/1993	85824
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/07/1993	31/07/1993	107406
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/08/1993	31/08/1993	95672
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/09/1993	30/09/1993	96302
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/10/1993	31/10/1993	91197
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/11/1993	30/11/1993	104305
V3BE	BE W	77700.00	200725.00	01/12/1993	31/12/1993	92376
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/01/1993	31/01/1993	112600
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/02/1993	28/02/1993	98629
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/03/1993	31/03/1993	107748
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/04/1993	30/04/1993	101528
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/05/1993	31/05/1993	109950
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/06/1993	30/06/1993	99659
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/07/1993	31/07/1993	114169
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/08/1993	31/08/1993	103899
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/09/1993	30/09/1993	104127
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/10/1993	31/10/1993	97876
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/11/1993	30/11/1993	113386
V3SN	SN W	65170.00	207410.00	01/12/1993	31/12/1993	102519

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-00003	63500.00	191300.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-00110	70130.00	189240.00	01/01/1993	31/12/1993	2250
A3	VP-00111	70130.00	189240.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00122	81545.00	193062.00	01/01/1993	31/12/1993	36563
A3	VP-00216	67040.00	209640.00	01/01/1993	31/12/1993	10330
A3	VP-00217	67040.00	209640.00	01/01/1993	31/12/1993	10330
A3	VP-00230	58680.00	197185.00	01/01/1993	31/12/1993	10019
A3	VP-00231	58680.00	197185.00	01/01/1993	31/12/1993	10021
A3	VP-00261	69000.00	210440.00	01/01/1993	31/12/1993	9560
A3	VP-00262	69000.00	210440.00	01/01/1993	31/12/1993	9560
A3	VP-00263	69000.00	210440.00	01/01/1993	31/12/1993	9560
A3	VP-00264	69000.00	210440.00	01/01/1993	31/12/1993	9560
A3	VP-00265	69000.00	210440.00	01/01/1993	31/12/1993	9560
A3	VP-00279	72000.00	202730.00	01/01/1993	31/12/1993	11040
A3	VP-00280	72000.00	202730.00	01/01/1993	31/12/1993	12671
A3	VP-00281	72000.00	202730.00	01/01/1993	31/12/1993	4661
A3	VP-00282	72000.00	202730.00	01/01/1993	31/12/1993	9996
A3	VP-00290	69770.00	223015.00	01/01/1993	31/12/1993	43139
A3	VP-00291	70135.00	223040.00	01/01/1993	31/12/1993	53061
A3	VP-00296	63400.00	191200.00	01/01/1993	31/12/1993	1360
A3	VP-00355	68045.00	213150.00	01/01/1993	31/12/1993	2198
A3	VP-00379	59978.00	195068.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00380	59945.00	195025.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00384	69350.00	189060.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A3	VP-00385	69350.00	189100.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A3	VP-00386	69370.00	189150.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00388	57700.00	191330.00	01/01/1993	31/12/1993	15
A3	VP-00389	57700.00	191330.00	01/01/1993	31/12/1993	15
A3	VP-00390	57700.00	191330.00	01/01/1993	31/12/1993	15
A3	VP-00391	74770.00	188692.00	01/01/1993	31/12/1993	2300
A3	VP-00398	67805.00	190440.00	01/01/1993	31/12/1993	5200
A3	VP-00399	67835.00	190530.00	01/01/1993	31/12/1993	5200
A3	VP-00400	67755.00	190500.00	01/01/1993	31/12/1993	5200
A3	VP-00401	63370.00	195970.00	01/01/1993	31/12/1993	899
A3	VP-00402	60990.00	192360.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A3	VP-00403	63180.00	195150.00	01/01/1993	31/12/1993	3500
A3	VP-00412	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00413	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00414	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00415	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00416	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00417	78540.00	188640.00	01/01/1993	31/12/1993	20000
A3	VP-00457	62070.00	197980.00	01/01/1993	31/12/1993	6320
A3	VP-00458	62070.00	197980.00	01/01/1993	31/12/1993	11380
A3	VP-00459	62070.00	197980.00	01/01/1993	31/12/1993	7580
A3	VP-00473	68670.00	192035.00	01/01/1993	31/12/1993	13217
A3	VP-00474	68682.00	192011.00	01/01/1993	31/12/1993	13217
A3	VP-00475	68692.00	191995.00	01/01/1993	31/12/1993	13217

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-00478	80610.00	211055.00	01/01/1993	31/12/1993	1501
A3	VP-00503	58980.00	190960.00	01/01/1993	31/12/1993	1925
A3	VP-00512	74820.00	189270.00	01/01/1993	31/12/1993	693
A3	VP-00516	60215.00	197115.00	01/01/1993	31/12/1993	700
A3	VP-00519	59749.00	193882.00	01/01/1993	31/12/1993	338
A3	VP-00520	59830.00	194920.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A3	VP-00521	61255.00	192470.00	01/01/1993	31/12/1993	146
A3	VP-00522	61290.00	192500.00	01/01/1993	31/12/1993	25
A3	VP-00523	59342.00	194290.00	01/01/1993	31/12/1993	380
A3	VP-00524	59782.00	194670.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00525	60875.00	193065.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00526	60905.00	193040.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00527	61425.00	197230.00	01/01/1993	31/12/1993	1725
A3	VP-00528	61190.00	197790.00	01/01/1993	31/12/1993	1725
A3	VP-00529	59078.00	192175.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-00530	59078.00	192697.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-00531	59068.00	192697.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-00532	62378.00	197009.00	01/01/1993	31/12/1993	600
A3	VP-00533	60600.00	193935.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A3	VP-00534	63500.00	198210.00	01/01/1993	31/12/1993	2160
A3	VP-00535	62190.00	198315.00	01/01/1993	31/12/1993	1615
A3	VP-00536	60450.00	193882.00	01/01/1993	31/12/1993	700
A3	VP-00537	61250.00	195680.00	01/01/1993	31/12/1993	800
A3	VP-00538	57680.00	195100.00	01/01/1993	31/12/1993	75
A3	VP-00539	59690.00	197770.00	01/01/1993	31/12/1993	1100
A3	VP-00540	63590.00	197525.00	01/01/1993	31/12/1993	3200
A3	VP-00541	60442.00	192370.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A3	VP-00542	58875.00	195392.00	01/01/1993	31/12/1993	690
A3	VP-00543	59130.00	196040.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A3	VP-00544	62190.00	198325.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00545	60461.00	192888.00	01/01/1993	31/12/1993	1250
A3	VP-00546	59040.00	195765.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00547	58553.00	193810.00	01/01/1993	31/12/1993	438
A3	VP-00548	60350.00	191455.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A3	VP-00549	63480.00	197655.00	01/01/1993	31/12/1993	5475
A3	VP-00550	59400.00	195340.00	01/01/1993	31/12/1993	530
A3	VP-00551	60215.00	195679.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00552	61520.00	193450.00	01/01/1993	31/12/1993	750
A3	VP-00553	59580.00	197410.00	01/01/1993	31/12/1993	750
A3	VP-00554	64700.00	197799.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00555	61990.00	192240.00	01/01/1993	31/12/1993	510
A3	VP-00556	61920.00	193660.00	01/01/1993	31/12/1993	2
A3	VP-00557	64459.00	198061.00	01/01/1993	31/12/1993	600
A3	VP-00558	59230.00	195465.00	01/01/1993	31/12/1993	1050
A3	VP-00560	62350.00	198170.00	01/01/1993	31/12/1993	800
A3	VP-00562	63952.00	197145.00	01/01/1993	31/12/1993	1400
A3	VP-00563	63962.00	197112.00	01/01/1993	31/12/1993	1400
A3	VP-00564	63990.00	197058.00	01/01/1993	31/12/1993	1400

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-00565	63999.00	197035.00	01/01/1993	31/12/1993	1400
A3	VP-00566	63122.00	198580.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00567	63170.00	198520.00	01/01/1993	31/12/1993	3500
A3	VP-00568	60038.00	192965.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00569	60038.00	192978.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00570	60020.00	192990.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00571	60000.00	192900.00	01/01/1993	31/12/1993	500
A3	VP-00572	59790.00	193020.00	01/01/1993	31/12/1993	175
A3	VP-00573	59780.00	193000.00	01/01/1993	31/12/1993	175
A3	VP-00574	59780.00	192980.00	01/01/1993	31/12/1993	175
A3	VP-00575	59081.00	194625.00	01/01/1993	31/12/1993	900
A3	VP-00576	59061.00	194578.00	01/01/1993	31/12/1993	20
A3	VP-00581	59080.00	193340.00	01/01/1993	31/12/1993	3000
A3	VP-00583	63180.00	194080.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00584	63150.00	194070.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00585	63950.00	194100.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00586	77000.00	191680.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A3	VP-00588	78900.00	191570.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A3	VP-00589	59410.00	193335.00	01/01/1993	31/12/1993	3500
A3	VP-00591	74200.00	191170.00	01/01/1993	31/12/1993	2640
A3	VP-00598	63530.00	197470.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00599	66735.00	190370.00	01/01/1993	31/12/1993	350
A3	VP-00600	78270.00	191460.00	01/01/1993	31/12/1993	1500
A3	VP-00601	72340.00	211390.00	01/01/1993	31/12/1993	3400
A3	VP-00602	73115.00	202995.00	01/01/1993	31/12/1993	2049
A3	VP-00603	63785.00	197220.00	01/01/1993	31/12/1993	2555
A3	VP-00605	81025.00	190850.00	01/01/1993	31/12/1993	617
A3	VP-00607	82723.00	188228.00	01/01/1993	31/12/1993	135
A3	VP-00608	66260.00	188765.00	01/01/1993	31/12/1993	2089
A3	VP-00615	71395.00	190680.00	01/01/1993	31/12/1993	1825
A3	VP-00619	73445.00	190520.00	01/01/1993	31/12/1993	2928
A3	VP-00624	71422.00	189420.00	01/01/1993	31/12/1993	20
A3	VP-00625	70135.00	189758.00	01/01/1993	31/12/1993	2102
A3	VP-00626	61710.00	199405.00	01/01/1993	31/12/1993	100
A3	VP-00630	79085.00	189657.00	01/01/1993	31/12/1993	730
A3	VP-00636	78290.00	188050.00	01/01/1993	31/12/1993	2400
A3	VP-00638	72286.00	188645.00	01/01/1993	31/12/1993	1000
A3	VP-00639	75025.00	190490.00	01/01/1993	31/12/1993	825
A3	VP-00644	64495.00	193165.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A3	VP-00645	64455.00	193145.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A3	VP-00649	57620.00	195185.00	01/01/1993	31/12/1993	600
A3	VP-00650	57620.00	195185.00	01/01/1993	31/12/1993	600
A3	VP-00666	58755.00	198840.00	01/01/1993	31/12/1993	1328
A3	VP-00667	58710.00	198740.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-00675	69100.00	212750.00	01/01/1993	31/12/1993	545
A3	VP-00698	65230.00	202780.00	01/01/1993	31/12/1993	1900
A3	VP-00704	65800.00	202935.00	01/01/1993	31/12/1993	7550
A3	VP-00705	65800.00	202935.00	01/01/1993	31/12/1993	11106

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-00706	65800.00	202935.00	01/01/1993	31/12/1993	32892
A3	VP-00707	65800.00	202935.00	01/01/1993	31/12/1993	11074
A3	VP-00708	65800.00	202935.00	01/01/1993	31/12/1993	11876
A3	VP-00714	74725.00	190575.00	01/01/1993	31/12/1993	2299
A3	VP-00722	62500.00	191310.00	01/01/1993	31/12/1993	150
A3	VP-00726	62900.00	209380.00	01/01/1993	31/12/1993	2000
A3	VP-00729	78100.00	188100.00	01/01/1993	31/12/1993	400
A3	VP-00753	68535.00	213470.00	01/01/1993	31/12/1993	368
A3	VP-00773	65920.00	202095.00	01/01/1993	31/12/1993	350
A3	VP-00803	74900.00	209200.00	01/01/1993	31/12/1993	190
A3	VP-00804	74900.00	209200.00	01/01/1993	31/12/1993	110
A3	VP-00821	80760.00	208965.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A3	VP-00822	80760.00	208965.00	01/01/1993	31/12/1993	10
A3	VP-00864	77525.00	203210.00	01/01/1993	31/12/1993	13000
A3	VP-00899	70010.00	200500.00	01/01/1993	31/12/1993	440
A3	VP-00922	60330.00	197885.00	01/01/1993	31/12/1993	3250
A3	VP-00970	58700.00	197200.00	01/01/1993	31/12/1993	10019
A3	VP-00971	58700.00	197200.00	01/01/1993	31/12/1993	10020
A3	VP-01025	70710.00	211720.00	01/01/1993	31/12/1993	2454
A3	VP-01099	70000.00	209700.00	01/01/1993	31/12/1993	2302
A3	VP-01100	70000.00	209700.00	01/01/1993	31/12/1993	6608
A3	VP-01101	70600.00	209500.00	01/01/1993	31/12/1993	240
A3	VP-01102	64560.00	201850.00	01/01/1993	31/12/1993	5466
A3	VP-01103	64560.00	201850.00	01/01/1993	31/12/1993	5466
A3	VP-01104	64560.00	201850.00	01/01/1993	31/12/1993	5466
A3	VP-01105	64560.00	201850.00	01/01/1993	31/12/1993	5466
A3	VP-01108	79200.00	189510.00	01/01/1993	31/12/1993	950
A3	VP-01114	69480.00	211820.00	01/01/1993	31/12/1993	21900
A3	VP-01168	57230.00	204760.00	01/01/1993	31/12/1993	60
A3	VP-01192	59240.00	193475.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A3	VP-01193	59205.00	193595.00	01/01/1993	31/12/1993	150
A3	VP-01236	73274.00	191647.00	01/01/1993	31/12/1993	1600
A3	VP-01248	60800.00	208720.00	01/01/1993	31/12/1993	3400
A3	VP-01263	68475.00	190980.00	01/01/1993	31/12/1993	10
A3	VP-01271	61800.00	191850.00	01/01/1993	31/12/1993	90
A3	VP-01295	55700.00	199270.00	01/01/1993	31/12/1993	5250
A3	VP-01390	56455.00	201950.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A3	VP-01391	56560.00	202000.00	01/01/1993	31/12/1993	1800
A3	VP-01402	74345.00	205910.00	01/01/1993	31/12/1993	365
A3	VP-01403	60770.00	190755.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A3	VP-01404	60800.00	190750.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A3	VP-01407	57250.00	205465.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A3	VP-01414	65625.00	202265.00	01/01/1993	31/12/1993	200
A3	VP-01416	82490.00	205755.00	01/01/1993	31/12/1993	465
A3	VP-01417	82270.00	205305.00	01/01/1993	31/12/1993	383
A3	VP-01418	75540.00	188375.00	01/01/1993	31/12/1993	950
A3	VP-01419	55015.00	201250.00	01/01/1993	31/12/1993	600
A3	VP-01420	81235.00	208750.00	01/01/1993	31/12/1993	1074

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A3	VP-01423	61459.00	197280.00	01/01/1993	31/12/1993	65
A3	VP-01425	70400.00	213100.00	01/01/1993	31/12/1993	9360
A4	VP-00007	106280.00	189290.00	01/01/1993	31/12/1993	15614
A4	VP-00008	106310.00	189370.00	01/01/1993	31/12/1993	15614
A4	VP-00026	105000.00	198500.00	01/01/1993	31/12/1993	560784
A4	VP-00032	96300.00	203550.00	01/01/1993	31/12/1993	34446
A4	VP-00059	104910.00	189620.00	01/01/1993	31/12/1993	83499
A4	VP-00080	116075.00	188245.00	01/01/1993	31/12/1993	5813
A4	VP-00089	107660.00	197070.00	01/01/1993	31/12/1993	15677
A4	VP-00103	103800.00	195400.00	01/01/1993	31/12/1993	210
A4	VP-00106	85590.00	197585.00	01/01/1993	31/12/1993	6000
A4	VP-00115	130810.00	191480.00	01/01/1993	31/12/1993	8982
A4	VP-00129	96090.00	192620.00	01/01/1993	31/12/1993	1666
A4	VP-00143	83240.00	203350.00	01/01/1993	31/12/1993	1091
A4	VP-00154	114500.00	188800.00	01/01/1993	31/12/1993	368400
A4	VP-00169	107320.00	199700.00	01/01/1993	31/12/1993	39188
A4	VP-00213	120910.00	193115.00	01/01/1993	31/12/1993	460
A4	VP-00217	106800.00	192900.00	01/01/1993	31/12/1993	62732
A4	VP-00218	106800.00	192900.00	01/01/1993	31/12/1993	62732
A4	VP-00271	123820.00	192260.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00273	105300.00	199850.00	01/01/1993	31/12/1993	5000
A4	VP-00294	85000.00	196300.00	01/01/1993	31/12/1993	1600
A4	VP-00304	114500.00	189000.00	01/01/1993	31/12/1993	38623
A4	VP-00305	114500.00	189000.00	01/01/1993	31/12/1993	15164
A4	VP-00314	84500.00	200200.00	01/01/1993	31/12/1993	1885
A4	VP-00327	104825.00	195625.00	01/01/1993	31/12/1993	71671
A4	VP-00329	104130.00	198090.00	01/01/1993	31/12/1993	6432
A4	VP-00350	99860.00	198820.00	01/01/1993	31/12/1993	1400
A4	VP-00366	105550.00	194400.00	01/01/1993	31/12/1993	6859
A4	VP-00377	115965.00	189060.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A4	VP-00378	116000.00	189000.00	01/01/1993	31/12/1993	250
A4	VP-00386	102790.00	190495.00	01/01/1993	31/12/1993	1274
A4	VP-00428	106880.00	194170.00	01/01/1993	31/12/1993	55
A4	VP-00452	102980.00	194530.00	01/01/1993	31/12/1993	1388
A4	VP-00474	107025.00	193525.00	01/01/1993	31/12/1993	21000
A4	VP-00504	116690.00	188390.00	01/01/1993	31/12/1993	2350
A4	VP-00505	116410.00	188385.00	01/01/1993	31/12/1993	2350
A4	VP-00515	115400.00	189800.00	01/01/1993	31/12/1993	380
A4	VP-00529	107040.00	192625.00	01/01/1993	31/12/1993	29288
A4	VP-00533	89200.00	190400.00	01/01/1993	31/12/1993	2750
A4	VP-00559	123300.00	192600.00	01/01/1993	31/12/1993	50
A4	VP-00584	110900.00	193500.00	01/01/1993	31/12/1993	300
A4	VP-00596	105365.00	191730.00	01/01/1993	31/12/1993	3276
A4	VP-00597	102540.00	199820.00	01/01/1993	31/12/1993	4557
A4	VP-00601	118300.00	192400.00	01/01/1993	31/12/1993	30
A4	VP-00602	116930.00	189110.00	01/01/1993	31/12/1993	24000
A4	VP-00617	121000.00	193200.00	01/01/1993	31/12/1993	3562
A4	VP-00618	121000.00	193200.00	01/01/1993	31/12/1993	5342

IWACO ROTTERDAM

LOKKODE	PUTNR	XKOOR	YKOOR	DAT VAN	DAT TOT	VOLUME
A4	VP-00624	105160.00	193690.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00626	86010.00	200050.00	01/01/1993	31/12/1993	59239
A4	VP-00686	110545.00	191355.00	01/01/1993	31/12/1993	750
A4	VP-00697	105205.00	190885.00	01/01/1993	31/12/1993	482
A4	VP-00707	105595.00	194735.00	01/01/1993	31/12/1993	26757
A4	VP-00719	115200.00	188400.00	01/01/1993	31/12/1993	175
A4	VP-00731	107000.00	193500.00	01/01/1993	31/12/1993	2250
A4	VP-00732	107000.00	193500.00	01/01/1993	31/12/1993	2250
A4	VP-00734	83500.00	196200.00	01/01/1993	31/12/1993	1200
A4	VP-00783	103785.00	198915.00	01/01/1993	31/12/1993	5286
A4	VP-00833	88000.00	202800.00	01/01/1993	31/12/1993	43
A4	VP-00837	107900.00	193345.00	01/01/1993	31/12/1993	0
A4	VP-00842	115900.00	188900.00	01/01/1993	31/12/1993	6600
A4	VP-00864	130895.00	190355.00	01/01/1993	31/12/1993	3572
A4	VP-00871	103800.00	191200.00	01/01/1993	31/12/1993	1894
A4	VP-00874	117100.00	188300.00	01/01/1993	31/12/1993	221
A4	VP-00898	97500.00	192000.00	01/01/1993	31/12/1993	6400
A4	VP-00901	8695.00	191200.00	01/01/1993	31/12/1993	180
A4	VP-00934	101675.00	196480.00	01/01/1993	31/12/1993	1344
A4	VP-00942	118130.00	196380.00	01/01/1993	31/12/1993	180
A4	VP-00948	106855.00	190315.00	01/01/1993	31/12/1993	759

**Bijlage 2. Ingevoerde winningen in het grondwaterstromingsmodel
van de Eocene en Oligocene lagen onder West- en
Oost-Vlaanderen (WALRAEVENS, 1987)**

Tabel 7.1. In mathematisch model ingevoerde grondwateronttrekkingen

1. Uit Ledo-Paniseliaanlaag	Debiet (*10 ³ m ³ /jaar)
Maldegem - Diverse bedrijven (w.o. melkerij)	600
Adegem - Diverse bedrijven (w.o. slachthuis)	400
Eeklo - N.V. Uneklo	200
Eeklo - N.V. Lacsoons	200
Eeklo - Brouwerij Kruger	500
Waarschoot - N.V. Textilia	150
Zomergem - Melkerij Ste-Marie	100
Zelzate - Psychiatrisch Instituut	80
Gent - geplande winning Sidmar	1500
Gent - Kuhlman	200
Gent - N.V. Air Products	150
Gent - C.B.R.	100
Gent - Gist- en Spiritusfabrieken Bruggeman	700
Gent - Texaco	250
Gent - Ebes	200
Gent - Johns-Manville	100
Lokeren - Lawter Chemicals	250
Lokeren - Ets. Goeters "Ars et Labor"	150
Lokeren - Diverse bedrijven	250
Zelee - N.V. Goossens Gebroeders	200
Zelee - Van der Eecken en Co	200
Sint-Niklaas - N.V. Filteint	800
Sint-Niklaas - Diverse bedrijven Industriepark (w.o. N.V. Waesland)	1000
Sint-Niklaas - Diverse bedrijven Industriepark (w.o. N.V. Duyver Ind.)	1300
Hamme - Le Lis	100
Elversele - Slachthuis	100
Grembergen - Fan Luxembourg	150

7.7.2. Ledo-Paniseliaanlaag

Naast de grotere winningen die individueel in het model werden ingebracht (tabel 7.1.), werd bovendien in elke cel van het modelgebied een zeer geringe onttrekking van $4 \text{ m}^3/\text{dag}$ ingevoerd, als benadering van de sterk verspreide kleinere winningen. Ten zuiden van de -30 m TAW-strekkingslijn van de basis van de Bartoonklei werd evenwel een grotere onttrekking, namelijk van $40 \text{ m}^3/\text{dag}$ ingevoerd. In deze zone bevinden zich namelijk talrijke pompputten in het LeP, voornamelijk op landbouwbedrijven en in bloemenwekerijen. J. DE PAEPE & W. DE BREUCK (1958) geven voor de minimum waterbehoefte op een landbouwbedrijf van 8 ha $1,6 \text{ m}^3/\text{dag}$ op. Per cel van het model met een oppervlakte van 1 km x 2 km wordt dit $40 \text{ m}^3/\text{dag}$.

2. Uit Oligocene laag

Beveren-Waas - Diverse bedrijven	30
Haasdonk - Krijgsmacht	30
Sint-Niklaas - N.V. Filteint	300
Sint-Niklaas - Kliniek Maria-Middelares	25
Sint-Niklaas - Residenties Fabiola	100
Sint-Niklaas - N.V. Gaf Belgium	40
Sint-Niklaas - N.V. Duyver Industries	50
Sint-Niklaas - N.V. Waassche Ververij	50
Sint-Niklaas - P.V.B.A. Niko	30

**Bijlage 3. Vergunde grondwaterwinningen uit de Eocene en
Oligocene lagen onder Zeeland (Grondwateronderzoek
diepe zandlagen, fase 1)**

	MEDERS FROZEN FOOD	SORTEERBEDRIJF VLISSINGEN	BAARLAND	DE KRAKER
plaats inrichting	Kruiningen	Vlissingen	Baarland	Axel
x	61,04	30,54	51,74	52,50
y	386,97	386,40	380,69	367,97
aantal putten	1	2	7	3
basis put / filter	230 m	132 m	110 m tot 160 m	50, 52 en 54 m
aantal pompen	1	2	7	2
onttrekking m ³ /j	8.3051	247829	215.048	520
chloride mg/l	3.142	1.150 en 1.320	485 tot 1.517	39

Tabel 18 Vergunde inrichtingen (Zeeland) oligocene watervoerende laag - niet freatisch.

	VAN DER BLIECK	AMR MILIANO	VAN DE VLIJVER	NOBUS H.	DIKER	AERNOUDTS	FIERET
plaats inrichting	Aardenburg	Eede	Aardenburg	Aardenburg	St.-Kruis	Sluis	Oostburg
x	19,78 en 20,99	20,30	20,93	20,77	22,32	17,87	23,26
y	365,89 en 367,08	364,58	369,16	364,23	364,98	368,67	373,16
aantal bronnen	2	1	1	1	2	1	1
basis bron / filter	50 m	47 m	65 m	45 m	48 m	75 m	95 m
aantal pompen	2	1	1	1	2	1	1
onttrekking op jaarbasis in m ³	1.152 en 288	5.395	/	12	1.350	5.000	1.800
chloridegehalte in mg/l	?	28,5	/	/	/	71	830

Tabel 19 Vergunde inrichtingen (Zeeland) eocene watervoerende laag - niet freatisch.

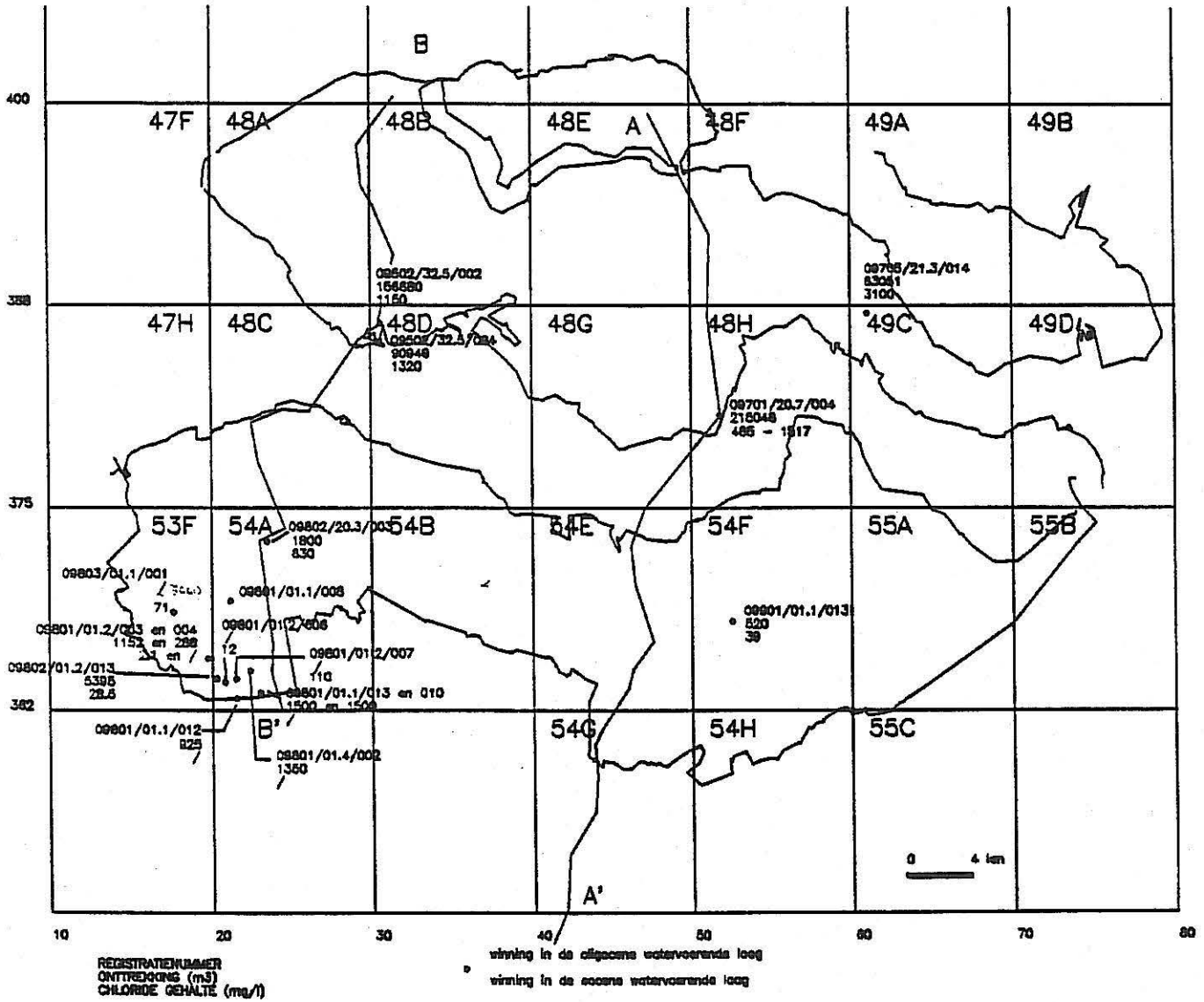


Fig. 30 Vergunde inrichtingen (Zeeland) in de oligocene (groen) en eocene (cyan) watervoerende laag

Bijlage 4. Prognose van de winningsdebieten volgens de opdrachtgever

Scenario's diepe zandlagen, toekomstig verwachte aanvragen grondwateronttrekkingen diepe zandlagen.

Zeeuwsch-Vlaanderen

Landbouw onttrekkingen in het gebied met een Cl gehalte < 1000 mg/l, 40 m³/ uur; 10.000 tot 20.000 m³/jaar

Oligoceen

X coördinaat	Y coördinaat
46.000	362.000
48.000	360.000
49.000	364.000
52.000	362.500
53.000	367.000
55.000	368.000
56.000	365.000
57.000	369.000
57.000	362.500
58.000	367.000
59.000	365.000
60.000	367.000
61.000	371.000
62.000	396.000
64.000	367.000
65.000	370.000
65.000	365.000
67.000	367.000
68.000	370.000
69.000	369.000
71.000	370.000

Eocene

X - coördinaat	Y - coördinaat
15.000	369.000
18.000	371.000
18.0000	367.000
19.000	369.000
21.000	371.000
21.000	366.000
22.000	364.000
24.000	369.000
24.500	367.000
28.000	369.000

Industriële onttrekkingen (koelwater):

Kloosterzande	X = 59.750	Y = 375.750	50.000 m ³ /jaar
Vogelwaarde	X = 56.500	Y = 371.500	50.000 m ³ /jaar
Biervliet	X = 36.500	Y = 372.500	50.000 m ³ /jaar
Terneuzen	X = 43.500	Y = 373.000	100.000 m ³ /jaar

Alternatief voor onttrekkingen rondom natuurgebieden.

Omgeving Hulst	X = 60.000	Y = 367.700	20.000 tot 30.000 m ³ /jaar
Omgeving Hulst	X = 58.000	Y = 368.000	30.000 tot 40.000 m ³ /jaar
Omgeving Westdorpe	X = 46.800	Y = 361.750	30.000 tot 40.000 m ³ /jaar

Walcheren, Zuid Beveland

uitbreiding bestaande onttrekkingen:

Vlissingen sorteerfabriek	X = 30.540	Y = 368.400	400.000 m ³ /jaar
Baarland	X = 51.740	Y = 380.690	400.000 m ³ /jaar

Nieuwe onttrekking

Vlissingen Oost	X = 40.000	Y = 384.000	500.000 m ³ /jaar
-----------------	------------	-------------	------------------------------