BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

NOTA 1607 I

MAART 1985

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE MOGELIJKE INVLOED VOOR DE LANDBOUW VAN DE VOORGENOMEN VERBETERINGEN VAN DE ZUID-WILLEMSVAART

Ing. K.E. Wit, Ing. E. van Rees Vellinga
en J.G. te Beest

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiele publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0180 2871

16 APR. 1985

222647

INHOUD

1. INLEIDING

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

3. BODEMFYSISCHE EIGENSCHAPPEN EN GRONDWATERTRAPPEN

3.1 Algemeen
3.2 Bodemfysische eenheden
3.3 Indeling van de grondwatertrappen

4. GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

5. INVOER SWATRE

5.1 Algemeen
5.2 Ingevoerde groepen

6. EFFECTEN VAN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

6.1 Algemeen
6.2 Uitgevoerde berekeningen

7. LANDBOUWSCHADE

7.1 Algemeen
7.2 Berekening landbouwschade
7.3 Compenserende maatregelen

8. SAMENVATTING

LITERATUUR

1. INLEIDING

Door de Rijkswaterstaat is een analyse uitgevoerd betreffende de verbeteringen van de Brabantse en Midden-Limburgse kanalen (RWS; 1978). Voor de Zuid-Willemsvaart zouden deze verbeteringen inhouden : een verruiming van het kanaalprofiel, waarbij de oude sluizen worden vervangen door een kleiner aantal nieuwe sluizen en het graven van een nieuw kanaal oostelijk van Helmond en 's Hertogenbosch.

Als gevolg van een vermindering van het aantal sluizen zullen plaatselijk de toekomstige kanaalpeilen afwijken van de huidige : zowel verhogingen als verlagingen zullen optreden. Voor het merendeel zal er sprake zijn van verlagingen, plaatselijk zullen deze meer dan 4 m bedragen. In het algemeen kunnen de peilverhogingen leiden tot een wegzijging vanuit het kanaal naar de aangrenzende gronden. Bij peilverlagingen kan een tegengesteld effect optreden, in deze situatie kan het kanaal een drainerende functie krijgen. Door verruiming van het kanaalprofiel kunnen de radiale en kanaalbodemweerstand afnemen, waardoor bovengenoemde grondwaterstromingen kunnen worden geintensiveerd.

Bij wegzijging vanuit het kanaal kan bij laag gelegen gronden verdrassing optreden; het is echter ook mogelijk dat hoger gelegen gronden van deze extra wateraanvoer profiteren.

Bij drainage door het kanaal kan de grondwaterstand dalen en kan verdroging optreden bij die gronden waar momenteel door capillaire opstijging mede wordt voorzien in de waterbehoefte. Bij gronden met een diepe grondwaterstand en een geringe capillaire aanvoer vanuit het grondwater en mogelijk bij de relatief laag gelegen gronden zullen de effecten gering zijn.

Samenvattend kan worden gezegd dat de voorgenomen verbeteringen invloed zullen uitoefenen op het grondwaterregiem in de omgeving van het kanaal met als gevolg dat daar schade kan optreden voor de landbouw door zowel verdrassing als verdroging.

In een schrijven van 26-6-1982 werd door de Hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat aan het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding opdracht verleend voor het verrichten van werkzaamheden ter bepaling van de gevolgen voor de landbouw van grondwaterstandsveranderingen door kanaalpeilwijzigingen en verruiming van de Zuid-Willemsvaart van Empel nabij de Maas tot de Brabants-Limburgse grens, met uitzondering van de omlegging bij Helmond.

Bij de uitgevoerde studie is uitgegaan van de door het district Zuidoost van de directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat (RWS) verstrekte grondwaterstandsveranderingen. Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens die bij verschillende onderzoeksinstituten en instellingen aanwezig waren, terwijl verder veld- en laboratoriumonderzoek is uitgevoerd naar de bodemfysische eigenschappen van de onverzadigde zone. In deze nota zal verslag worden gedaan van de methode van onderzoek en de verkregen resultaten.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Aangezien de onderhavige studie betrekking heeft op de op-opbrengstdepressie van landbouwgewassen tengevolge van grondwaterstandsveranderingen, zal alleen de groeifactor water in relatie tot de grondwaterstandsdiepte worden beschouwd. Dit betekent dat de in het volgende gebezigde termen potentieel en actueel alleen ten aanzien van deze factor zijn bedoeld. De voor een potentiele groei van een gewas benodigde hoeveelheid water wordt bepaald door de potentiele evapotranspiratie. De grootte hiervan is afhankelijk van de eigenschappen van het gewas en een aantal meteorologische factoren. De voor evapotranspiratie beschikbare hoeveelheid water wordt bepaald door de vochtvoorraad aan het begin van het groeiseizoen en de aanvulling gedurende het groeiseizoen door neerslag en capillaire aanvoer. Bij een maximale vochtvoorziening is de actuele evapotranspiratie gelijk aan de potentiele. In geval de vochtvoorraad en de aanvulling niet voldoende zijn, is de actuele evapotranspiratie kleiner dan de potentiele. De mate waarin dit laatste zich voordoet, is bepalend voor de dan optredende opbrengstdepressie. Grondwaterstandsveranderingen kunnen op meer dan een manier de actuele evapotranspiratie beinvloeden, namelijk:

- veranderingen in de capillaire aanvoer gedurende het groeiseizoen
- veranderingen van de vochtvoorraad aan het begin van het groeiseizoen
- veranderingen in de groeiomstandigheden; hiervan is sprake bij ondiepe grondwaterstanden waarbij de ontwikkeling van het wortelstelsel wordt betrokken.

Bij verdrassing kan tevens de bedrijfsvoering worden belemmerd door ondermeer een vermindering van de draagkracht van de grond; er kan vertrapping van het gewas voorkomen en er dient rekening te worden gehouden met een kortere weideperiode.

Voor het bepalen van de invloed van grondwaterstandsveranderingen op de actuele evapotranspiratie is gekozen voor een modelmatige benadering. Zo zijn de grondwaterstandsveranderingen tengevolge van de uit te voeren kanaalverbeteringen berekend met het grondwatermodel GELGAM (Royen; 1983, 1984). Voor het vaststellen van de invloed van deze grondwaterstandsveranderingen op de actuele evapotranspiratie is met het grondwatermodel SWATRE (Belmans e.a., 1981) allereerst de actuele evapotranspiratie berekend voor de bestaande situatie en vervolgens voor de toekomstige situatie. Het grondwatermodel GELGAM berekent eveneens verdampingsreducties. Het meest kenmerkende verschil tussen de met SWATRE en GELGAM uitgevoerde berekeningen is vooral gelegen in een grotere differentiatie in bodemfysische eenheden, profielindeling, tijdstappen en de indeling in deelgebieden bij SWATRE. Bij GELGAM is verder voor het berekenen van de verdamping gebruik gemaakt van de Montheith-Rijtema formule en bij SWATRE van de Priestly- en Taylor formule. Met SWATRE kunnen reducties bij verdrassing worden berekend, hetgeen niet mogelijk is met GELGAM. In een later stadium zal worden teruggekomen op de met beide modellen verkregen resultaten.

3. BODEMFYSISCHE EIGENSCHAPPEN EN GRONDWATERTRAPPEN

3.1 ALGEMEEN.

De mate waarin capillaire aanvoer vanuit het grondwater kan plaatsvinden, is afhankelijk van zowel de bodemfysische eigenschappen van de onverzadigde zone als de diepte van het freatisch vlak tijdens het groeiseizoen. Het samenstellen van kaarten kan dan ook worden beschouwd als uitgangspunt voor het verdere onderzoek.

Op grond van voorlopig uitgevoerde berekeningen betreffende de invloedssfeer van de kanaalverbeteringen, werd oorspronkelijk een strook ter breedte van 2 km aan weerszijden van het bestaande kanaal dan wel de geprojecteerde omleiding beschouwd. Naderhand is plaatselijk het onderzoeksgebied uitgebreid naar aanleiding van met GELGAM berekende grondwaterstandsveranderingen in een definitieve fase.

Omdat het onderzoek enigszins gefaseerd is uitgevoerd, kunnen de volgende trajekten worden onderscheiden:

trajekt 1 : 's Hertogenbosch - Beek en Donk
2 : Helmond - Grens Limburg
3 : Omlegging Rosmalen

Aangezien deze nota zich beperkt tot de landbouwgebieden, zijn in de geleverde kaarten de stedelijke en de natuurgebieden volgens een recente opgave van RWS apart aangegeven.

3.2 BODEMFYSISCHE EENHEDEN

De indeling naar bodemfysische eenheden is verkregen op grond van een relatie tussen de maximale capillaire flux die de bovengrond kan bereiken, en de grondwaterdiepte in de aangetroffen bodemkundige eenheden (Bloemen; 1982, 1983). Met de bodemkundige eenheden worden hier bedoeld de combinaties van bodemtype en moedermateriaal tot op een diepte waarin men bij de modelberekeningen is geinteresseerd. Hiervoor is maximaal 400 cm onder maaiveld aangehouden. Informatie over bodemtype en moedermateriaal is beschikbaar op de kaartbladen en in de bijbehorende toelichtingen van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50000, en van de Geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50000. De trajecten liggen verdeeld over de kaartbladen 45W, 45O, 51O, 52W, 57O en 58W. De bodemfysische eenheden omvatten een of meer bodemkundige eenheden; tevens is de opeenvolging van bodemlagen gedefinieerd met de daarvoor geldende K(h)- en θ(h)- relaties. De verbreiding van de onderscheiden bodemfysische eenheden die in het volgende ook wel worden aangeduid met BOFYEENH, is weergegeven in fig. 1.1 t/m 1.3. Hierbij wordt de aandacht gevestigd op de gewijzigde nummering t.o.v. die in de I.C.W.- nota's nr. 1374 en 1412. De K(h)-relaties uit genoemde nota's gaven voor een aantal bodemfysische eenheden een te gunstig beeld van de capillaire opstijging. Zowel uit verricht veld- en laboratoriumonderzoek als uit literatuurgegevens zijn voor deze eenheden nieuwe relaties vastgesteld.

Daar de BOFYEENH 1, 2, 3 en 4 relatief weinig voorkomen is voor deze groep van eenheden BOFYEENH. 2 aangehouden. Op grond van berekende relaties tussen de maximale capillaire flux en de grondwaterdiepte (Bloemen; 1982) voor de betreffende eenheden, zal deze werkwijze op het eindresultaat praktisch geen invloed hebben.

3.3 INDELING VAN DE GRONDWATERTRAPPEN

Een indeling naar grondwatertrappen is verkregen van de kaartbladen van de Bodemkaart van Nederland. Hiervan zijn een viertal klassen onderscheiden, te weten:

		GHG	GLG
Klasse 1	Gt 2	-	50-80
2	Gt 3	<40	80-120
3	Gt 5	<40	>120
4	Gt 67	>80	>120

De Gt 6 is bij de Gt 7 ingedeeld om het aantal klassen te beperken. Bij de naderhand uit te voeren combinaties van kaartbeelden zou anders een te gedetailleerd beeld ontstaan. Bij de berekeningen is hiermee echter wel rekening gehouden. Ditzelfde aspect geldt t.o.v. een droger deel van een bepaalde Gt. Zo is voor een Gt 6 een 20 cm hogere grondwaterstand aangehouden dan voor de standaard Gt 67 in fig. 3 en 4 en voor een droger deel van de Gt 5 en Gt 7 respectievelijk een lagere grondwaterstand van 20 en 50 cm. De onderscheiden klassen geven binnen bepaalde grenzen een globale indruk omtrent de fluctuatie van de grondwaterstand tijdens het groeiseizoen (fig.2.1 t/m 2.3).
Het is mogelijk dat de grondwatertrappen niet overal meer beantwoorden aan de huidige situatie, als gevolg van de uitvoering van diverse ruilverkavelingen na de opname. De grondwaterkaart is dan ook voornamelijk gebruikt voor het opdelen van het onderzoeksgebied in gebieden met eenzelfde grondwaterfluctuatie. Uit waarnemingen in landbouwbuizen, geplaatst door RWS in het kader van het Zuid-Willemsvaartonderzoek, zijn voor de verkregen gebieden gemiddelde tijdstijghoogtelijnen samengesteld. Bij de selectieprocedure van de gebruikte landbouwbuizen is vooral gelet op de lokatie: de buis moet duidelijk binnen een klasse liggen en dus niet in de naaste omgeving van de overgang van 2 grondwatertrappen. Er is verder een controle uitgevoerd naar de maaiveldshoogte bij het meetpunt en het omringende agrarische gebied.

Aangezien de met GELGAM uitgevoerde berekeningen betrekking hadden op 1982 voor trajekt 1 en op 1983 voor trajekt 2 en 3 zijn voor de genoemde jaren standaardgrondwaterstandsverlooplijnen voor de onderscheiden klassen gemaakt (fig.3 en 4). Van de in fig. 3 weergegeven grondwaterstandsverlooplijnen die betrekking hebben op trajekt 1, voldoet de Gt 3 niet geheel aan de normen. De gemiddelde hoogste grondwaterstand zou < 40cm beneden maaiveld moeten zijn; het grondwaterstandsverloop duidt echter meer op een Gt 4. Deze opmerking geldt eveneens voor de Gt 3 in fig. 4 waarin trajekt 2 en 3 zijn beschouwd. Verder vertoont de Gt 5 in deze figuur meer overeenkomst met een Gt 6. Deze afwijkingen kunnen zoals reeds opgemerkt worden toegeschreven aan een gewijzigd grondwaterregiem in het kader van uitgevoerde ruilverkavelingen en of beekverbeteringen. In fig. 5a,b is het grondwaterstandsverloop in een aantal landbouwbuizen over de jaren '82 en '83 weergegeven. Deze buizen zijn gelegen in de raaien 340 en 350 van RWS. Uit de figuren blijkt dat de fluctuatie in '82 en '83 praktisch gelijk is; een samenvoeging van de fig. 3 en 4 lijkt dan ook verantwoord.

4. GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

Met GELGAM zijn de wijzigingen berekend in het grondwaterregiem als gevolg van de kanaalverbeteringen (Royen; 1983, 1984). Met name voor die panden waar een aanzienlijke kanaalpeilwijziging zal plaatsvinden, dan wel een verandering van de kanaalweerstand is verondersteld, heeft dit geresulteerd in opmerkelijke grondwaterstandsveranderingen. Hierbij blijkt dat de eertijds aangenomen grens van 2 km voor de invloedssfeer plaatselijk ruimschoots wordt overschreden. In verband met de reeds genoemde fasering van het onderzoek zijn de veranderingen berekend voor 2 perioden, namelijk voor:

* zomerhalfjaar 1982; (trajekt 1)
* ,, 1983; (trajekt 2 en 3)

Aangezien de periode van trajekt 1 in een bij benadering 10 % droog jaar valt en de periode voor trajekt 2 en 3 wordt gekenmerkt door een relatief nat voorjaar, zijn naderhand trajekt 2 en 3 eveneens doorgerekend voor de periode van 1982.

De wijzigingen van de grondwaterstand zijn berekend bij tijdstappen van 10 dagen. Uit de verkregen verlagingspatronen van het freatisch vlak in de winter- en zomersituatie, respectievelijk tijdstap 10 en 30, blijkt dat in de winter de invloedsfeer kleiner is (Royen; 1983, 1984). In de naaste omgeving van het kanaal is de fluctuatie in de grondwaterstandsverandering gering. In het gebied, gelegen tussen de lijnen die een verandering van 5 cm. voor de winter- en zomersituatie aangeven, is de toename in de grondwaterstandsveranderingen het grootst. Deze blijkt plaatselijk in orde van grootte 10 cm te zijn. Aangezien de aanvang van het groeiseizoen samenvalt met tijdstap 17 en er dan reeds een uitbreiding van de invloedsfeer voor de wintersituatie heeft plaatsgevonden, kan de toename in de grondwaterstandsverandering worden gesteld op 5 tot 8 cm gedurende het groeiseizoen.

Uit de fig. 6a,b en 7a,b waarin de berekende grondwaterstandsverandering tijdens het groeiseizoen voor een aantal buizen is weergegeven, kan een gemiddelde waarde voor de toename in de grondwaterstandsverandering worden verkregen van 5 cm. Voor de berekeningen met SWATRE is uitgegaan van het verlagingspatroon in de zomersituatie zoals die in fig. 8.1 t.m. 8.3 is weergegeven. Aangezien in het begin van het groeiseizoen de grondwaterstandsveranderingen geringer zijn, zal door gebruik te maken van de zomersituatie voor het gehele seizoen, een geringe overschatting van de effecten worden berekend. Bij de schadeberekeningen zal hierop worden teruggekomen.

5. INVOER SWATRE

5.1 ALGEMEEN

Zoals reeds in hoofdstuk 2 is vermeld, is de evapotranspiratie in belangrijke mate afhankelijk van de vochtvoorraad aan het begin van het groeiseizoen en de aanvulling door neerslag en capillaire aanvoer. Tijdens het groeiseizoen treedt in het onderzoeksgebied in meerdere of mindere mate een daling van de grondwaterstand op, die enerzijds is toe te schrijven aan een afvoer naar de drainerende leidingen en anderzijds aan capillaire aanvoer vanuit het freatisch vlak naar de wortelzone. Naarmate de grondwaterstand dieper daalt, zal, afhankelijk van de capillaire eigenschappen van de onverzadigde zone tussen het freatisch vlak en de wortelzone, de capillaire toelevering verminderen. De mate waarin grondwater door capillaire opstijging een bijdrage levert aan de actuele evapotranspiratie, komt tot uiting in een waterbalans die met het niet-stationaire model voor de onverzadigde grondwaterstroming en de verdamping SWATRE op dagbasis is berekend. Het betreft de volgende termen:

- infiltratie (gelijk aan neerslag bij interceptie = 0)
- evapotranspiratie
- de stroming door de onderkant van het systeem
  (op 400 cm. diepte)
- veranderingen in bodemvocht over het gehele profiel,
  dus tot 400 cm. diepte

Het grondwatermodel SWATRE heeft een aantal keuzemogelijkheden, niet alleen betreffende de in te voeren veld- en meetgegevens, maar tevens voor het berekenen van de potentiele evapotranspiratie en een aantal functies en constanten. In ICW-nota nr. 1257 (Belmans e.a; 1981) is hiervoor een uitgebreide instructie gegeven. In het volgende zullen aan de hand van de genoemde instructie de ingevoerde groepen met enig commentaar worden aangegeven. Vervolgens zal de toegepaste procedure worden besproken.

5.2 INGEVOERDE GROEPEN

Hierbij zijn in grote lijnen 2 series te onderscheiden.
De 1e serie - eenmalige invoergegevens - heeft betrekking op :
- beginvoorwaarde : drukhoogte als functie van de diepte
- bodemfysische gegevens : vochtkarakteristiek en capillair geleidingsvermogen
- geometrie van het bodemsysteem : indeling van het profiel in gelijke compartimenten

De 2e serie - invoergegevens per dag - heeft betrekking op :
- meteogegevens : neerslag, netto straling, luchttemp. en de relatieve vochtigheid
- gewasgegevens : bodembedekking, diepte wortelzone
- randvoorwaarde : drukhoogte (bij drukhoogte nul is dit de diepte van de grondwaterstand)

Bij de 1e serie is een evenwichtssituatie verondersteld aan het begin van het groeiseizoen, hetgeen betekent dat de drukhoogte in het systeem op dat moment is bepaald door de grondwaterstandsdiepte. De bodemfysische gegevens en de geometrie van het bodemsysteem hebben betrekking op de onderscheiden bodemfysische eenheden in fig. 1.1 t/m 1.3. Uit oogpunt van organisatie met betrekking tot de uit te voeren berekeningen is voor elke eenheid een aparte file aangemaakt met de relevante gegevens; dit betreft de groepen A, C, D, V, en eventueel W, X, Y en Z voor zover het aantal bodemlagen dit vereist. In tabel 1 is informatie verstrekt omtrent de laagindeling van de betreffende eenheden. Op grond van het feit dat de BOFYEENH. 1, 2, 3 en 4 een zekere mate van overeenkomst vertonen (Bloemen; 1982) en deze eenheden sporadisch worden aangetroffen, is voor deze categorie BOFYEENH. 2 gebruikt. Op de genoemde files zijn tevens de programmakeuzes, functies en constanten aangegeven, deze zijn voor alle files dezelfde. Het betreft hierbij de groepen B, E, F, G en J (alleen de empirische constante). Voor het gehele groeiseizoen is eenzelfde waarde voor de bewortelingsdiepte aangehouden; om deze reden is dit gegeven van de 2e serie eveneens op de files van de bodemfysische eenheden als groep S ingevoerd. In bijlage 1 is als voorbeeld de file van BOFYEENH. 510 gegeven.

Vanwege de gewaskeuze gras is bij de 2e serie de potentiele evapotranspiratie gelijkgesteld aan de potentiele transpiratie en is verder de interceptie op nul gesteld (groep M). Vanwege het feit dat runs worden gemaakt voor de bestaande en de gewijzigde situatie en het uiteindelijk gaat om een verandering in de actuele evapotranspiratie, zal deze laatste aanname van weinig betekenis zijn. De resterende gegevens van groep J zijn voor 1982 en 1983 op 2 files ingevoerd; het betreft dagelijkse gegevens omtrent neerslag, netto straling, luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en de bedekkingsgraad. De netto straling is verkregen van het KNMI-station Beek in Limburg, de overige meteogegevens van het station Eindhoven. De bedekkingsgraad, betrekking hebbende op de gewasgegevens, is voor het gehele groeiseizoen op 1.0 gesteld. Als randvoorwaarde is het verloop van de grondwaterstand (groep N) ingevoerd. Voor de gehanteerde klassenindeling van grondwatertrappen is een aantal files aangemaakt. De hiervoor benodigde gegevens zijn verkregen uit fig. 3 en 4.

Uit de met GELGAM berekende grondwaterstandsveranderingen bleek een in meer of mindere mate constante verandering van het grondwaterstandsverloop waar te nemen, zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt. In SWATRE is derhalve een mogelijkheid ingebouwd, om het oorspronkelijk grondwaterstandsverloop in de betreffende files waarin op dagbasis de grondwaterstandsdiepte is aangegeven, met een constant bedrag te veranderen.

Voor de gegeven laagindeling van de onderscheiden bodemfysische eenheden is de K(h)- relatie van overwegende invloed met betrekking tot de capillaire aanvoer vanuit het freatisch vlak. Om een inzicht te verkrijgen in hoeverre de K(h)- en θ(h)-relaties, bepaald volgens Bloemen (1982, 1983), beantwoorden aan de veldsituatie, zijn een aantal runs met SWATRE gemaakt. Hierbij werd bij een Gt 5 en zelfs een GT 7 geen enkele reductie berekend. Bij de met het programma CAPSEV (Wesseling e.a.; 1984) uitgevoerde berekeningen bleek de gebruikte K(h)- relatie hieraan voornamelijk debet. Naar aanleiding hiervan zijn alsnog van de meest voorkomende bodemfysische eenheden ongeroerde monsters verzameld en is hieraan in het laboratorium het capillair geleidingsvermogen bepaald volgens Boels e.a. (1978).

Daarnaast is gebruik gemaakt van archief- en literatuurgegevens (Rijtema; 1970, Bannink en Stoffelsen; 1984) In het algemeen werd een redelijke overeenkomst gevonden tussen de uit het laboratoriumonderzoek verkregen K(h)- relaties en die uit de aangehaalde literatuur (Bannink en Stoffelen; 1984) en uit eerder verrichte metingen voor identieke bodemfysische eenheden. Hierna zijn opnieuw runs met SWATRE uitgevoerd voor de onderscheiden bodemfysische eenheden en de voorkomende grondwatertrappen. Uit de verkregen waterbalansen is vervolgens de capillaire opstijging vanuit het freatisch vlak berekend. De verkregen waarden, aangevuld met gegevens van de beschikbare vochtvoorraad in de wortelzone aan het begin van het groeiseizoen, zijn getoetst aan het vochtleverend vermogen zoals dat in de bijbehorende toelichting van de bodemkaart is gegeven. Dit vochtleverend vermogen geeft de hoeveelheid vocht aan, die gedurende een groeiseizoen van 150 dagen in een droog jaar (zgn. 10% droog-jaar) aan het gewas kan worden geleverd. Voor het jaar 1982 is een schatting gemaakt van het % droogte-jaar. Hiervoor is gebruik gemaakt van een statistische analyse van (Eo-N)-waarden over de periode april t/m september (1952-1981) van De Bilt (de Graaf; 1983). Indien de (Eo-N)-waarden van Venlo aan dezelfde verdeling voldoen als de (Eo-N)-waarden van De Bilt zou een (Eo-N)-waarde van 321 mm overeenkomen met een 11% jaar. Het bovenstaande ondersteunt de uitgevoerde toetsing. Voor 3 bodemfysische eenheden, BOFYEENH. 610, 820 en 930 was alsnog een aanpassing noodzakelijk betreffende de K(h)- relatie. Voor deze eenheden is als K(h)- relatie voor de ondergrond resp. De Laat 1, De Laat 2 en Rijtema 3-4 gebruikt, aangeduid door BOFYEENH. 61, 82 en 93. Deze relaties zijn eveneens in het GELGAM model gebruikt. Van de meest voorkomende bodemfysische eenheden is in tabel 2 een overzicht van de resultaten gegeven, terwijl in tabel 3 en 4 informatie is verwerkt van de uiteindelijk gebruikte K(h)- en θ(h)- relaties. In fig. 9. is de met CAPSEV berekende relatie weergegeven tussen de grondwaterstandsdiepte en de capillaire opstijging tot de onderkant van de effectieve wortelzone.

6. EFFECTEN VAN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

6.1 ALGEMEEN

De effecten van grondwaterstandsveranderingen zijn bepaald door met SWATRE de actuele transpiratie te berekenen voor zowel de bestaande als de toekomstige situatie. Hiervoor is allereerst de kaart met bodemfysische eenheden, fig. 1.1 t/m 1.3, gecombineerd met de kaart met de klassenindeling voor de grondwatertrappen, fig. 2.1 t/m 2.3. Deze handeling heeft een meer gedetailleerde indeling in subgebieden en onderdelen opgeleverd, fig. 10.1 t/m 10.3. Voor elk trajekt is een nummering doorgevoerd voor de subgebieden en de onderdelen. Voor elk onderdeel is nu de actuele transpiratie voor de bestaande situatie te berekenen. Door vervolgens het gewijzigde grondwaterstandsverloop in te voeren kan de actuele transpiratie voor de toekomstige situatie worden berekend. Aangezien echter is geconstateerd dat er vrijwel een constante verandering is tussen het grondwaterstandsverloop in de bestaande en toekomstige situatie, is als volgt te werk gegaan: De fig. 10.1 t/m 10.3 zijn gecombineerd met de fig. 8.1 t/m 8.3. Deze combinatie heeft nogmaals geleid tot een verdere detaillering, fig. 11.1 t/m 11.3. Uit praktisch oogpunt is alleen bij onderdelen van enige betekenis een nadere indeling gevolgd door het toevoegen van een letter aan het onderdeelnummer (subonderdelen).

6.2 UITGEVOERDE BEREKENINGEN

Om een inzicht te verkrijgen omtrent het aantal uit te voeren runs met SWATRE is een tabel samengesteld uit de fig. 11.1 t/m 11.3 waar voor alle aanwezige combinaties van bodemfysische eenheden en de grondwatertrappenklassen de grondwaterstandsverandering is aangegeven (tabel 5). In tabel 6 is aangegeven voor welke grondwaterstandsveranderingen runs zijn gemaakt. De hierbij verkregen gegevens omtrent de potentiele en actuele transpiratie zijn eveneens in genoemde tabel weergegeven. Tevens is de reductie berekend van de actuele transpiratie t.o.v. de potentiele transpiratie. In de fig. 12.1 en 12.2 is voor de voorkomende bodemfysische eenheden en Gt's de relatie weergegeven tussen de reductie en grondwaterstandsverandering. Als referentieniveau is de nulsituatie beschouwd, d.w.z. bij een verandering van 0 cm. In het algemeen blijkt een grondwaterstandsdaling een reductie op te leveren, een uitzondering hierop vormt de Gt 2. Dit zou betekenen dat de ontwatering voor deze gronden nog niet optimaal functioneert. Voor een aantal bodemfysische eenheden met een Gt 7 leidt een grondwaterstandsstijging tot een geringe verhoging van het vochtleverend vermogen. Voor een Gt 6 of een droger deel van een bepaalde Gt is het referentieniveau met een bepaald bedrag verschoven, zie paragraaf 3.3.

7. LANDBOUWSCHADE

7.1 ALGEMEEN

In hoofdstuk 2 is reeds naar voren gebracht dat een grondwaterstandsverandering op tweeerlei wijze de landbouwproduktie kan beinvloeden. Enerzijds kan een verandering in het vochtleverend vermogen optreden, anderzijds kan er sprake zijn van een verminderde of toegenomen wateroverlast.

Het laatstgenoemde aspect heeft niet alleen een directe invloed op de gewasproduktie maar heeft daarnaast vooral bij wateroverlast een ongunstig effect op de bewerkbaarheid en de draagkracht van de bodem.

Door de Werkgroep Landbouwkundige Aspecten (1984) is aangegeven op welke wijze opbrengstdepressies als gevolg van grondwaterstandsdalingen en wateroverlast kunnen worden vastgesteld. Voor een berekening van de schade, uitgedrukt in guldens, wordt uitgegaan van de netto potentiele produktie, de gemiddelde voederwaarde, de totale netto opbrengstverandering in procenten en het prijspeil voor ruw- en krachtvoer. Op grond van door genoemde Werkgroep vastgestelde tabellen is, gebaseerd op het jaar 1982, voor 1 % opbrengstverandering rond f 44.-- aangehouden, ingeval de grondwaterstandsveranderingen alleen betrekking hebben op een verandering van het vochtleverendvermogen. Indien er sprake is van een toenemende verdrassing wordt volgens de door de Werkgroep aangegeven methode een lagere schade berekend dan bij het gebruik van de fig. 12.1 en 12.2. Deze situatie doet zich voor bij een Gt 5 gecombineerd met de BOFYEENH. 510,720,82 en R19. Aangezien de schade door verdrassing slechts enkele procenten uitmaakt van de totale schade is een nadere correctie hiervoor achterwege gelaten.

7.2 BEREKENING LANDBOUWSCHADE

Voor de fig. 11.1 t/m 11.3 zijn tabellen samengesteld met de volgende kenmerken:

- trajekt (nummer)
- subgebied (nummer)
- onderdeel (nummer)
- subonderdeel (letter)
- bodemfysische eenheid
- Gt- klasse
- gemiddelde grondwaterstandsverandering per (sub)onderdeel (cm)
- oppervlakte (sub)onderdeel (ha)

Met behulp van fig. 12.1 en 12.2 is vervolgens de reductie vastgesteld voor de (sub)onderdelen. De verkregen resultaten zijn weergegeven in de tabellen 7a t/m 7i. In de tabellen voor de betreffende subgebieden is zowel de totale schade als de opbrengstverhoging aangegeven. De schade is overwegend toe te schrijven aan verdroging, alleen bij de subgebieden 2 en 4 van trajekt 1 en subgebied 2 van trajekt 3 is schade door verdrassing berekend. De opbrengstverhogingen zijn ingeval van grondwaterstandsverlagingen toe te schrijven aan een betere ontwatering van de relatief laaggelegen gronden en bij grondwaterstandsverhoging aan een vergroting van het vochtleverend vermogen. Een grondwaterstandsdaling leidt voor een beperkt gebied tot extreme opbrengstverhogingen. Dit is toe te schrijven aan de verkregen betrekkingen tussen grondwaterstandsdaling en meeropbrengst voor de Gt 2 in fig. 12.1 en 12.2. Daar een afwijking van 10 cm. in het grondwaterstandsverloop reeds kan leiden tot sterk uiteenlopende uitkomsten, dienen deze resultaten kritisch te worden beoordeeld.

Aangezien tevens inzicht werd gevraagd omtrent de schade per gemeente zijn in de fig. 13.1 t/m 13.3 de gemeentegrenzen aangegeven. Op grond van deze figuren heeft voor elk subgebied een opsplitsing plaatsgevonden van de totale schade naar de betreffende gemeenten.

In de tabellen 7a t/m 7i is de schade per onderdeel weergegeven, omdat de indeling van de onderdelen is vastgelegd door de combinatie van bodemfysische eenheden en Gt-klassen. De indeling in subonderdelen wordt bepaald door een verandering in het grondwaterregiem, die mede afhankelijk is van klimatologische omstandigheden. In de tabellen is aangegeven uit hoeveel subonderdelen een bepaald onderdeel bestaat en de variatie in de gemiddelde verandering en de reductie. Voor elk subgebied is de te verwachten landbouwschade aangegeven. Voor een aantal onderdelen wordt een meeropbrengst verkregen. De schade is berekend voor het gebied begrensd door de lijn die een grondwaterstandsverandering aangeeft van 5 cm. Buiten dit gebied bedraagt de grondwaterstandsverandering in een aangrenzende strook enkele cm's. Een benadering van de oppervlakte van deze strook kan worden verkregen door een extrapolatie van het verlagingspatroon. Uitgaande van de meest ongunstige situatie in de reductiecurven in de fig. 12.1 en 12.2 zou dit een toename van de totale schade met minder dan 1 % betekenen.

Daar staat tegenover dat de aanname van een constante grondwaterstandsverandering zoals in hoofdstuk 4 is uiteengezet, kan leiden tot een overschatting van de berekende schade. Hiervoor is in de meest ongunstige situatie 1 a 2 % berekend. Gezien de geringe procentuele invloeden op de totale schade zijn zowel de schade in het landbouwgebied buiten de 5 cm-lijn als de consequentie van het gebruik van het verlagingspatroon in de zomersituatie buiten beschouwing gelaten.

De te verwachten schade voor de landbouw ten gevolge van verdroging en verdrassing voor de 3 beschouwde trajekten bedraagt rond f 1.000.000.--. Hierbij is geen rekening gehouden met opbrengstverhogingen.

Met GELGAM is voor de totale oppervlakte van alle subgebieden van de 3 trajekten een schade berekend van f 1.470.000.--. Wordt op dit bedrag een correctie toegepast van 25 % , die betrekking heeft op het percentage natuur- en stedelijk gebied binnen de subgebieden, dan wordt voor de landbouw een schade berekend van f 1.100.000.--

De schade is berekend voor het totale beschouwde landbouwgebied. Volgens Slothouwer (1985) kan de oppervlakte aan wegen, waterlopen en overige niet voor agrarisch gebruik bestemde gronden worden gesteld op globaal 10 % van het beschouwde oppervlak. Dit betekent dat de schade voor het landbouwgebied uiteindelijk neerkomt op f 900.000.--.

7.3 COMPENSERENDE MAATREGELEN

Voor de te verwachten schade voor de landbouw als gevolg van verdroging en verdrassing is resp. rond f 900.000.-- en f 9000.-- berekend. De schadebedragen hebben betrekking op een bij benadering 10 % droog-jaar. Voor een gemiddeld jaar zal de schade tengevolge van verdroging lager en tengevolge van verdrassing hoger uitkomen.

De schade door wateroverlast kan goeddeels worden voorkomen door het verbeteren en aanvullen van het reeds aanwezige slotenstelsel, door een doelmatig onderhoud van het slotennet en de waterlossingen, en door het graven van kwelsloten.

Door de afzetting van een sliblaag op de nieuwe kanaalbodem kan in toenemende mate een bodemweerstand ontstaan, waardoor de wegzijging wordt gereduceerd en er sprake is van een tijdelijke schade zoals die nu is berekend.

De opbrengstvermindering als gevolg van verdroging is te beperken door een aanvullende watervoorziening met oppervlaktewater. Hoewel hierdoor een verhoging van de grondwaterstand is te verwachten, zal toch het meeste resultaat worden bereikt door beregening vanuit het aangevoerde oppervlaktewater. Deze compenserende maatregelen sorteren het meeste effect in gebieden met relatief hoge opbrengstreducties. In de fig. 14.1 t/m 14.3 zijn deze gebieden aangegeven, waarbij een indeling in 3 schadeklassen is gehanteerd.

Bij drainage zal een sliblaag op de nieuwe kanaalbodem naar alle waarschijnlijkheid minder invloed uitoefenen dan bij wegzijging.

8. SAMENVATTING

Op verzoek van de Rijkswaterstaat werd een onderzoek ingesteld naar de gevolgen voor de landbouw, veroorzaakt door de uit te voeren verbeteringen aan de Zuid-Willemsvaart. Deze verbeteringen houden in een verruiming van het kanaalprofiel, de vervanging van de bestaande sluizen door een kleiner aantal nieuwe sluizen en het graven van een nieuw kanaal oostelijk van Helmond en 's Hertogenbosch. Als gevolg hiervan zullen veranderingen van het kanaalpeil ontstaan. Het uitgevoerde onderzoek is geconcentreerd op het bestaande gedeelte van de Zuid-Willemsvaart, gelegen tussen 's Hertogenbosch en Beek en Donk, tussen Helmond en de Limburgse grens en het nieuwe kanaal oostelijk van 's Hertogenbosch.

De peilverlagingen in de nieuwe kanaalpanden zullen tot gevolg hebben dat de Zuid-Willemsvaart wateronttrekkend zal werken op de omgeving, waardoor grondwaterstandsdalingen zullen ontstaan. Bij peilverhoging kan wegzijging vanuit het kanaal naar de aanliggende gronden optreden, hetgeen kan leiden tot grondwaterstandsverhogingen.

Door de afzetting van een sliblaag op de nieuwe kanaalbodem kan de wegzijging gaan afnemen.

De schade voor de landbouw komt voort uit een vermindering van het vochtleverend vermogen bij grondwaterstandsdalingen en verdrassing bij grondwaterstandsverhogingen.

Door RWS zijn met het grondwatermodel GELGAM de te verwachten grondwaterstandsveranderingen berekend. Met het grondwatermodel SWATRE is vervolgens de reductie in de actuele transpiratie tengevolge van deze grondwaterstandsveranderingen berekend. Door 1 % reductie in de actuele transpiratie te stellen op f 44.-- is de schade, uitgedrukt in guldens, voor een aantal subgebieden van de bovengenoemde 3 trajekten berekend.

Voor de totale schade is een bedrag van rond f 900.000.-- verkregen.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor 1982, dit jaar kan bij benadering als een 10 % droog-jaar worden beschouwd.

Voor het eventueel treffen van compenserende maatregelen ten aanzien van de te verwachten landbouwschade die merendeels is toe te schrijven aan verdrogingseffecten zijn de gebieden met relatief hoge opbrengstdepressies gelokaliseerd.

LITERATUUR

BANNINK, M.H. en G.H. STOFFELSEN, 1984. Bodemfysisch onderzoek ten behoeve van tussen -10- plan. STIBOKA Rapport nr. 1805

BELMANS, C., J.G. WESSELING and R.A. FEDDES, 1981. Simulation model of the water balance of a cropped soil providing different types of boundary conditions (SWATRE). ICW-nota 1257.

BLOEMEN, G.W., 1982. Bodemfysische interpretatie van de bodemkundige gegevens van het Zuidelijk Peelgebied. Projektgroep Zuidelijk Peelgebied nr. 10. ICW-nota 1374.

----------, 1983. Bodemfysische interpretatie van de gronden in een drietal trajekten langs de Zuid-Willemsvaart. ICW-nota 1412.

BOELS, D., J.B.H.M. VAN GILS, G.J. VEERMAN and K.E. WIT, 1978. Theory and system of automatic determination of soil moisture characteristics and unsaturated hydraulic conductivities. Soil Science 126.4.

GRAAF, M. DE, 1983. Persoonlijke mededelingen.

RIJTEMA, P.E., 1970. Soil moisture forecasting. ICW-nota 513.

ROYEN, E.M.E., 1983. Berekening verandering grondwaterstanden ten gevolge van de verbetering van de Zuid-Willemsvaart in het trajekt Den Dungen--Erp. RWS. Nota 83.7.

----------, 1984. Berekening verandering grondwaterstanden ten gevolge van de verbetering van de Zuid-Willemsvaart op het trajekt Helmond--Nederweert en bij de omleiding Den Bosch. RWS. Nota 84.13.

RIJKSWATERSTAAT, 1978. Analyse verbetering Brabantse en Midden-Limburgse kanalen.

SLOTHOUWER, D., 1985. Persoonlijke mededeling.

WERKGROEP LANDBOUWKUNDIGE ASPECTEN, 1984. Landbouwkundige aspecten van grondwateronttrekking.

WESSELING, J.G., G.W. BLOEMEN and W.A.J.M. KROONEN, 1984. Computer Program "CAPSEV" to calculate:
1. Soil hydraulic conductivity from grain size distribution
2. Steady state waterflow in layered soil profiles.
ICW-nota 1500.

OVERZICHT VAN DE FIGUREN

Fig. 1.1 t/m 1.3	Bodemfysische eenheden
Fig. 2.1 t/m 2.3	Grondwatertrappen
Fig. 3	Standaardgrondwaterstandsverlooplijnen
Fig. 4	Standaardgrondwaterstandsverlooplijnen
Fig. 5 a + b	Grondwaterstandsverlooplijnen
Fig. 6 a + b	Grondwaterstandsveranderingen per tijdstap voor trajekt 1
Fig. 7 a + b	Grondwaterstandsveranderingen per tijdstap voor trajekt 2 en 3
Fig. 8.1 t/m 8.3	Grondwaterstandsverandering voor augustus 1982
Fig. 9	Relatie grondwaterstandsdiepte en capillaire opstijging
Fig. 10.1 t/m 10.3	Onderdelen (combinatie van fig. 1.1 t/m 1.3 met fig. 2.1 t/m 2.3)
Fig. 11.1 t/m 11.3	Subonderdelenkaart (combinatie van fig. 8.1 t/m 8.3 met fig. 10.1 t/m 10.3)
Fig. 12.1 en 12.2	Relatie tussen grondwaterstandsverandering en de reductie in de actuele transpiratie
Fig. 13.1 t/m 13.1	Gemeentegrenzen
Fig. 14.1 t/m 14.3	Kaart met landbouwschade

OVERZICHT VAN DE TABELLEN

Tabel	1	Beschrijving van de bodemfysische eenheden
Tabel	2	Overzicht van het vochtleverend vermogen en enkele termen van de waterbalans
Tabel	3	K(h)- relaties
Tabel	4	Θ(h)- relaties
Tabel	5	Grondwaterstandsverandering voor de onderscheiden bodemfysische eenheden en grondwatertrappen
Tabel	6	Overzicht van de potentiele en actuele verdamping voor verschillende BOFYEENH., grondwatertrappen en grondwaterstands-veranderingen en de reductie
Tabel	7 a t/m i	Overzicht van de schade c.q. opbrengstverhoging

Bijlage	1	Voorbeeld van een Bofyeenh. 510 + groepen

TABEL 1 BESCHRIJVING VAN DE BODEMFYSISCHE EENHEDEN

BESCHRIJVING BODEMFYSISCHE EENHEDEN (diepte in cm)	** EFFECTIEVE WORTELDIEPTE
BOFYEENH. 2	30 cm
0-20 ZWART VERAARD VEEN MET ENIGE ZANDBIJMENGING	
20-80 ZWART BROEKVEEN MET ENKELE HOUTRESTEN	
80-90 DONKERBRUIN BROEKVEEN MET HOUTRESTEN	
> 90 GRIJSBRUIN LEEMARM FIJN ZAND	
BOFYEENH. 510	25 cm
0-30 ZEER HUMEUS ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
> 30 ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
BOFYEENH. 61	20 cm
0-30 MATIG HUMEUS ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
> 30 LEEMARM FIJN ZAND	
BOFYEENH. 720	30 cm
0-40 MATIG HUMEUS ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
40-70 MATIG HUMUSARM ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
> 70 ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
BOFYEENH. 82	25 cm
0-30 MATIG HUMEUS STERK LEMIG FIJN ZAND	
> 30 STERK LEMIG FIJN ZAND	
BOFYEENH. 93	30 cm
0-80 MATIG HUMEUS STERK LEMIG FIJN ZAND	
> 80 ZWAK LEMIG FIJN ZAND	
BOFYEENH. 10	25 cm
0-155 KOMKLEI	
> 155 ZAND	
BOFYEENH. 11	25 cm
0-60 ZWARE KLEI	
> 60 ZAND	
BOFYEENH. R17	25 cm
> 0 ZWARE ZAVEL, LICHTE KLEI	
BOFYEENH. R19	25 cm
> 0 LICHTE KLEI, ZWARE KLEI	

Voor de relatie van de bodemfysische eenheden met de bodemtypen van de Bodemkaart van Nederland (1 : 50000) wordt verwezen naar Bloemen (1982, 1983).

TABEL 2 OVERZICHT VAN HET VOCHTLEVREND VERMOGEN EN ENKELE TERMEN VAN DE WATERBALANS

BOFYEENH.	GT	VOCHTLEVEREND VERMOGEN (1) mm/groeis.	VOCHTVOORRAAD(2) (TABEL 1 en 4) mm/groeis.	CAP. OPST. (1)-(2) mm/groeis.	CAP. OPST. (SWATRE) mm/groeis.	E act. (SWATRE) mm/groeis.	VOCHTTEKORT (SWATRE) mm/groeis.	CAP. OPST. (SWATRE) mm/dag
510	3	200	66	134	164.3	513.3	0	0.90
	5	150	76	74	38.0	513.3	0	0.32
	67	50	56	- 6	-40.5	467.0	46.3	-0.22
61	3	150	64	86	93.8	487.3	26.0	0.51
	5	100	70	30	60.3	507.5	5.8	0.33
720	3	200	93	107	181.3	513.3	0	0.99
	5	150(200)	104	46(96)	90.0	513.3	0	0.49
	67	50(100)	87	-37(13)	-48.1	469.8	42.5	-0.26
82	3	200	69	131	196.7	513.3	0	1.07
	5	150	77	73	129.9	513.3	0	0.71
	67	100	65	36	-9.4	445.3	68.0	-0.05
820	3	200	69	131	196.7	513.3	0	1.07
	5	150	77	73	144.8	513.3	0	0.79
	67	100	65	36	88.0	512.1	1.1	0.48
93	3	200	83	117	180.5	513.3	0	0.99
	5	200	94	106	107.4	513.3	0	0.59
	67	150(100)	74	76(26)	89.6	513.3	0	0.49
930	3	200	83	117	182.8	513.3	0	1.00
	5	200	94	106	108.9	513.3	0	0.60
	67	150(100)	74	76(26)	103.6	513.3	0	0.57

TABEL 3

CONSTANTEN VOOR DE BEREKENING VAN HET CAPILLAIR GELEIDINGSVERMOGEN VAN DE BODEMFYSISCHE EENHEDEN

BOFYEENH. nr.	LAAG cm. - mv.	Ko cm./dag	α -	| ha | cm.	| h lim | cm.	a n+1 cm /dag	n -	Gebruikte K(h)	Gebruikte θ(h)
2	0 - 20	660	-	2.4	2.4	3426	1.96	Bloemen	Bloemen
	20 - 80	35.2	-	4.4	4.4	1329	2.46	,,	,,
	80 - 90	11.4	-	5.2	5.2	463	2.26	,,	,,
	> 90	660	-	2.4	2.4	7899	2.73	,,	,,
510	0 - 30	338	-	3.1	3.1	2385	1.76	Bloemen	BLoemen
	> 30	160	0.065	0	320	0.63	1.40	bepaald	,,
61	0 - 30	316	-	2.5	2.5	1634	1.75	Bloemen	Bloemen
	> 30	300	0.138	0	90	0.63	1.40	De Laat I	,,
720	0 - 40	462	-	2.5	2.5	2341	1.77	Bloemen	Bloemen
	40 - 70	90	0.106	0	110	2.5	1.40	bepaald	,,
	> 70	90	0.106	0	110	2.5	1.40	,,	,,
82	0 - 30	240	-	2.6	2.6	1146	1.69	Bloemen	Bloemen
	> 30	70	0.085	0	117	2.5	1.40	De Laat II	,,
93	0 - 80	264	-	3.1	3.1	1740	1.69	Bloemen	Bloemen
	> 80	1	0.027	0	165	15	1.40	Rijtema 3/4	,,
10	0 - 155	0.104	-	80	80	45290	2.97	Bloemen	Bloemen
	> 155	338	-	3.4	3.4	6437	2.42	,,	,,
11	0 - 60	1.4	-	40	40	4912	2.21	Bloemen	Bloemen
	> 60	5.92	-	18	18	14507	2.71	,,	,,
R17	> 0	3.5	0.0174	0	300	55.6	1.40	Rijtema	Rijtema
R19	> 0	0.22	0.038	0	80	4.86	1.40	Rijtema	Rijtema

$K = Ko \quad$ voor $\quad |h| \leq |ha|$

$K = Ko\, e^{-\alpha(|h|-|ha|)} \quad$ voor $\quad |ha| < |h| < |h\ lim|$

$K = a\,|h|^{-n} \quad$ voor $\quad |h| \geq |h\ lim|$

TABEL 4 GEMIDDELDE VOCHTTEKORTEN IN VOLUMEPROCENTEN BIJ VERSCHILLENDE VOCHTSPANNING 'h' IN DE VERSCHILLENDE LAGEN. PV = PORIENVOLUME

LAAGDIEPTE ONDER MAAIVELD		PV	vochtspanning h 1	1.5	1.7	2	2.3	2.7	3	3.4	4.2
			10	10	10	10	10	10	10	10	10
	BOFVEENH. 2										
0 - 20	cm	45	38	32	26	18	15	11	9	7	4
20 - 80	,	64	59	53	48	43	38	33	24	19	11
80 - 90	,	60	54	55	45	42	39	34	30	26	17
> 90	,	37	31	27	21	15	10	7	5	4	2
	BOFVEENH. 510										
0 - 30	cm	47	42.5	40	37	29	23.5	18	14	10	6.5
> 30	,	37	34	29	21	14	9	7	5	4	2
	BOFVEENH. 61										
0 - 30	cm	54	49	47.5	44.5	39	31.5	26.5	21.5	16.5	10.5
> 30	,	39	37	35	32	25	18	12.5	10	7.5	4.5
	BOFVEENH. 720										
0 - 40	cm	55	50	47	45	41	36	31	25	20	14
40 - 70	,	47	43	40	36	31	26	22	18	15	9
> 70	,	39	35	33	29	22	16	14	12	9	6
	BOFVEENH. 82										
0 - 30	cm	46	43	41	38	33	26	20	16	13	8
> 30	,	34	33	31	29	22	15	11	8	6	4
	BOFVEENH. 93										
0 - 80	cm	47.5	43.5	40.5	37.5	31.5	25.5	20.5	16.5	13	8
> 80	,	36	31	30	27	24	14	10	8	6	3
	BOFVEENH. 10										
0 - 155	cm	46	45	44	43.5	43	42	41	40	38	33
> 155	,	38	33	30	23	14	9	7	4	3	2
	BOFVEENH. 11										
0 - 60	cm	47	46	44	43	41.5	40	37.5	35.5	32.5	26
> 60	,	42	39	37	33	28	25	24	22	20	17
	RIJTEMA. 17										
> 0		51	49	48	47	46	44.5	42	39.5	35	25
	RIJTEMA. 19										
> 0		54	53.5	53	52.5	52	50	47	44	40	32

TABEL 5 GRONDWATERSTANDSVERANDERING VOOR DE ONDERSCHEIDEN BODEMFYSISCHE EENHEDEN EN GRONDWATERTRAPPEN

BOFYEENH.	Gt	TRAJECT[cm]
2	2	-180 tot 0
2	3	-50 tot 0
2	67	-40 tot 0
510	3	-90 tot +40
510	5	-70 tot +30
510	67	-40 tot +20
61	3	-70 tot +40
61	5	-70 tot 0
61	67	-20 tot 0
720	3	-100 tot +20
720	5	-100 tot +20
720	67	-70 tot +40
82	3	-120 tot +50
82	5	-100 tot +40
82	67	-100 tot 0
93	3	-160 tot 0
93	5	-70 tot 0
93	67	-200 tot 0
10	3	-50 tot 0
11	2	-90 tot 0
11	3	-90 tot 0
R17	5	-10 tot 0
R19	5	-40 tot 0
R19	67	-20 tot +10

TABEL 6 OVERZICHT VAN DE POTENTIELE EN ACTUELE VERDAMPING VOOR VERSCHILLENDE BOFYEENH., GT'S EN GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN EN DE REDUCTIE.

BOFYEENH.	VERANDERING cm.	CPTRANSP. mm.	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %
2	0	513.3	2	172.5	66.4	3	440.6	14.2	5	400.0	10.9	67	386.7	24.7
	-10	513.3	,	279.1	45.6	,	415.4	19.1				,	377.5	26.5
	-20	513.3	,	371.7	27.6	,	397.4	22.6				,	370.4	27.8
	-40	513.3	,	503.1	2.0	,	375.5	26.9				,	360.0	29.9
	-60	513.3	,	492.0	4.2	,	362.7	29.3						
	-80	513.3	,	447.0	12.8									
	-100	513.3	,	400.9	21.9									
	-140	513.3	,	362.5	29.4									
	-180	513.3	,	347.3	32.3									
510	0	513.3				3	513.3	0	5	513.3	0	67	467.0	9.0
	10	513.3				,	513.3	0	,	513.0	0.3	,	492.7	4.0
	20	513.3				,	513.3	0	,	509.2	0.8	,	510.2	0.6
	30	513.3				,	513.3	0	,	495.8	3.4			
	40	513.3				,	508.5	0.9						
	-10	513.3				,	513.0	0.1	5	513.3	0	67	432.6	15.7
	-20	513.3				,	508.6	0.9	,	511.5	0.4	,	409.0	20.3
	-40	513.3				,	438.5	14.6	,	477.0	7.1	,	376.1	26.3
	-60	513.3				,	389.7	24.1	,	421.4	17.9			
	-80	513.3							,	384.3	25.1			
	-100	513.3				3	351.3	31.6						
61	0	513.3				3	487.3	5.0	5	507.5	1.1	67	396.3	22.8
	10	513.3				,	512.9	0.1						
	20	513.3				,	513.3	0						
	40	513.3				,	513.3	0						
	-10	513.3				,	439.4	14.4	5	487.1	5.1	67	389.3	24.2
	-20	513.3				,	408.6	20.4	,	451.6	12.0	,	384.0	25.2
	-40	513.3				,	386.9	24.6	,	404.7	21.2			
	-60	513.3							,	388.6	24.3			
	-80	513.3				3	366.5	28.6	5	378.2	26.3			
720	0	513.3				3	513.3	0	5	513.3	0	67	469.8	8.5
	10	513.3							,	512.8	0.1	,	497.0	3.2
	20	513.3				3	513.3	0	,	507.0	1.2	,	510.7	0.5
	30	513.3										,	513.3	0
	40	513.3										,	513.3	0
	-10	513.3				3	512.9	0.1	5	513.3	0	,	447.3	12.9
	-20	513.3				,	506.2	1.4	,	511.6	0.3	,	431.6	15.9
	-40	513.3				,	446.6	13.0	,	483.7	5.8	,	412.2	19.7
	-60	513.3				,	417.7	18.6	,	441.6	14.0	,	400.0	22.1
	-80	513.3				,	402.7	21.6						
	-100	513.3				,	393.2	23.4	5	404.7	21.2			

Vervolg van tabel 6

BOFYEENH.	VERANDRING cm.	CPTRANSP. mm.	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %	GT	CTRANSP. mm.	REDUCTIE %
82	0	513.3				3	513.3	0	5	513.3	0	67	445.3	13.3
	10	513.3				,	513.3	0	,	512.8	0.1			
	20	513.3				,	513.3	0	,	506.9	1.3			
	30	513.3				,	513.3	0	,	490.4	4.5			
	40	513.3				,	505.4	1.5	,	447.0	12.9			
	60	513.3				,	400.7	21.9						
	-10	513.3				,	512.4	0.2	5	513.1	0.1	67	423.8	17.4
	-20	513.3				,	488.4	4.8	,	506.7	1.3	,	407.6	20.6
	-40	513.3				,	423.7	17.5	,	460.4	10.3	,	390.8	23.9
	-60	513.3				,	396.7	22.8	,	417.3	18.7	,	380.5	25.9
	-80	513.3				,	383.1	25.4	,	395.6	22.9	,	372.4	27.4
	-100	513.3				,	374.0	27.1	,	384.7	25.1	,	365.7	28.8
	-120	513.3				,	367.0	28.5						
93	0	513.3				3	513.3	0	5	513.3	0	67	513.3	0
	-10	513.3				,	513.3	0	,	513.3	0	,	513.3	0
	-20	513.3				,	513.3	0	,	513.3	0	,	513.1	0.04
	-40	513.3				,	513.2	0.02	,	513.3	0	,	509.9	0.7
	-60	513.3				,	512.4	0.2	,	513.2	0.02	,	496.6	3.3
	-80	513.3				,	504.7	1.7	,	511.4	0.4			
	-100	513.3				,	486.7	5.2						
	-120	513.3				,	469.0	8.6				67	450.6	12.2
	-140	513.3				,	454.6	11.4						
	-160	513.3										67	428.7	16.5
	-180	513.3				3	430.8	16.1						
	-200	513.3										67	412.7	19.6
10	0	513.3				3	351.3	31.6						
	-10	513.3				,	334.4	34.4						
	-20	513.3				,	319.4	37.8						
	-60	513.3				,	268.5	47.7						
11	0	513.3	2	192.4	62.5	3	513.0	0.1						
	-10	513.3	,	290.4	43.4	,	512.2	0.2						
	-20	513.3	,	383.7	25.3	,	510.6	0.5						
	-40	513.3	,	507.8	1.1	,	502.6	2.1						
	-60	513.3	,	513.2	0.02	,	486.8	5.2						
	-100	513.3	,	507.1	1.2	,	449.8	12.4						
R17	0	513.3							5	513.3	0			
	-10	513.3							,	513.3	0			
R19	0	513.3							5	401.1	21.9	67	354.5	30.9
	-10	513.3							,	386.3	24.7	,	350.0	31.8
	-20	513.3							,	374.4	27.1	,	346.3	32.5
	-40	513.3							,	357.9	30.3			

TABEL 7 a t/m i OVERZICHT VAN DE SCHADE C.Q. OPBRENGSTVERHOGING DOOR DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN TENGEVOLGE VAN DE VERBETERINGEN EN AANPASSINGEN AAN DE ZUID-WILLMSVAART.

TABEL 7a SUBGEBIED 1 TRAJECT 1

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFV. EENH.	GT. KLASSE	GR.W.ST.VERAN.(cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR.VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	1	720	6	-6		16	2			32
2	2	510	3	-8	-16	50	0			
3	1	720	5	-7		22	0			
4	1	720	7	-7		25	4			100
5	2	93	6	-10	-17	19	0			
6	3	82	3	0	-18	76	0			
7	2	720	6,7	-11	-16	18	5	6		98
8	2	93	6	-22	-28	11	0			
9	3	82	3	-14	-28	13	2	10		59
10	1	720	6	-12		13	4			52
11	2	720	5	-20	-26	4	0	2		5
12	1	82	5	-14	-26	2	1			2
13	2	93	6	-10	-18	6	0			
14	1	93	5	-7		3	0			
15	1	93	6	-7		5	0			
16	3	82	5	-11	-28	65	0	4		43
17	6	93	5	-10	-37	119	0			
18	3	93	6	-24	-40	6	0			
19	4	93	6	-10	-40	90	0			
20	2	720	5	-20	-30	3	0	2		3
21	4	82	5	-10	-38	16	0	9		43
22	1	82	5	-6		9	0			
23	1	82	5	-8		28	0			
24	2	82	6	-11	-17	28	7	10		231
25	2	82	5	-9	-17	69	0	1		9
				TOTAAL		716				677

SCHADE 677 x f 44.-- = f 29.788.--

Berlicum f 8844.--
Schijndel f 15840.--
Heeswijk-Dinther f 5104.--

TABEL 7b SUBGEBIED 2 TRAJECT 1

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)	
1	1	720	7	+7		22	-4		88		
2	1	510	5	+6		5	0				
3	2	720	6	+9	+16	140	0				
4	3	82	3	+10	+18	225	0				
5	4	720	5	+10	+28	25	0	4		58	verdrassing
6	2	82	5	+10	+20	113	0	2		56	verdrassing
7	1	720	5	+10		16	0				
8	1	720	5	+7		19	0				
9	1	720	5	+6		50	0				
10	2	82	5	+8	+17	203	0	1		9	verdrassing
11	1	720	6	+7		13	0				
12	1	510	6	+14		3	0				
13	1	720	6	+6		3	0				
			TOTAAL			837			88	123	

SCHADE 123 x f 44.-- = f 5412.--

Schijndel f 5412.--

TABEL 7c SUBGEBIED 3 TRAJECT 1

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFV. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	3	720	7.6	-10	-18	115	4	7		638
2	1	720	5	-9		22	0			
3	2	510	5	-11	-16	20	0			
4	2	510	3	-9	-16	59	0			
5	1	720	6	-37		4	15			60
6	6	82	3	-10	-38	119	2	17		1022
7	3	720	5	-11	-28	47	0	2		19
8	1	720	6	-7		6	2			12
9	3	720	6	-11	-35	27	3	14		145
10	1	720	5	-11		6	0			
11	3	61	3	-10	-38	12	9	19		173
12	1	720	5	-7		6	0			
13	2	510	3	-12	-17	81	0	1		13
14	1	82	3	-18		6	4			24
15	2	720	6	-21	-27	19	9	12		182
16	3	82	3	-30	-37	13	12	16		147
17	1	720	6	-6		9	2			18
18	1	510	5	-8		113	0			
19	4	720	5	-13	-37	58	0	5		66
20	1	510	6	-8		16	3			48
21	1	510	3	-6		6	0			
22	1	720	5*	-9		13	2			26
23	4	61	3	-10	-30	66	9	18		683
			TOTAAL			843				3276

SCHADE 3276 x f 44.-- = f 144.144.--

Veghel f 85.184.--
Erp f 58.960.--

TABEL 7d SUBGEBIED 4 TRAJECT 1

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)	
1	1	61	3	+18		5	-3		15		
2	2	720	6	+11	+18	22	0				
3	1	720	5*	+9		5	0				
4	2	510	5	+9	+17	31	1			3	verdrassing
5	2	510	6	+11	+19	36	0				
6+7	1	720	5*	+6		3	0				
8	2	510	5*	+10	+18	49	-1		49		
9	2	510	6	+9	+16	43	0				
10	1	510	5*	+9		78	-1		78		
11	1	720	7	+8		35	-4		140		
12	1	61	3	+7		2	-2		4		
13	1	720	7	+7		1	-4		4		
14	2	61	3	+10	+18	59	-2	-3	128		
15	2	510	5	+12	+16	20	0	1		4	verdrassing
16	2	510	6	+14	+17	16	0				
17	1	510	5*	+7		41	-1		41		
18	1	510	6	+7		16	0				
19	1	720	6	+8		63	0				
20	1	61	3	+6		3	-2		6		
21	1	61	3	+7		9	-2		18		
22	1	720	6	+6		1	0				
			TOTAAL			538			483	7	

SCHADE 7 x f 44.-- = f 308.--

Erp f 308.--

TABEL 7e SUBGEBIED 5 TRAJECT 1

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	4	720	6	-10	-40	57	3	15		257
2	6	61	3	-11	-40	67	10	20		801
3	1	720	6	-7		25	2			50
4	2	720	6	-12	-19	18	4	8		85
5	1	2	3	-7		11	3			33
6	1	61	3	-6		27	5			135
7	1	720	7	-8		69	4			276
8	1	720	5*	-8		3	2			6
9	1	720	5*	-6		3	2			6
			TOTAAL			280				1649
	SCHADE	1649	x f 44.--	= f 72.556.--						

Beek en Donk f 72.556.--

****

SAMENVATTING:

SUBGEBIED 1 :	SCHADE	29.788.--			
,, 2 :	SCHADE	5.412.--	OPBRENGSTVERHOGING	3.872.--	
,, 3 :	SCHADE	144.232.--			
,, 4 :	SCHADE	308.--	OPBRENGSTVERHOGING	21.252.--	
,, 5 :	SCHADE	72.556.--			
		252.296.--		25.124.--	

DE TOTALE SCHADE VOOR TRAJECT 1 IS : f 252.296.-- GULDEN.
(waarvan 130 x 44,-- = 5.720.-- door verdrassing)

****

TABEL 7f SUBGEBIED 1 TRAJECT 2

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	1	720	7	-6		3	3			9
2	1	720	3	-6		1	0			
3	1	720	3	-8		23	0			
4	1	720	7	-8		21	4			84
5	1	61	3	-8		8	7			56
6	2	720	7	-10	-16	13	4	6		53
7	2	310	7*	-10	-17	11	2	3		26
8	9	2	2	-10	-68	56	-21	-65	2752	
9	1	720	7	-8		19	4			76
10	5	720	5	-8	-37	63	0	5		101
11	3	720	6, 7*	-10	-30	125	2	3		291
13	3	720	6, 7	-10	-27	46	5	12		318
14	2	720	5	-22	-28	10	1	2		15
15	2	720	3	-10	-18	23	0	1		7
16	4	3	3	-23	-50	29	9	14		341
17	7	82	3	-9	-48	101	0	20		892
18	10	2	2	-11	-120	26	-23	-65	1339	
19	1	2	2	-6		1	-13		13	
20	1	720	5	-8		11	0			
21	1	720	7	-8		11	3			33
22	1	720	5	-8		9	0			
23	1	93	5	-10		31	0			
24	1	93	6	-11		17	0			
25	3	720	6, 7	-13	-17	25	0	5		32
26	3	93	7	-33	-48	8	0	2		9
27	10	82	5	-60	-110	55	19	25		1200
28	5	93	7	-62	-88	26	3	8		104
29	3	2	2	-140	-180	7	-34	-37	258	
30	3	93	3, 7*	-135	-160	26	11	18		342
31	3	82	6	-81	-110	12	25	27		368
32	9	82	3	-20	-120	10	5	29		215
33	20	93	5, 6, 7*	-10	-160	545	0	18		2304
34	1	720	7	-7		6	3			18
35	1	93	6, 7	-7		47	0			
36	1	720	3	-12		28	1			28
37	2	2	2	-14	-18	10	-27	-35	324	
38	2	93	5	-30	-40	10	0			
39	3	93	3	-42	-57	20	0			
40	3	82	6	-63	-77	11	22	24		258

Vervolg van tabel 7f

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
41	1	93	7	-10		13	0			
42	1	93	3	-13		19	0			
43	3	93	3	-23	-39	39	0			
44	5	93	6,7	-32	-66	58	0	2		38
45	3	93	5*,6	-61	-78	23	2	3		52
46	3	93	5	-32	-47	26	0			
47	3	93	3,5	-12	-18	131	0			
48	2	82	5	-14	-16	14	1			14
49	3	61	6,7	-13	-16	81	2			167
50	1	93	6	-9		72	0			
51	1	93	5	-7		30	0			
52	1	82	5	-7		13	0			
53	1	510	6	-6		9	2			18
54	1	510	5	-8		38	0			
55	1	510	6,7*	-8		32	4			128
56	1	93	5	-7		22	0			
57	1	93	6	-8		28	0			
58	1	82	5	-9		31	0			
59	1	93	5	-6		3	0			
60	1	510	5	-11		34	0			
61	1	82	3	-6		5	0			
					TOTAAL	2225			4686	7597

SCHADE 7597 x f 44.-- = f 334.268.--

Asten f 62.348.--
Someren f 271.920.--

TABEL 7g SUBGEBIED 2 TRAJECT 2

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	1	510	7	-6		8	4			32
2	1	82	5	-6		8	0			
3	2	3	3	-9	-15	83	4	7		338
4	1	82	5	-6		6	0			
5	1	82	3	-5		1	0			
6	1	61	2,3	-7		14	7			98
7	1	82	6	-11		13	7			91
8	1	3	3	-11		7	5			35
9	2	82	6	-13	-19	14	8	11		123
10	11	82	5	-12	-57	236	0	18		792
11	1	82	6	-13		12	8			96
12	1	2	3	-9		78	4			312
13	2	3	3	-31	-40	23	11	13		274
14	4	82	5	-10	-37	52	0	5		26
15	1	82	3	-6		13	0			
16	10	82	5	-11	-58	303	0	18		739
17	1	3	3	-9		6	4			24
18	4	82	3	-11	-39	198	0	17		364
19	1	720	3	-7		25	0			
20	5	2	2	-10	-50	19	-21	-65	695	
21	4	82	5	-10	-38	49	0	9		28
22	1	4	2,3	-7		3	0			
			TOTAAL			1171			695	3372

SCHADE 3372 x f 44.-- = f 148.368.--

Nederweert f 47.080.--
Asten f 15.004.--
Someren f 86.284.--

SAMENVATTING : SUBGEBIED 1 : SCHADE f 334.268.-- OPBRENGSTVERHOGING f 206.184.--
,, 2 : ,, f 148.368.-- ,, f 30.580.--
TOTAAL : f 482.636.-- f 236.764.--

DE TOTALE SCHADE VOOR TRAJECT 2 IS f 482.636.-- GULDEN

TABEL 7h SUBGEBIED 1 TRAJECT 3

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)
1	4	R17	5,6	-10	-37	53	0			
2	4	R19	5	-10	-37	23	3	8		87
3	5	10	3*	-10	-46	48	3	11		229
4	7	11	3*	-10	-87	120	0	11		241
5	7	720	3	-10	-90	54	0	23		356
6	1	510	5	-11		8	0			
7	1	510	5	-6		3	0			
8	3	61	5	-72	-97	21	24	26		508
9	1	720	6	-7		5	2			10
10	1	510	3	-6		1	0			
11	3	720	3	-80	-100	14	21	23		315
12	5	720	5	-55	-100	38	12	21		711
13	5	1	7	-9	-47	28	2	6		86
14	12	510	5	-10	-100	74	0	28		336
15	7	510	3	-13	-90	11	0	31		150
16	1	720	7	-7		4	3			12
17	1	61	3	-20		1	15			15
18	3	R17	5,6	-9	-40	109	0			
19	2	R17	5,6	-30	-40	3	0			
20	1	R19	5	-9		16	3			48
21	2	720	6	-10		9	0			
22	3	10	3*	-13	-45	66	4	11		481
23	1	R19	6	-7		6	1			6
24	1	10	6	-7		5	1			5
25	4	11	3*	-11	-60	77	0	5		136
26	3	720	3	-27	-60	15	5	19		130
27	5	61	5	-12	-78	63	5	25		988
28	3	11	2	-70	-87	3	-62		161	
29	3	720	3	-73	-87	5	20	22		133
30	7	720	3	-13	-100	50	1	23		657
31	3	510	5	-83	-100	24	26	28		639
32	2	510	3	-80	-87	3	29	30		95
33	6	61	3	-13	-65	48	12	22		802
34	3	720	5	-90	-108	14	20	21		285
		TOTAAL				1022			161	7461

SCHADE 7461 x f 44.-- = f 328.284,--

Berlicum	f	30.228.--
Den Dungen	f	10.252.--
Den Bosch	f	45.320.--
Rosmalen	f	242.484.--

TABEL 7i SUBGEBIED 2 TRAJECT 3

ONDERDEEL	AANTAL SUBOND.	BOFY. EENH.	GT KLASSE	GR. W. ST. VERAN. (cm) VAN	TOT	OPP. (HA)	REDUCTIE (%) VAN	TOT	OPBR. VERHOGING (HA %)	SCHADE (HA %)	
1	1	510	3	+9		22	0				
2	4	61	3	+13	+38	20	-3		68		
3	2	720	5	+11	+16	28	0	-1	1		
4	1	510	3	+7		28	0				
5	5	82	3	+13	+47	91	0	2		35	verdrassing
6	1	720	7	+22		9	-8		72		
7	2	720	6	+7	+16	18	0	-1	3		
8	2	510	3	+12	+16	25	0				
9	1	510	3	+7		4	0				
10	1	510	3	+7		11	0				
11	2	82	3	+10	+17	31	0				
12	5	61	3	+10	+38	28	-3		72		
13	5	82	3	+12	+47	25	0	6		39	verdrassing
14	2	61	3	+10	+17	29	-3		76		
15	3	510	3	+10	+29	28	0				
16	1	720	5	+8		9	0				
17	3	720	6	+10	+27	37	0	1		11	verdrassing
18	4	510	3	+13	+37	17	0	1		1	verdrassing
19	2	720	5	+9	+17	24	0	1		3	verdrassing
20	3	720	6	+9	+17	61	0				
21	6	82	3	+10	+37	47	0	1		2	verdrassing
22	1	720	6	+17		3	0				
23	2	82	3	+10	+16	8	0				
24	1	720	7	+6		3	0				
			TOTAAL			606			292	91	

SCHADE 91 x f 44.-- = f 4.004.--

Den Dungen f 4.004.--

****

SAMENVATTING : SUBGEBIED 1 : SCHADE : f 328.284.-- OPBRENGSTVERHOGING : f 7.084.--
,, 2 : ,, : f 4.004.-- OPBRENGSTVERHOGING : f 12.848.--
TOTAAL f 332.288.-- f 19.932.--

DE TOTALE SCHADE VOOR TRAJECT 3 IS f 332.288.-- GULDEN
(waarvan 91 x f 44.-- = f 4.004 door verdrassing)

****

BIJLAGE 1

```
 BOFYEENH. 510 [VOOR LAAG >30 k(h) BEPAALD]                                                                  GROEP  A
    0     0     1     0     2     1     1                                                                    GROEP  B
      400.    40     2     3    40    40    40    40     3                                                   GROEP  C
      0.00        0.00                                                                                  !>
      0.47        0.37                                                                                  !>
      0.47        0.37                                                                                  !>>  GROEP  D
     340.0         1.0                                                                                  !>
    0     0       0.015         0.0                                                                       !>
       0.0         365.         366.                                                                      !>>GROEP  E
      -10.         -25.         -25.       -200.        -800.        -400.        -8000.                !>
  91   273    28     1     4     9     1     1                                                             GROEP  F
       90.         273.          0.5         0.005                                                       GROEP  G
   1                                                                                                    !>
      183.                                                                                              !>>  GROEP  H
      1.28                                                                                                   GROEP  J ( EMPIRISCHE CONSTANTE )
       25.                                                                                                   GROEP  S
    1.00E7      7.00E6      4.90E5      1.80E5      9.00E4      4.30E4      2.20E4      1.10E4          !
    6.10E3      4.20E3      2.90E3      2.20E3      1.70E3      1.50E3      1.20E3      8.80E2          !
    8.00E2      6.60E2      5.40E2      4.50E2      3.70E2      3.00E2      2.40E2      2.00E2          !
    1.70E2      1.50E2      1.30E2      1.20E2      1.10E2      1.00E2      9.40E1      8.70E1          !
    8.10E1      7.60E1      7.00E1      6.30E1      5.60E1      5.00E1      4.60E1      3.70E1          !
    3.10E1      2.00E1      1.20E1      7.60E0      4.50E0      2.80E0      1.70E0      0.00E0          !> GROEP  V  ( LAAG  0 - 30 CM  )
    1.0E-9      2.0E-9      2.0E-8      1.2E-7      3.4E-6      1.5E-5      5.0E-5      1.7E-4          !
    5.0E-4      9.5E-4      1.8E-3      3.0E-3      4.6E-3      5.8E-3      8.5E-3      1.4E-2          !
    1.7E-2      2.4E-2      3.4E-2      4.8E-2      6.7E-2      1.0E-1      1.5E-1      2.0E-1          !
    2.8E-1      3.4E-1      4.4E-1      5.0E-1      6.0E-1      7.0E-1      7.4E-1      8.9E-1          !
    1.0E00      1.1E00      1.3E00      1.5E00      1.9E00      2.2E00      3.6E00      4.0E00          !
    5.5E00      1.2E01      3.0E01      6.8E01      1.7E02      2.5E02      3.0E02      3.4E02          !
    1.00E7      1.00E6      1.50E4      6.00E3      2.50E3      1.00E3      6.00E2      3.90E2      !
    2.80E2      2.20E2      1.80E2      1.50E2      1.20E2      1.10E2      9.60E1      8.50E1      !
    7.70E1      7.00E1      6.40E1      5.90E1      5.60E1      5.20E1      4.90E1      4.70E1      !
    4.40E1      4.20E1      3.90E1      3.70E1      3.40E1      3.10E1      2.80E1      2.40E1      !
    2.00E1      1.60E1      1.00E1      5.00E0      2.00E0      0.00E0                              !>   GROEP  W  ( LAAG  > 30 CM  )
    1.2E-9      2.6E-9      7.6E-7      2.7E-6      9.0E-6      3.0E-5      6.5E-5      1.4E-4      !
    3.4E-4      9.0E-4      1.3E-3      6.5E-3      2.2E-2      3.4E-2      7.0E-2      1.3E-1      !
    2.2E-1      3.4E-1      4.8E-1      7.5E-1      1.0E00      1.5E00      2.2E00      3.0E00      !
    4.0E00      5.0E00      7.0E00      1.0E01      1.3E01      1.8E01      2.3E01      3.2E01      !
    4.0E01      5.5E01      8.0E01      1.2E02      1.5E02      1.6E02                              !
```

OVERZICHT VAN DE TOTALE SCHADE TEN GEVOLGE VAN GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN DOOR AANPASSINGEN AAN DE ZUID-WILLEMSVAART VOOR RESP.

TRAJECT	1	:	SCHADE	=	f	252.296.--	GULDEN	(waarvan	f	5.720.-- door verdrassing)
,,	2	:	,,	=	f	482.636.--	,,			
,,	3	:	,,	=	f	332.288.--	,,	(waarvan	f	4.004.-- door verdrassing)
			TOTAAL		f	1.067.220.--	,,	(waarvan	f	9.724.-- door verdrassing)

****
* TABUITVR4.GPS *
****

profieltype : aVzVz
drainageweerstand : 260./120. d
draindiepte : -100. cm
kwel/wegzijging : 0.024 cm/d
gewas : gras
peilbeheer : conservering en aanvoer, acap= 0.250 cm/d

langjaris gemiddelde waarden (1982-1983) gedurende groeiseizoen

potentiele evapotranspiratie : 45.784 cm
actuele evapotranspiratie : 42.017 cm
gekorrigeerde evapotranspiratie : 42.017 cm
grondwatertrap : IV (73/118)
afbrengstdervins tgv. wateroverlast : 0. %
wateraanvoer : 4.867 cm
waterafvoer : 10.045 cm

	jaar	cptra	ctra	rtspr	rtaut	cortra	hg3	lg3	cavoer	cberes	cafvoer	jaar
1	1982	44.737	42.989	*******	*******	*******	-87.	-117.	4.353	*******	0.960	1982
2	1983	46.830	41.045	*******	*******	*******	-59.	-120.	5.381	*******	19.131	1983
	jaar	cptra	ctra	rtspr	rtaut	cortra	hg3	lg3	cavoer	cberes	cafvoer	jaar

****
* TABUITVR5.GPS *
****

profieltype : aVzVz
drainageweerstand : 260./120. d
draindiepte : -100. cm
kwel/wegzijging : 0.024 cm/d
gewas : gras
peilbeheer : conservering met acap= 0.250 cm/d en beregening met max. gift van 3.0 cm
en beregeningsinterval van 7 d

langjaris gemiddelde waarden (1982-1983) gedurende groeiseizoen

potentiele evapotranspiratie : 45.784 cm
actuele evapotranspiratie : 45.050 cm
gekorrigeerde evapotranspiratie : 45.050 cm
grondwatertrap : VI (71/124)
afbrengstdervins tgv. wateroverlast : 0. %
wateraanvoer : 0.000 cm
wateraanvoer tbv. beregening : 10.375 cm
waterafvoer : 10.379 cm

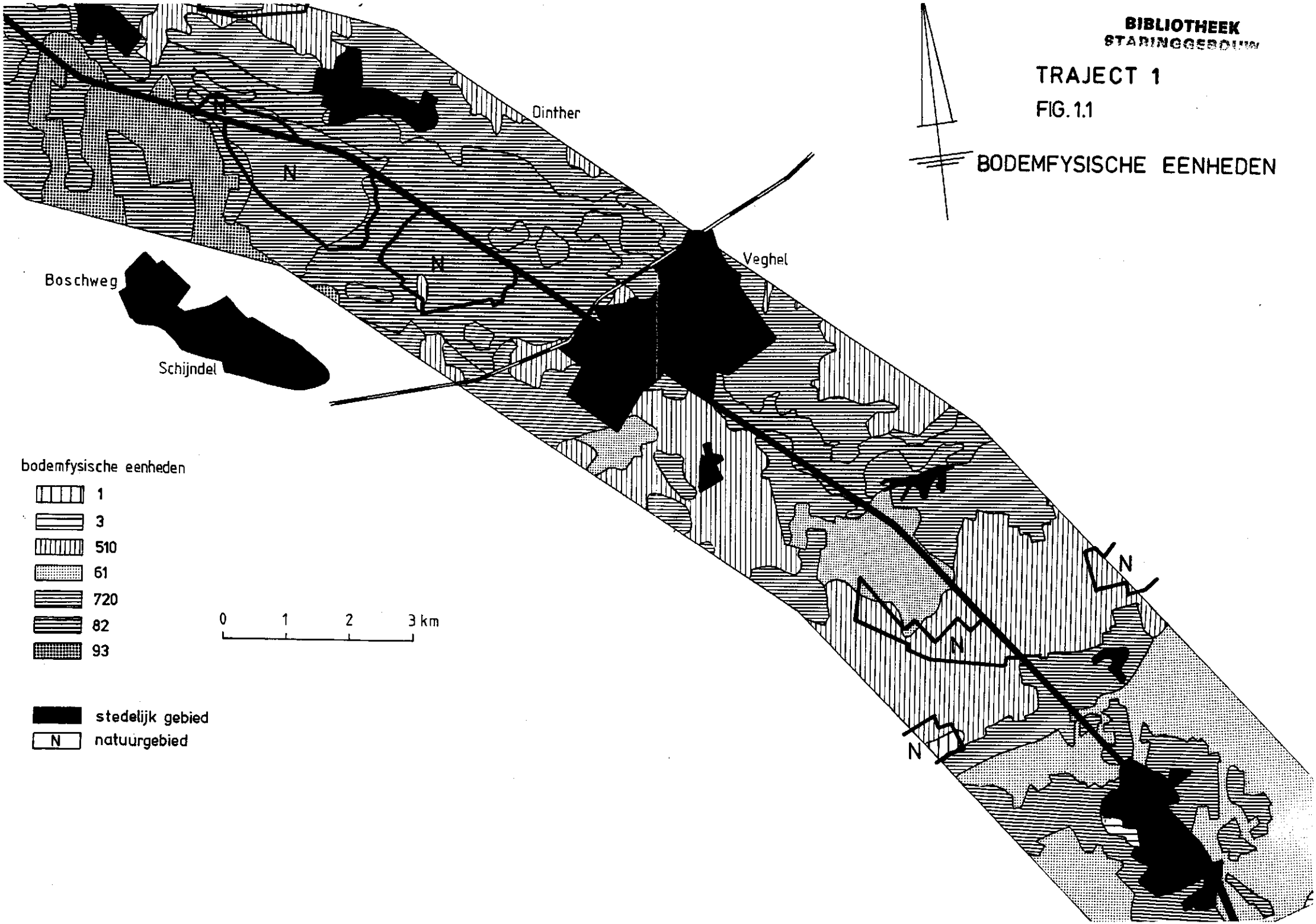
	jaar	cptra	ctra	rtspr	rtaut	cortra	hg3	lg3	cavoer	cberes	cafvoer	jaar
1	1982	44.737	44.042	*******	*******	*******	-83.	-115.	0.000	8.877	2.578	1982
2	1983	46.830	46.059	*******	*******	*******	-60.	-133.	0.000	11.872	18.179	1983
	jaar	cptra	ctra	rtspr	rtaut	cortra	hg3	lg3	cavoer	cberes	cafvoer	jaar

BIBLIOTHEEK
STARINGSGEBOUW

TRAJECT 1

FIG. 1.1

BODEMFYSISCHE EENHEDEN

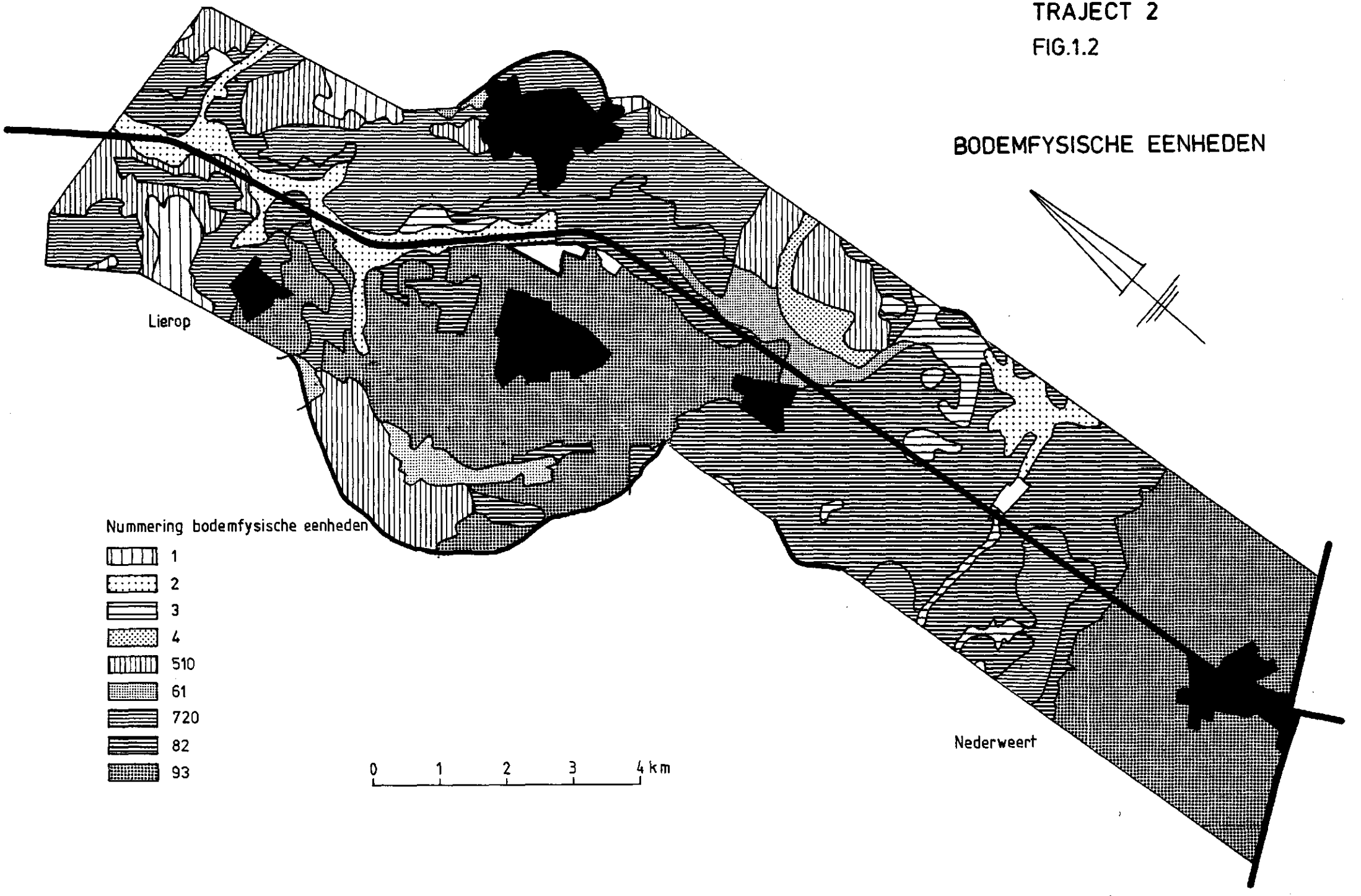


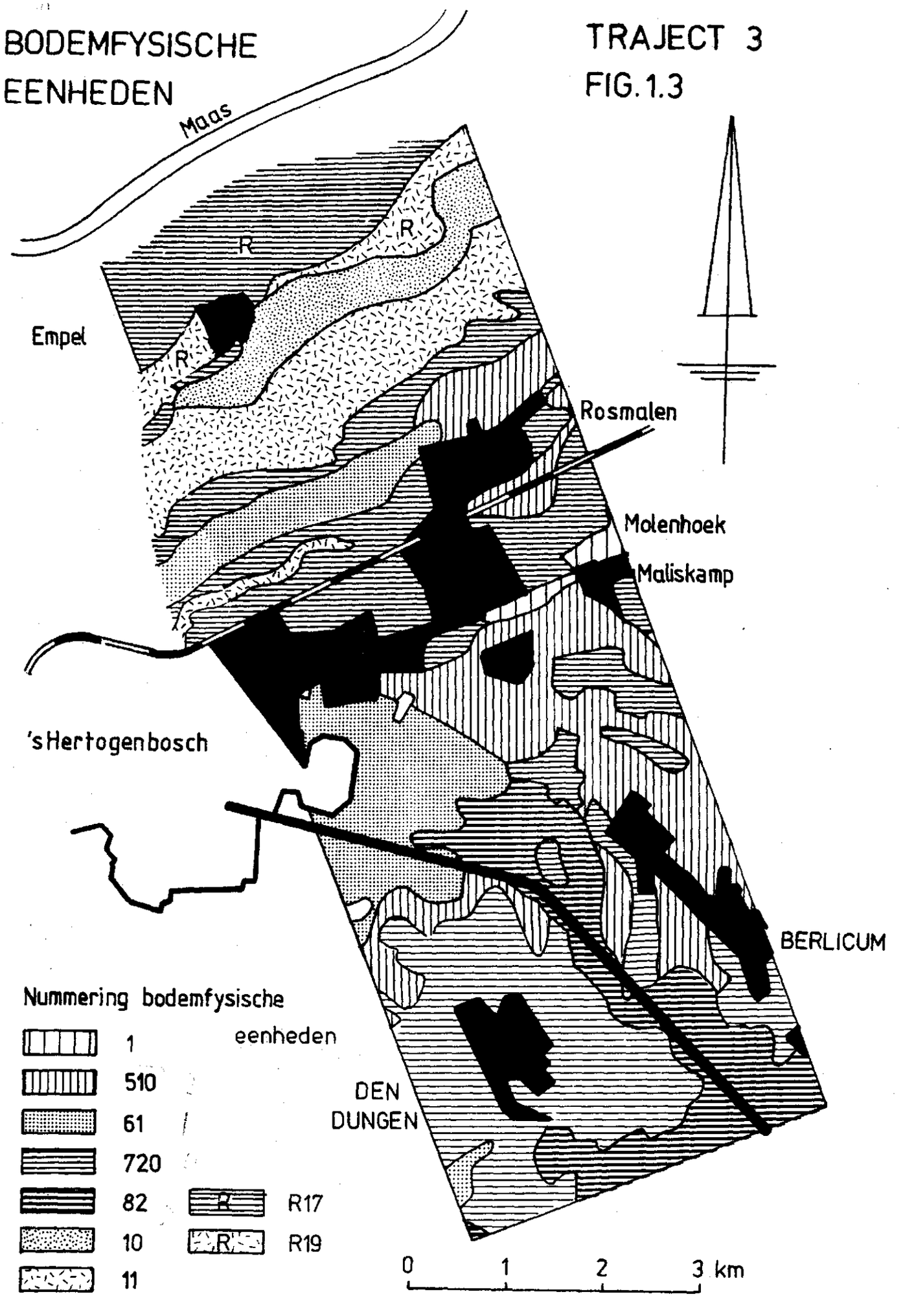
BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

TRAJECT 2

FIG.1.2

BODEMFYSISCHE EENHEDEN



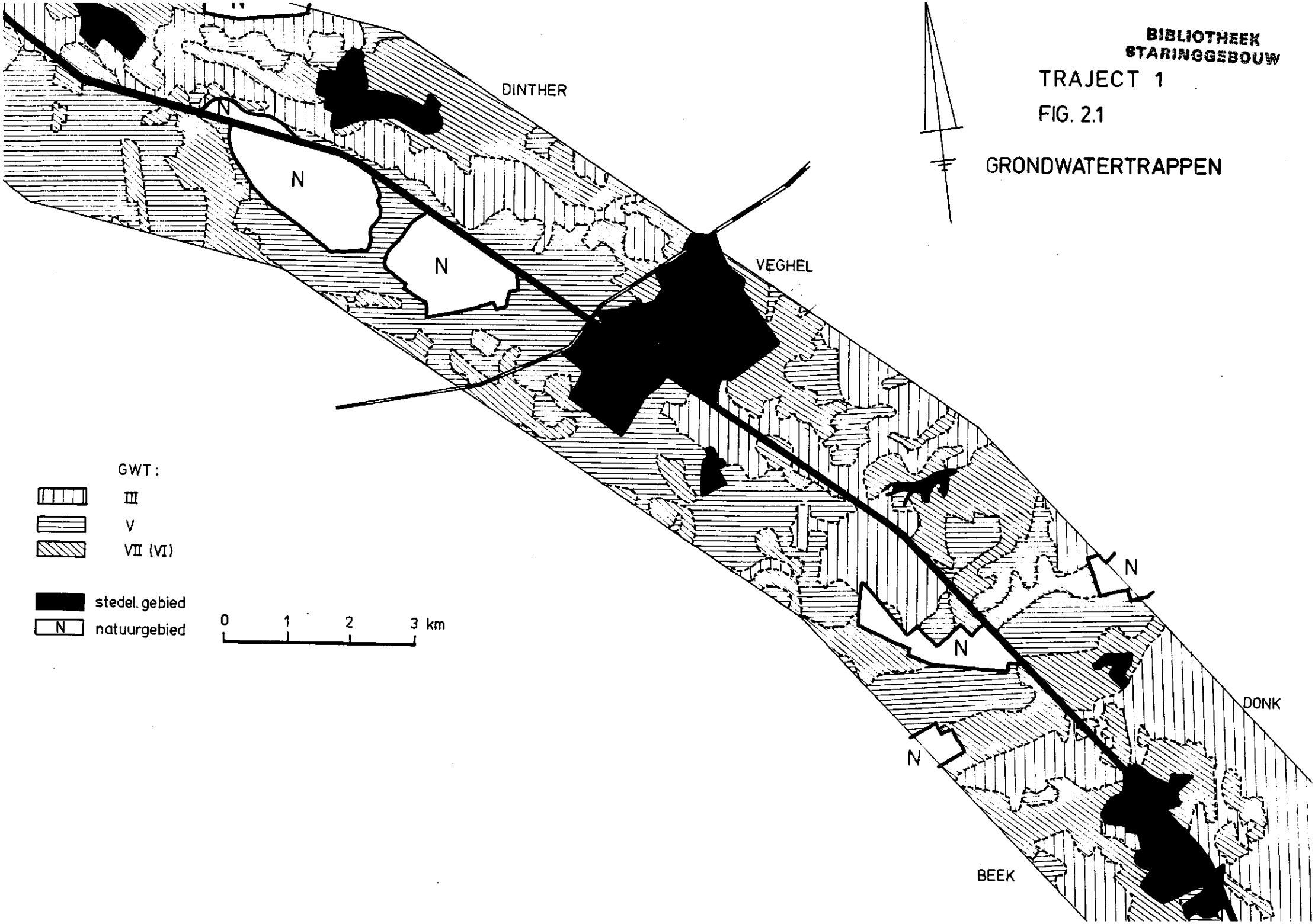

BODEMFYSISCHE
EENHEDEN
TRAJECT 3
FIG. 1.3
Maas
R
R
R
Empel
Rosmalen
Molenhoek
Maliskamp
's Hertogenbosch
BERLICUM
DEN
DUNGEN
Nummering bodemfysische eenheden
1
510
61
720
82
10
11
R17
R19
0
1
2
3 km

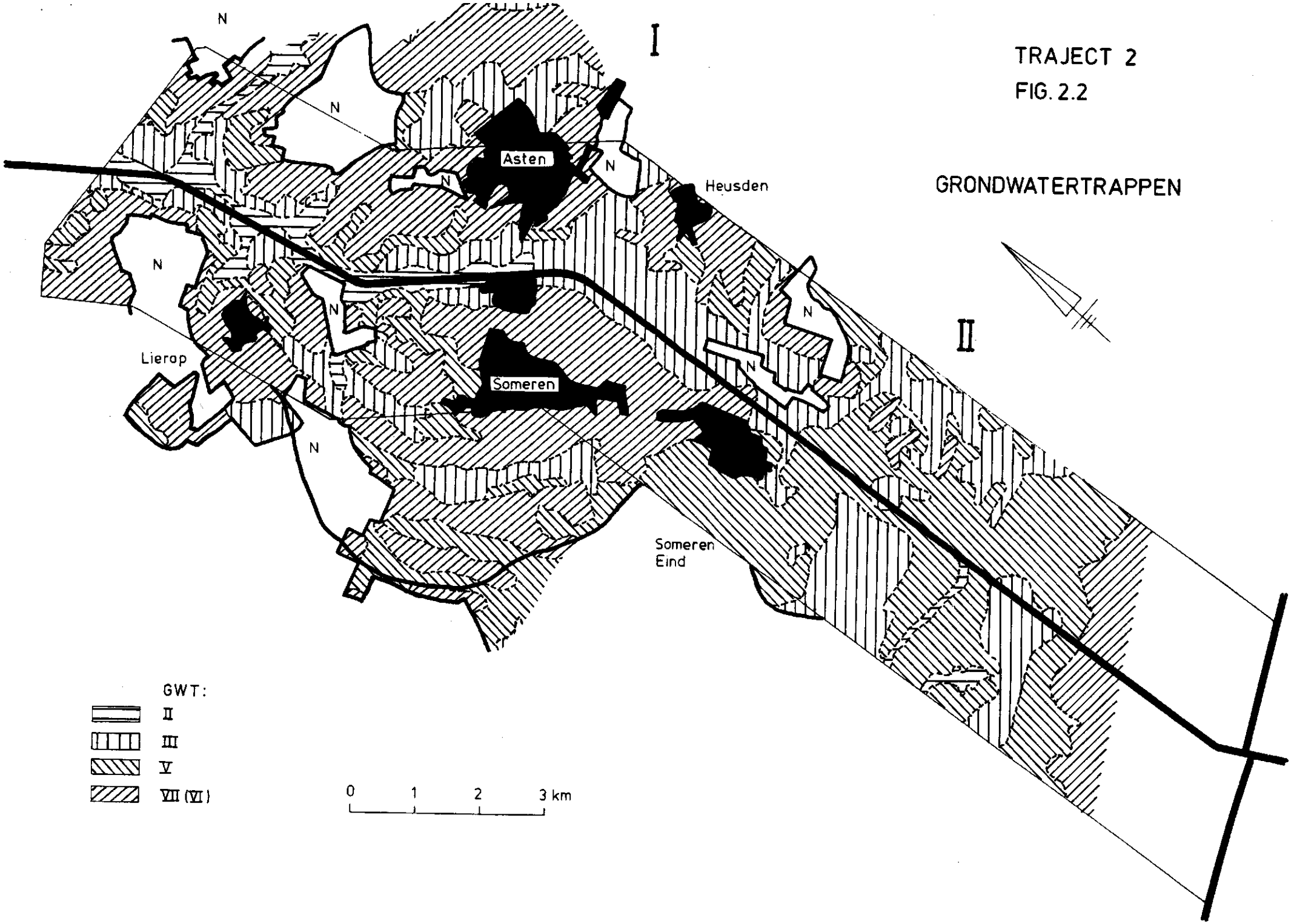
BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

TRAJECT 1

FIG. 2.1

GRONDWATERTRAPPEN




TRAJECT 2
FIG. 2.2
GRONDWATERTRAPPEN
I
II
N
Asten
Heusden
Someren
Someren Eind
Lierop
GWT:
II
III
V
VII (VI)
0 1 2 3 km

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

TRAJECT 3

GRONDWATERTRAPPEN

FIG. 2.3

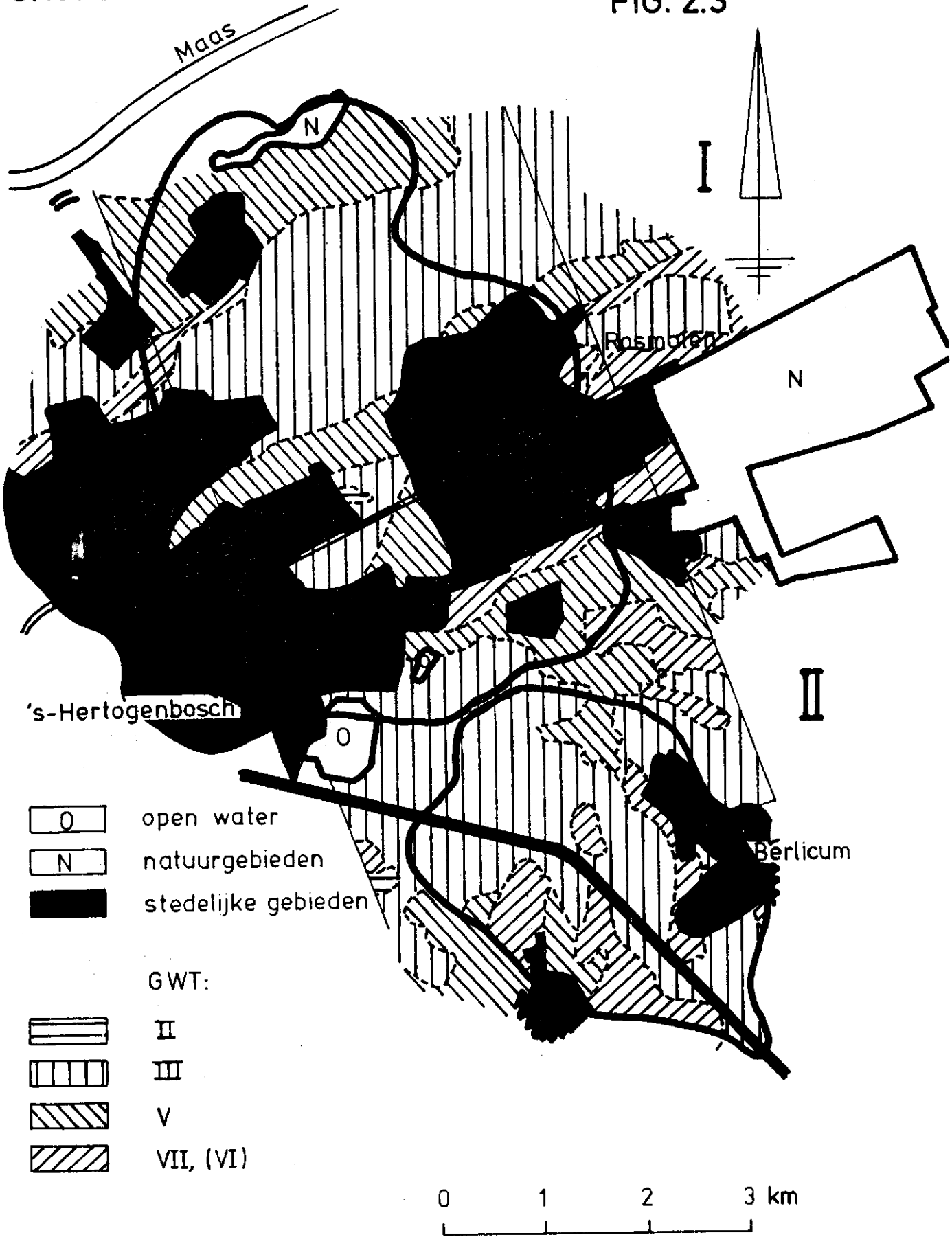
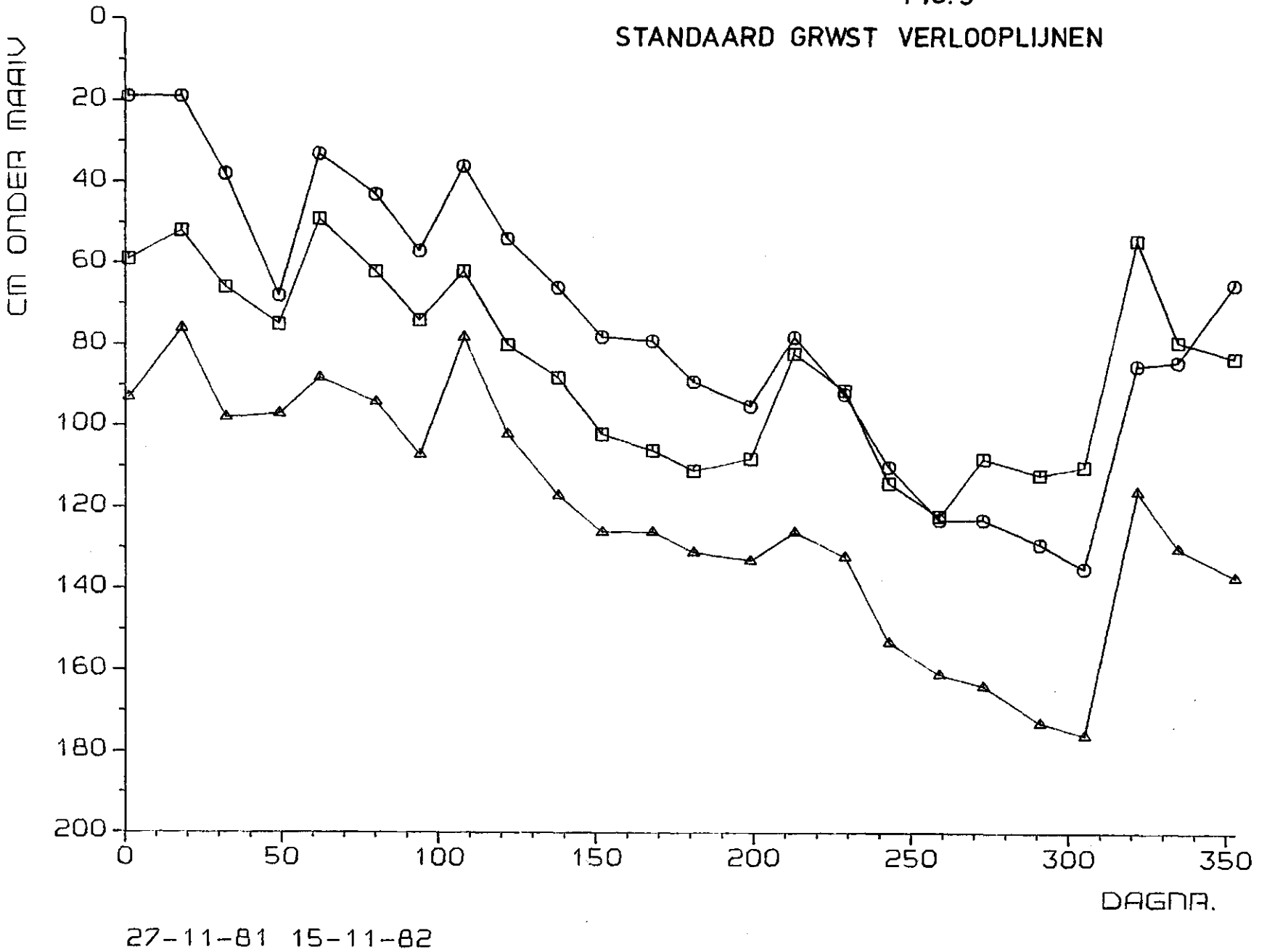


FIG. 3

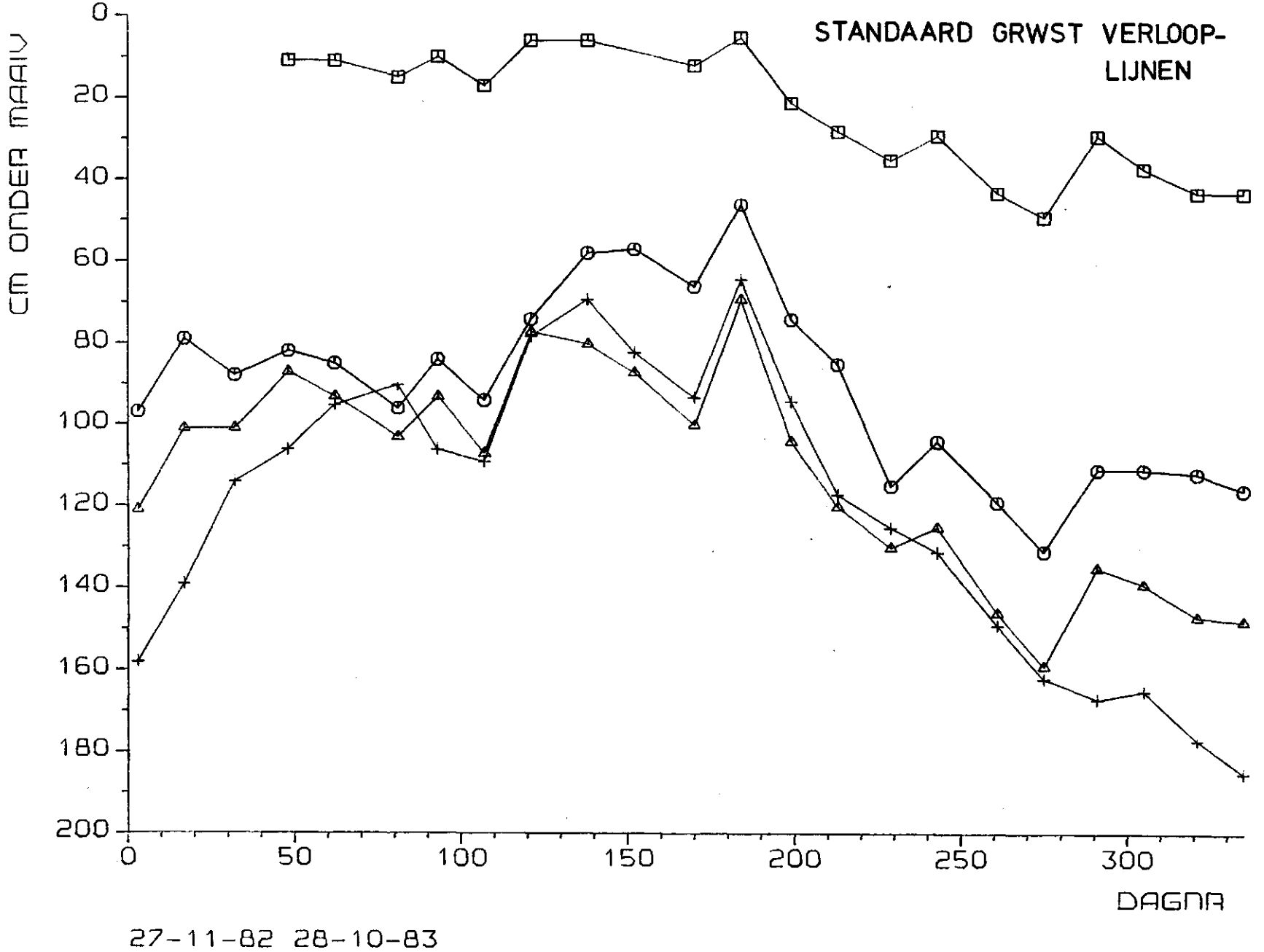
STANDAARD GRWST VERLOOPLIJNEN



BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

FIG.4

STANDAARD GRWST VERLOOP-LIJNEN

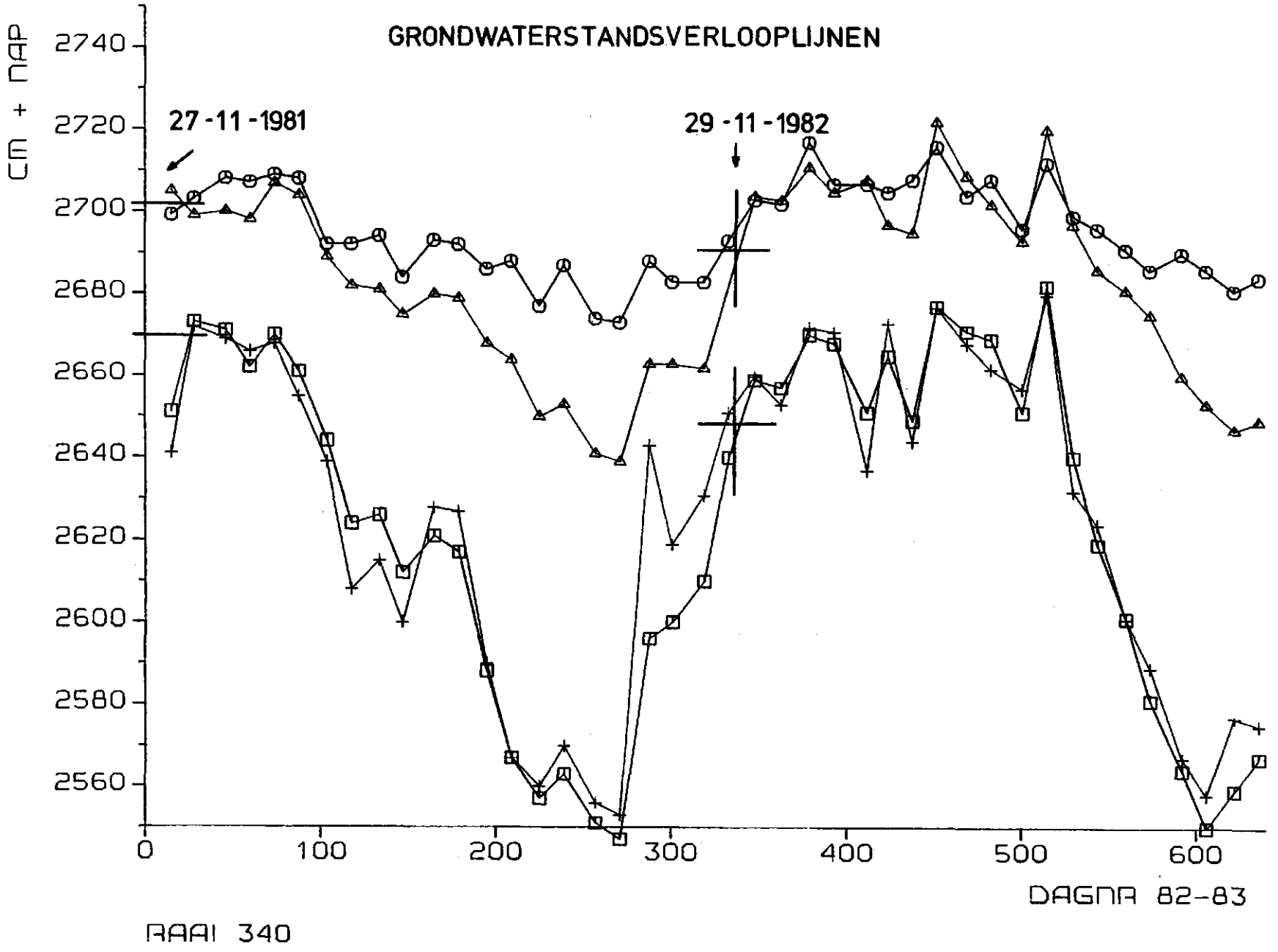


□ = GT 2
○ = GT 3
△ = GT 5
+ = GT 7

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

FIG. 5a

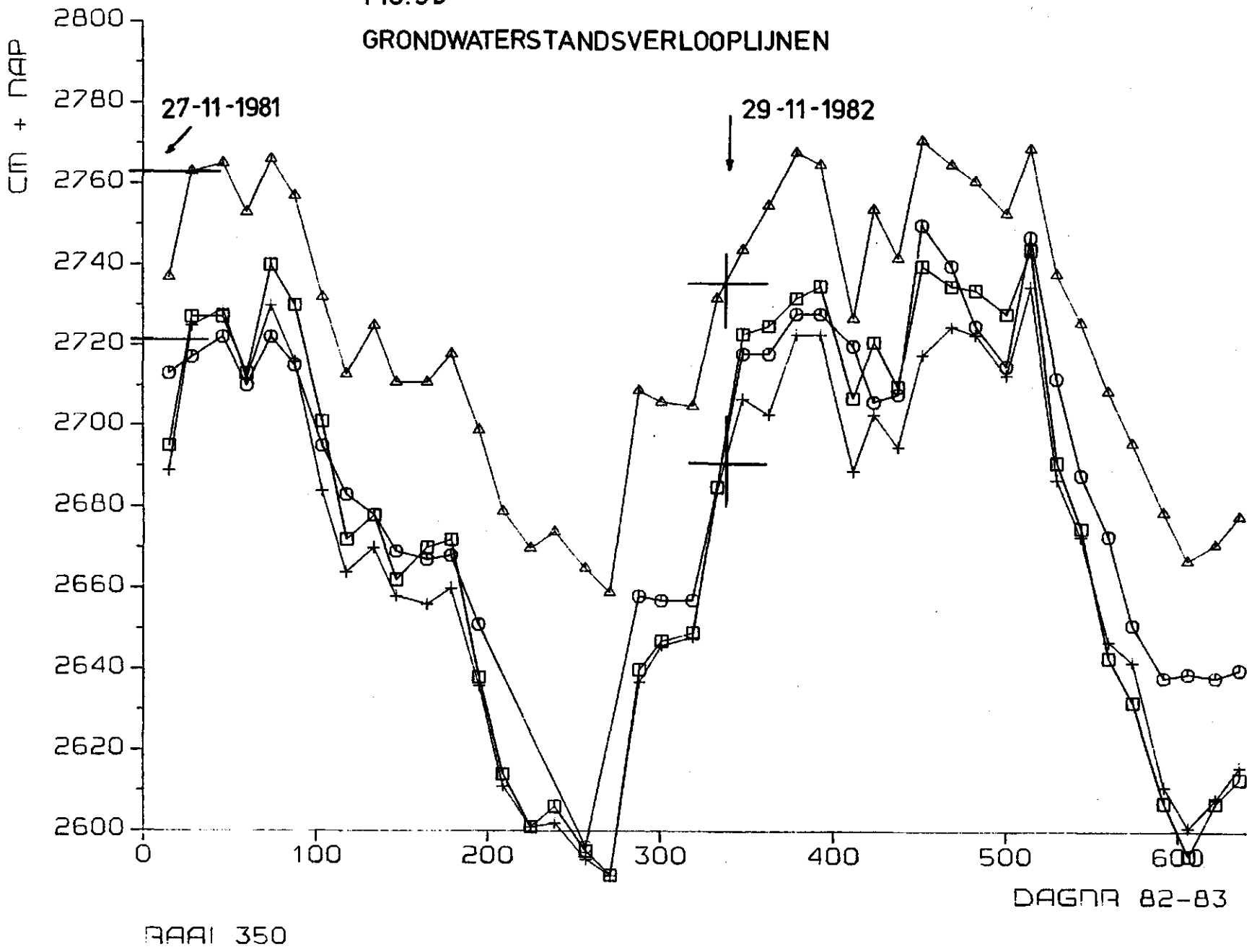
GRONDWATERSTANDSVERLOOPLIJNEN



BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

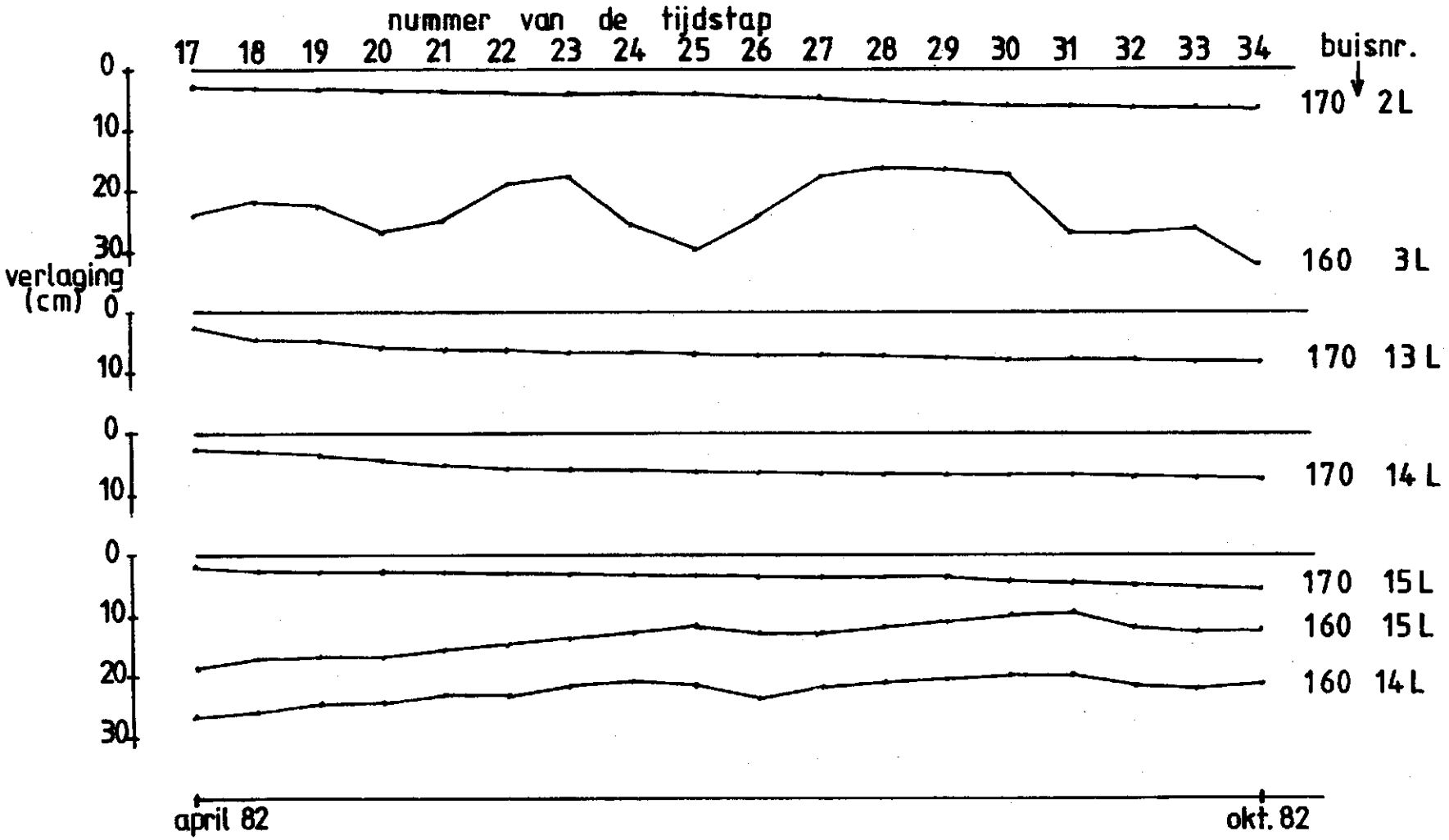
FIG. 5b

GRONDWATERSTANDSVERLOOPLIJNEN



AGRICULTURAL UNIVERSITY WAGENINGEN

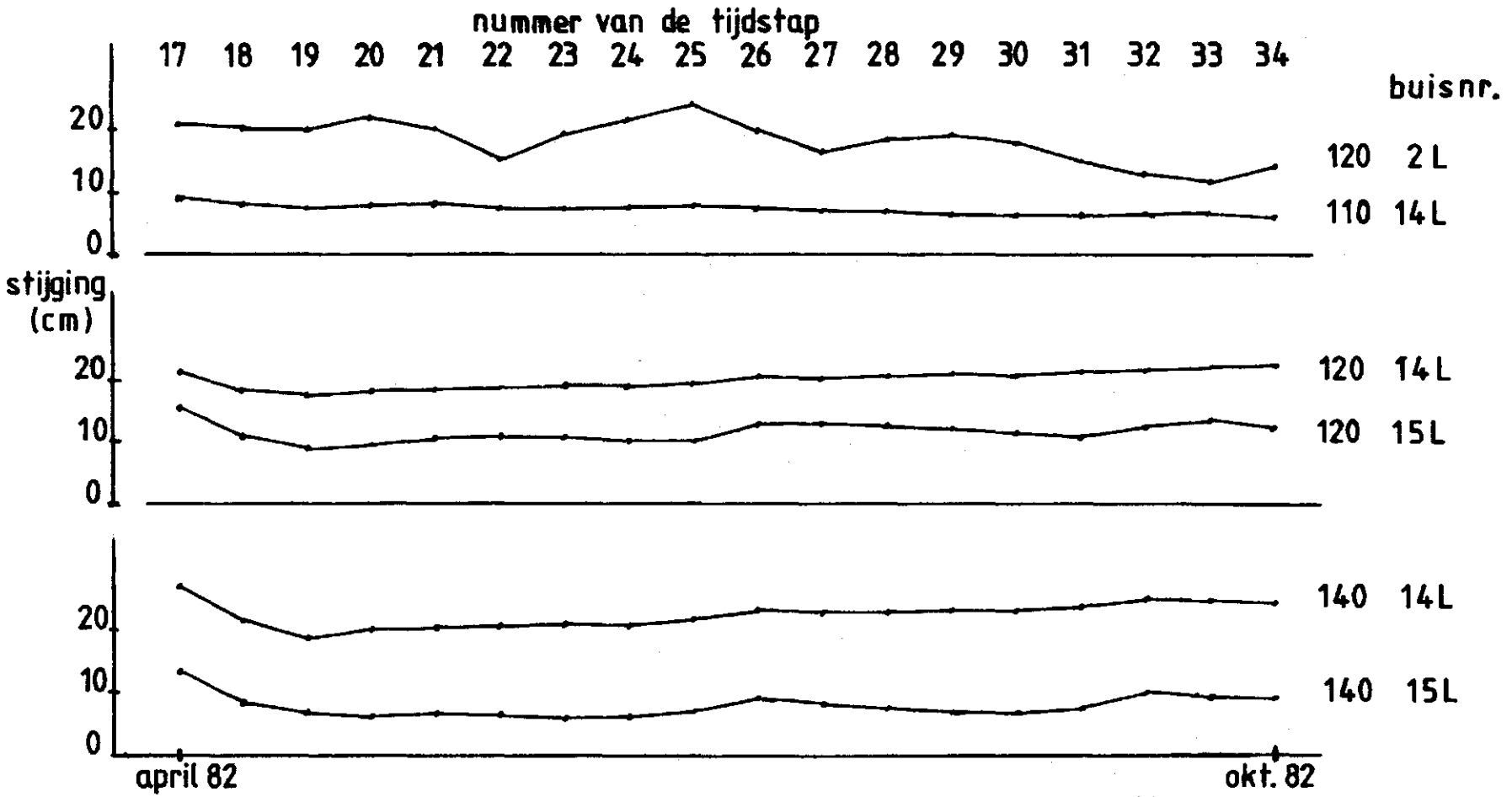
fig. 6a



verandering in stijghoogte van het freatisch vlak
subgebied 4, traject 1

BIBLIOTHEEK
STAATSGEBOUW

fig 6b

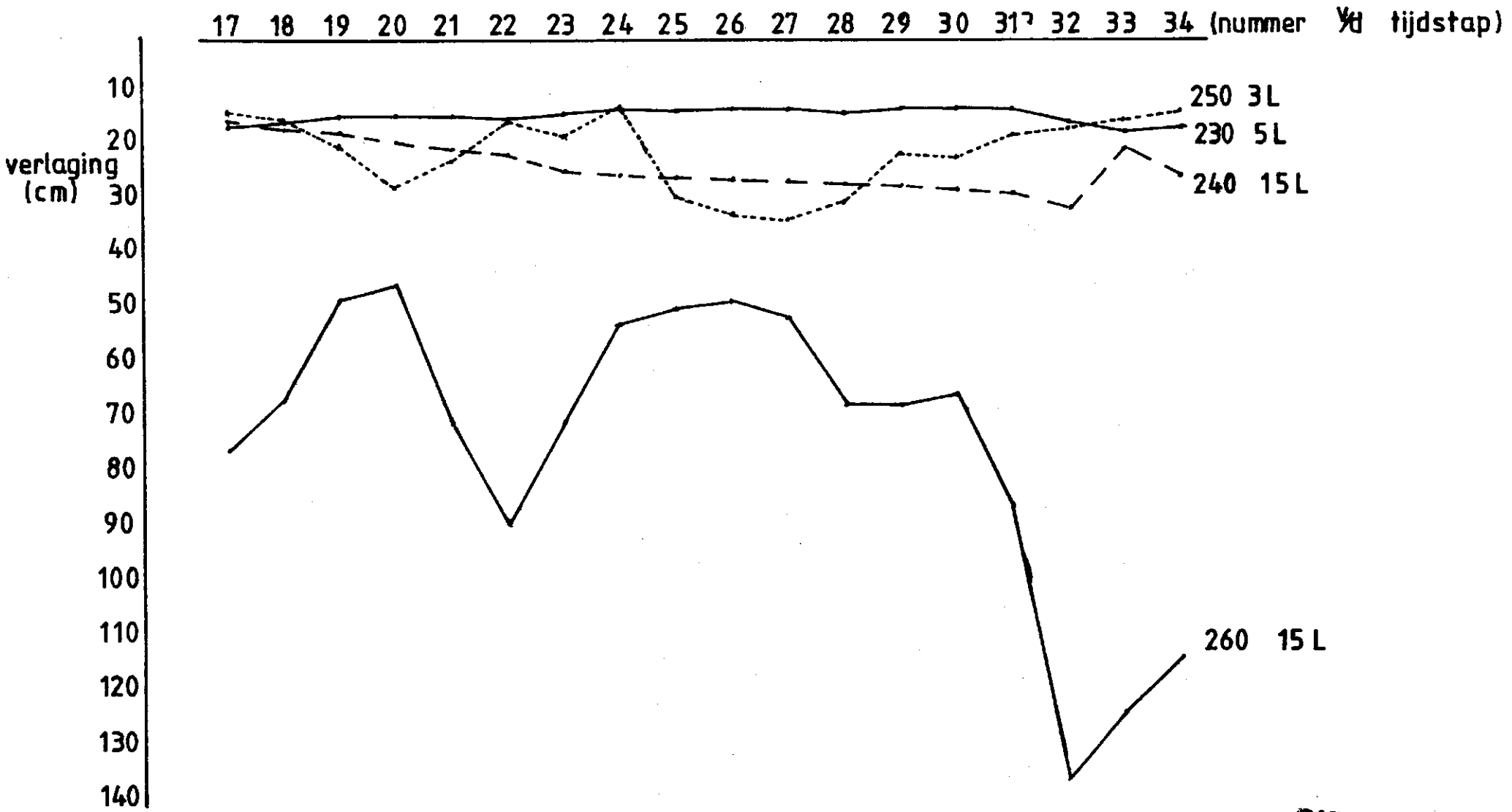


verandering in stijghoogte van het freatisch vlak
subgebied 3, traject 1

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

FIGUUR 7a

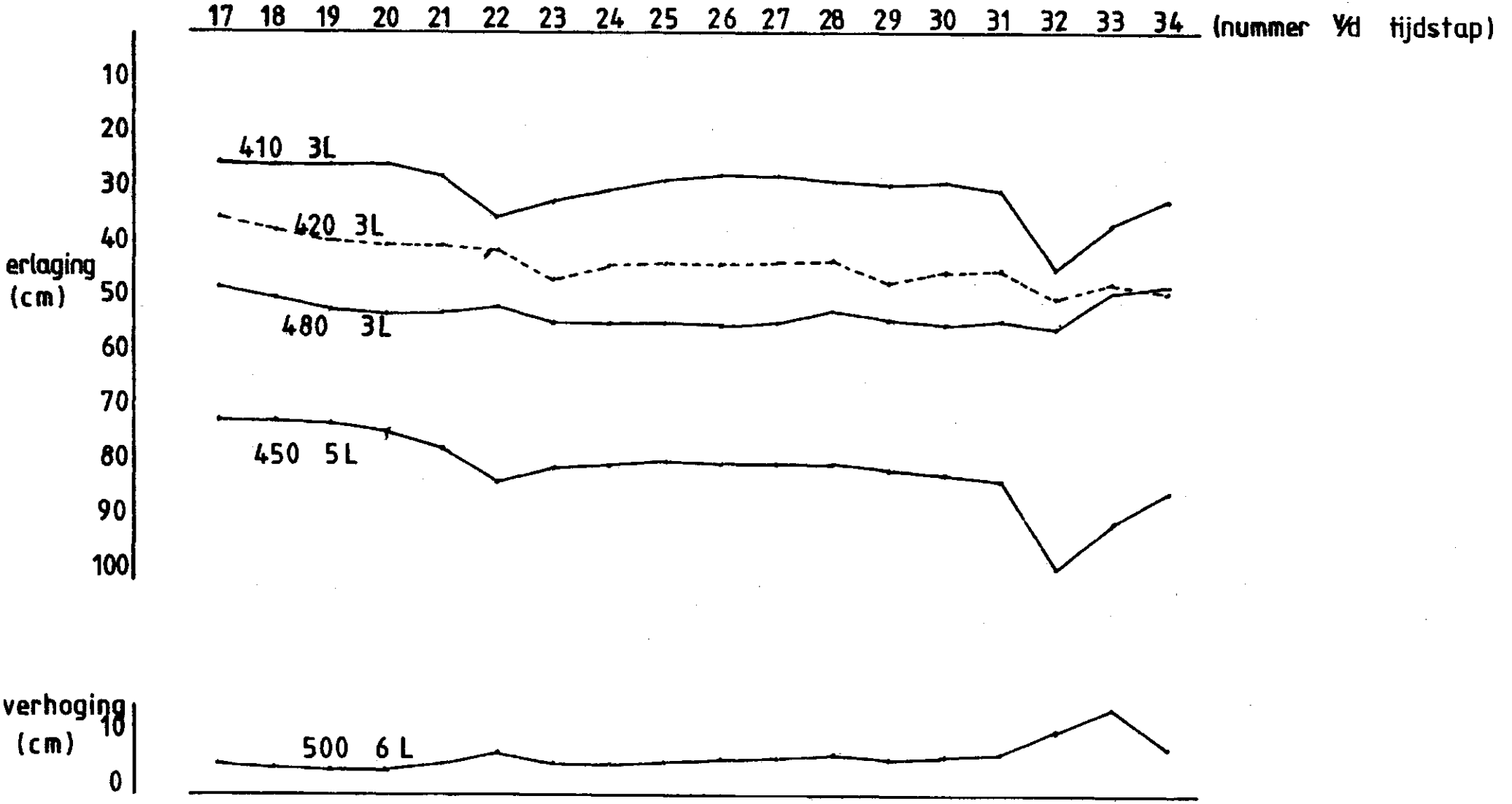
verandering in stijghoogte van het freatisch vlak (trajekt 2)



BIBLIOTHEEK STARINGGEBOUW

FIGUUR 7 b

verandering in stijghoogte van het freatisch vlak (trajekt 3)

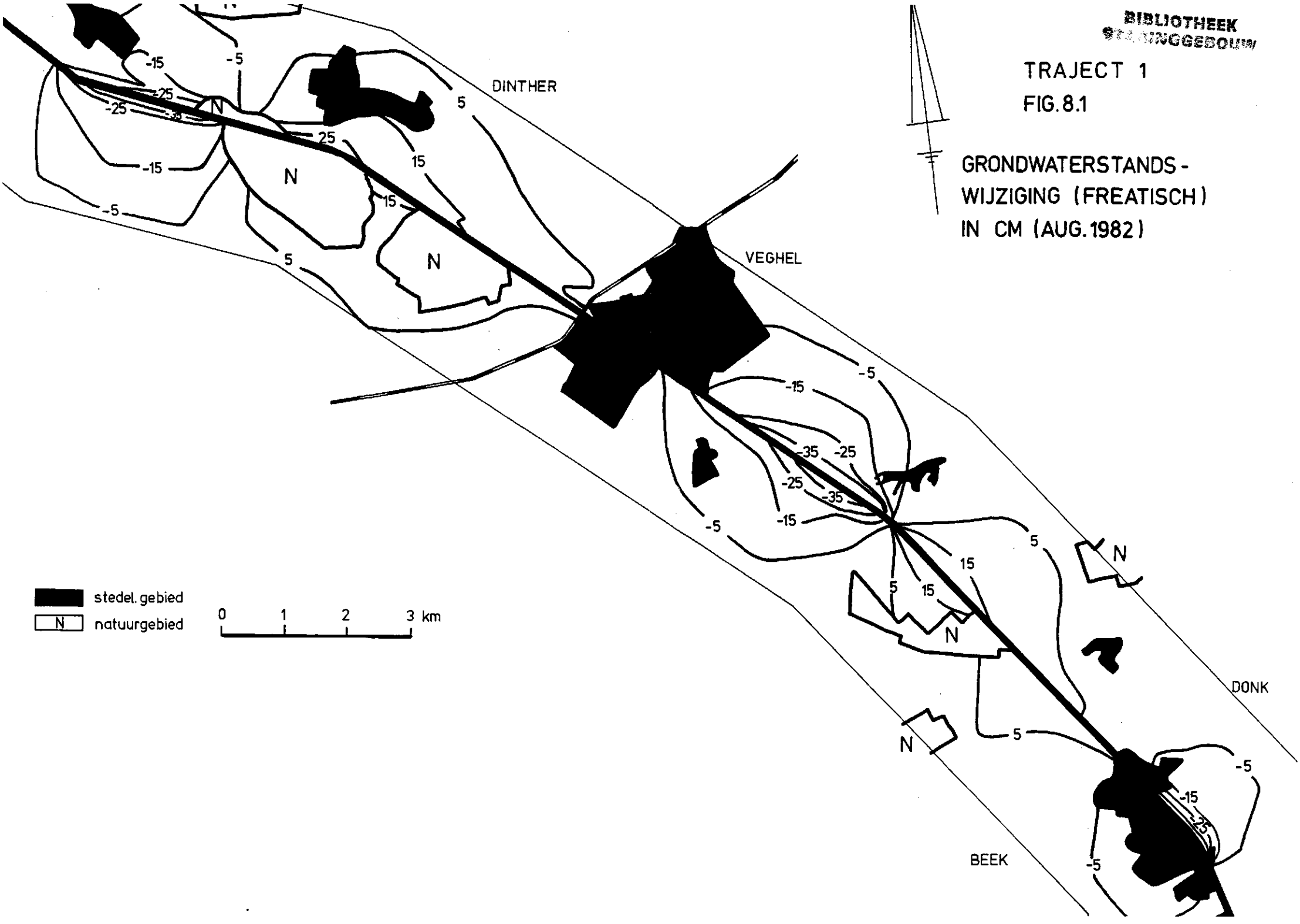


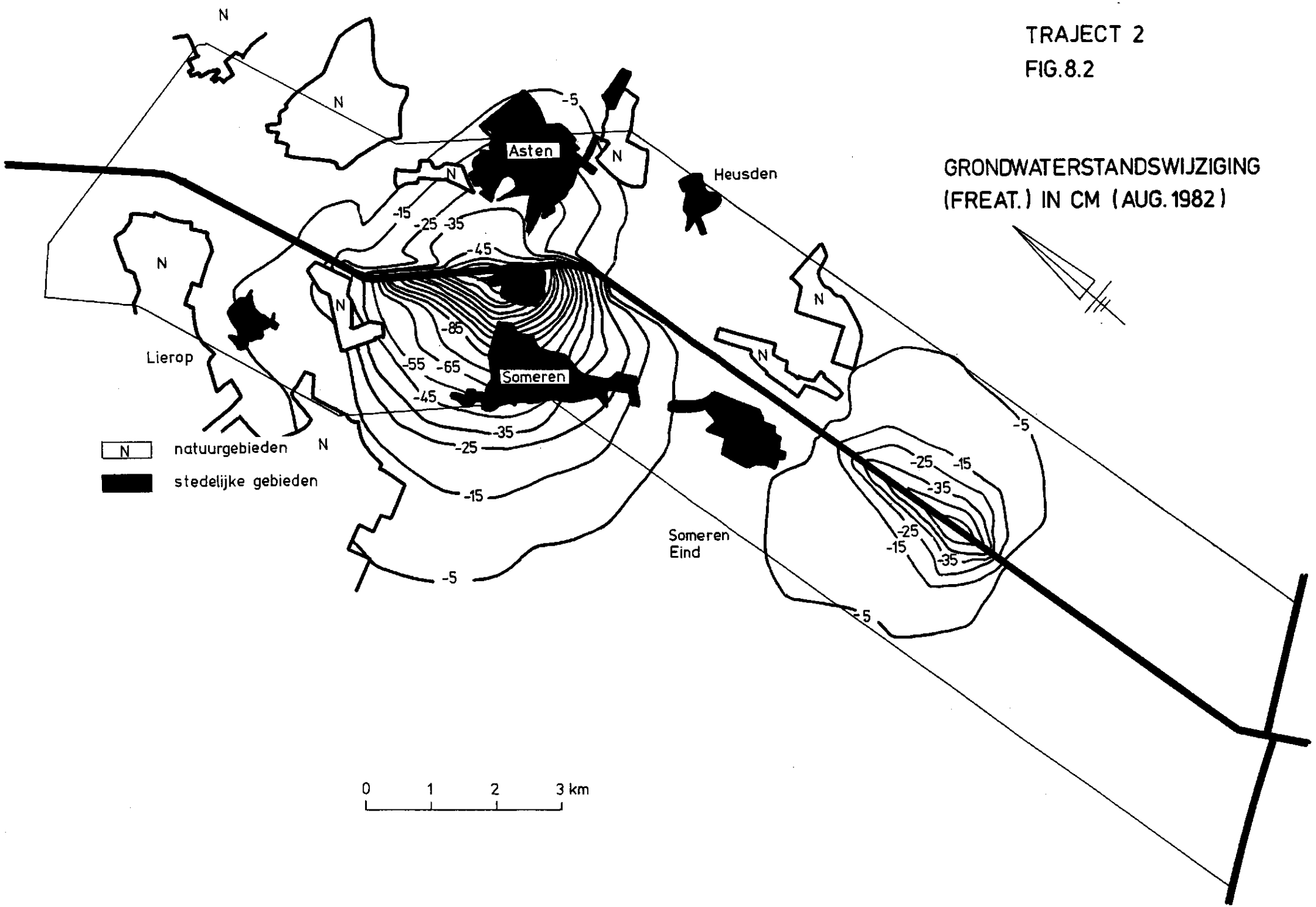
BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

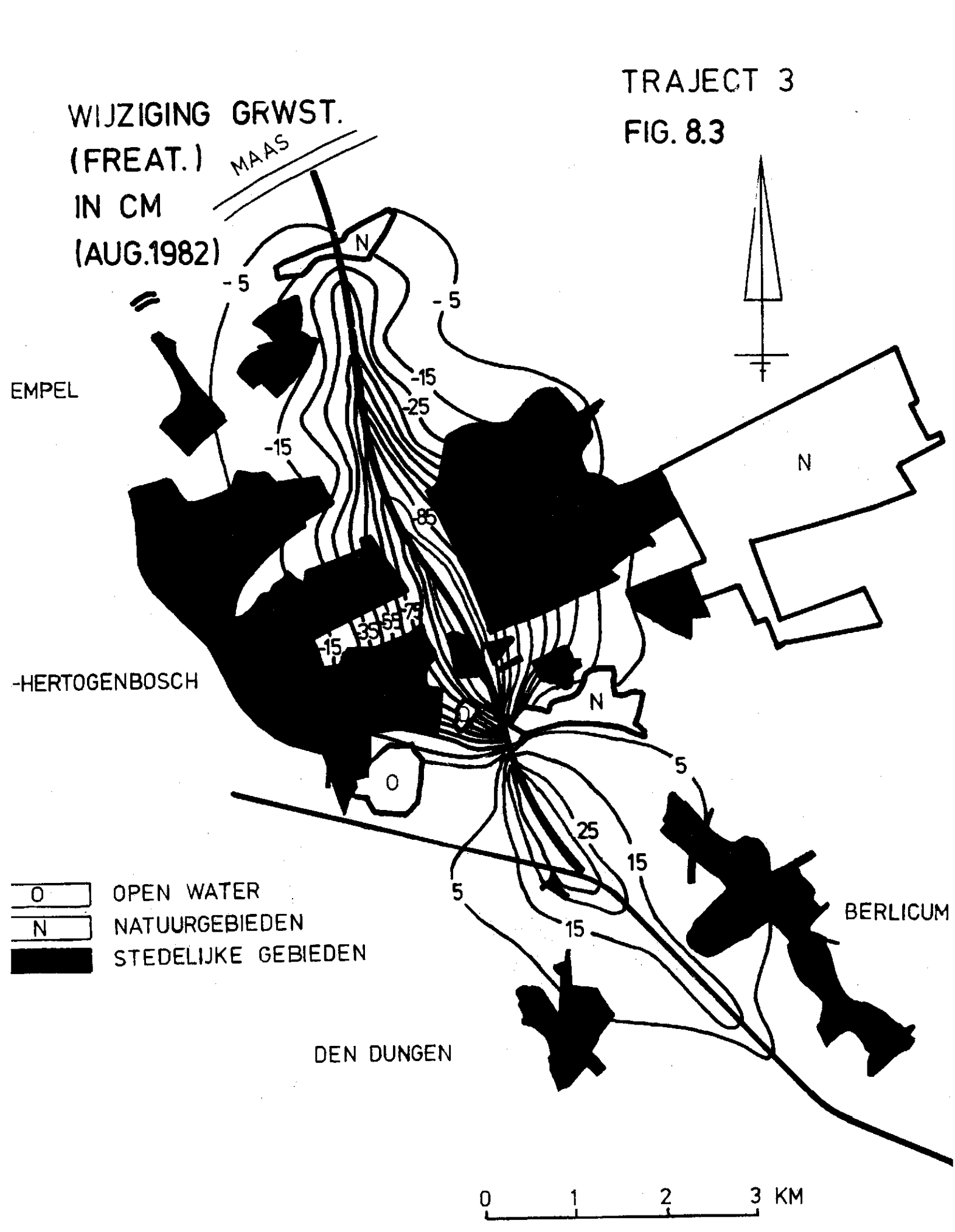
BIBLIOTHEEK
STEVINGGEBOUW

TRAJECT 1
FIG. 8.1

GRONDWATERSTANDS-
WIJZIGING (FREATISCH)
IN CM (AUG. 1982)



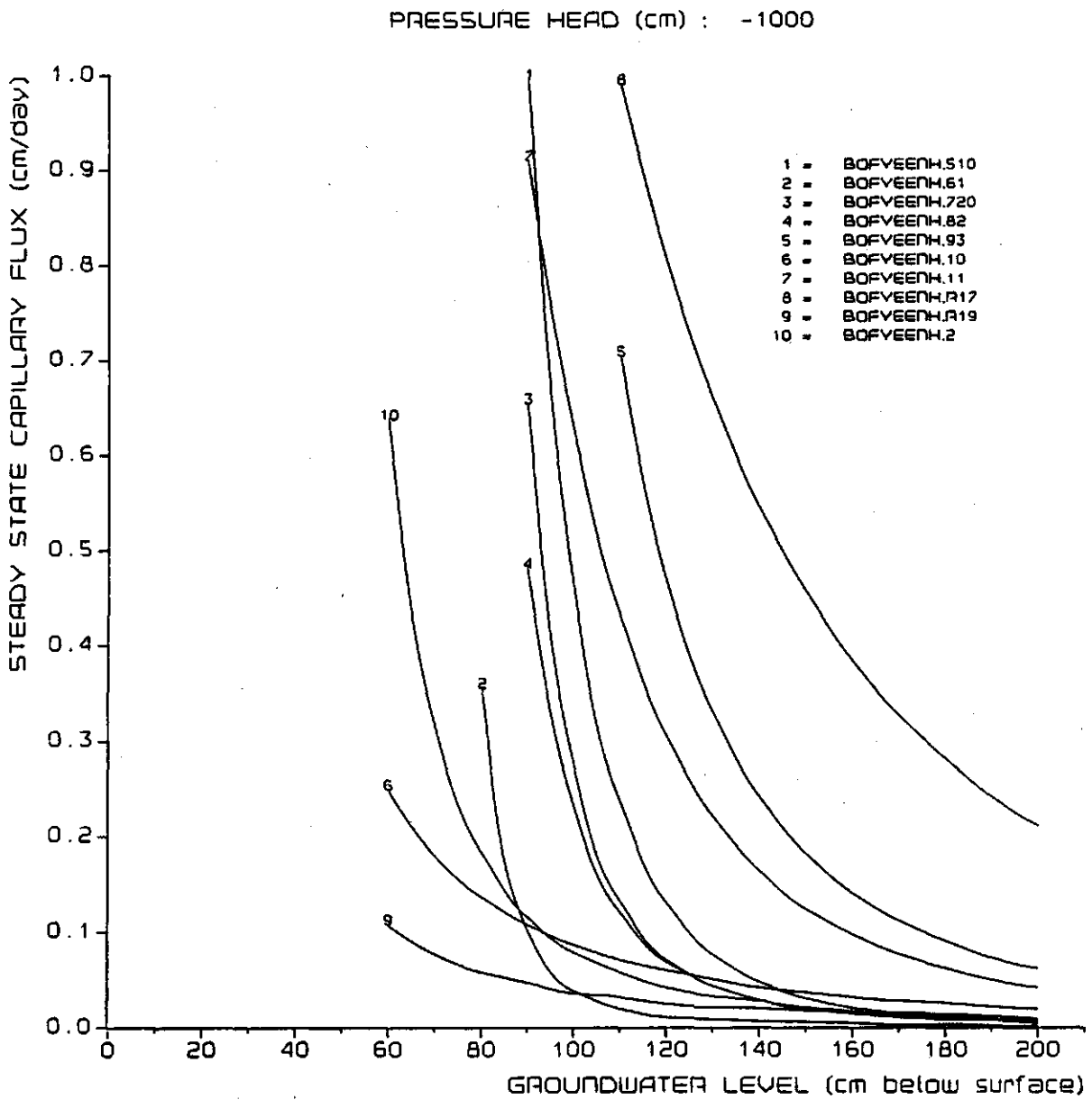

TRAJECT 2
FIG.8.2
GRONDWATERSTANDSWIJZIGING
(FREAT.) IN CM (AUG. 1982)
N
natuurgebieden
stedelijke gebieden
Asten
Someren
Heusden
Lierop
Someren
Eind
-5
-15
-25
-35
-45
-55
-65
-85
0
1
2
3 km


TRAJECT 3
FIG. 8.3
WIJZIGING GRWST.
(FREAT.)
IN CM
(AUG.1982)
MAAS
EMPEL
-HERTOGENBOSCH
DEN DUNGEN
BERLICUM
N
O
-5
-15
-25
-85
-75
-65
-35
5
15
25
0 OPEN WATER
N NATUURGEBIEDEN
STEDELIJKE GEBIEDEN
0 1 2 3 KM

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

FIG.9

CAPILLARY RISE VERSUS GROUNDWATERDEPTH

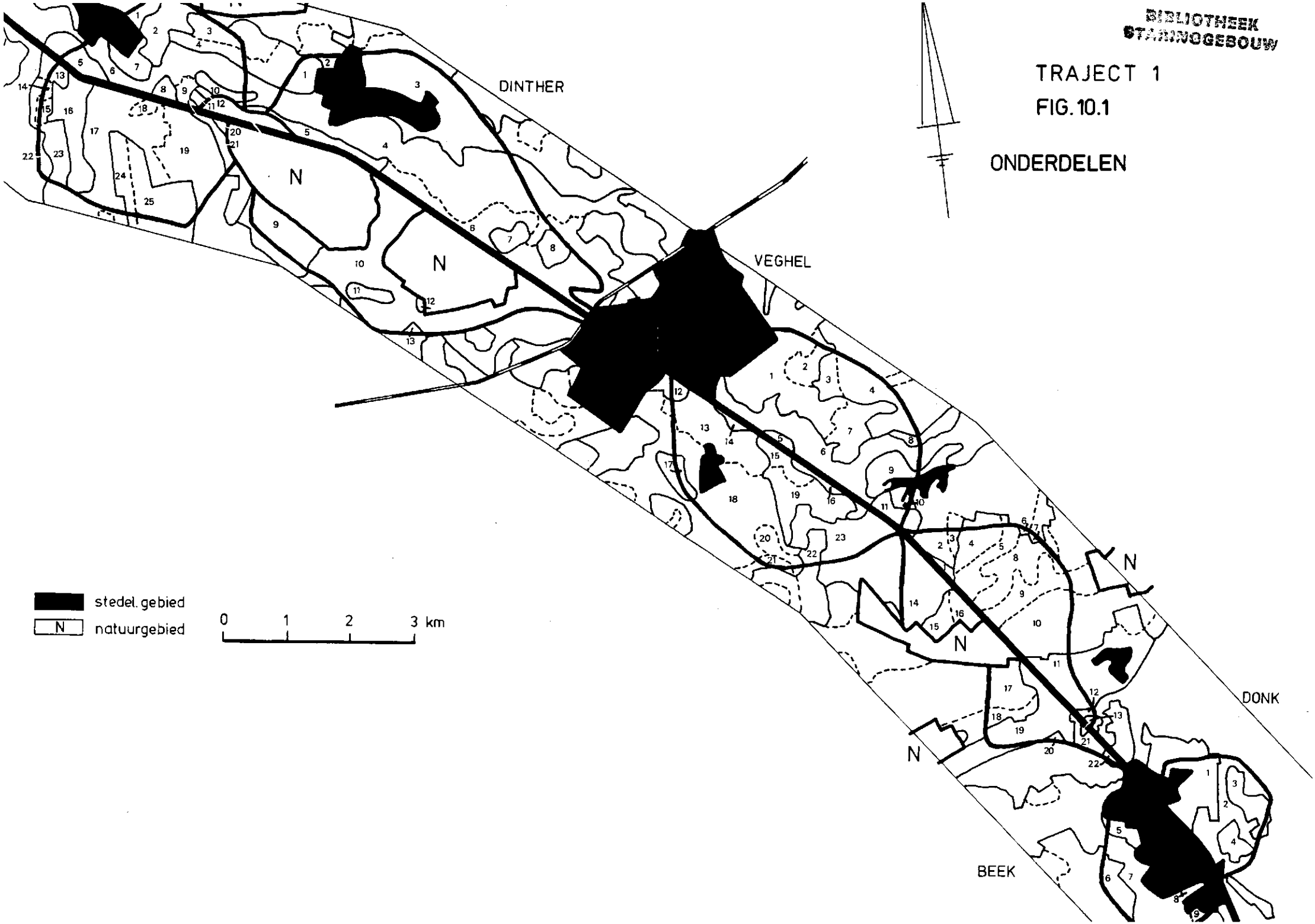


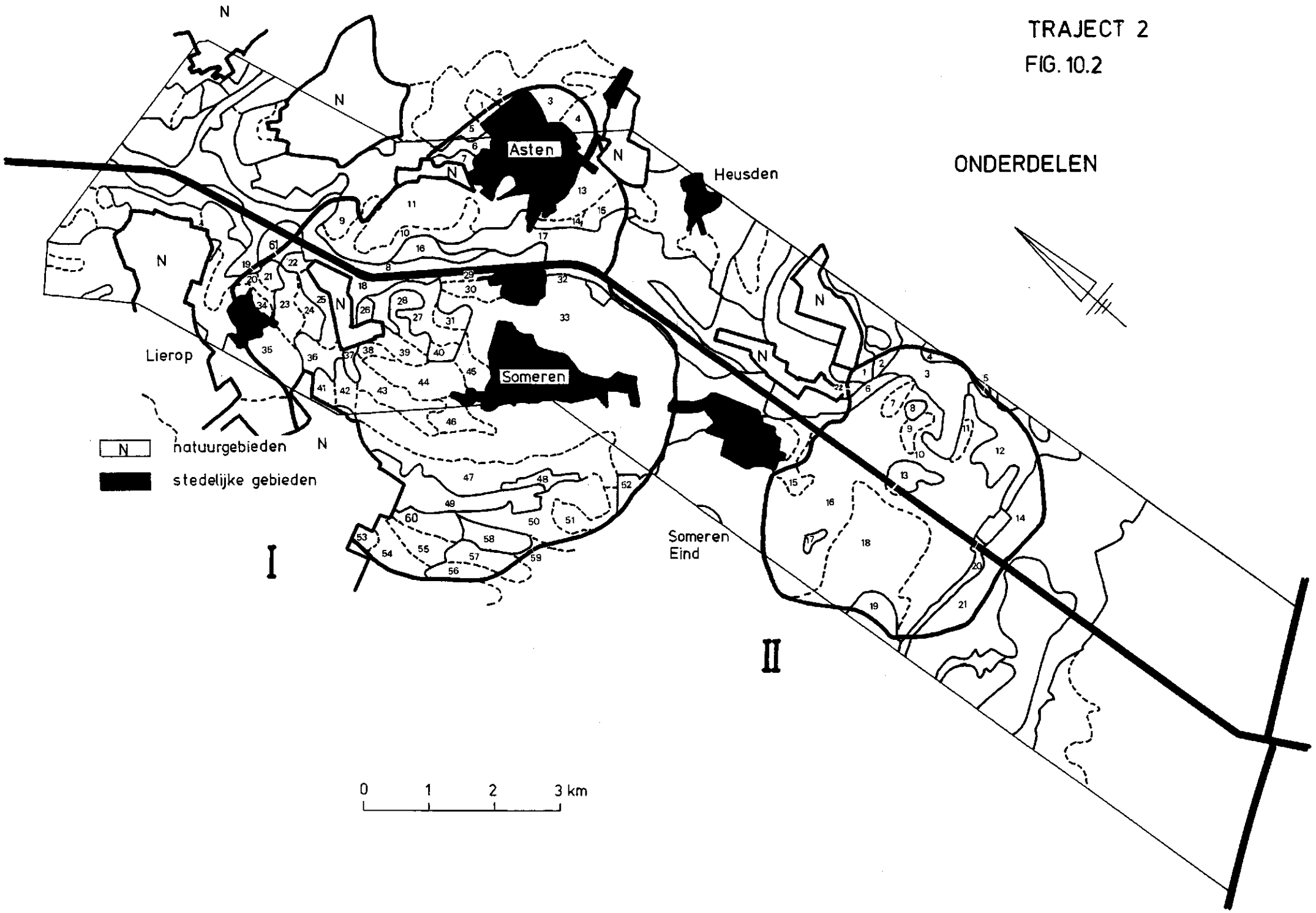
BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

TRAJECT 1

FIG. 10.1

ONDERDELEN

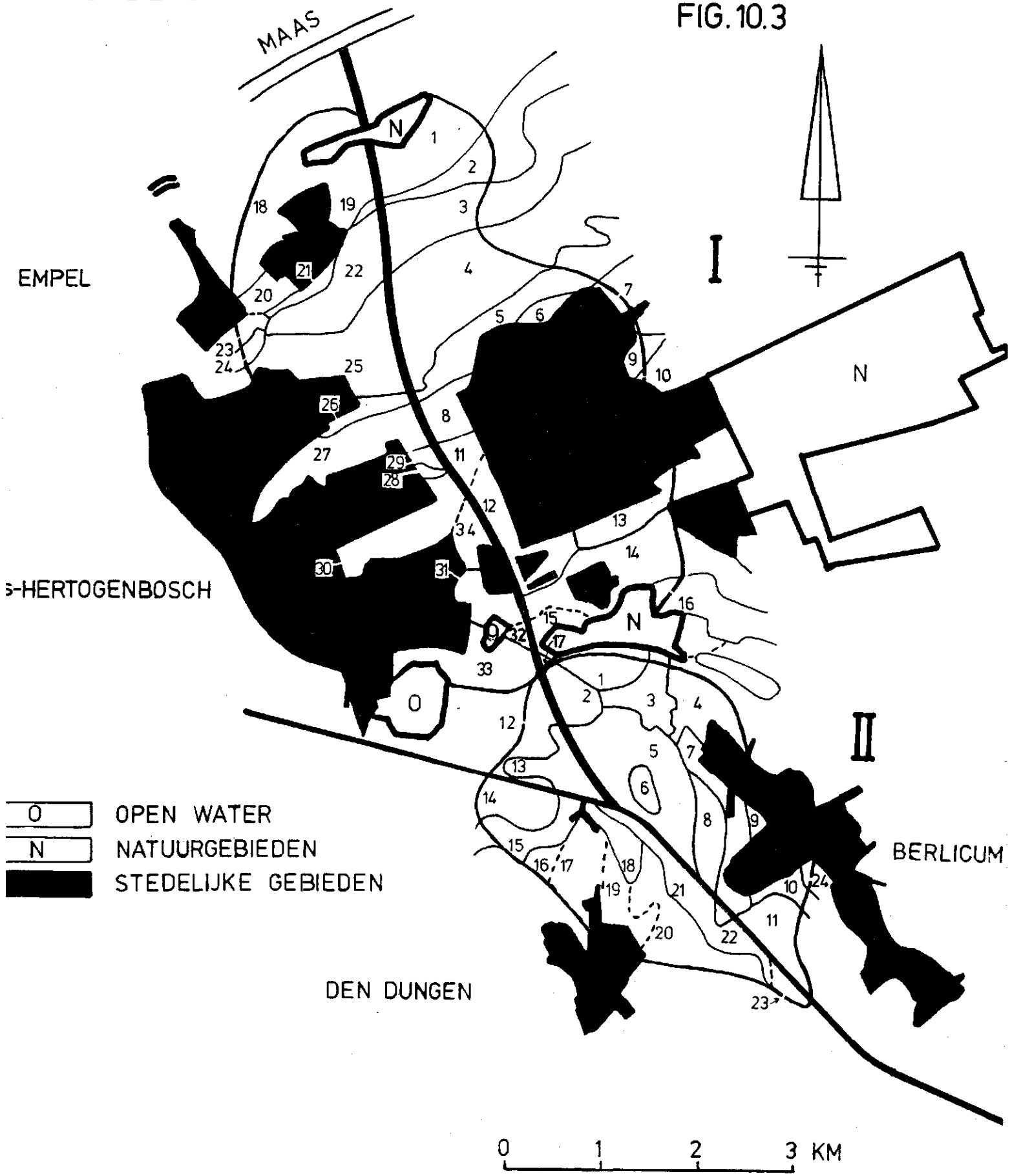



TRAJECT 2
FIG. 10.2
ONDERDELEN
Asten
Heusden
Someren
Lierop
Someren Eind
I
II
N
natuurgebieden
stedelijke gebieden
0 1 2 3 km

ONDERDELEN

TRAJECT 3

FIG. 10.3

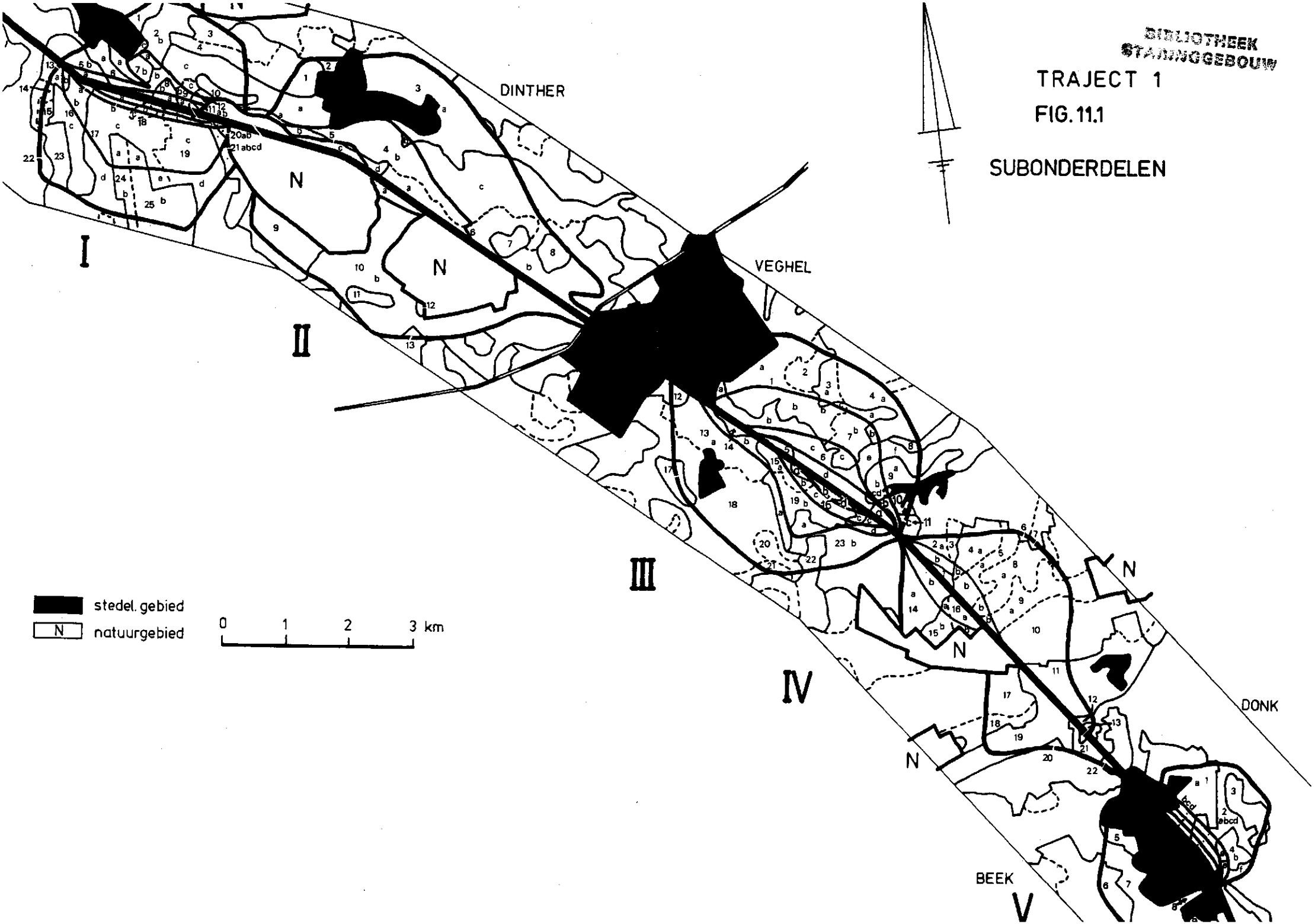


BIBLIOTHEEK
STAATSGEBOUW

TRAJECT 1

FIG. 11.1

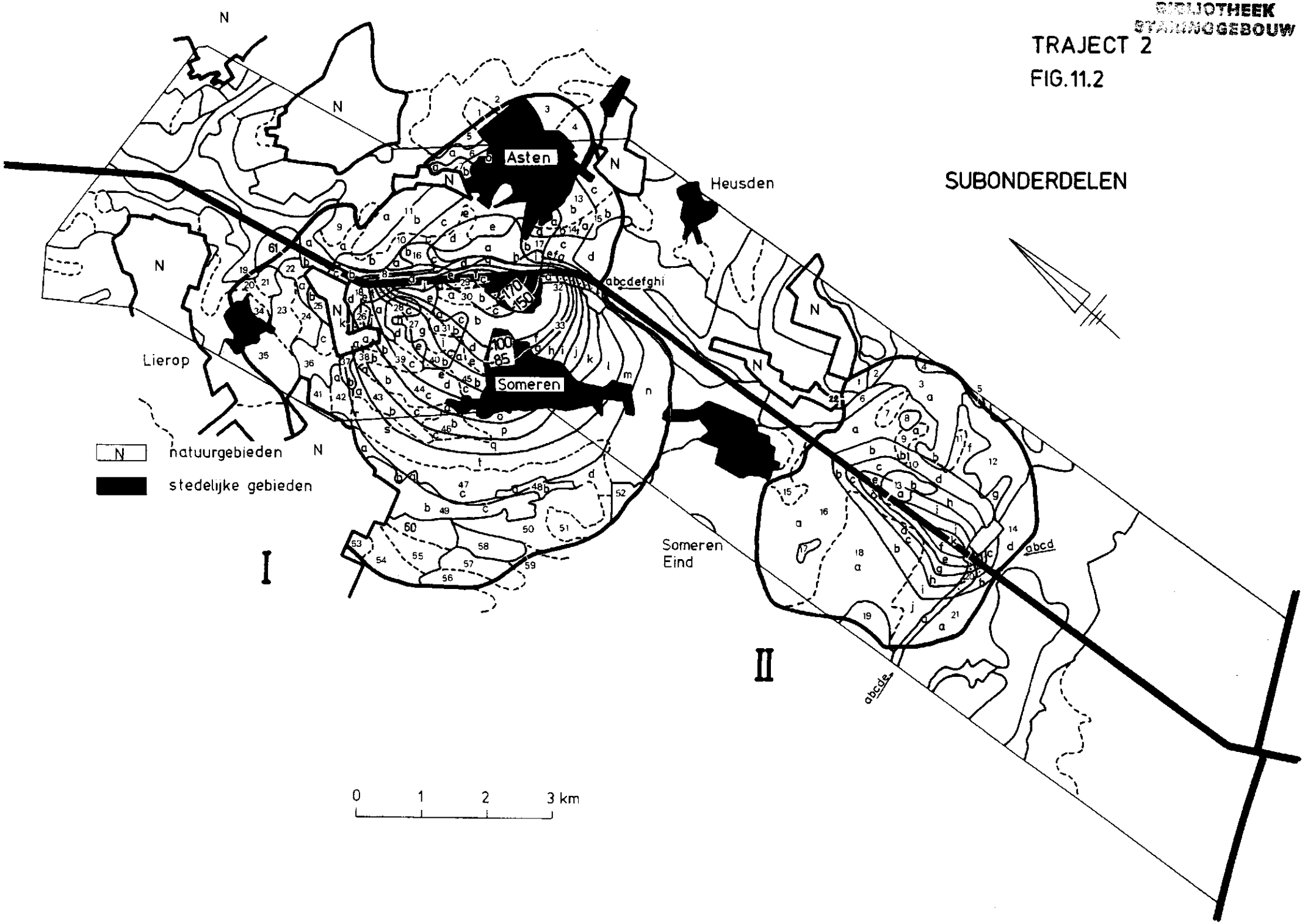
SUBONDERDELEN



BIBLIOTHEEK
STAMMGEBOUW

TRAJECT 2

FIG. 11.2



BIBLIOTHEEK
GEBOUW

SUBONDERDELEN

TRAJECT 3

FIG. 11.3

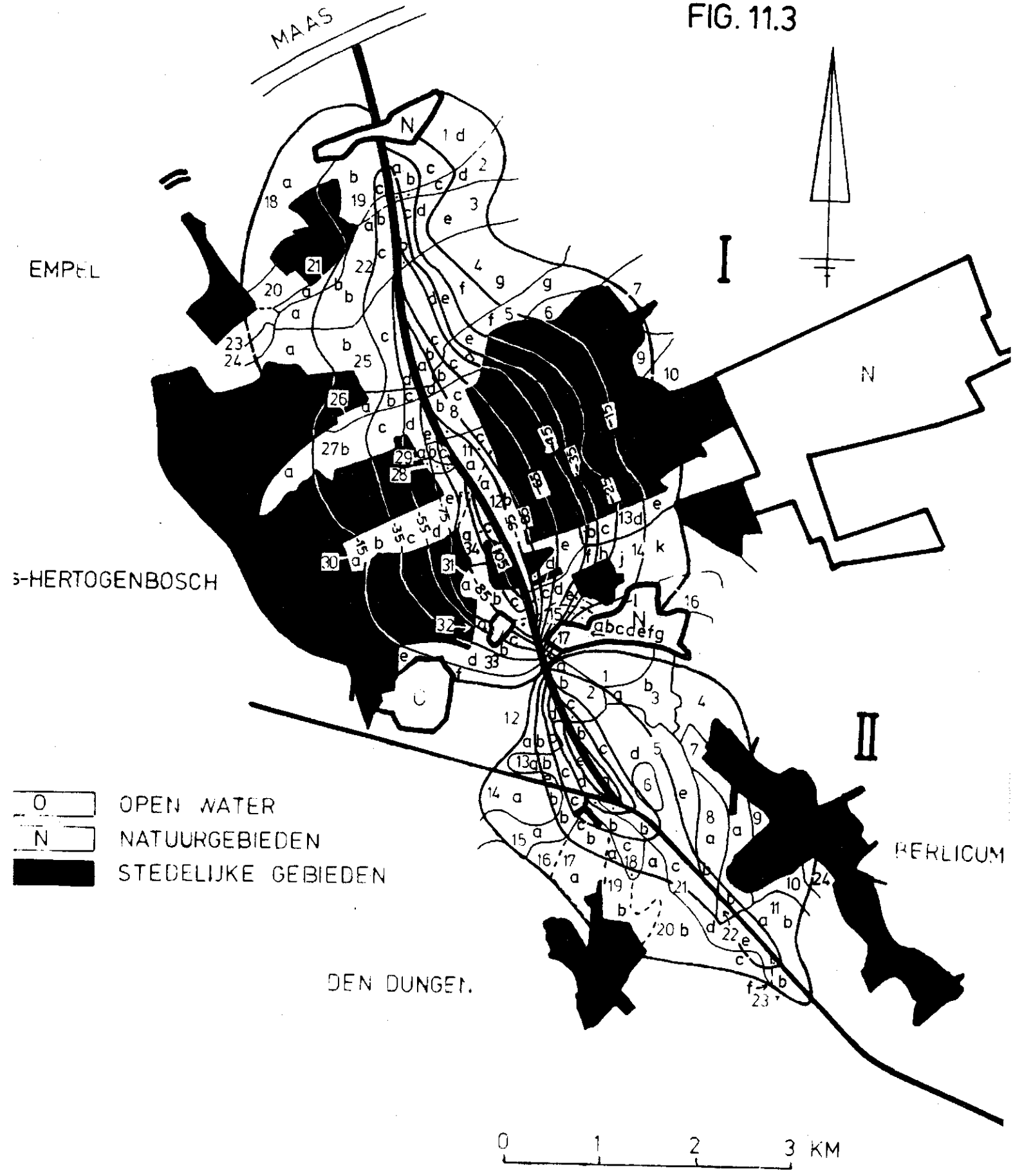


FIG. 12.1

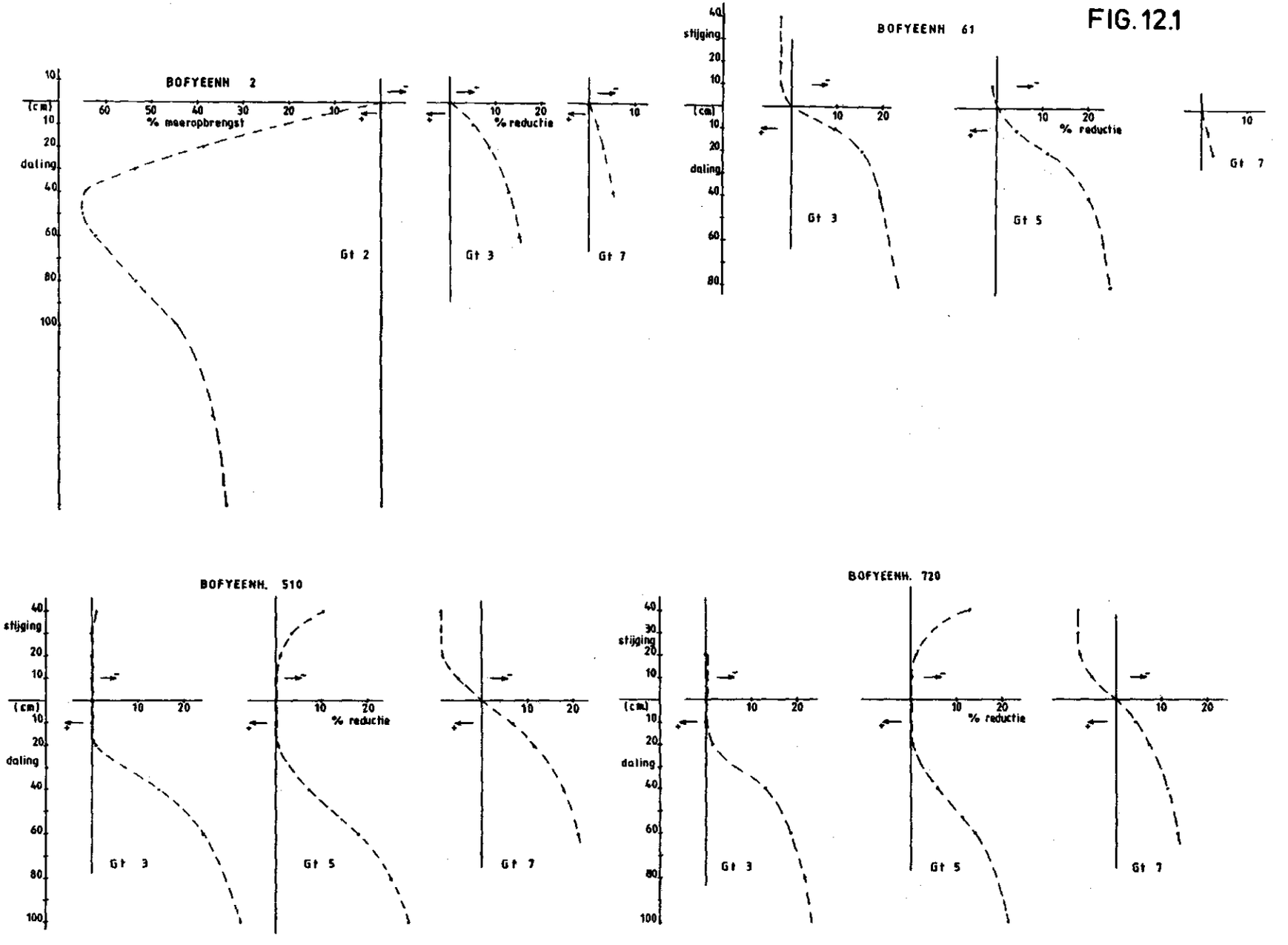
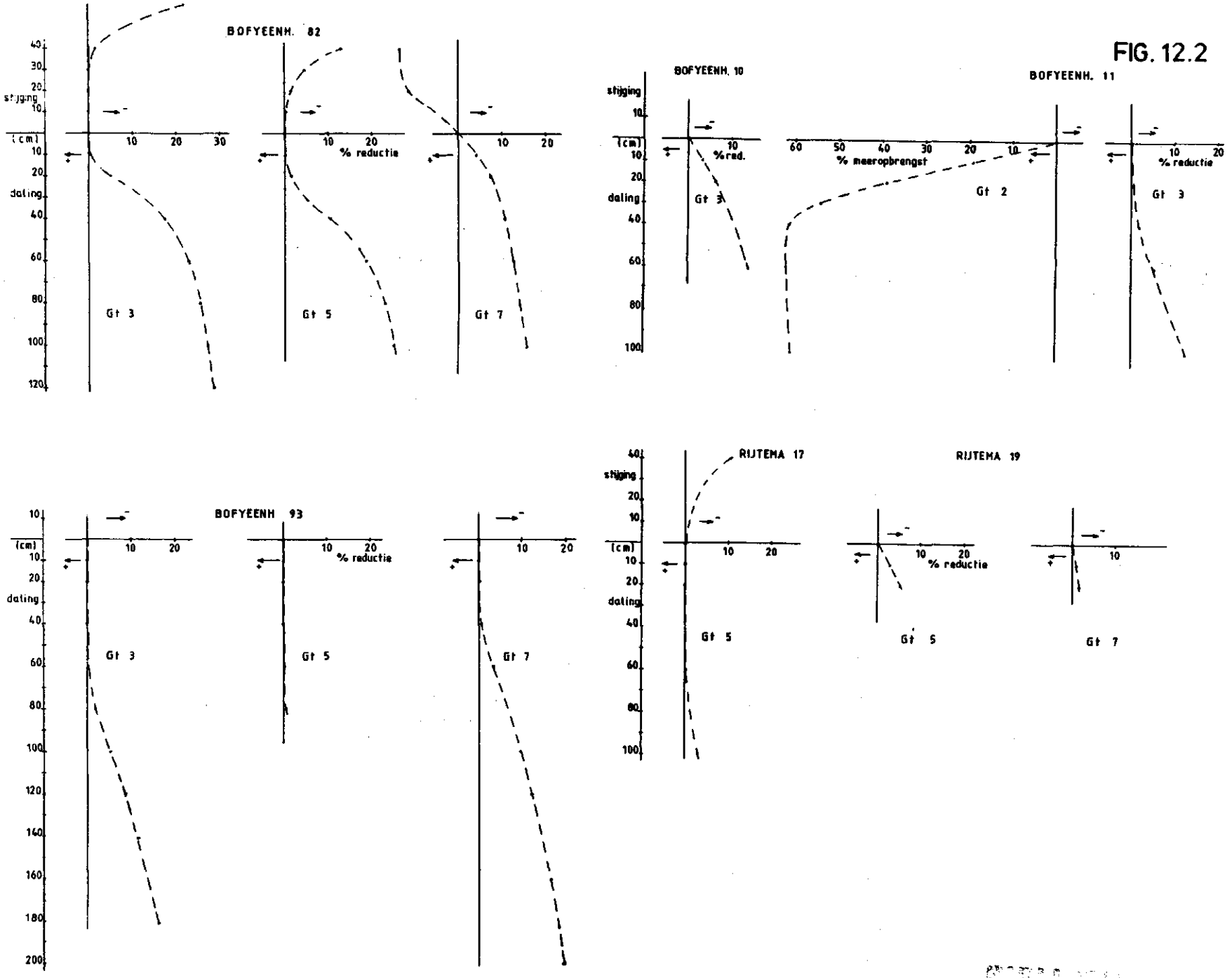
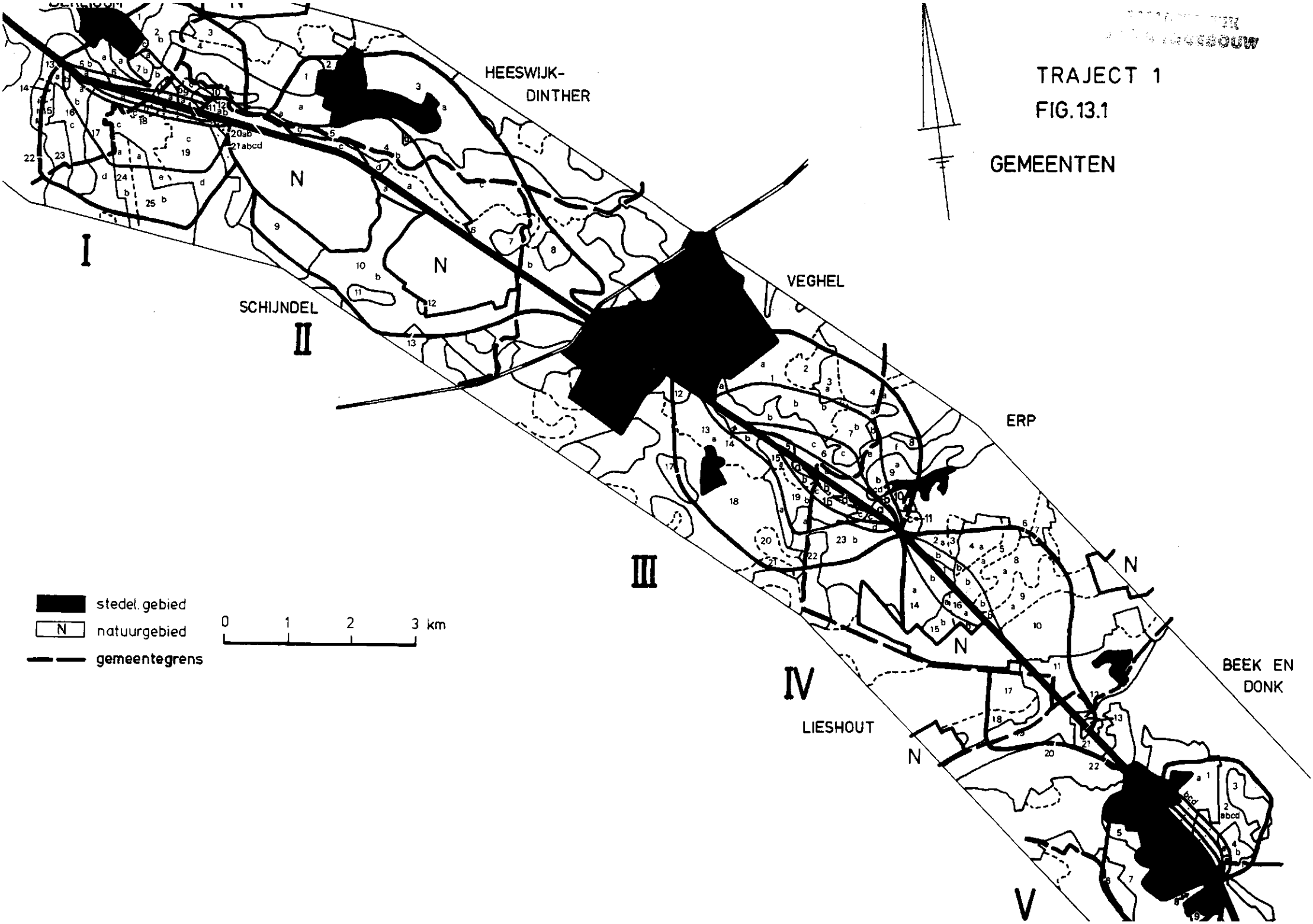
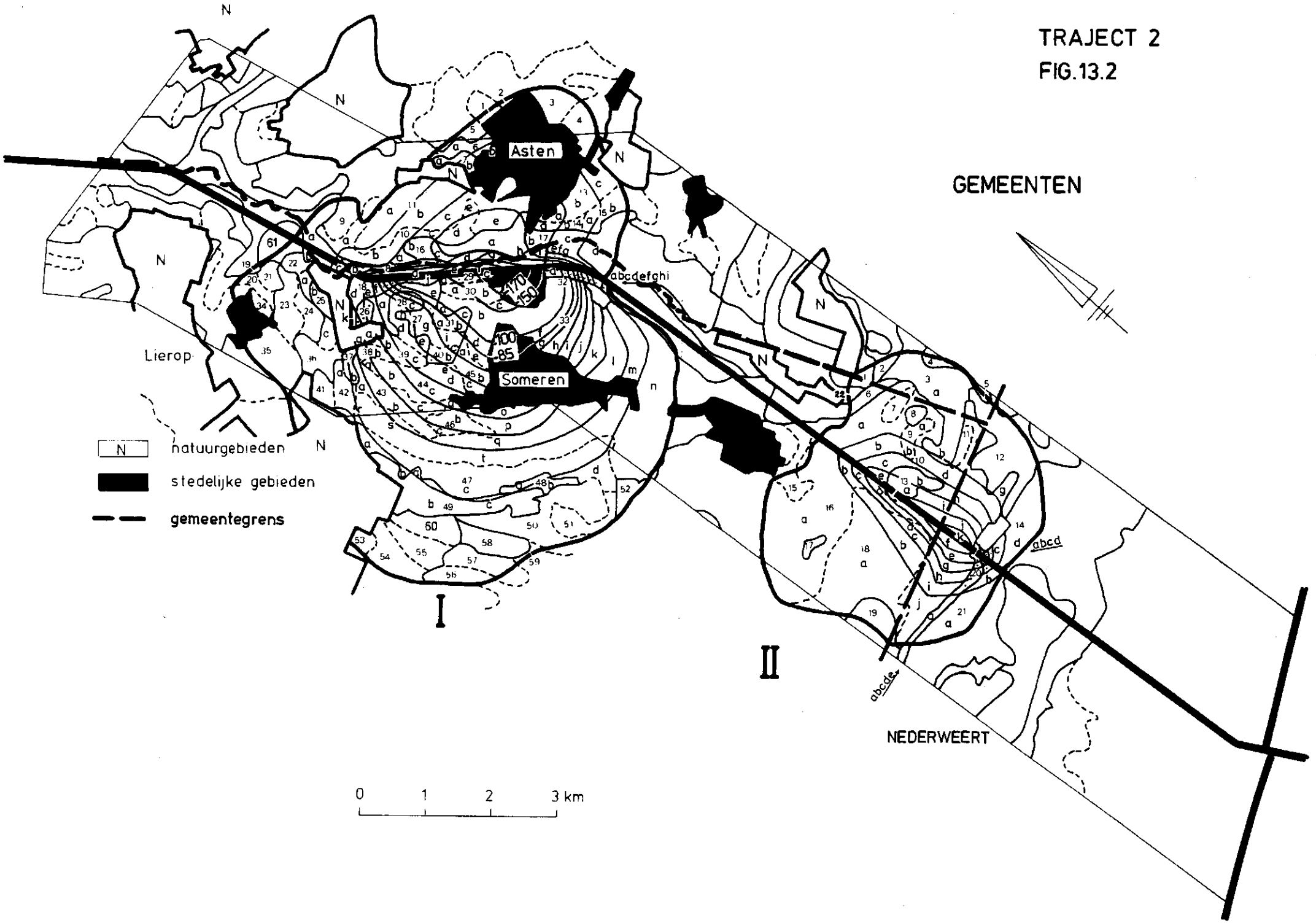

BOFYEENH 2
% meeropbrengst
% reductie
Gt 2
Gt 3
Gt 7
daling
(cm)
BOFYEENH 61
stijging
Gt 3
Gt 5
Gt 7
BOFYEENH. 510
BOFYEENH. 720

FIG. 12.2



GEBOUW

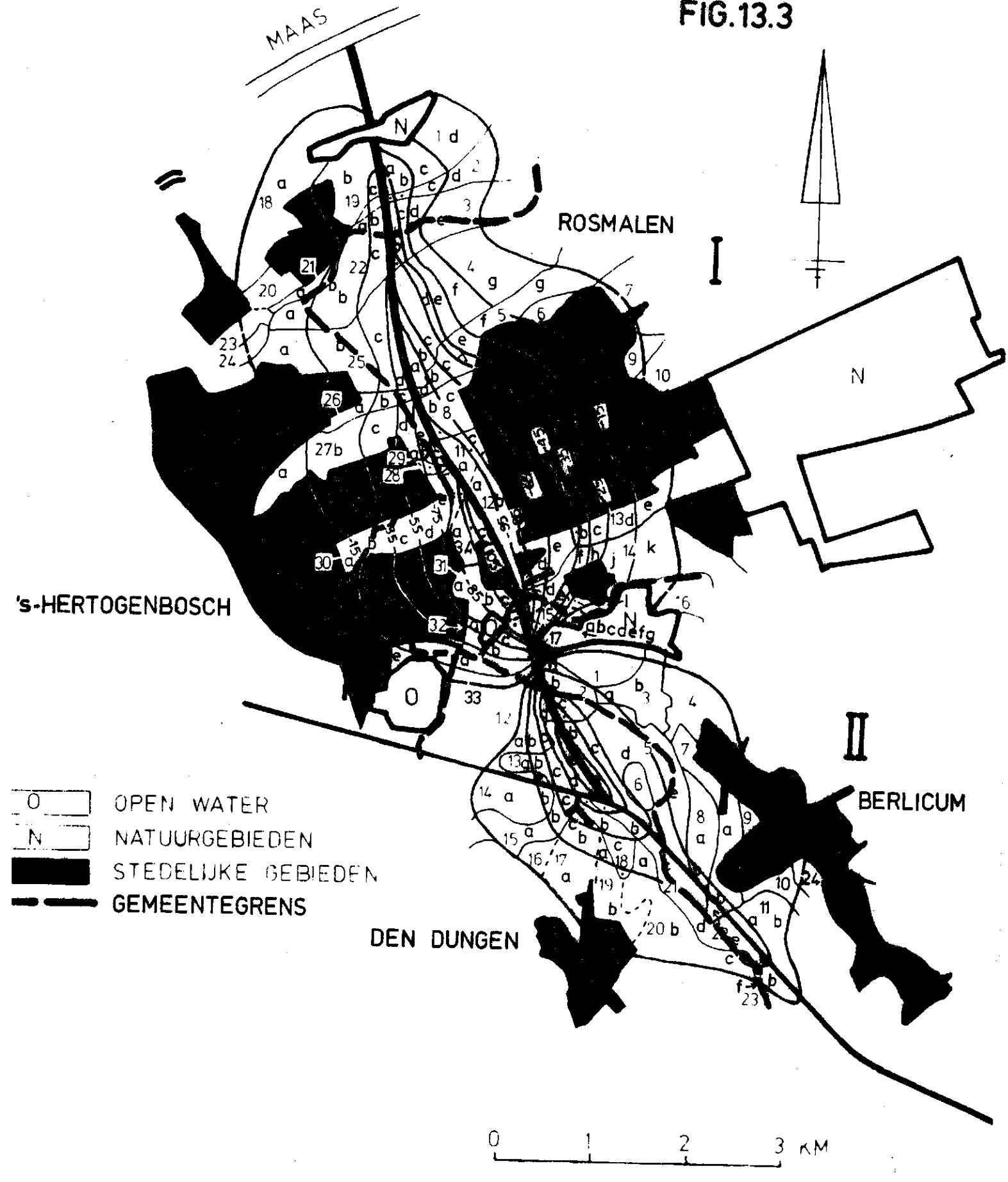

TRAJECT 1
FIG. 13.1
GEMEENTEN
HEESWIJK-
DINTHER
VEGHEL
SCHIJNDEL
ERP
LIESHOUT
BEEK EN
DONK
I
II
III
IV
V
N
stedel. gebied
natuurgebied
gemeentegrens
0 1 2 3 km

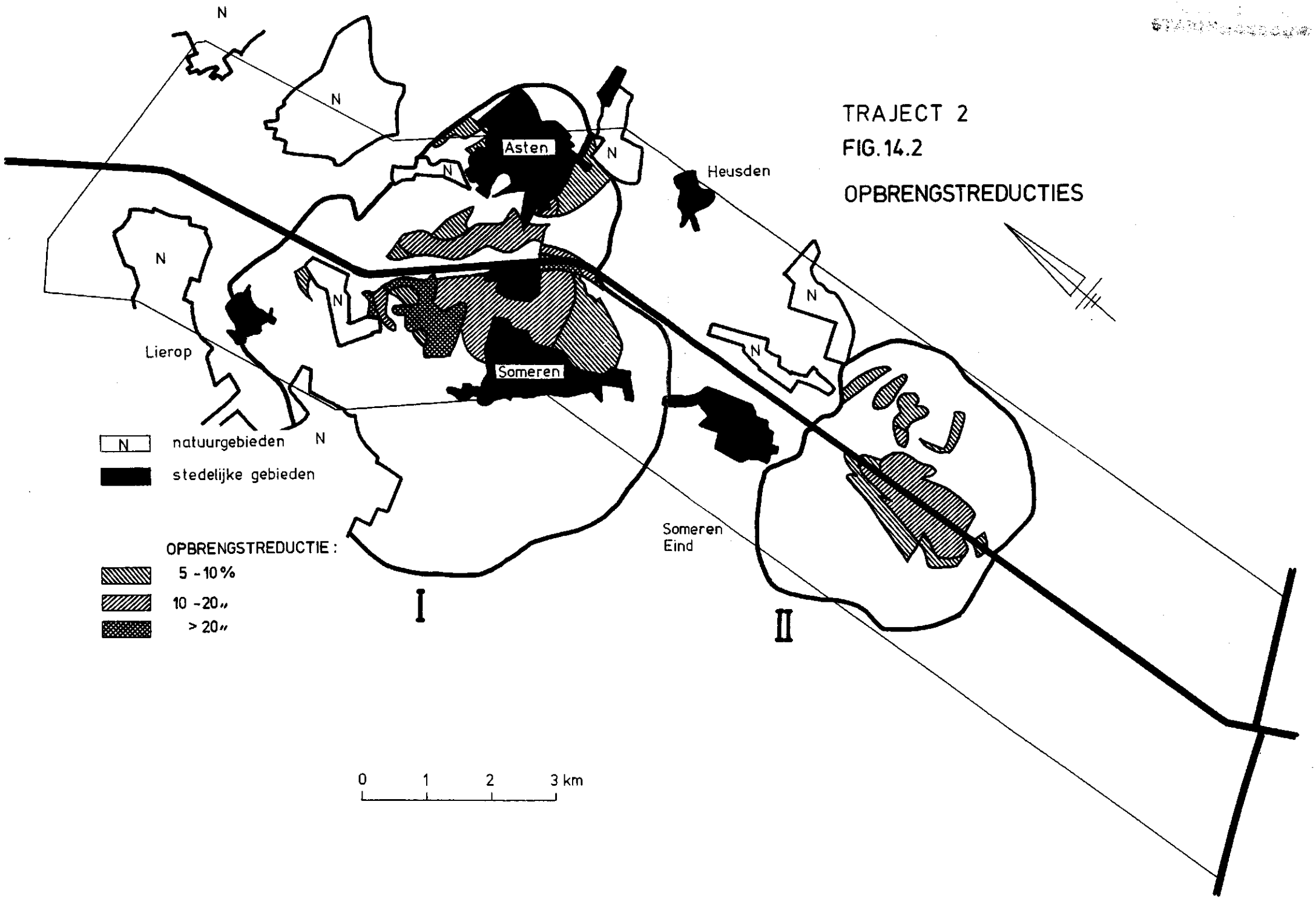

TRAJECT 2
FIG.13.2
GEMEENTEN
Asten
Someren
Lierop
NEDERWEERT
N
natuurgebieden
stedelijke gebieden
gemeentegrens
I
II
0 1 2 3 km

GEMEENTEN

TRAJECT 3

FIG. 13.3



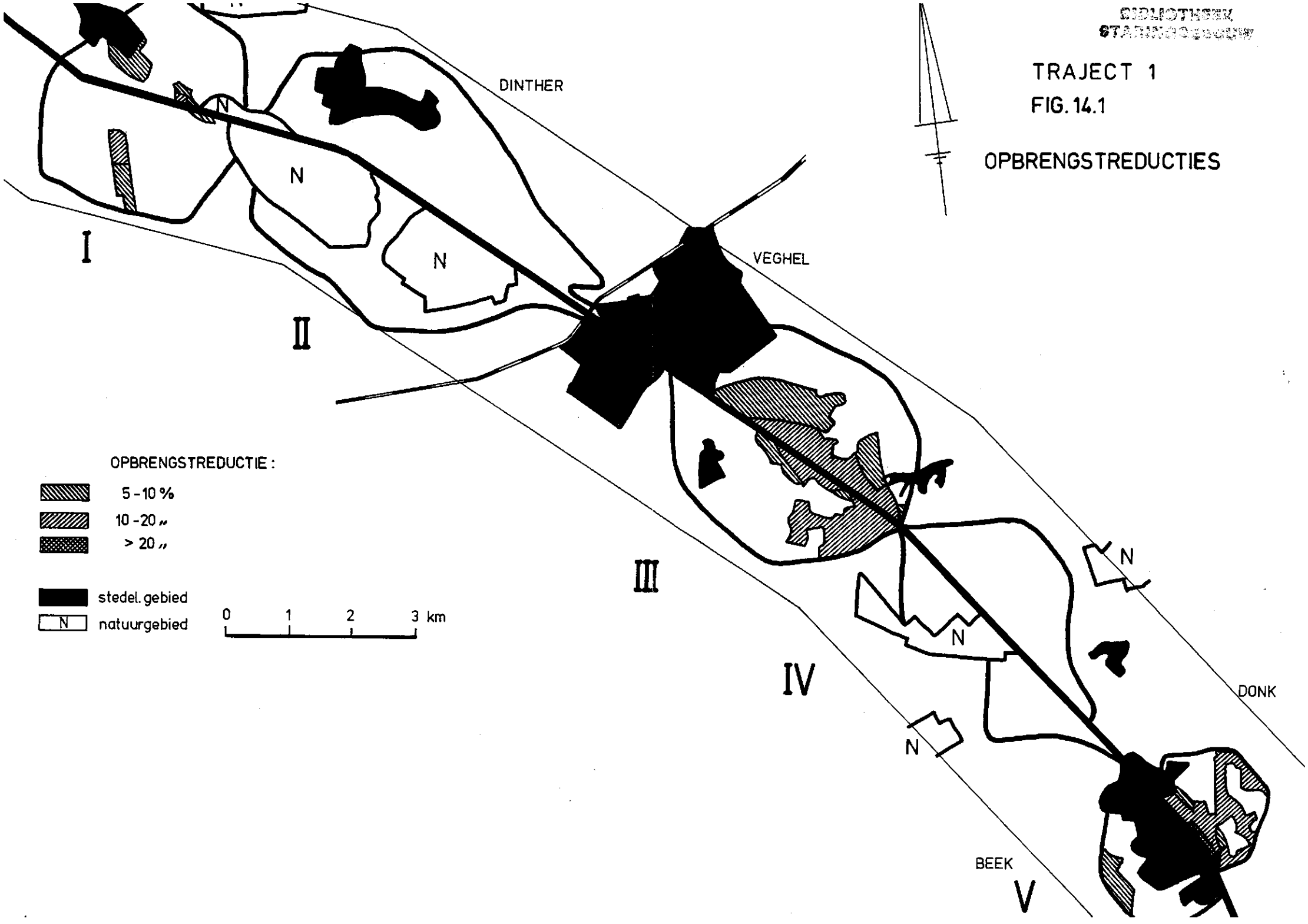

TRAJECT 2
FIG. 14.2
OPBRENGSTREDUCTIES
N
Asten
Heusden
Lierop
Someren
Someren Eind
I
II
N natuurgebieden
stedelijke gebieden
OPBRENGSTREDUCTIE :
5 - 10 %
10 - 20 „
> 20 „
0 1 2 3 km

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

TRAJECT 1

FIG. 14.1

OPBRENGSTREDUCTIES



OPBRENGSTREDUCTIES

TRAJECT 3

FIG. 14.3

