



VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

Deel I

Inventarisatie van de gevolgen voor de Eemskanaalboezem in de provincie Groningen en in Noord-Drenthe als gevolg van de bodemdaling door de aardgaswinning én inventarisatie en afweging van de benodigde maatregelen die ter beperking en/of voorkoming van schadelijke gevolgen, moeten worden genomen.

Student: Willem Koolwijk
Studienr: 463250
Datum: Augustus 1988

Algemeen begeleider: Ir. K. Bezuyen
Afstudeerdocent: Prof. Ir. Glerum

VOORWOORD

Voor u ligt een afstudeerverslag over de gevolgen van de bodemdaling voor de Eemskanaalboezem veroorzaakt door de aardgaswinning in Groningen. In een viertal delen wordt dit probleem verder uitgewerkt.

In deel I vindt U een inventarisatie van de gevolgen van de bodemdaling voor de Eemskanaalboezem in Noord-Drenthe en Groningen. Een aantal maatregelen die de schadelijke gevolgen voor de Eemskanaalboezem kunnen beperken of voorkomen. De keuze voor een pakket van maatregelen.

In deel II vindt u een onderzoek naar de mogelijkheid om de schut- en waterafvoerfunctie van een nieuwe reguleringswerk in het Eemskanaal in een constructie te combineren. Een beschouwing van de mogelijkheden (plannen) om een nieuw te bouwen Oostersluis (vervanging van de oude Oostersluis noodzakelijk) en een nieuw te bouwen reguleringswerk in het Eemskanaal te combineren tot een constructie in het Vaarwegkruispunt ten noorden van de stad Groningen. De keuze voor een plan.

In deel III vindt u een onderzoek naar de mogelijke lokaties in en langs het Eemskanaal voor het nieuwe reguleringswerk. Een keuze van een lokatie aan de hand van een aantal criteria en een aantal alternatieve bouwvormen.

In deel IV wordt een globaal ontwerp van de sluis- en stuwconstructie gemaakt. In nauwe samenhang daarmee wordt een plan voor de uitvoering van de aanleg van het sluis- en stuwcomplex (het reguleringswerk) opgesteld.

Ik wil mijn vaste begeleiders aan de Technische Universiteit te Delft hartelijk danken voor hun medewerking:

Ir. K. Bezuyen, sectie Waterbouwkundige Constructies

Ir. Oterdoom, sectie Bedrijfskunde

Naast de vaste begeleiders wil ik de volgende heren bij de Provinciale Waterstaat Groningen hartelijk danken voor hun medewerking en nuttige adviezen:

Ir. S. Sytsma, werkzaam op de afdeling Scheepvaart en Kanalen

Ir. Bootsman en Ir. J. van der Wijk, beide werkzaam op de afdeling Waterhuishouding

Willem Koolwijk, augustus 1988



INHOUDSOPGAVE

	pagina
VOORWOORD	1
INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	7
HOOFDSTUK 1. DE ALGEMENE PROBLEMATIEK	9
HOOFDSTUK 2. UITGANGSPUNTEN	15
HOOFDSTUK 3. INVENTARISATIE VAN DE BELANGEN	17
3. 1. De waterbeheersing	17
3. 1. a. Het functioneren in de huidige situatie.	17
3. 1. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	21
3. 1. c. De gevolgen van een peilver- laging op de boezem.	22
3. 1. d. Conclusies.	23
3. 2. De waterbouwkundige constructies	24
3. 2. 1. De waterkeringen en oever- verdedigingen.	24
3. 2. 1. a. Het functioneren in de huidige situatie.	24
3. 2. 1. b. De gevolgen van het peil houden van de boezem.	25
3. 2. 1. c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	26
3. 2. 1. c. 1. Een peilver- laging met 30 tot 40 cm.	26
3. 2. 1. c. 2. Een peilver- laging met 15 tot 30 cm.	27

3. 2. 2.	De bruggen	
3. 2. 2. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	27
3. 2. 2. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	28
3. 2. 2. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	28
3. 2. 3.	De sluizen	
3. 2. 3. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	28
3. 2. 3. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	29
3. 2. 3. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	29
3. 2. 4.	Conclusies	30
3. 3.	De scheepvaart	30
3. 3. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	30
3. 3. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	31
3. 3. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	31
3. 3. d.	Conclusies	32
3. 4.	De recreatie	33
3. 4. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	33
3. 4. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	33
3. 4. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	34
3. 4. d.	Conclusies.	34

3. 5.	Het milieu	35
3. 5. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	35
3. 5. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	36
3. 5. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	36
3. 5. d.	Conclusies.	37
3. 6.	De bedrijfsvoering	38
3. 6. a.	Het functioneren in de huidige situatie.	38
3. 6. b.	De gevolgen van het op peil houden van de boezem.	40
3. 6. c.	De gevolgen van een peilverlaging op de boezem.	42
3. 6. c. 1.	Een verlaging van het boezempeil met 40 tot 50 cm.	42
3. 6. c. 2.	Een verlaging van het boezempeil met 15 tot 30 cm.	43
3. 6. d.	De gevolgen van de bodemdaling onafhankelijk van het boezempeil.	44
3. 6. e.	Conclusies.	45
HOOFDSTUK 4.	INVENTARISATIE VAN DE CONCLUSIES MET BETREKKING TOT DE BESCHOUWDE BELANGEN.	47
HOOFDSTUK 5.	HET GENEREREN VAN OPLOSSINGEN	49
HOOFDSTUK 6.	RANDVOORWAARDEN	63
HOOFDSTUK 7.	SELECTIE VAN DE EINDOPLOSSINGEN	65
HOOFDSTUK 8.	KWALITATIEVE VERGELIJKING VAN DE EINDOPLOSSINGEN	69
HOOFDSTUK 9.	KEUZE VAN DE EINDOPLOSSING	71

BIJLAGEN:	I	CONTOURKAART VAN HET GRONINGSE GASVELD.	73
	II	PROGNOSES VAN DE BODEMDALING IN GRONINGEN (IN CM) TEN GEVOLGE VAN DE AARDGASWINNING VOOR DE JAREN 1985 TOT EN MET 2025.	75
		Figuur 2a Prognose van de bodemdaling voor het jaar 1985.	75
		Figuur 2b. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 1990.	76
		Figuur 2c. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 1995.	77
		Figuur 2d. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 2000.	78
		Figuur 2e. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 2005.	79
		Figuur 2f. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 2010.	80
		Figuur 2g. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 2015.	81
		Figuur 2h. Prognose van de bodemdaling voor het jaar 2020.	82
		Figuur 2i. Prognose van de einddaling voor het jaar 2025.	83
	III	DE GRONINGSE AFWATERINGSEENHEDEN EN DE GRONINGSE EN DRENTSE AFWATERINGSGEBIEDEN	85
		Figuur 3a. De Groningse afwateringseenheden.	85
		Figuur 3b. De Groningse en Drentse afwateringsgebieden.	86
	IV	AFMETINGEN VAN DE BELANGRIJKSTE GRONINGSE KANALEN.	87
	V	AFMETINGEN VAN DE SLUIZEN IN DE GRONINGSE HOOFDVAARWEGEN.	91
	VI	KLASSEINDELING VAN DE GRONINGSE HOOFDVAARWEGEN.	93
	VII	SCHEEPVAARTBEWEGINGEN OP DE GRONINGSE HOOFDKANALEN IN 1985.	95
	VIII	OPLOSSINGEN VOOR DE GEVOLGEN VAN DE BODEM- DALING VOOR DE EEMSKANAALBOEZEM.	97
	IX	DE EINDOPLOSSINGEN.	99
	X	INVENTARISATIE VAN DE MAATREGELEN VOOR DE VERSCHILLENDE EINDOPLOSSINGEN.	101
LITERATUURLIJST			103

SAMENVATTING

Als gevolg van de gaswinning uit het Groningse aardgasveld treedt een ongelijkmatige bodemdaling over de provincie Groningen op. Door deze ongelijkmatige bodemdaling (schotelvormig) zullen zich op de langere termijn grote problemen voor bedrijven, instellingen, organisaties en constructies voor gaan doen.

De probleemgebieden waarin forse investeringen noodzakelijk zullen zijn om de gevolgen van de ongelijkmatige bodemdaling te beperken of op te heffen zijn:

1. De kuststrook met de zeedijken, de Eemshaven en de haven van Delfzijl.
2. De provinciale afwateringseenheden: Hunsingo, Eemsijslvest en Reiderzijslvest.
3. De interprovinciale afwateringseenheid: Eemskanaalboezem.

De investeringen die noodzakelijk zijn om de werkelijk geleden schade als gevolg van de ongelijkmatige bodemdaling op te heffen zullen door de N. A. M. betaald gaan worden. De N. A. M. heeft daartoe in 1983 een overeenkomst met de provincie Groningen getekend waarin zij 650 miljoen gulden (prijspeil 1980) beschikbaar stelt voor de vergoeding van de schadegevallen.

Met behulp van dit vooronderzoek zullen voornamelijk de gevolgen van de ongelijkmatige bodemdaling, voor de interprovinciale (Groningen en Drente) afwateringseenheid; Eemskanaalboezem, geïnventariseerd worden. De overige probleemgebieden zullen in dit vooronderzoek vrijwel buiten beschouwing blijven.

Naar aanleiding van een aantal algemene uitgangspunten worden de diverse belangen die het functioneren van bedrijven, instellingen, organisaties en constructies op en langs de afwateringseenheid Eemskanaalboezem beïnvloeden, nader belicht.

De betreffende belangen zijn:

- De waterbeheersing
- De waterbouwkundige constructies
- De scheepvaart
- De recreatie
- Het milieu
- De bedrijfsvoering

Per belang zal een inventarisatie van het functioneren van de boezem in de huidige situatie, de gevolgen van de bodemdaling met op peil gehouden boezem en de gevolgen van de bodemdaling met een peilverlaging op de boezem, uitgevoerd worden.

De conclusies geven de gevolgen van en de te nemen maatregelen voor de diverse belangen aan.

Met behulp van deze conclusies en aanbevelingen met betrekking tot de diverse belangen worden een 43-tal verschillende regionaal aangepaste oplossingen voor de Eemskanaalboezem gegenereerd.

Naar aanleiding van de opgestelde randvoorwaarden wordt een selectie van een aantal oplossingen (de Eindoplossingen) gemaakt.

Deze eindoplossingen worden met een kwalitatieve analyse met elkaar vergeleken waarna de keuze op oplossing 4.1. valt.

HOOFDSTUK 1. DE ALGEMENE PROBLEMATIEK

De N. A. M. wint sinds 1963 aardgas uit het Groningse veld. Het uitgestrekte veld, met een oppervlakte van ongeveer 900 Km², beslaat ongeveer de helft van de oppervlakte van de provincie Groningen (zie Bijlage I, figuur 1). De grote dikte van de gashoudende zandsteenlaag (ca. 100 m) en de enorme drukafname bij de winning van het aardgas uit de porien van het gesteente (ca. 300 bar) kan in een groot gedeelte van de provincie Groningen een vrij forse bodemdaling tot gevolg hebben. De N. A. M. liet daarom uitgebreide laboratorium onderzoeken, studies en metingen in het veld verrichten om het verloop van de bodemdaling vanaf nu tot aan de eindsituatie (na het jaar 2025) te kunnen voorspellen.

In 1985 stelde de N. A. M. haar laatste prognose van het verloop van de bodemdaling op (zie Bijlage II, figuur 2a t/m figuur 2i). De N. A. M. kwam in deze prognose tot de conclusie dat na 2025 de eindzakking in het centrum van het dalingsgebied (regio Ten Post - Stedum - Loppersum) 60 tot 70 cm zal gaan bedragen (zie Bijlage II, figuur 2i).

Binnen het dalingsgebied kunnen nu globaal drie gebieden met hun karakteristieke problemen onderscheiden worden: (zie Bijlage III, figuur 3a en 3b)

- 1) De kuststrook met de zeedijken en de twee grote havens (Haven van Delfzijl en Eemshaven).
- 2) De provinciale afwateringseenheden: Hunsingo, Eemszijlvest en Reiderzijlvest.
- 3) De interprovinciale afwateringseenheid: Eemskanaalboezem.

ad 1) In de kuststrook zullen er problemen ontstaan door een dalende bodem met een gelijkblijvende buitenwaterstand.

De zeedijken, golfbrekers, havendammen, haven- en opslagterreinen (Eemshaven en haven van Delfzijl), zeesluizen (Delfzijl en Farmsum), uitwateringssluizen en gemalen zullen met de bodem mee zakken terwijl de buitenwaterstand (getijde) op de Eems/Dollard het huidige peil zal behouden.

Deze wijzigingen van de huidige situatie hebben tot gevolg dat:

- De kans op een overstroming van de zeedijken of de keerdeuren van de sluisconstructie zal toenemen.
- De effectiviteit van de golfbrekkende constructies voor een deel verloren zal gaan.
- De opslag en overslag van een aantal goederen door een grotere overstomingskans van de terreinen onmogelijk zal worden.
- De schutting van schepen tijdens een gedeelte van het hoogwater getij onmogelijk zal gaan worden.

De omvang van de gevolgen zal vanzelfsprekend afhankelijk zijn van de mate waarin de bodemdaling en daarmee de zakkings van de constructies, in de kuststrook optreedt.

- ad 2) Binnen de afwateringseenheden kunnen enerzijds bij een gelijkmatige en/of ongelijkmatige bodemdaling problemen met de vereiste drooglegging (= het verschil tussen het maaiveldpeil en het polderpeil) en anderzijds bij een waterpeildaling ten behoeve van de vereiste drooglegging problemen met de vereiste capaciteit van de afvoerconstructies optreden.

In een waterschap binnen het dalingsgebied zal bij een gelijk blijvend polderpeil de drooglegging verminderen waardoor schade aan terreinen en gewassen op zal treden.

- Is er sprake van een redelijk gelijkmatige daling van het waterschapsgebied (de kleine waterschappen langs de kust en de waterschappen langs de rand van het dalingsgebied) dan kan het waterschap, om grote schade aan terreinen en en gewassen te voorkomen, zijn oorspronkelijke peilbeheersing herstellen door een polderpeildaling evenredig met de bodemdaling uit te voeren;

- Is er sprake van een zeer ongelijkmatige daling van het waterschapsgebied (de waterschappen die in het centrum van het schotelvormige dalingsgebied liggen) dan kan het waterschap zijn oorspronkelijke peilbeheersing alleen zonder grote schade herstellen door zijn gebied op te delen in verschillende sectoren met gelijkmatige daling.
Om daarna per sector een polderpeildaling evenredig met de bodemdaling uit te voeren.

In het bodemdalingsgebied komen sectoren voor waar de dalingsgradient groot (de isodalingslijnen dicht bij elkaar, zie Bijlage II, figuur 2i) kan worden. Zelfs de verplaatsing van een inlaat- en/of lozingspunt door een gewijzigde afstromingsrichting kan tot de gevolgen behoren.

Een polderpeilverlaging nabij het lozingspunt van het waterschap heeft bij een gelijk blijvende boezem- of buitenwaterstand, een stremming van de lozing van het overtollige polderwater tot gevolg. Vindt de waterafvoer nu via vrije lozing plaats dan kan door de afname van het verval de lozing dusdanig stremmen dat vergroting van de afmeting van de uitwateringssluis en/of de plaatsing van eenemaal noodzakelijk worden. Vindt de waterafvoer nu via kunstmatige lozing plaats dan kan door de toename van het verval een vergroting van de capaciteit van hetemaal noodzakelijk worden.

- ad 3) In het Eemskanaalboezemgebied (zie Bijlage III, figuur 3b) zullen door de zeer ongelijkmatige bodemdaling (0 - 60 cm) over het zeer uitgestrekt gebied (ca. 107.000 ha.) problemen met de handhaving van de capaciteit en de veiligheid van de waterafvoerende constructies enerzijds en de scheepvaartregulerende constructies anderzijds optreden.

Bij handhaving van het huidige boezempeil N. A. P. + 0.62 m zullen in de komende 40 jaar in de dalingsgebieden van de Eemskanaalboezem de volgende gevolgen zichtbaar worden:

- De dijken langs de Kanalen zullen in extreme situaties met een sterke waterstandsverhoging op de boezem overstromen. Ze zullen verhoogd moeten worden;
- De kunstwerken langs en in de Kanalen (sluizen, bruggen en aanlegsteigers) zullen ten opzichte van het boezempeil dalen waardoor hun functie geheel of gedeeltelijk onmogelijk wordt;
- In de havens zullen de overslaginstallaties op de Kaden aan de relatief hogere laad- en lospunten op de schepen aangepast moeten worden;
- De haventerreinen zullen door een verminderende afwatering in gebruikswaarde dalen (meer wateroverlast en grotere kans op vorstschade);
- De huizen in de havens en langs de Kanalen kunnen problemen met wateroverlast in kelders en kruipruimten krijgen;

Bij een daling van het boezempeil zullen de problemen als hiervoor beschreven afnemen. Vooral in de niet dalingsgebieden zullen nu juist nieuwe problemen ontstaan.

- De lozingscapaciteit door de sluis te Delfzijl zal door de afname van het verval verminderen;
- Het doorstromingsprofiel van de Kanalen zal verminderen door de verkleining van de waterdiepte hierdoor zal de afvoercapaciteit van de Kanalen afnemen;
- De vaarbreedte in het kanaal zal door de vermindere waterdiepte afnemen;

- De waterdiepte op de sluisdrempels zal verminderen waardoor de passage van een aantal schepen met grote diepgang onmogelijk zal worden;
- In de havens zullen de overslaginstallaties op de kaden aan de relatief lagere laad- en lospunten op de schepen aangepast moeten worden;
- De koppen van de houten paalfunderingen van de huizen in de havens en langs de kanalen zullen permanent boven water komen waarna door rotting funderingsproblemen zullen ontstaan;
- De natuur en het milieu in de natuurgebieden, Zuidlaardermeer en Foxholstermeer, zullen door de peildaling aangetast worden;

De inventarisatie van de gevolgen van de bodemdaling in de 3 bovenstaande gebieden is nog in volle gang (november 1986). De werkgroep bodemdaling door gaswinning, ingesteld door de provinciale waterstaat Groningen, onderzocht de financiële gevolgen van maatregelen, die de gevolgen van de bodemdaling zouden moeten wegnemen waarbij de kwaliteit van het toekomstige stelsel minimaal gelijk zal moeten worden aan die van het stelsel voor de start van de bodemdaling, voor de Eemskanaalboezem. De werkgroep bracht in januari 1986 zijn eerste voorlopige rapport uit waarin de investeringskosten voor de Eemskanaalboezem alleen op ongeveer 320 miljoen gulden werden geschat. De kosten van de aanpassing van de kuststrook en de waterschappen (nog in onderzoek) komen hier nog bij.

Het Rijk, de provincie Groningen en het bedrijfsleven zouden voor deze enorme kosten veroorzaakt door de aardgaswinning van de N. A. M. op moeten draaien.

Daarom werd op 31 augustus 1983 een overeenkomst ondertekend door de N. A. M. en de provincie Groningen over de financiële gevolgen veroorzaakt door de bodemdaling ten gevolge van de aardgaswinning: "Overeenkomst Groningen - N. A. M. inzake regeling vergoeding kosten bodemdaling aardgaswinning 1983".

Tussen het Rijk en de N. A. M. is een afzonderlijke overeenkomst met gelijke strekking gesloten.

De provincie Groningen vertegenwoordigde:

- zichzelf;
- de openbare lichamen belast met waterstaatszorg; { te weten de afwateringseenheden:
 - * Westerkwartier (voorheen Electra)
 - * Hunsingo (voorheen Hunsingo, Lauwersmeer- en Noorder polders)
 - * Eemsijslvest (voorheen Fivelingo, Duurswold en Oldambt)
 - * Reiderzijslvest (voorheen Fiemel, Reider en Westervoldse Aa)
 - * Eemskanaalboezem (Groningse en Drentse gebieden die via het Eemskanaal afwateren) }.
- Het havenschap Delfzijl dat het beheer heeft over de havens en haventerreinen in Delfzijl en de Eemshaven.

Met deze overeenkomst heeft de N. A. M. zich verplicht de kosten te dragen van de maatregelen voor zover die redelijkerwijs noodzakelijk zijn ter voorkoming, beperking of herstel van de schade ten gevolge van de in de overeenkomst bedoelde bodemdaling.

Daarnaast kan aanspraak worden gemaakt op vergoeding van de werkelijk geleden schade als gevolg van de bodemdaling.

De overeenkomst voorziet in een door de N. A. M. te betalen bedrag van maximaal 650 miljoen gulden (prijspeil 1980). Indien dit bedrag na inventarisatie van de gevolgen van de bodemdaling, ruim onvoldoende blijkt te zijn kan de overeenkomst nog opengebroken worden om het bedrag aan te passen.

HOOFDSTUK 2. UITGANGSPUNTEN

1. Alleen voor het Eemskanaalboezemgebied worden de problemen, veroorzaakt door de bodemdaling ten gevolge van de aard aardgaswinning in de provincie Groningen, geïnventariseerd en zo goed mogelijk opgelost. De overige probleemgebieden blijven daarbij vrijwel buiten beschouwing;
2. Het toekomstige boezemsysteem moet in principe met betrekking tot de wateraan- en afvoer en de veiligheid, gelijkwaardig worden aan het huidige boezemsysteem;
3. Er moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid tot bijstelling en aanpassing van de plannen en de reeds uitgevoerde maatregelen door een gewijzigde bodemdalingsprognose zowel in dalingsgrootte als in dalingssnelheid;
4. Voor het verloop van de bodemdaling in de tijd (1985 tot 2025) wordt de prognose, uit het N.A.M. rapport 11.391 uit januari 1985, aangehouden (zie Bijlage II, figuren 2a t/m 2i).
In deze prognose wordt de maximale einddaling (na 2025) in het centrum van het bodemdalingsgebied 60 tot 70 cm (zie Bijlage II, figuur 2i);

HOOFDSTUK 3. INVENTARISATIE VAN DE BELANGEN

Het functioneren van de Eemskanaalboezem en de waterschappen in de provincie Groningen zal door de daling van de bodem door de gaswinning aangetast gaan worden. De diverse belangen die het huidige functioneren van de boezem en de waterschappen beheersen zullen mede door deze aantasting getroffen worden. Om een duidelijkbeeld van de aantasting per belang te krijgen zal, voor de relevante facetten van het betreffende belang, de invloed op het functioneren in de huidige situatie beschouwd moeten worden.

Om het bovenstaande te bereiken moet allereerst per belang

a) het functioneren in de huidige situatie

beschouwd worden. Zodat, gerelateerd aan het functioneren in de huidige situatie, de gevolgen voor het functioneren in de toekomstige situatie bij

b) de bodemdaling door de gaswinning met een op peil gehouden boezem;

c) de bodemdaling door de gaswinning met een peilverlaging op de boezem;

per facet geïnventariseerd kunnen worden. Per belang (eventueel per facet) kunnen hierna de benodigde maatregelen vastgesteld worden. Per belang kunnen nu naar aanleiding van de voorgestelde maatregelen een aantal conclusies getrokken worden.

3. 1. DE WATERBEHEERSING:

3. 1. a. Het functioneren in de huidige situatie:

De provincie Groningen is in verband met de waterbeheersing onderverdeeld in een aantal afwateringseenheden. Elke afwateringseenheid is weer onderverdeeld in een aantal waterschappen.

De waterschappen lozen hun overtollige water veelal via een gemaal op een boezem of hoofdwatgang van hun afwateringseenheid. Deze afwateringseenheid loost op zijn beurt zijn overtollige water via een uitwateringssluits vrije afstroming) of via een gemaal (pompen) of via beiden op het buitenwater (Eems, Dollard en Waddenzee). Een aparte door de provinciale waterstaat gereguleerde afwateringseenheid waarop een aantal waterschappen en boezemgronden lozen vormt de Eemskanaalboezem. De Eemskanaalboezem zorgt voor de afvoer van overtollig water van Drentse gronden (ca 70.000 ha.) en Groningse gronden (ca. 36.000 ha.) en heeft een boezemwateroppervlakte van ongeveer 1400 ha (zie Bijlage III, figuur 3b).

De totale boezem bestaat uit verschillende met elkaar in open verbinding staande wateren te weten: Stadskanaal, Oosterdiep, A.G. Wildervanckkanaal, Pekel A, Kioldiep, Oostermoerse vaart, Drents diep, Noord - Willemskanaal, Winschoterdiep en Eemskanaal (zie bladzijde 2 en Bijlage IV).

Het systeem heeft zowel een watertransporterende als een waterbergende functie. De Kanalen liggen voor een belangrijk deel "in ophoging".

De ontwerphoogte van de Kruinen van de Kanaaldijken ligt op N.A.P. + 1.72 m.

Het waterpeil van de Eemskanaalboezem ligt op N.A.P. + 0.62 m. Het polderpeil van de omliggende polders is lager dan het boezempeil. Er zal daarom te allen tijden een zekere kwel naar de aan weerszijde van de boezem gelegen stroken land aanwezig zijn.

De kwaliteit van het water op het Eemskanaal loopt sterk terug doordat de rioolwaterzuiveringsinstallatie van de stad Groningen, gelegen op de westelijke Eemskanaaloever 6 km stroomafwaards van het kruispunt nabij de stad Groningen, zijn zuurstofarme water op het kanaal loost en doordat via de zeesluizen een zoutinzoutindringing op het kanaal plaats vindt.

Ter verbetering van de waterkwaliteit wordt het Eemskanaal 2 maal per week met 0.5 miljoen m³ water in 2 uur doorgespoeld (debiet ca. 70 m³/sec).

In de zomermaanden treedt op de boezem en in de polders een tekort aan water van goede kwaliteit op. Dit probleem wordt veroorzaakt door een sterke plantengroei, een geringe regenval en een sterke verdamping in de zomermaanden. Het water dat voor de aanvulling (beheersing van het waterpeil) en voor de doorspoeling (beheersing van de waterkwaliteit) voor de polders en de boezem noodzakelijk is (aanvoer van 15 m³/sec wordt zelden overschreden) wordt via het Margrietkanaal en het Van Starckenborgkanaal vanuit het IJsselmeer ingelaten op de boezem.

Het water van het Van Starckenborgkanaal wordt met behulp van een gemaal nabij de Oostersluis te Groningen stad en een gemaal te Dorkwerd (beide met een capaciteit: 10 m³/sec en een opvoerhoogte: 1.75 m) op de Eemskanaalboezem gepompt. Via de boezem kan het water over de verschillende waterschappen worden verdeeld.

In de maanden waarin een wateroverschot optreedt moet het overtollige boezemwater op het buitenwater (Eems) worden geloosd. Het overtollige water wordt nu bij laag water op de Eems onder vrij verval via de oude zeesluis te Delfzijl geloosd. Per getij kan 1.5 miljoen m³ water, met een maximaal debiet van 100 m³/sec, op het buitenwater worden geloosd. In gevallen met extreme wateroverlast kan de kleine sluis te Farmsum een extra lozingscapaciteit van 60 m³/sec leveren.

Het getij op de Eems in Delfzijl is:

Gemiddeld Hoog Water : 1.17 m + N. A. P.

Gemiddeld Laag Water : 1.53 m ÷ N. A. P.

De afvoercapaciteit van het systeem, afhankelijk van de kenmerken van de lozingskunstwerken te Delfzijl en de afmetingen van de kanalen is thans onder normale omstandigheden voldoende om het boezempeil constant te houden.

In extreme situaties:

- Een beperkte of gestremde lozing te Delfzijl als hoog buitenwater ten gevolge van getij en/of storm optreedt;
- Een groot aanbod van overtollig water uit het afstroomgebied door een forse langdurige regenval;
- Geen bergingsmogelijkheden in de grond aanwezig zijn als gevolg van bevriezing van de bodem;
- De afvoer van het water gestremd wordt door de aanwezigheid van ijs in de afvoerkanalen;
- Of een combinatie van de bovenstaande factoren;

treedt een sterke verhoging van de boezemwaterstand op.

In de huidige situatie wordt de kans op overstroming nog voldoende klein geacht.

Voor de Eemskanaalboezem geldt voor de huidige en elke toekomstige situatie de volgende voorwaarde:

- Het totaal van de huidige bergingscapaciteit en de huidige afvoercapaciteit moet constant blijven.

3. 1. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- De capaciteit van de lozingskunstwerken van de gebieden (waterschappen en boezemgronden) die lozen op de Eemskanaalboezem zullen moeten worden aangepast. De bodem en het waterpeil zullen in gelijke mate moeten dalen (constante drooglegging vereist) waardoor het verval bij vrije afstroming af zal nemen of het verval bij gedwongen afstroming toe zal nemen. In het eerste geval zal een nieuw gemaal gebouwd moeten worden en in het tweede geval zal de capaciteit van het bestaande gemaal vergroot moeten worden;
- Van de rond de Oosterhornhaven gelegen (industrie) terreinen zal de bemalingscapaciteit aangepast moeten worden (ca. 1275 ha.);
- De Kwel naar de gebieden aan weerszijde van de Eemskanaalboezem zal door de daling van de bodem en het polderpeil en het gelijk blijvende boezempeil toenemen;
- De afvoercapaciteit van de boezem neemt toe doordat door de daling van de bodem delen van de afvoerkanalen een grotere natte kanaal-doorsnede zullen krijgen;
- Het risico voor overstromen neemt toe als in het dalingsgebied de dijken niet verhoogd zullen worden;

3.1.c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

- In het gebied Westerbroek - Zuidbroek - Veen-
dam en in het gebied rond de Oosterhornhaven
zullen afhankelijk van de grootte van de peil-
verlaging in geringe mate aanpassingen nodig
zijn;
- De hoeveelheid kwel vanuit de boezem neemt
door de peilverlaging op de boezem buiten het
dalingsgebied af;
- De afvoercapaciteit neemt onevenredig sterk
af naarmate de peilverlaging groter wordt als
gevolg van het kleiner worden van het verval
ter plaatse van de lozingspunten te Delfzijl
en het kleiner worden van de lozingsperiode
tijdens laag water;
- De bergingscapaciteit van de boezem zal
ongeveer gelijk blijven;
- Het risico voor overstromingen neemt toe
als in het dalingsgebied geen aanvullende
maatregelen (noodberging, gemaal te Delfzijl)
worden genomen;
- In de gebieden gelegen buiten het dalingsge-
bied zullen waterreguleringswerken (stuwen,
gemalen, overlaten etc.) aangepast moeten
worden;
- De sluis te Zuidbroek zal permanent als boe-
zemscheiding moeten gaan functioneren. De
Eemskanaalboezem wordt hierdoor ontlast omdat
een deel van het overtollige Eemskanaalboezem-
water van de Drentse gronden via het Winscho-
terdiep, Pekel Aa en Westerwoldse Aa (Dollard-
boezem) naar het buitenwater (Dollard) wordt
afgevoerd (zie bladzijde 2).
De reeds bestaande keer/schutsluis te Zuid-
broek moet worden voorzien van een gemaal
voor de wateraanvoer tijdens droge perioden;

Als de randvoorwaarde: het totaal van afvoercapaciteit en bergingscapaciteit gelijk houden, in het geval van de peilverlaging wordt beschouwd kan dat een aantal maatregelen tot gevolg hebben:

- 1) De bouw van een gemaal te Delfzijl ter vergroting van de afvoercapaciteit;
- 2) Het verhogen van de dijken langs de Kanalen zodat een grotere bergingscapaciteit ontstaat waardoor het water hoger opgezet kan worden waardoor de afvoercapaciteit weer groter wordt;
- 3) Het vergroten van het wateroppervlak van de boezem door verbreding van de Kanalen waardoor de berging en de afvoercapaciteit groter wordt;

Maatregel 3 wordt echter vanwege de hoge investeringskosten niet haalbaar geacht. De oplossing zal moeten worden gezocht in de maatregelen 1 en/of 2.

Indien de bouw van een gemaal te Delfzijl noodzakelijk zou zijn, wordt de veiligheid van het lozingssysteem met gemaal lager geacht dan het huidige systeem met een vrije lozing.

De oorzaak ligt in het feit dat tijdens extreme situaties, met natte dooi en ijsgang, de kans op een belemmering van de watertoevoer naar het gemaal aanwezig is.

De vermindering van vrije lozingsmogelijkheden is in strijd met de Wet Bescherming Waterstaatswerken in Oorlogstijd die een minimaal energiegebruik voor de lozing van het water als doel nastreeft.

3. 1. d. Conclusies

Uit het oogpunt van de waterbeheersing en het bovenstaande verdient het zoveel mogelijk op het huidige peil houden van de Eemskanaalboezem de voorkeur.

3. 2. DE WATERBOUWKUNDIGE CONSTRUCTIES

3. 2. 1. DE WATERKERINGEN EN OEVERVERDEDIGINGEN

3. 2. 1. a. Het functioneren in de huidige situatie

De belangrijkste kanalen van de boezem, het Eemskanaal, het Winschoterdiep, het A. G. Wildervanckkanaal en het Noord - Willemskanaal tot de Punt (zie Bijlage III, fig. 3b), zijn vrijwel geheel gelegen in een gebied met een hoogteligging beneden boezempeil N. A. P. + 0.62 m.

Een belangrijk kanaal dat onder het maaiveld van het omliggende gebied ligt is het Van Starckenborgkanaal met een kanaalpeil: N. A. P. - 0.93 m.

De afmetingen van de kanalen staan in Bijlage IV .

De kruinen van de dijken langs de boezemkanalen liggen op ontwerphoogte N. A. P. + 1.72 m.

Langs de kanalen zijn over vrijwel de gehele lengte boordvoorzieningen van verschillende constructietypen aanwezig. De boordvoorzieningen zorgen voor de ondersteuning van het buitentalud en voor de bescherming van het buitenbe-loop tegen afslag door scheepsgolven.

In de havens gaan deze boordvoorzieningen over in kadeconstructies.

Er zijn nu reeds forse verzakkingen van dijklichamen en boordvoorzieningen geconstateerd (zie Bijlage II, fig 2a).

De huidige veiligheid tegen overstromen en stabiliteitsverlies van de dijken is voldoende.

3. 2. 1. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- De hoeveelheid kwel naar de aan weerszijde van de Eemskanaalboezem liggende gronden in het dalingsgebied zal toenemen;
- De boordvoorzieningen zullen door de huidige reeds forse zakking op korte termijn grotendeels vernieuwd moeten worden. Na het aanbrengen zullen de boordvoorzieningen door de voortgaande bodemdaling nog aanzienlijk zakken en een grotere kerende hoogte bereiken waardoor ze veel zwaarder dan de huidige versie uitgevoerd moeten worden;
- De Kaden en haventerreinen in de regio Delfzijl en de regio Hoogezand zullen aan de relatief hogere boezemwaterstand aangepast moeten worden;
- De veiligheid tegen overstromen van de dijken in het dalingsgebied zal door de zakking van de dijklichamen afnemen. De dijken zullen daarom verhoogd moeten worden om de oude situatie te herstellen;
- De veiligheid tegen stabiliteitsverlies van de dijken in het dalingsgebied zal door de grote hoeveelheid kwel door de dijken en door de grotere kerende hoogte van de dijken afnemen. De maatregelen die genomen zullen moeten worden kunnen zich uitstrekken van geen maatregelen tot het aanbrengen van steunbermen tegen de achterzijde van de dijken;

3. 2. 1. c. De gevolgen van een peilverlaging op
de boezem

3. 2. 1. c. 1. Een peilverlaging met 30-50 cm

- De dijkverhoging zal in beperkte mate alleen langs een gedeelte van het Eemskanaal noodzakelijk zijn;
- De Kanalen bovenstrooms van Woltersum (Eemskanaal, zie Bijlage II, figuur 2i) zullen voor grote delen uitgediept moeten worden;
- De singels van de stad Groningen zullen verdiept moeten worden;
- De boordvoorzieningen, langs de Kanalen die minder zakken dan het boezempeil, zullen aangepast of vervangen moeten worden omdat door de verdieping van de Kanalen de kerende hoogte groter zal worden dan waarvoor de boordvoorzieningen zijn ontworpen;
- De kadeconstructies zullen nu in het gebied bovenstrooms van Woltersum aan de relatief gedaalde waterstand aangepast moeten worden;

3. 2. 1. c. 2. Een peilverlaging met 15-30 cm

- De in het dalingsgebied gelegen dijken zullen enigszins verhoogd moeten worden;
- De buiten het dalingsgebied gelegen kanalen zullen een geringe verdieping moeten ondergaan;
- Vrijwel over het gehele gebied, met uitzondering van de regio rond Hoogezand en Zuidbroek, zullen de boorden kadevoorzieningen aangepast of vernieuwd moeten worden;

3. 2. 2. DE BRUGGEN

3. 2. 2. a. Het functioneren in de huidige situatie

In verband met de scheepvaart met zeeschepen op de Groningse Kanalen zijn, om de doorvaarthoogte niet te beperken, beweegbare bruggen aangebracht. Deze bruggen bestaan in het algemeen uit betonnen aanbruggen met een Kelder en een stalen beweegbare Klap met bovenbouw.

De onderzijde van de Klap ligt op N. A. P. + 1.13 m.

De doorvaartwijdte van de bruggen in de hoofdroute is 16 m.

De doorvaartwijdte van de bruggen in de stad Groningen is kleiner.

Voor en langs de bruggen zijn geleiden en remmingwerken aanwezig om beschadiging van de bruggenhoofden door aanvaring van schepen te voorkomen.

3.2.2.b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- In het dalingsgebied met een daling van 40 - 50 cm en meer zullen de bruggen mogelijk geheel vervangen dienen te worden;
- Buiten deze gebieden zullen aanpassingen aan de Kelders en pijlers van de bruggen noodzakelijk zijn;
- In beide bovenstaande gevallen zullen de geleide- en remmingwerken moeten worden vervangen en de nieuw te plaatsen remmingwerken zullen op voorhand moeten worden aangepast aan de nog te verwachten daling van de bodem;

3.2.2.c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

- De vaargeul door de brug zal in de gebieden waar het peil meer zakt dan de bodem verdiept moeten worden;
- De brugfundering zal daarna aan de verdiepte vaargeul aangepast moeten worden om schade aan de brug te voorkomen;

3.2.3. DE SLUIZEN

3.2.3.a. Het functioneren in de huidige situatie

In de kanalen liggen diverse sluizen en stuwen van verschillend formaat (zie Bijlage V). De lengte, de breedte en de minimale waterdiepte op de drempel bepalen welke schepen de sluis kunnen passeren. Het verval, de lengte van de drempel en de grootte van de doorstroombopening (meestal regelbaar) bepalen het maximale en het minimale debiet wat door de sluis afgevoerd kan worden.

. 3. 2. 3. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- De kunstwerken gelegen in het dalingsgebied zullen, doordat zij ten opzichte van de constant boezemwaterstand zakken waardoor een te geringe kerende hoogte van de constructie kan ontstaan, een aanpassing van de kerende hoogte behoeven;
- De zeesluizen te Delfzijl en Farmsum zullen aanzienlijk aangepast moeten worden (verhoging van de buitenhoofden en van de schutkolkwanden) aan de gewijzigde kerende hoogte ten opzichte van het waterpeil op de Eems;

3. 2. 3. c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

- De sluizen en stuwen langs de randen van en buiten het dalingsgebied zullen een aanpassing van de te hoge drempel-
ligging en de te hoge ligging van de stortebedconstructie moeten ondergaan;
- De zeesluizen te Delfzijl en Farmsum zullen wederom aangepast moeten worden aan de gewijzigde buitenwaterstand op de Eems (zie b);
- Extra aanpassingen aan de sluizen te Farmsum om de vergroting van het verval op te vangen (sluisdeuren aanpassen, de capaciteit van de vullings- en ledigingsvoorzieningen van de schutkolk aanpassen, etc);

3. 2. 4. CONCLUSIES

Het op peil houden van de boezem zal vooral in de regio's Delfzijl en Hoogezand/Zuidbroek aanzienlijke aanpassings- en vernieuwingswerken van waterbouwkundige constructies tot gevolg hebben.

Het peil met meer dan 15 cm laten dalen zal vooral in de regio's Veendam (A. G. Wildervanckkanaal), Groningen (stadsgrachten), Noord - Willemskanaal en Reitdiep tot Dorkwerd aanzienlijke aanpassings- en vernieuwingswerken van waterbouwkundige constructies tot gevolg hebben.

De financiële gevolgen van de diverse aanpassings- en vernieuwingswerken kunnen voor de verschillende oplossingen nogal uiteen lopen.

3. 3. DE SCHEEPVAART

3. 3. a. Het functioneren in de huidige situatie

De belangrijkste scheepvaartkanalen in de provincie Groningen zijn het Eemskanaal, het Van Starckenborgkanaal, het Winschoterdiep, het A. G. Wildervanckkanaal, het Noord - Willemskanaal en het Reitdiep.

Op de kanalen (volgens internationale normen geclassificeerd, zie Bijlage VI, tabel 1) vindt een drukke beroepsvaart plaats. In de zomermaanden wordt deze drukte nog vergroot door een aanzienlijke recreatievaart (zie Bijlage VII, tabel 2) op de Groningse kanalen.

Langs het Winschoterdiep tussen Groningen en Hoogezand zijn een aantal scheepsbouw- en scheepsreparatiebedrijven aanwezig. Op een aantal van deze bedrijven worden nieuwe zeeschepen gebouwd.

De vrije afvoer van deze nieuwe schepen moet voor het behoud van de scheepsbouwindustrie in regio Groningen - Hoogezand gehandhaafd blijven.

Handhaving van de huidige vaardiepte op het Winschoterdiep en het Eemskanaal en handhaving van de huidige drempeldiepte in de zeesluis te Farmsum is dan ook een noodzakelijke eis.

Ook in de regio Delfzijl zijn een aantal scheepsbouw- en scheepsreparatiebedrijven gevestigd.

Langs de kanalen zijn veel afmeerconstructies, los- en laadplaatsen van diverse afmetingen en van verschillende constructietypen aanwezig. De meeste zijn gelegen in de regio Delfzijl (oude en nieuwe tak Eemskanaal en de Oosterhornhaven), de regio's Groningen (haven), Hoogezand en Veendam en veelal ter plaatse van de bruggen.

3.3.b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- De vaardiepte en vaarbreedte zal in de dalingsgebieden toenemen;
- De veiligheid tegen aanvaringen op de scheepvaartkanalen in de dalingsgebieden neemt toe doordat de vaarbreedte en de vaardiepte toenemen en doordat de stroomsnelheden van het water (groter doorstromingsprofiel) afnemen;
- Uitgebreide aanpassingswerkzaamheden aan afmeerconstructies, laad- en losplaatsen, laad- en lossystemen en hellingen en kraanbanen van scheepswerven zullen in de regio Delfzijl noodzakelijk zijn;

3.3.c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

- De vaardiepte en vaarbreedte zal in de gebieden waar de bodem minder dan het peil daalt, afnemen;
- De veiligheid tegen aanvaringen op de scheepvaartkanalen buiten de dalingsgebieden neemt af doordat de vaarbreedte en de vaardiepte afnemen en doordat de watersnelheden toenemen;

- Delen van Kanalen zullen bij een grotere peil-daling dan de bodemdaling, verdiept moeten worden om de vereiste vaardiepte te kunnen handhaven;
- Bij een peilverlaging van ongeveer 50 cm zullen de te nemen maatregelen zich concentreren in de stad Groningen, langs het Winschoterdiep, langs het A.G. Wildervanckkanaal, langs het Noord - Willemskanaal en verder bovenstrooms in de boezem;
- Bij een peilverlaging van 15 - 30 cm zullen de aanpassingswerkzaamheden aan laad- en losplaatsen, afmeerconstructies laad- en lossystemen en scheepshellingen voornamelijk voorkomen in de (binnen)havens van Delfzijl en Groningen;

3.3.d. Conclusies

Zowel bij een gelijk houden van het peil als bij een verlaging van het peil zullen aanzienlijke aanpassingswerkzaamheden voor de scheepvaart noodzakelijk zijn.

Deze werkzaamheden kunnen grotendeels achterwege blijven indien in het Eemskanaal nabij de stad Groningen een scheepvaart- en waterreguleringswerk (Een sluis met een stuw) met een verval van ongeveer 0.5 meter, gebouwd zou worden.

De extra sluis betekent voor de scheepvaart wel een extra oponthoud in de vaartijd. De passeertijd van de sluis wordt geschat op 0.5 uur. Op jaarbasis betekent dit tijd verlies een aanzienlijke schadepost voor de reders en schippers.

De scheepvaart is daarom niet gebaat bij een extra sluis in de hoofdvaarroute.

3. 4. DE RECREATIE

3. 4. a. Het functioneren in de huidige situatie

In de gehele provincie Groningen op de vele vaarten en kanalen vindt in ruime mate recreatievaart plaats. Vooral het Zuidlaardermeer is een zeer geliefd watersportgebied.

Het meer is echter zeer ondiep.

De vaargeul heeft een diepte van 2.00 m ÷ MeerPeil. Buiten de vaargeul varieert de diepte van 0.80 tot 1.40 m ÷ MeerPeil.

Het peil op het Zuidlaardermeer is N. A. P. + 0.62 m.

De huidige vaardiepte op het meer is voor de meeste recreatievaartuigen juist voldoende.

Het meer ligt langs de rand van het dalingsgebied.

3. 4. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- In de dalingsgebieden van de Eemskanaalboezem neemt de vaarbreedte en de vaardiepte toe;
- De aanlegsteigers in de dalingsgebieden zullen aan de verhoogde waterstand aangepast moeten worden;
- De sluizen tussen de boezem en de waterschappen zullen een groter verval moeten overbruggen doordat het polderpeil met de bodem mee daalt (constante drooglegging);

3. 4. c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

- In de gebieden waar het boezempeil meer verlaagt dan de bodem zullen de vaardiepte en de vaarbreedte afnemen;
- De aanlegsteigers in de jachthavens zullen aan de verlaagde waterstand aangepast moeten worden;
- De recreatievaart op het Zuidlaardermeer zal sterk in zijn mogelijkheden worden beperkt door het afnemen van de waterdiepte op het meer.

Een tweetal oplossingen om de oorspronkelijke vaarmogelijkheden op het meer terug te krijgen zijn:

- 1) Het totale meer te verdiepen;
- 2) Een kleine stuw met een schutsluis en een gemaal in de Drentse A te bouwen waardoor het huidige peil op het meer gehandhaafd kan blijven;

Uit onderzoek verricht door de provinciale waterstaat Groningen blijkt dat het verdiepen van het totale Zuidlaardermeer meer gaat kosten dan de nieuwbouw van een kleine sluis met stuw en gemaal in het Drents Diep;

De handhaving van het huidige peil N. A. P. + 0.62 m op het Zuidlaardermeer is naast de recreatievaart nog van enorm belang voor het behoud van de ecologische waarde van het meer (zie het belang Milieu, paragraaf 3.5).

3. 4. d. Conclusies

Een peilverlaging op de Eemskanaalboezem vereist de aanleg van een kleine sluis met stuw en gemaal in het Drents Diep om het peil op het Zuidlaardermeer te kunnen handhaven op N. A. P. + 0.62 m.

3. 5. HET MILIEU

3. 5. a. Het functioneren in de huidige situatie

In de provincie Groningen zijn vele verschillende natuurlijke gebieden te onderscheiden (o. a. slikken, kwelders, polders, boezemgronden, waterschappen etc.).

Elk gebied met zijn specifieke flora (oever-, sloot- en moerasvegetatie) en fauna (vissen, microorganismen, moeras-, water- en weidevogels) veelal afhankelijk van de grondsoort, de ontwateringsdiepte (drooglegging) en aanwezigheid van open water (sloten, kanalen, meren etc.) heeft zijn ecologische waarde.

Enkele ecologisch zeer waardevolle gebieden binnen de provincie Groningen zijn het Zuidlaardermeer en het zuidelijk gedeelte van het Foxholstermeer (zie Bijlage III, figuur 3a, ten (zuid)westen van Hoogezand).

Ze vallen tevens onder de invloed van de Eemskanaalboezem en ze bevatten waardevolle:

- a) Water- en oevervegetaties;
- b) Rietmoerassen;
- c) Graslanden die veelal drassing zijn;
- d) Bosjes in broekbossen;

De oeverlanden van deze gebieden zijn botanisch en ornitologisch zeer waardevol.

De ondiepe vooroevers zijn van belang als paaiplaats voor vissen.

De oeverlanden zijn van belang voor zowel broedende- als niet broedende vogelsoorten.

Het Foxholstermeer ligt binnen en het Zuidlaardermeer ligt op de rand van het dalingsgebied (zie Bijlage II, figuur 2i).

3. 5. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

De gevolgen zullen vooral in de dalingsgebieden optreden (o. a. het zuidelijk gedeelte van het Foxholstermeer).

- De waterhuishouding in de polders wijzigt. Veelal een kleinere drooglegging waardoor de flora en fauna na verloop van tijd zullen veranderen;
- De waterdiepte op de boezem wordt groter door de daling van de bodem waardoor watervegetaties zullen verdwijnen of veranderen, visgronden en paaiplaatsen van plaats kunnen veranderen, de aanwezige vissoorten kunnen wijzigen;
- Het zuidelijk gedeelte van het Foxholstermeer zal door een bodemdaling van ongeveer 5 cm getroffen worden.
De relatieve stijging van het boezempeil met 5 cm zal enige schade aan de flora en fauna van het gebied veroorzaken;

3. 5. c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

De gevolgen daarvan zullen vooral buiten het dalingsgebied optreden (o. a. het Zuidlaardermeer).

- Een peilverlaging op het Zuidlaardermeer van slechts enkele centimeters heeft reeds een grote schade voor de flora en fauna van het gebied tot gevolg. Voor het behoud van de natuurlijke waarden zal de peilwijziging ten opzichte van de bodem moeten worden voorkomen;
- De drooglegging van de boezemgronden neemt toe met als gevolg verruiging van de vegetatie (peildaling 10 cm of meer). Het gebied zal hierdoor minder geschikt worden voor sommige broed- en weidevogels omdat hun broedplaatsen en voedselbronnen voor een deel zullen verdwijnen;

- De vergroting van de drooglegging van de moerasgebieden langs de boezem heeft tot gevolg dat de moerasvogels hun gebied totaal kwijt zullen raken. De vogels zullen dan moeten vertrekken naar andere moerasgebieden;
- De ondiepe paaiplaatsen van de vissen zullen zich verplaatsen of geheel verdwijnen (droogvallen) ;
- De vergroting van de drooglegging van gronden heeft veelal tot gevolg dat de landbouw op die gronden wordt geïntensiveerd. De begroeiing zal daardoor minder gevarieerd worden en het aantal verschillende diersoorten zal als gevolg van de afname van de gevarieerdheid van het gebied, verminderen;

3.5.d. Conclusies

Het Zuidlaardermeer is gevoeliger voor een peilwijziging dan het Foxholstermeer. Een relatieve peilstijging van 5 cm op het Foxholstermeer tot N. A. P. + 0.62 m wordt nog aanvaardbaar geacht.

Het peil op het Zuidlaardermeer moet op N. A. P. + 0.62 m worden gehouden. Indien in de toekomst het meer toch in het bodemdalingsgebied blijkt te vallen, dient de droog legging de bodemdaling zo veel mogelijk te volgen.

De peilbeheersing van het Zuidlaardermeer en het Foxholstermeer kan bij gelijke meerpeilen gekoppeld worden.

Een nieuw te bouwen sluis, stuw en gemaal moet in het noordelijke gedeelte van het Drents diep gesitueerd worden om een gekoppelde peilbeheersing mogelijk te maken.

Met het oog op de botanische waarde van de oeverlanden is een verbetering van de waterkwaliteit dringend gewenst. De huidige doorspoelmogelijkheden van de kanalen mogen om de waterkwaliteit te behouden, niet verminderen.

3. 6. DE BEDRIJFSVOERING

3. 6. a. Het functioneren in de huidige situatie

Het landbouwkundig belang richt zich op het gelijk houden van de drooglegging (produktie optimaal houden).

Een groot deel van de Eemskanaalboezem ligt in ophoging. Er zal dus een zekere hoeveelheid kwel naar de grondstroken aan weerszijden van de boezem aanwezig zijn. Door deze kwel zal enige schade optreden. Op plaatsen waar een kwelsloot langs de boezem aanwezig is zal de kwelschade nihil zijn.

De binnen het toekomstige dalingsgebied gelegen waterschappen lozen hun overtollige water op het buitenwater (Eems) of op de boezem (zie Bijlage III, figuur 3b).

De afwateringsgebieden Reider, Eemskanaalboezem en Westerwoldse Aa (Dollardboezem) en het gerioleerde gebied Hoogezand lozen hun overtollige water onder alle omstandigheden via een sluis of koker onder vrij verval.

De afwateringsgebieden Fivelingo, Duurswold, Oldambt en de Noorderpolders lozen hun overtollige water onder normale omstandigheden via een sluis of koker onder vrij verval en onder extreme omstandigheden met de extra hulp van eenemaal.

Het afwateringsgebied Fiemel, de haventerreinen van de Eemshaven de haventerreinen van Delfzijl en het gebied Zuidbroek - Veendam - Winschoten (Eemskanaalboezem) onder het Winschoterdiep lozen hun overtollige water onder alle omstandigheden met behulp van eenemaal.

Langs de hoofdkanalen van de Eemskanaalboezem liggen:

- een aantal scheepsbouw- en scheepsreparatiebedrijven (met name in Delfzijl en langs het Winschoterdiep) met werkterreinen met hellingen, kraanbanen etc;
- een aantal bedrijfsterreinen met bijbehorenden gebouwen;
- een aantal kadeconstructies met de daarop aanwezige laad- en lossystemen al dan niet aangepast aan de scheepstypen die er gebruik van maken;

De haventerreinen langs de Oosterhornhaven zijn vrijwel op de ontwerphoogte van de dijken en kaden aangelegd waardoor een vrijwel horizontaal tegen het kanaal aangelegen terrein aanwezig is voor opslag, transport, etc. De vrijheid van horizontaal transport heeft voor de bedrijven grote voordelen.

Langs de noordzijde van de Oosterhornhaven liggen een spoorlijn en een ontsluitingsweg. De bedrijven op de terreinen langs de Oosterhornhaven (o. a. AKSO Zoutchemie) vervoeren enorm veel grondstoffen en eindprodukten via het spoor en de binnenvaart.

De spoorlijn loopt van de Oosterhornhaventerreinen naar het westen via de brug over het noordelijke sluishoofd van de zeesluis te Farmsum, via de buitendijkse haventerreinen van Delfzijl, buigt daarna in zuidelijke richting af. De lijn loopt via Appingedam, Loppersum en Bedum naar de stad Groningen (zie Bijlage II, figuur 2i).

De ontsluitingsweg loopt van de Oosterhornhaventerreinen naar het westen via twee bruggen, een over het noordelijke en een over het zuidelijke sluishoofd van de zeesluis, langs de buitenhaventerreinen van Delfzijl, buigt daarna in zuidelijke richting af. De weg loopt via Appingedam en Ten Post naar de stad Groningen (zie Bijlage II, figuur 2i).

De binnenscheepvaart op de diverse Groningse Kanalen (classificatie van de Kanalen, zie Bijlage VI, tabel 1) is van groot belang voor de bedrijven langs de Kanalen. De schepen zorgen voor de aan- en afvoer van een groot aantal grondstoffen en eindprodukten.

Onder, over en langs de hoofdkanalen van de boezem liggen vele Kabel- en leidingenkruisingen van diverse nutsbedrijven (aardgas, licht, water, telefoon, riolering etc.).

3. 6. b. De gevolgen van het op peil houden van de boezem

- In het dalingsgebied treedt een relatieve verhoging van het freatisch vlak in de waterkeringen op. Door de toename van het verschil tussen het boezempeil en het polderpeil van de omliggende gebieden treedt een grotere hoeveelheid kwel op. Door de verhoging van het freatisch vlak zullen de langs de Kanalen gelegen verhardingen, gebouwen en landbouwgronden een vermindering van de drooglegging krijgen waardoor schade kan ontstaan (vermindering draagvermogen van de ondergrond, vorstschade). De aanwezigheid van een kwelsloot langs de boezem kan de schade aanzienlijk beperken.
- Het gerioleerde gebied Hoogezand zal door de vermindering van de drooglegging onder bemaling moeten worden gebracht;
- De gemalen van de haventerreinen van Delfzijl (langs de nieuwe tak van het Eemskanaal en langs de Oosterhornhaven) zullen door een vergroting van het verval, een grotere opvoerhoogte en een grotere capaciteit moeten krijgen;
- Van de Oosterhornhaventerreinen zal bovendien de drainage capaciteit moeten worden vergroot om de huidige drooglegging te kunnen handhaven;

- De werkterreinen met hellingen en kraanbanen van de scheepsbouw- en scheepsreparatiebedrijven langs het Eemskanaal in de regio Delfzijl zullen door een relatieve peilstijging van 50 - 60 cm grotendeels onder water komen te staan. Voor de werven langs het Winschoterdiep zullen de problemen kleiner zijn doordat daar de relatieve peilstijging 10 - 30 cm zal worden. De aanpassing aan het gewijzigde peil, een noodzaak voor voortbestaan, gaat de werven enorm veel geld kosten;
- De bedrijfsterreinen zullen door een stijging van de freatische lijn een verminderd draagvermogen krijgen en de kans op schade door opvriezen wordt groter. Bovendien kan wateroverlast in de kelders van de gebouwen op gaan treden of gebouwen kunnen van hun fundament worden gelicht door de ver-grote opwaardse waterdruk. Aanpassing van dit laatste probleem zou een eigen terreinbemaling vergen. De waarde van het terrein zonder aanpassingen zal daardoor sterk verminderen;
- De noodzakelijke dijkverhogingen langs de Oosterhornhaven en het Eemskanaal ter plaatse van Delfzijl zal leiden tot aanpassing en vernieuwing van kadeconstructies en de hierop aanwezige overslagsystemen. Voor de haventerreinen langs de Oosterhornhaven wordt door de aanleg van de dijken het horizontaal transport van de kaden naar de bedrijfsgebouwen en omgekeerd door het niveau verschil sterk bemoeilijkt.

3. 6. c. De gevolgen van een peilverlaging op de boezem

3. 6. c. 1. Een peilverlaging met 40 - 50 cm.

- Door deze peildaling zullen alle kanalen van de Eemskanaalboezem bovenstrooms van Woltersum (langs het Eemskanaal) uitgediept moeten worden om de huidige scheepvaart te kunnen handhaven;
- De problemen voor de scheepvaart door een te ondiepe ligging van de drempels en de stortebedconstructies van de sluizen zullen zich in alle kanalen bovenstrooms van Woltersum voor gaan doen.
- In de regio Groningen stad, Veendam wordt een bodemdaling van 5 - 10 cm verwacht. Het boezempeil zal ten op-
op van de bodem met 30 - 40 cm dalen. Door de veel groter wordende droog-
legging neemt de kans op verzakkin-
gen en schade aan funderingssyste-
men van gebouwen en installaties ona-
vaardbaar sterk toe.
De havens kunnen op sommige plaatsen door de peildaling te ondiep worden zodat zij uitgediept moeten worden;
- Langs het gehele Winschoterdiep van Groningenstad tot Winschoten zullen de kadeconstructies met de hierop aanwe-
zige overslagsystemen aan het verlaag-
de peil aangepast moeten worden.
De hellingen van de scheepswerven met kraanbanen etc. zullen ook aan het nieuwe peil aangepast moeten worden;
- Door de verdieping van de kanalen zullen de diverse kabel- en leidingen-
kruisingen te ondiep komen te liggen.

Aanzienlijke aanpassingen zullen in dat geval voor de nutsbedrijven noodzakelijk worden waarbij de gewenste continuïteit van de levering van gas, water, electriciteit, etc. en de beperking van de stremming van de scheepvaart tijdens de aanpassingswerkzaamheden als randvoorwaarde moet worden aangehouden;

3.6.c.2. Een peilverlaging met 15 - 30 cm

- Indien de peilverlaging groter is dan de bodemdaling zal in de gebieden waar de boezem in ophoging ligt de hoeveelheid kwel afnemen. De kwelschade aan de landbouwgronden, bedrijfstereinen, verhardingen en gebouwen langs de Eemskanaalboezem zullen sterk verminderen of geheel verdwijnen;
- In de regio Delfzijl wordt een bodemdaling van 50 - 55 cm verwacht. Bij een boezempeildaling van 15 - 30 cm vindt nog steeds een relatieve peilstijging met 20 - 40 cm plaats. De gevolgen van deze peilstijging zullen de zelfde strekking hebben als in 3.6.b. De schade zal door de kleinere peilstijging minder zijn dan bij geval 3.6.b.
- In de regio Groningen stad en Veendam zullen de problemen, als genoemd in paragraaf 3.6.c.1., zich in mindere mate voordoen. Het boezempeil zal ten opzichte van de bodem met 10 - 20 cm dalen. Door de groter wordende drooglegging kan enige schade aan funderingssystemen van gebouwen en installaties ontstaan.
De havens kunnen op enkele plaatsen door de peildaling te ondiep worden zodat zij uitgediept moeten worden.

De laad- en lossystemen op de kaden zullen door kleinere ingrepen aan het verlaagde boezempeil aangepast kunnen worden;

- Door de daling van het peil in de kanalen buiten het dalingsgebied zal de scheepvaart door te ondiep liggende drempels en stortebed constructies van sluizen voor een aantal schepen onmogelijk worden. Aanpassing van deze constructies is voor de bedrijven langs de kanalen en voor de schippers van levensbelang;
- In de regio Hoogezand, Zuidbroek, Winschoten langs het Winschoterdiep wordt een bodemdaling van 15 - 30 cm verwacht. Doordat de peildaling van de zelfde orde van grootte is zullen de gevolgen van de peildaling zeer gering zijn;

3.6.d. De gevolgen van de bodemdaling onafhankelijk van het boezempeil

- Door het zakken van het sluiscomplex te Farmsum (Delfzijl) zal, zonder het uitvoeren van maatregelen, het schutpeil van de sluis lager worden met de grootte van de bodemdaling (50 - 55 cm, zie Bijlage II, figuur 2i). Om deze toekomstige situatie wederom gelijkwaardig met de huidige situatie te krijgen (uitgangspunt) zullen naast de verhoging van de kerende hoogte van de deuren, de kolkwanden en de bovenhoofden moeten worden verhoogd. Dit heeft verregaande consequenties omdat dan ook de over het noordelijke sluishoofd gelegen spoor- en verkeersbrug hoger moet worden aangelegd. Deze maatregel zal tijdelijk leiden tot stagnatie van het weg-, rail- en scheepvaartverkeer. Met name de stagnatie van het railverkeer zal leiden tot bedrijfsschade van bijzonder grote omvang.

De gevolgen van een permanente verlaging van het schutpeil voor de zeesluizen te Farmsum is nog in onderzoek.

- Als gevolg van de te nemen maatregelen zal reeds schade optreden. Ten tijde van de uitvoering van de aanpassings- en vernieuwingswerken aan boordvoorzieningen, afmeerconstructies, kadeconstructies, verhardingen, los- en laadplaatsen, overslagsystemen, dijkverhogingen, maatregelen ter beperking van schade door vermindering in drooglegging, kwelschade etc ter plaatse van de langs het kanaal gelegen bedrijven, zal de aan- en afvoer van de produkten tijdelijk zijn beperkt of geheel belemmerd waardoor stagnatie in de bedrijfsproduktie zal ontstaan.

3.6.e. Conclusies

Alle oplossingen waarbij de totale boezem op een constant peil wordt gebracht, zullen tot grote kosten leiden, vooral in de sfeer van schaderisico als gevolg van de stagnatie in de bedrijfsproduktie.

HOOFDSTUK 4. INVENTARISATIE VAN DE CONCLUSIES MET BETREKKING TOT DE BESCHOUWDE BELANGEN

1. Vanwege de ligging van de boezem in het dalingsgebied leiden zowel de oplossing op peil houden van de boezem als de oplossing peilverlaging op de boezem tot grote consequenties voor alle belangen.

Bij de oplossing op peil houden concentreren de te nemen maatregelen zich ter plaatse van het Eemskanaal en de regio Delfzijl.

De oplossing peilverlaging met 15 tot 30 cm leidt tot een groot aantal te nemen maatregelen in het gehele boezemgebied.

Bij de oplossing peilverlaging met 30 tot 50 cm concentreren de te nemen maatregelen zich ter plaatse van de stad Groningen, het Winschoterdiep en verder bovenstrooms op de boezem.

2. Een peilverlaging van meer dan 20 cm zal gevolgen hebben voor de langs het Winschoterdiep gelegen scheepswerven.
3. Een peilverlaging van meer dan 10 tot 15 cm zal voor de stad Groningen leiden tot zodanige aanpassingen en vervangingswerkzaamheden aan kadeconstructies van de stadsgrachten en andere boordvoorzieningen, kunstwerken, kabel- en leidingenkruisingen alsmede tot een onaanvaardbaar groot risico voor onder meer gebouwschade als gevolg van optredende zettingen als gevolg van een peilverlaging, dat eindsituaties met deze peilverlaging nooit op zullen mogen treden.
4. Het gelijkhouden van het peil zal voor de scheepswerven en andere bedrijven in de regio Delfzijl aanzienlijke consequenties hebben. Gerekend moet worden op een in omvang moeilijk te schatten schade als gevolg van vermindering in drooglegging van de terreinen, kwelschade en stagnatie van de bedrijfsproductie.

5. Uit het oogpunt van de waterbeheersing is gewenst de boezem zoveel mogelijk op peil te houden in verband met de mogelijkheden van vrije lozing.
6. Uit overwegingen met betrekking tot de ecologische waarde van het gebied Zuidlaardermeer alsmede uit het oogpunt van de recreatievaart dient het Zuidlaardermeer op peil te worden gehouden.

De bouw van een sluis, stuw en een gemaal in het Drents Diep voor het op peil houden van het meer is goedkoper dan het verdiepen van het gehele meer.

7. Door het bouwen van een scheepvaart- en waterreguleringswerk (schutsluis annex stuw) in het Eemskanaal of in het Winschoterdiep nabij de stad Groningen en het evenredig met de bodemdaling verlagen van het benedenstroomse waterpeil (grootte van de totale bodemdaling $\approx$ grootte van het verval over het reguleringswerk) kunnen de kosten voor dijkverhoging, kanaalverdieping, vernieuwing van boordvoorzieningen, etc. langs het benedenstroomse Eemskanaal aanzienlijk worden beperkt.

De Provinciale Waterstaat Groningen heeft een globaal onderzoek verricht naar de grootte van de bodemdaling (= verval) waarbij de aanleg van een reguleringswerk financieel aantrekkelijker wordt dan het verhogen van de dijken langs het gehele traject.

Uit dat onderzoek blijkt dat de bouw van een nieuw scheepvaart- en waterreguleringswerk aantrekkelijk wordt als de totale bodemdaling (= verval over reguleringswerk) groter dan 40 à 50 cm wordt.

Uit de prognoses van de bodemdaling (zie Bijlage II, figuur 2i) blijkt dat de totale bodemdaling langs het Eemskanaal tussen Groningen stad en Delfzijl kan oplopen tot 50 à 60 cm. Op grond van de bovenstaande gegevens wordt bij het uitwerken van plannen gekozen voor:

De bouw van een scheepvaart- en waterreguleringswerk (schutsluis annex stuw) in het Eemskanaal of in het Winschoterdiep nabij de stad Groningen.

HOOFDSTUK 5. HET GENEREREN VAN OPLOSSINGEN

Naar aanleiding van de conclusies met betrekking tot de belangen en de daarvan afgeleide eisen en wensen kunnen verschillende oplossingen gegenereerd worden.

- A) De afvoer-, lozings- en bergingscapaciteit van de Eemskanaalboezem moet tot het einde van de bodemdalingsperiode (ca. 2025) op huidige capaciteit gehouden worden.

Handhaving van het huidige boezempeil (N. A. P. + 0.62m) zal in de toekomst zelfs een kleine verbetering van de capaciteit betekenen. Er zal namelijk een vergroting van het bergingsoppervlak en het doorstromingsprofiel optreden door de relatieve waterstandsverhoging van het boezemwater.

Bij een peilverlaging op de boezem zullen uitgebreide aanvullende maatregelen noodzakelijk worden, zoals:

- Vergroting van het doorstroomprofiel van de uitwateringssluizen of;
- Bouw van een gemaal in Delfzijl en een vergroting van de berging van de boezem met ca. 750 ha;

om de huidige capaciteit van de boezem in de toekomst te behouden.

De oplossing waarbij het belang Waterhuishouding zo goed mogelijk behartigd wordt is:

Oplossing 1: Handhaven van het boezempeil op
=====

N. A. P. + 0.62 m.

- B) Het voorkomen van schade aan houten paalfunderingen (rotten) van veelal oude en monumentale gebouwen in steden langs de boezem, vooral in de stad Groningen, heeft een hoge prioriteit.

De maximaal aanvaardbare grondwaterspiegelverlaging in verband met het gevaar voor funderingsschade treedt op bij een relatieve boezemwaterspiegeldaling van maximaal 10 cm.

De bodem in de steden langs de rand van het dalingsgebied (Veendam, Winschoten en Groningen) zal aan het einde van de bodemdalingsperiode (na 2025) naar verwachting met 5 cm gedaald zijn.

In de eindsituatie (na 2025) mag het huidige boezempeil dus met maximaal 15 cm dalen (10 cm relatieve boezemwaterspiegelverlaging + 5 cm bodemdaling door de gaswinning).

De oplossing waarbij in de eindsituatie de schade aan de houten paalfunderingen in de bovenstaande steden (vooral de stad Groningen) nog net aanvaardbaar blijft is:

Oplossing 2: Verlaging van het boezempeil met 15 cm tot
=====

N. A. P. + 0.47 m.

- C) Voor elk toekomstig boezempeil zullen aanzienlijke aanpassingen aan de waterkeringen, oeververdedigingen, bruggen, sluizen, scheepvaartkanalen, afmeerconstructies, laad- en losvoorzieningen uitgevoerd moeten worden om het huidige peil van voorzieningen voor de scheepvaart op en de bedrijven langs de boezemkanalen te kunnen handhaven.

Vooral de bedrijven gevestigd in de regio's Groningenstad, Veendam, Hoogezand - Zuidbroek en Delfzijl zullen in enige of belangrijke mate schade ondervinden van een relatieve boezempeilwijziging en het oponthoud gedurende de uitvoering van de aanpassingen behorende bij deze peilwijziging.

In de regio's Groningenstad en Veendam zal de schade door aanpassingswerkzaamheden minimaal worden bij een boezempeildaling van 0 - 5 cm. Deze toestand wordt het beste vertegenwoordigd door oplossing 1. (Boezempeil: N. A. P. + 0.62 m).

In de regio Hoogezand - Zuidbroek wordt deze schade minimaal bij een boezempeilverlaging van 25 - 30 cm. Het waterbouwkundig-, scheepvaartkundig- en het bedrijfskundig belang voor deze regio wordt vertegenwoordigd door:

Oplossing 3: Verlaging van het boezempeil met 30 cm tot
=====

N. A. P. + 0.23 m.

In de regio Delfzijl wordt deze schade minimaal bij een boezempeilverlaging van 50 - 55 cm. Het waterbouwKundig-, scheepvaartKundig- en bedrijfsKundig belang voor deze regio wordt vertegenwoordigd door:

Oplossing 4: Verlaging van het boezempeil met 50 cm tot
=====

N. A. P. + 0.12 m.

Na beschouwing van de uitgangspunten en de conclusies met betrekking tot de diverse belangen kunnen een viertal hoofdoplossingen voor het boezempeil na de bodemdalingsperiode gegenereerd worden:

Oplossing 1: Huidig BoezemPeil houden

B. P. = N. A. P. + 0.62 m.

Oplossing 2: BoezemPeilverlaging met 15 cm

B. P. = N. A. P. + 0.47 m.

Oplossing 3: BoezemPeilverlaging met 30 cm

B. P. = N. A. P. + 0.32 m.

Oplossing 4: BoezemPeilverlaging met 50 cm

B. P. = N. A. P. + 0.12 m.

Om een betere regionale afstemming van de bodemdaling en de boezempeildaling te verkrijgen werden in de conclusies met betrekking tot de belangen een aantal aanbevelingen gedaan.

De schade voor de scheepvaart en de scheepvaartvoorzieningen kan tot een minimum beperkt worden indien (zie paragraaf 3.3. Scheepvaart):

- of in het Eemskanaal nabij de stad Groningen;
 - of in het Winschoterdiep nabij de stad Groningen
- een scheepvaart- en waterreguleringswerk gebouwd wordt.

Om schade aan de flora en fauna van het Zuidlaardermeer en het Foxholstermeer te voorkomen dient bij een peilverlaging van de boezem, een kleine sluis met stuw en gemaal voor de scheepvaart- en Meerpeilregulering in het noordelijk gedeelte van het Drents Diep aangelegd te worden (zie paragraaf 3.5. Milieu).

Door de peilregulering blijven beide meren ook in de toekomst voor de huidige recreatievaartuigen bevaarbaar (zie paragraaf 3.4. Recreatie).

Bij een verlaging van het boezempeil zal een verkleining van de berging van de Eemskanaalboezem optreden. Dit kan deels opgevangen worden door een deel van het overtollige water via het Winschoter diep en de Westerwoldse A naar de Dollard af te voeren. De bestaande keer/schutsluis te Zuidbroek moet daartoe permanent de functie van pand- en boezemscheiding gaan vervullen.

- Het nieuw te bouwen grote scheepvaart- en waterreguleringswerk in het Eemskanaal of in het Winschoterdiep zal een pandscheiding tussen het Eemskanaal en de rest van de boezem bovenstrooms tot gevolg hebben.
- De nieuw te bouwen kleine sluis met stuw en gemaal in het Drents Diep zal een pandscheiding tussen beide meren en de rest van de boezem tot gevolg hebben.
- De reeds bestaande keer/schutsluis te Zuidbroek zal een pandscheiding tussen enerzijds het Eemskanaal, het Winschoterdiep, het Noord - Willemskanaal en beide meren en anderzijds het Winschoterdiep oostelijk van Zuidbroek, het A. G. Wildervanck-kanaal en de bovenstroomse kanalen, tot gevolg hebben.

Het waterpeil op alle panden kan variëren van N. A. P. + 0.12 m tot N. A. P. + 0.62 m.

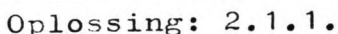
1. Bij sluiting van de sluis te Zuidbroek wordt het peil bovenstrooms van de Keersluis: N. A. P. + 0.62 m;
2. Bij de aanwezigheid van een kleine sluis met stuw en gemaal in het Drents Diep wordt het peil op beide meren: N. A. P. + 0.62 m;
3. Voor de vrije afstroming van de boezem (Wet Bescherming Waterstaatswerken in Oorlogstijd) is vereist dat de het peil van elk benedenstrooms pand lager of gelijk is aan het het peil van het aangrenzende bovenstroomse pand;

Hoofdoplanning 1:

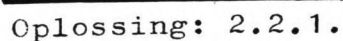
Bij deze oplossing worden geen nieuwe scheepvaart- en waterreguleringswerken gebouwd of in gebruik genomen. (zie figuur 1).

Figur 1.

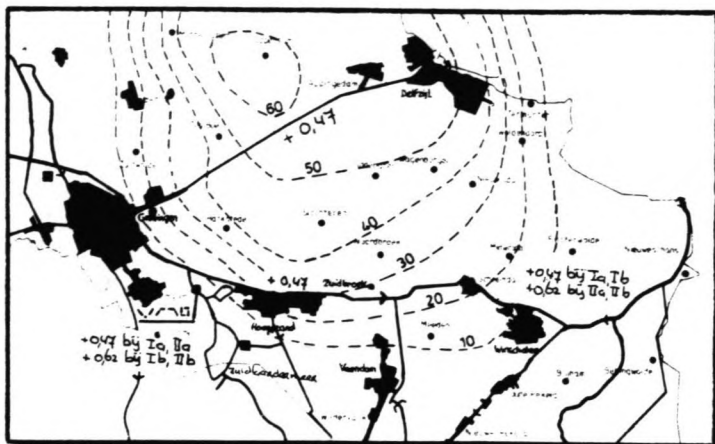
tot N. A. P. + 0.47 m.



- Figur 2.



- Figur 3.



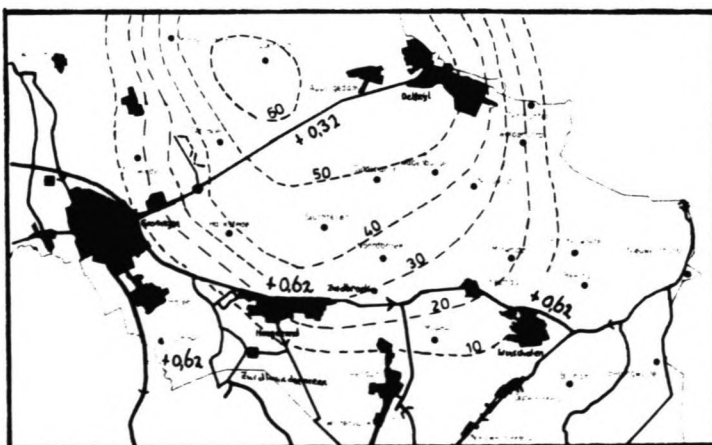
Oplossing: 2.3. Ia (2.3.1.)
 IIa (2.3.2.)
 Ib (2.3.3.)
 Iib (2.3.4.)

3. Met al dan niet een klein reguleringswerk (Kleine sluis met stuw en gemaal) in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee zowel bij het nieuw aangelegde kleine reguleringswerk als bij de gesloten bestaande sluis, het boezempeil bovenstrooms op N.A.P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 4).

Figuur 4.

Hoofdroplossing 3:

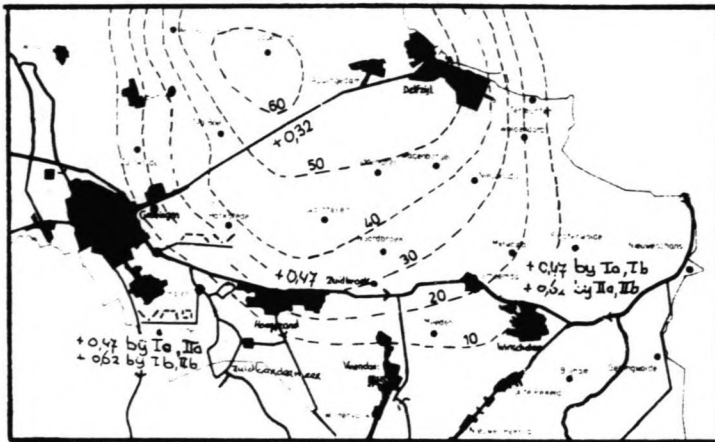
In de eindsituatie wordt het peil op het Eemskanaal en eventueel de rest van de boezem met maximaal 30 cm verlaagd tot N.A.P. + 0.32 m.



Oplossing: 3.1.1.

- 1.1. Met een groot reguleringswerk in het Eemskanaal waarmee het boezempeil bovenstrooms op N.A.P. + 0.62 m wordt gebracht. (zie figuur 5).

Figuur 5.

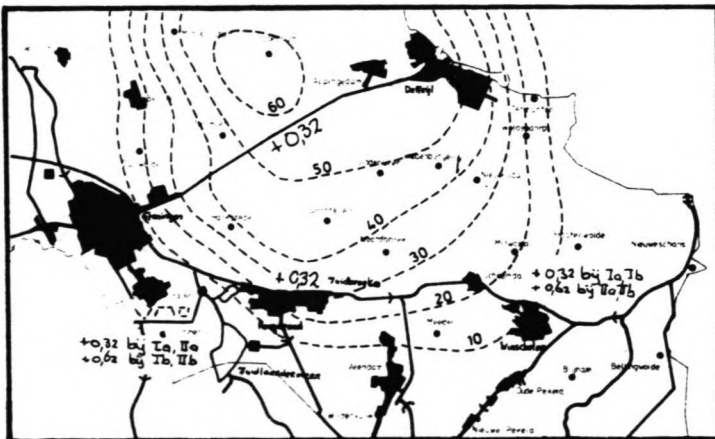


Oplossing: 3.2.2. Ia (3.2.2.1.)
 IIa (3.2.2.2.)
 Ib (3.2.2.3.)
 IIb (3.2.2.4.)

2.2. Idem 2.1. waarmee het boezempeil bovenstrooms op N.A.P. + 0.47 m wordt gebracht.

Bovendien met al dan niet een klein reguleringswerk in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee het boezempeil bovenstrooms op N.A.P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 8).

Figuur 8.



Oplossing: 3.3. Ia (3.3.1.)
 IIa (3.3.2.)
 Ib (3.3.3.)
 IIb (3.3.4.)

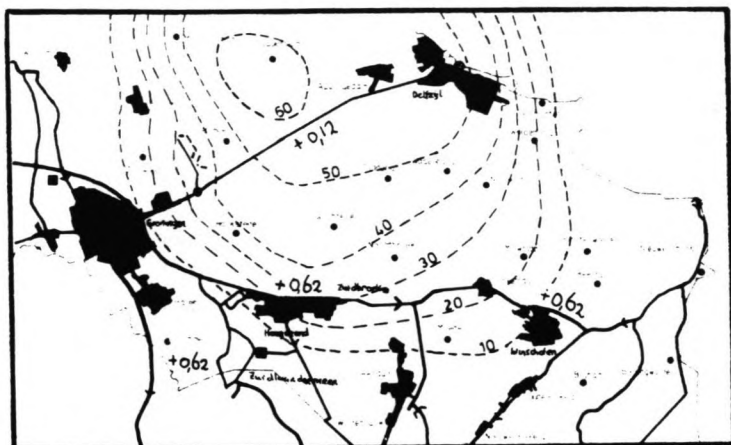
3. Met al dan niet een klein reguleringswerk in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee het boezempeil bovenstrooms van beide kunstwerken op N.A.P. + 0.62 m wordt gebracht. (zie figuur 9).

Figuur 9.



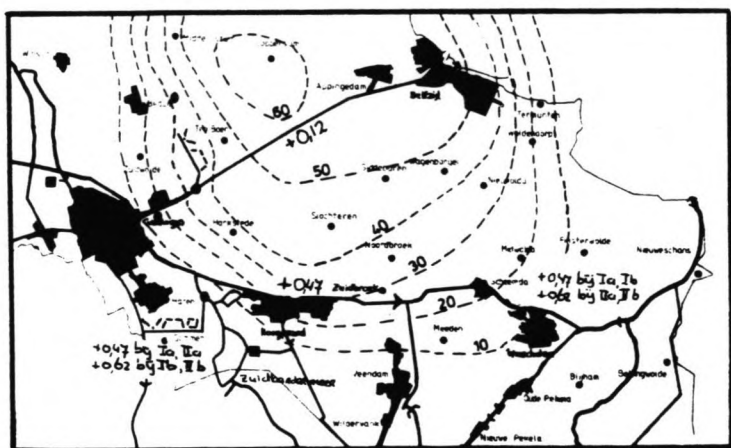
VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
 Afd. Civiele Techniek
 TH Delft

In de eindsituatie wordt het peil op het Eemskanaal en eventueel de rest van de boezem met maximaal 50 cm verlaagd tot N.A.P. + 0.12 m.



1.1. Met een groot reguleringswerk in het Eemskanaal waarbij het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht.
(zie figuur 10)

Figuur 10.

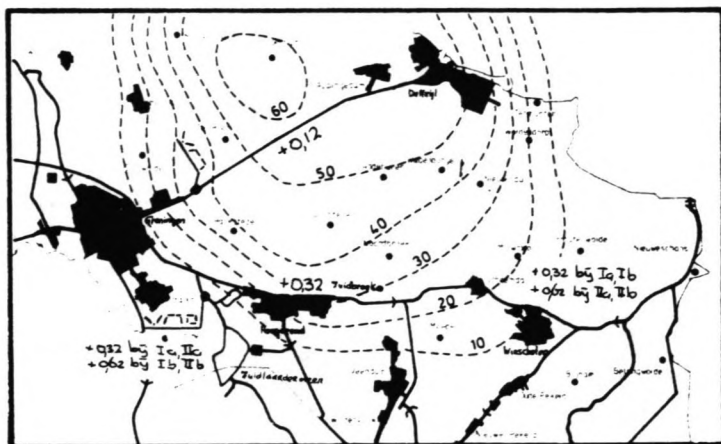


Opløssing: 4.1.2.

Ia	$\{4.1.2.1.\}$
IIa	$\{4.1.2.2.\}$
Ib	$\{4.1.2.3.\}$
IIb	$\{4.1.2.4.\}$

1.2. Idem 1.1. waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.47 m wordt gebracht. Bovendien met al dan niet een klein reguleringswerk in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 11).

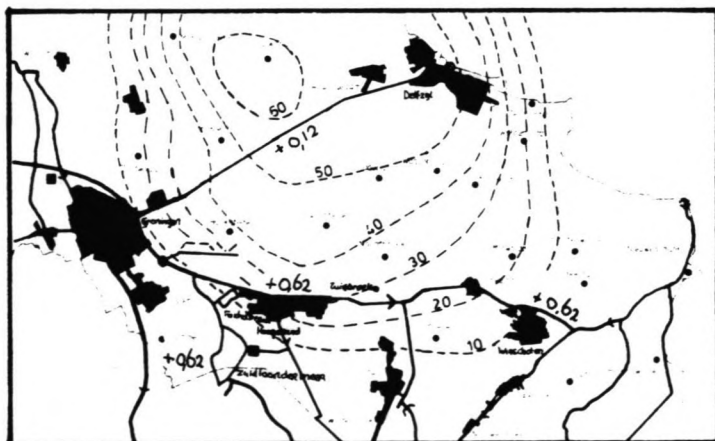
Figur 11.



Oplossing: 4.1.3. Ia (4.1.3.1.)
 IIa (4.1.3.2.)
 Ib (4.1.3.3.)
 IIb (4.1.3.4.)

1. 3. Met Idem 1.1. waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.32 m wordt gebracht. Bovendien met idem 1.2. (zie figuur 12).

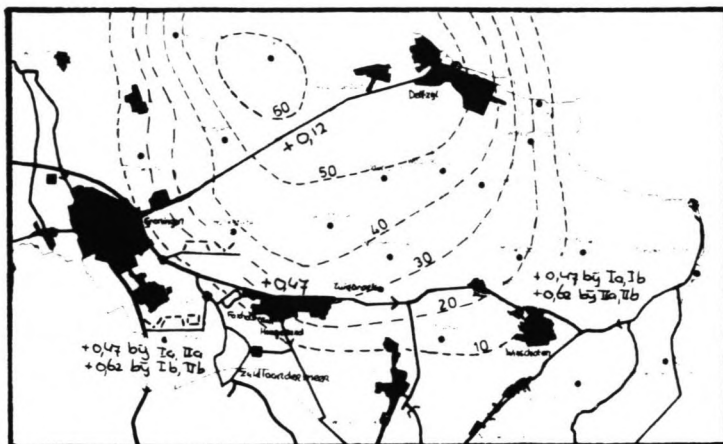
Figuur 12.



Oplossing: 4.2.1.

2. 1. Met een groot reguleringswerk in het Winschoterdiep waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht. (zie figuur 13)

Figuur 13.

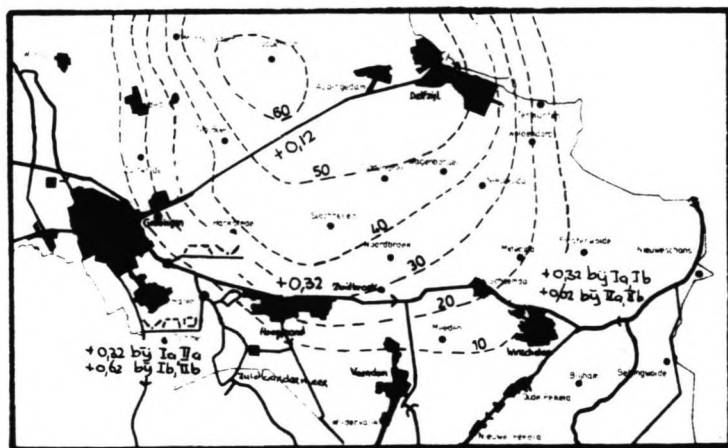


Oplossing: 4.2.2. Ia (4.2.2.1.)
 I Ia (4.2.2.2.)
 Ib (4.2.2.3.)
 I Ib (4.2.2.4.)

2.2. Met Idem 2.1. waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.47 m wordt gebracht.

Daarnaast met al dan niet een klein reguleringswerk in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 14).

Figuur 14.

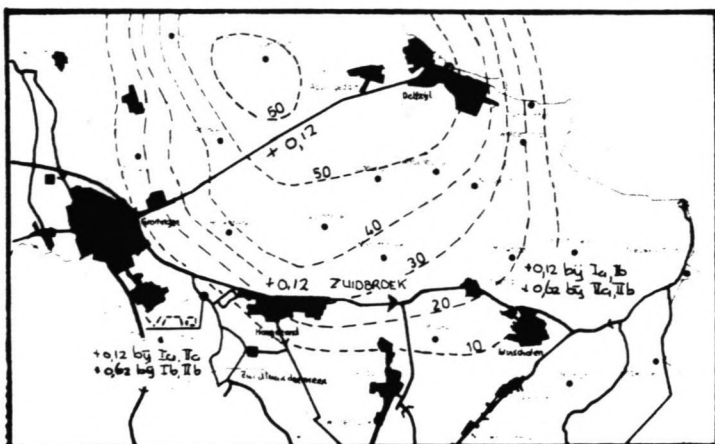


Oplossing: 4.2.3. Ia (4.2.3.1.)
 I Ia (4.2.3.2.)
 Ib (4.2.3.3.)
 I Ib (4.2.3.4.)

2.3. Met Idem 2.1. waarmee het boezempeil bovenstrooms van de Kunstwerken op N. A. P. + 0.32 m wordt gebracht.

Bovendien met Idem 2.2. (zie figuur 15).

Figuur 15.



Oplossing: 4.3.

Ia	(4.3.1.)
Ila	(4.3.2.)
Ib	(4.3.3.)
Iib	(4.3.4.)

3. Met al dan niet een klein reguleringswerk in het Drents Diep en/of een gesloten sluis te Zuidbroek waarmee het boezempeil bovenstrooms van de kunstwerken op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht.
(zie figuur 16)

Figuur 16.

HOOFDSTUK 6. RANDVOORWAARDEN

1. Het peil op het Zuidlaardermeer en op het zuidelijk gedeelte van het Foxholstermeer moet op N.A.P. + 0.62 m gehouden worden.
2. Het peil van het water in de Groningse stads-grachten mag niet permanent met meer dan 15 cm verlaagd worden.
3. De bouw van een reguleringswerk (schutsluis annex stuw) in het Winschoterdiep of het Eemskanaal nabij de stad Groningen is alleen toegestaan indien het verval over de sluis en de stuw minimaal 40 tot 50 cm zal gaan bedragen.

HOOFDSTUK 7. SELECTIE VAN DE EINDOPLOSSINGEN

Een eerste selectie van de oplossingen kan plaats vinden door alle oplossingen te toetsen aan de randvoorwaarden uit hoofdstuk 6. Elke oplossing die niet aan alle randvoorwaarden voldoet zal als eindoplossing ongeschikt worden aangemerkt.

Toetsing:
=====

1. Het peil op het Zuidlaardermeer en op het zuidelijk gedeelte van het Foxholstermeer moeten op N. A. P. + 0.62 m gehouden worden.

De oplossingen voldoen aan deze randvoorwaarde indien

- a) Het peil op het Winschoterdiep en daarmee op het Zuidlaardermeer op N. A. P. + 0.62 m is of
- b) Een waterregulerende constructie in het Drents diep aanwezig is die het meerpeil op N. A. P. + 0.62 m houdt. De waterstand op het Winschoterdiep is nu niet belangrijk meer.

Na toetsing van de oplossingen (zie Bijlage VIII) blijkt dat de volgende oplossingen niet voldoen:

- 2. 3. 1. en 2. 3. 2.
- 3. 1. 2. 1. en 3. 1. 2. 2.
- 3. 2. 2. 1. en 3. 2. 2. 2.
- 3. 3. 1. en 3. 3. 2.
- 4. 1. 2. 1. , 4. 1. 2. 2. , 4. 1. 3. 1. en 4. 1. 3. 2.
- 4. 2. 2. 1. , 4. 2. 2. 2. , 4. 2. 3. 1. en 4. 2. 3. 2.
- 4. 3. 1. en 4. 3. 2.

De overige oplossingen (totaal 25) worden nu getoetst aan randvoorwaarde 2.

2. Het peil van het water in de Groningse stadsgrachten mag niet permanent met meer dan 15 cm verlaagd worden. Het peil moet N.A.P. + 0.47 m of hoger worden.

Dit peil treedt in de stadsgrachten op als

- a) Het peil op het Eemskanaal en op het Winschoterdiep beide + 0.47 m of hoger is of
- b) Het peil op het Eemskanaal + 0.47 m en hoger is als er zich een waterreguleringswerk in het Winschoterdiep bevindt of
- c) Het peil op het Winschoterdiep + 0.47 m en hoger is als er zich een waterreguleringswerk in het Eemskanaal bevindt.

Na toetsing van de oplossingen blijkt dat de volgende oplossingen niet voldoen aan deze randvoorwaarde:

- 3.2.1., 3.2.2.3. en 3.2.2.4.
3.3.3. en 3.3.4.
- 4.1.3.3. en 4.1.3.4.
4.2.1., 4.2.2.3., 4.2.2.4., 4.2.3.3. en 4.2.3.4.
4.3.3. en 4.3.4.

De resterende oplossingen (totaal 11) worden nu getoetst aan randvoorwaarde 3.

3. De bouw van een sluis annex stuw in het Winschoterdiep of het Eemskanaal nabij de stad Groningen is alleen toegestaan indien het verval over de sluis en de stuw minimaal 40 à 50 cm bedraagt.
- a) Indien een peilreguleringswerk in het Winschoterdiep of het Eemskanaal aanwezig is moet het waterstandsverschil tussen het peil op het Winschoterdiep en het peil op het Eemskanaal minimaal 40 tot 50 cm bedragen.

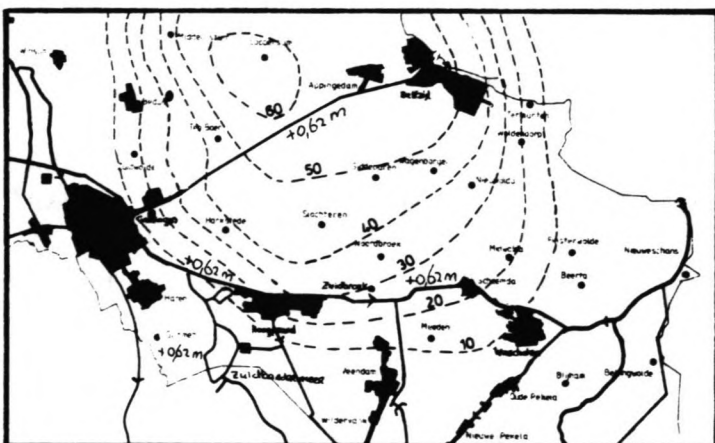
De oplossingen die hieraan niet voldoen zijn:

- 2.1.1. en 2.2.1.
- 3.1.1., 3.1.2.3. en 3.1.2.4.
- 4.1.2.3. en 4.1.2.4.

Er resteren nu nog slechts 4 oplossingen die aan de voorgaande drie randvoorwaarden voldoen.

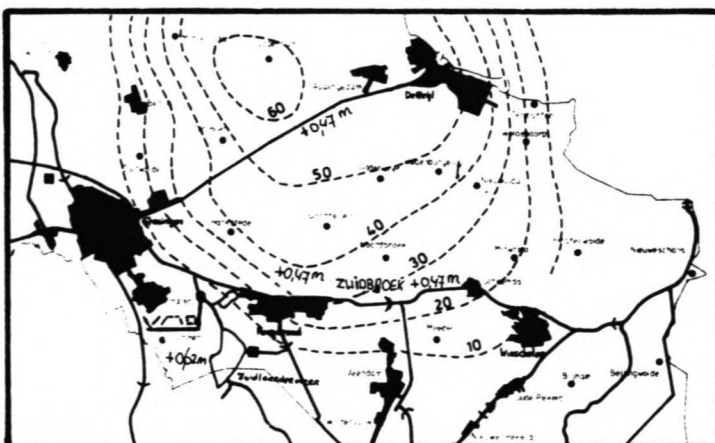
De geselecteerde eindoplossingen zijn:

Eindoplossing 1.



Figuur 17.

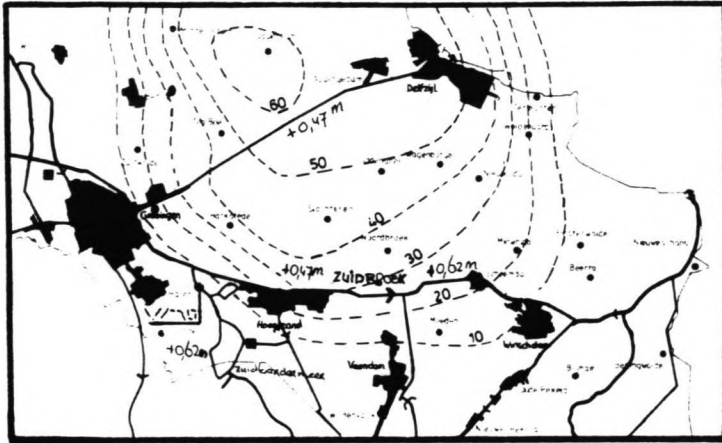
Eindoplossing 2.3.3.



Met een klein reguleringswerk (Kleine sluis met stuw en gemaal) in het Drents Diep waarbij het peil op en bovenstrooms van het Foxholster- en Zuidlaarmeer op N.A.P. + 0.62 m wordt gebracht. (zie figuur 18).

Figuur 18.

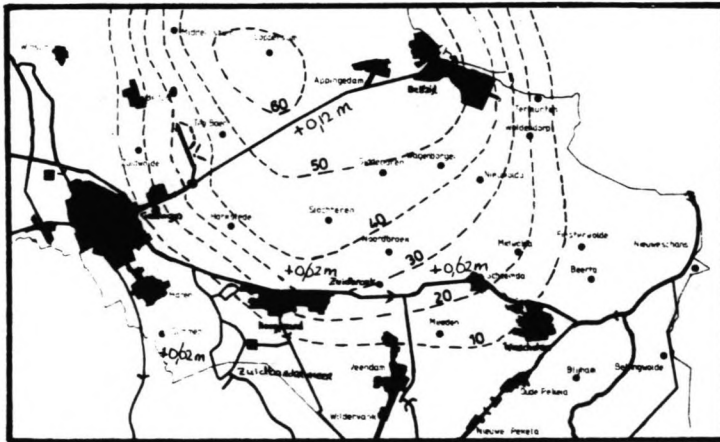
Eindoplossing 2.3.4.



Idem eindoplossing 2.3.3. Bovendien met een gesloten Keer/schutsluis te Zuidbroek (permanente boezemscheiding) waarbij het boezempeil bovenstrooms op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 19).

Figuur 19.

Eindoplossing 4.1.1.



Met een groot reguleringswerk (grote sluis met stuw) in het Eemskanaal waarbij het boezempeil bovenstrooms op N. A. P. + 0.62 m wordt gebracht (zie figuur 20).

Figuur 20.

In Bijlage IX zijn de bovenstaande oplossingen in tekening gebracht.

HOOFDSTUK 8. KWALITATIEVE VERGELIJKING VAN DE EINDOPLOSSINGEN

De gevolgen van de bodemdaling met diverse boezempeilen zijn met de te nemen maatregelen per belang in hoofdstuk 3 voor hoofdzaken geïnventariseerd. Door de maatregelen voor iedere eindoplossing te specificeren en te kwantificeren zou door een kostenvergelijking de eindoplossingen vergeleken kunnen worden. Helaas kunnen een groot aantal maatregelen door onvoldoende gegevens niet gekwantificeerd worden.

In tabel 4 is een totaalbeeld gegeven van de consequenties van de eindoplossingen (zie Bijlage X).

Een aantal zaken springen er sterk uit:

- De directe kosten (punt 1) verschillen per oplossing weinig.

De kosten van de punten 3 en 5 alsmede de kosten van het aanpassen van kabels en leidingen zijn voor de eindoplossingen 1 en 2.3 beduidend hoger dan deze kosten voor eindoplossing 4.1.1.

De totale kosten van eindoplossing 4.1.1. zullen hierdoor het laagste worden.

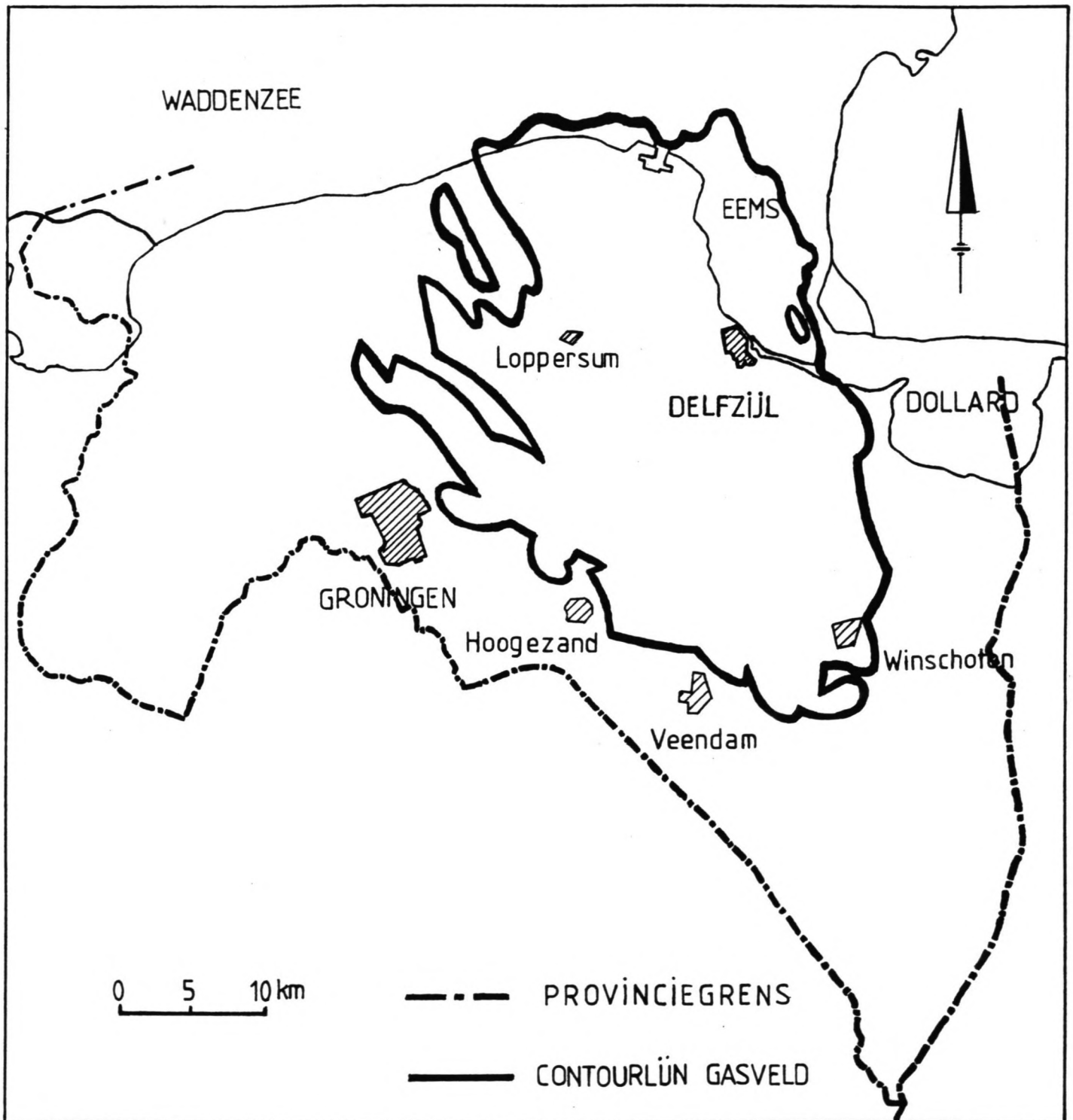
- Het punt dat de eindoplossingen 1 en 2.3 zeer gevoelig zijn voor wijziging in de bodemdalingsprognoses. Een 10 tot 20 cm grotere einddaling kan voor de eindoplossing 1 en 2.3 betekenen dat alsnog overgegaan moet worden op de bouw van een schutsluis annex stuw. De wijziging zal gepaard gaan met zeer hoge extra kosten.
- De veiligheid van waterafvoer in extreme situaties van oplossing 4.1.1. neemt af t.o.v. de huidige situatie. Door het uitvoeren van compenserende maatregelen (bouw noodstuw in Drents diep, extra pompcapaciteit in het gemaal, inrichting noodberging) kan zonder extreem hoge kosten het geheel of grotendeels tot het huidige aanvaarde risico teruggebracht worden.

HOOFDSTUK 9. KEUZE VAN DE EINDOPLOSSING

Gezien de voorgaande beschouwing in hoofdstuk 8., verdient het aanbeveling om de problemen op de Eemskanaalboezem veroorzaakt door de bodemdaling op te lossen overeenkomstig eindoplossing 4.1.1.

BIJLAGE I

DE CONTOURKAART VAN HET GRONINGSE AARDGASVELD

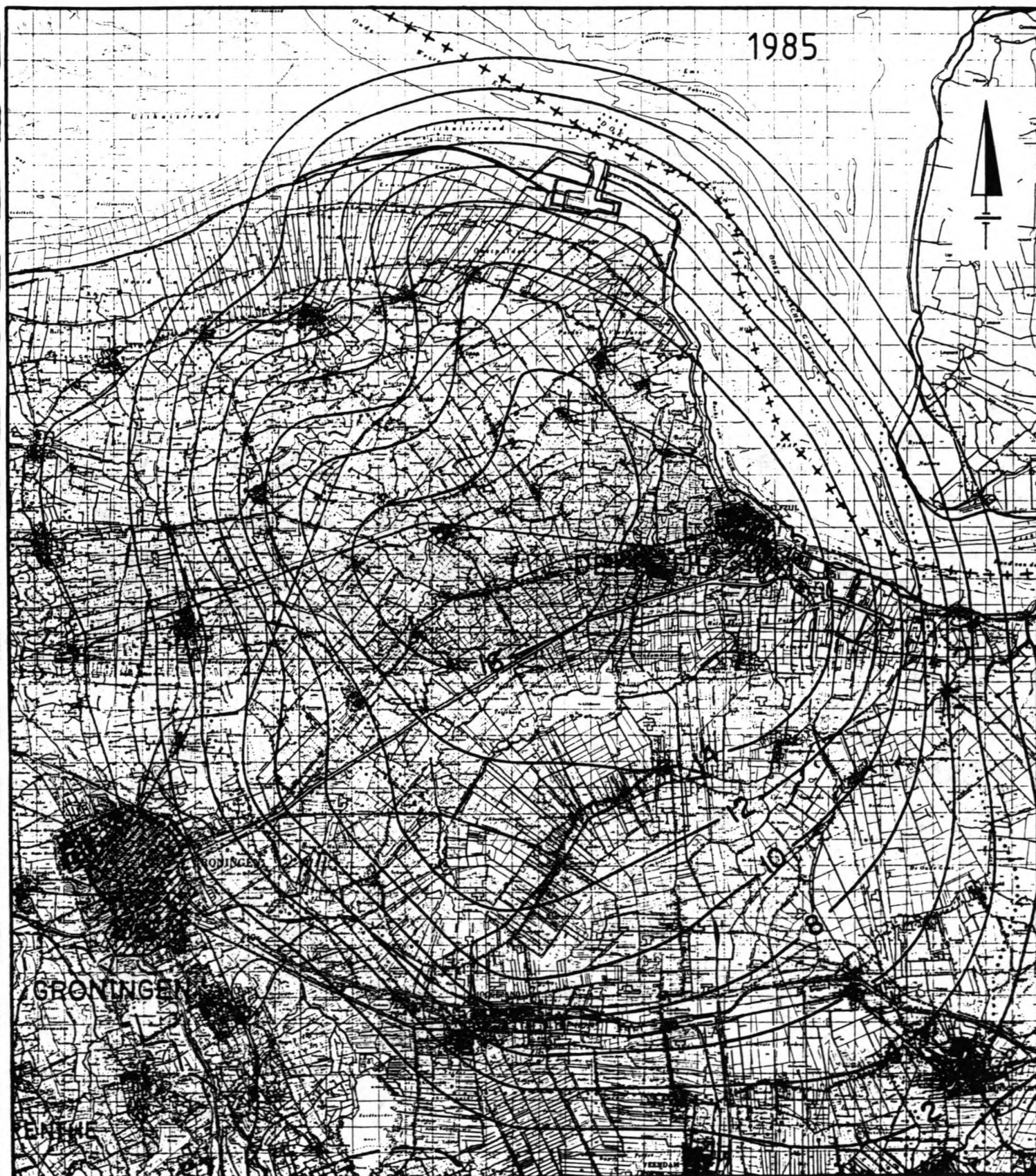


Figuur 1

BIJLAGE II

PROGNOSES VAN DE BODEMDALING IN GRONINGEN
(IN CM) TEN GEVOLGE VAN DE AARDGASWINNING
VOOR DE JAREN 1985 TOT EN MET 2025.

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 1985.

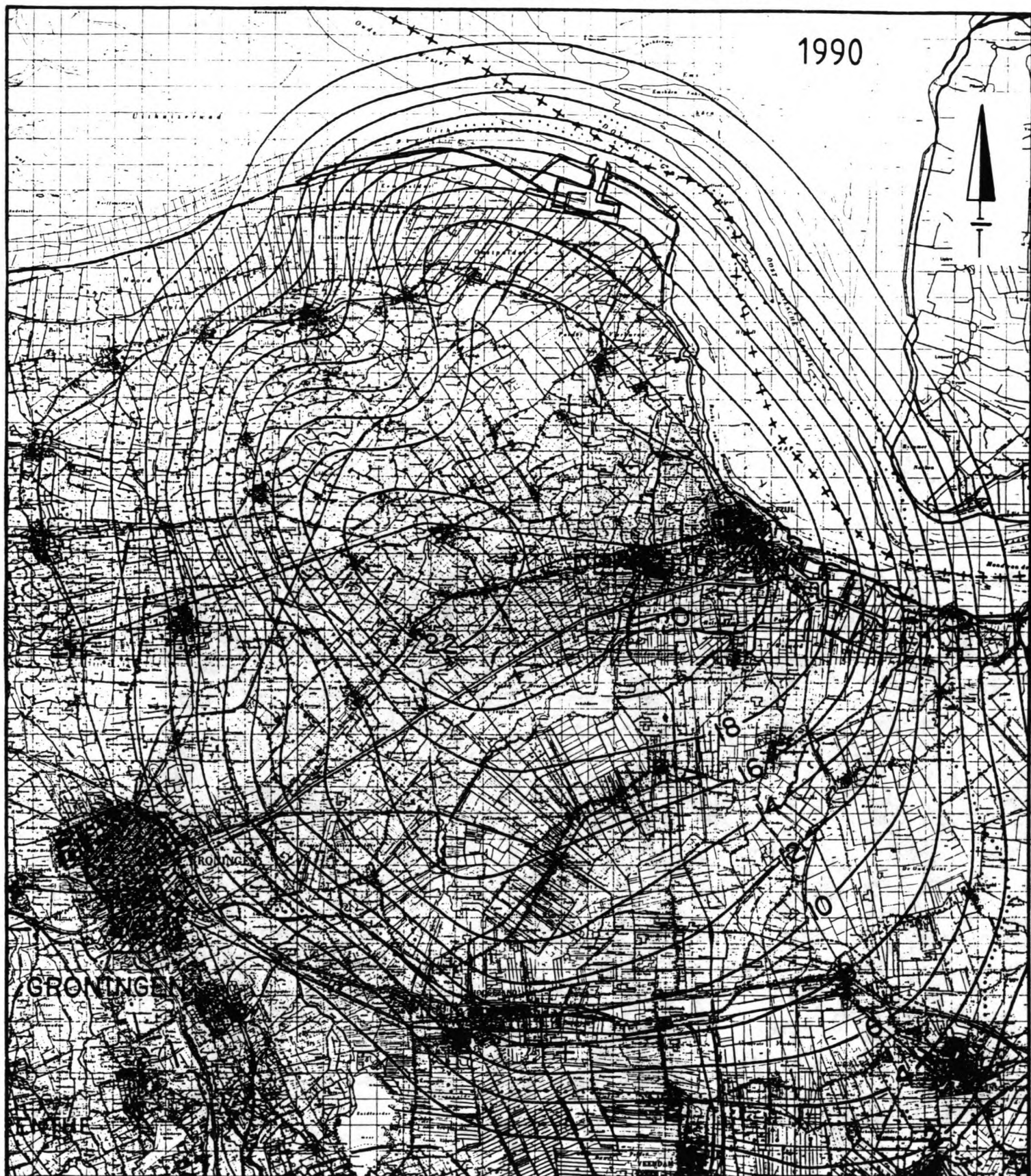


Figuur 2a

10

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 1990.

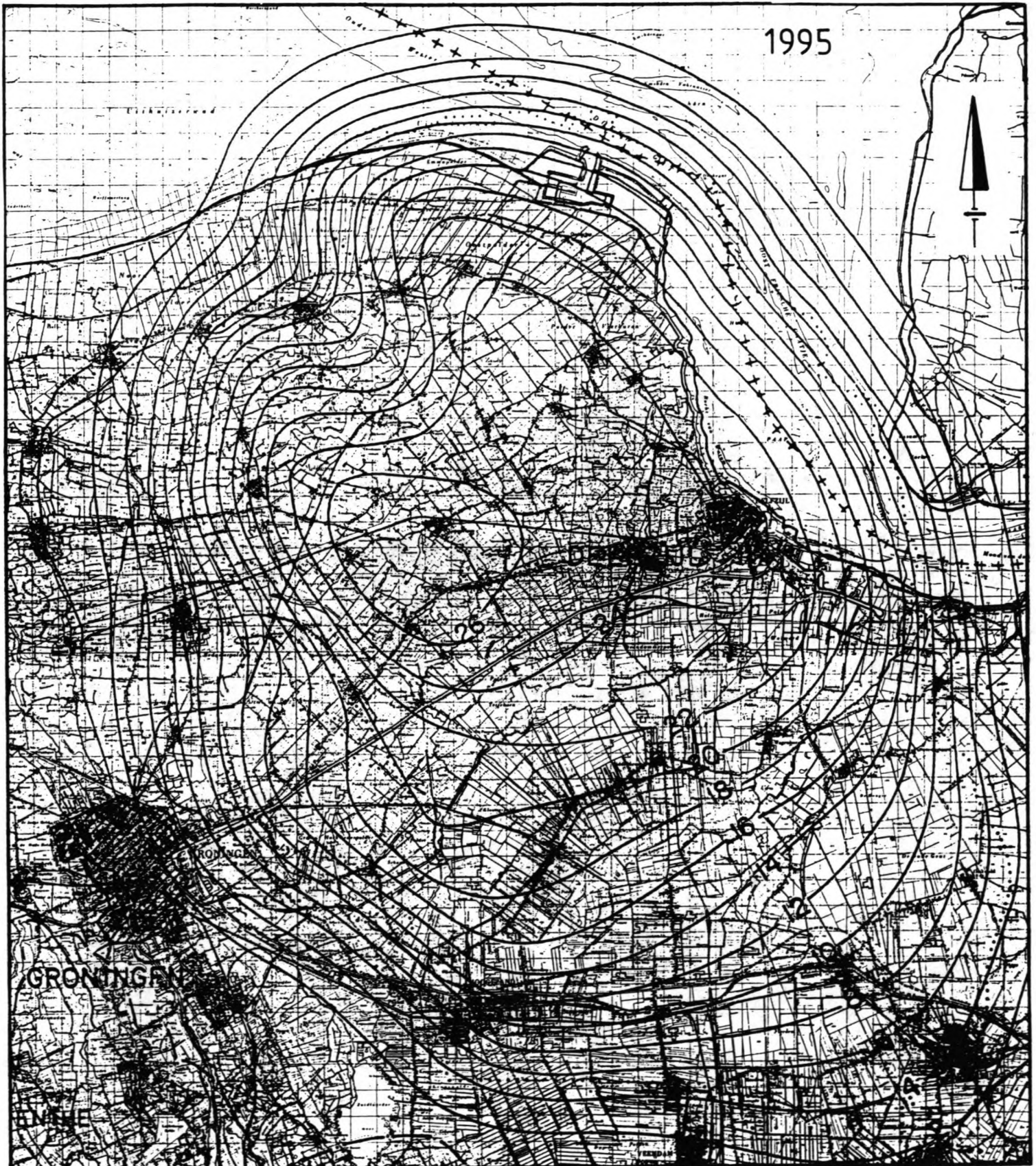


Figuur 2b

— 16 —

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 1995.

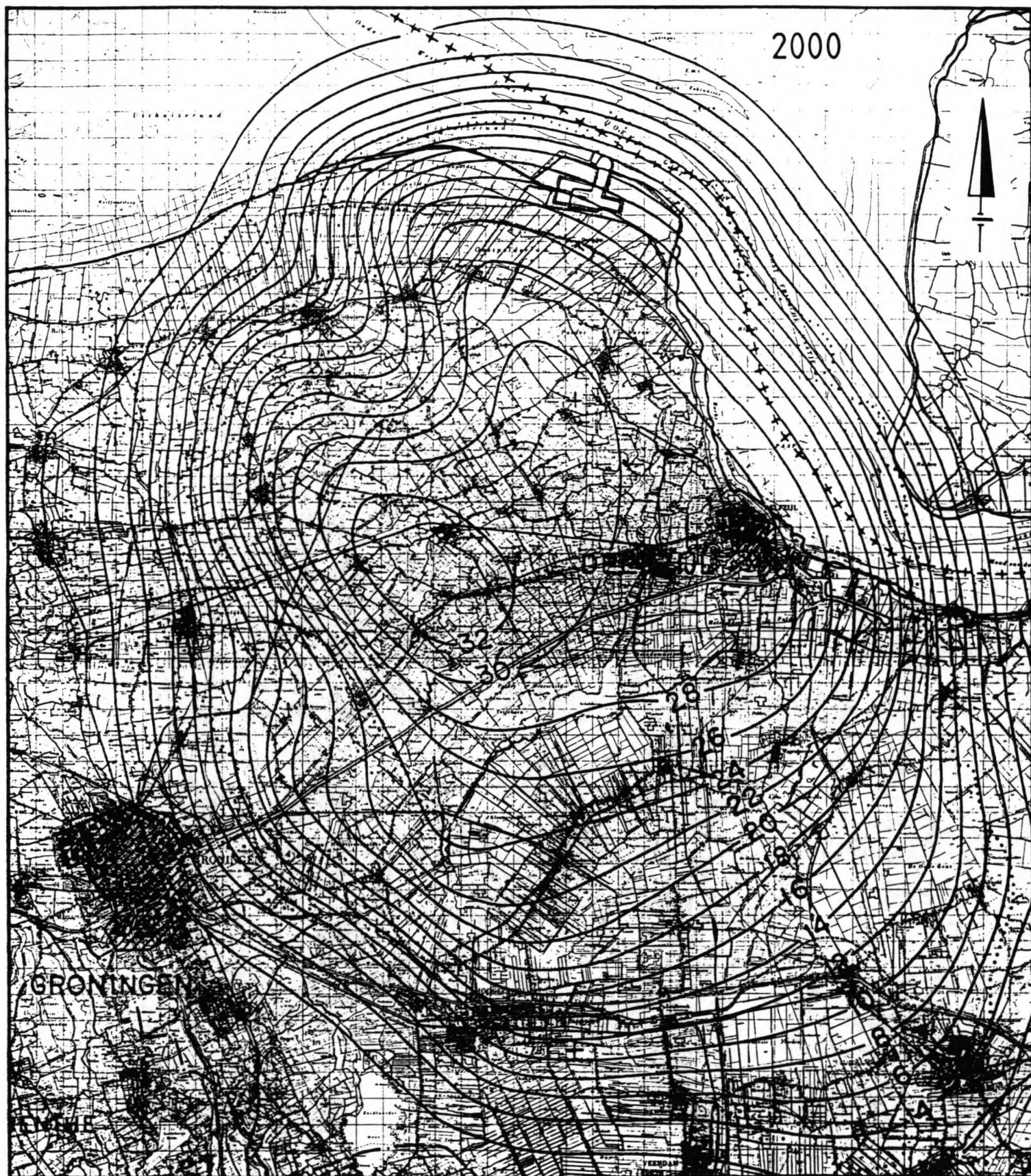


Figuur 2c

— 20 —

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2000.

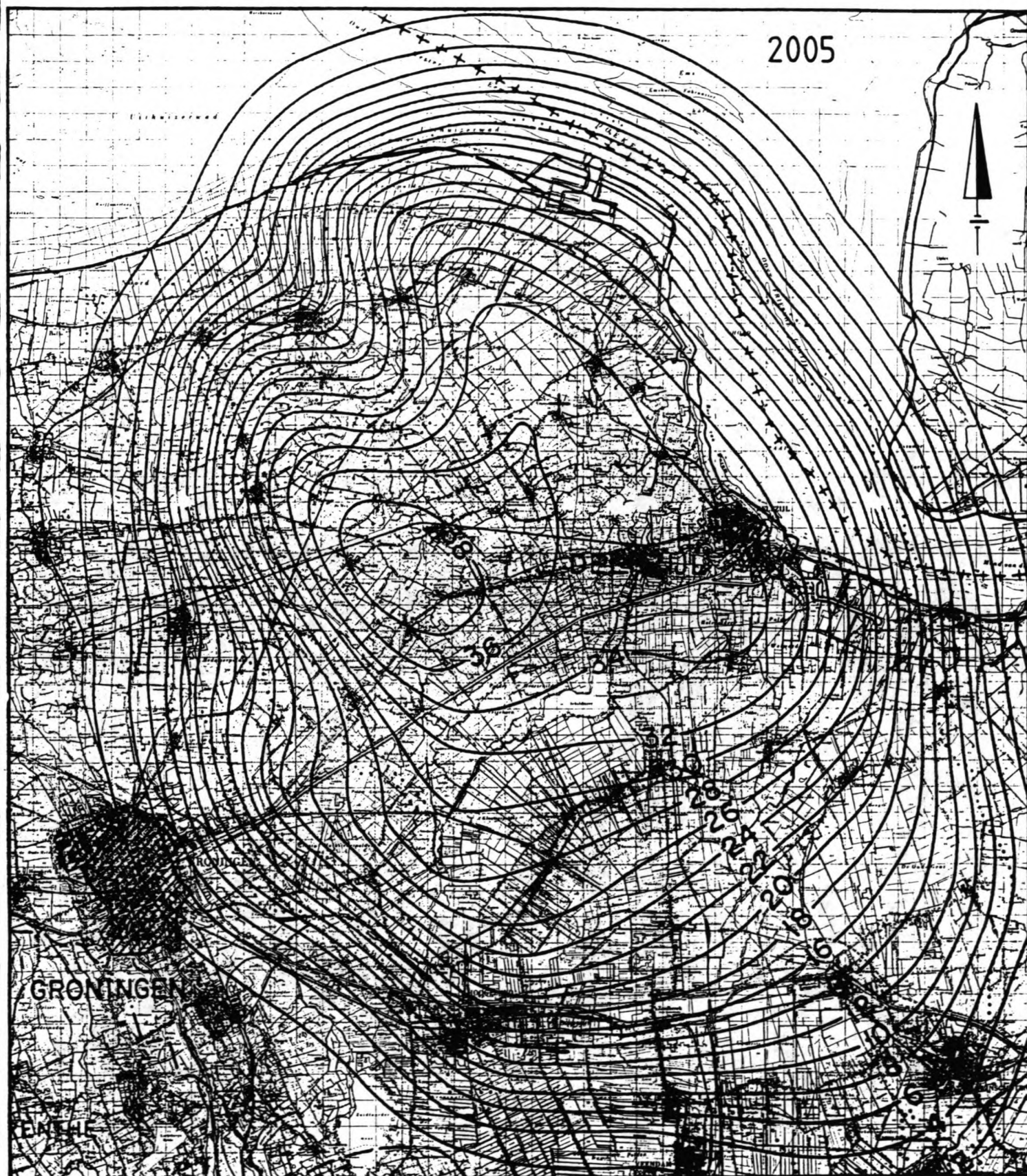


Figuur 2d

— 24 —

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2005.

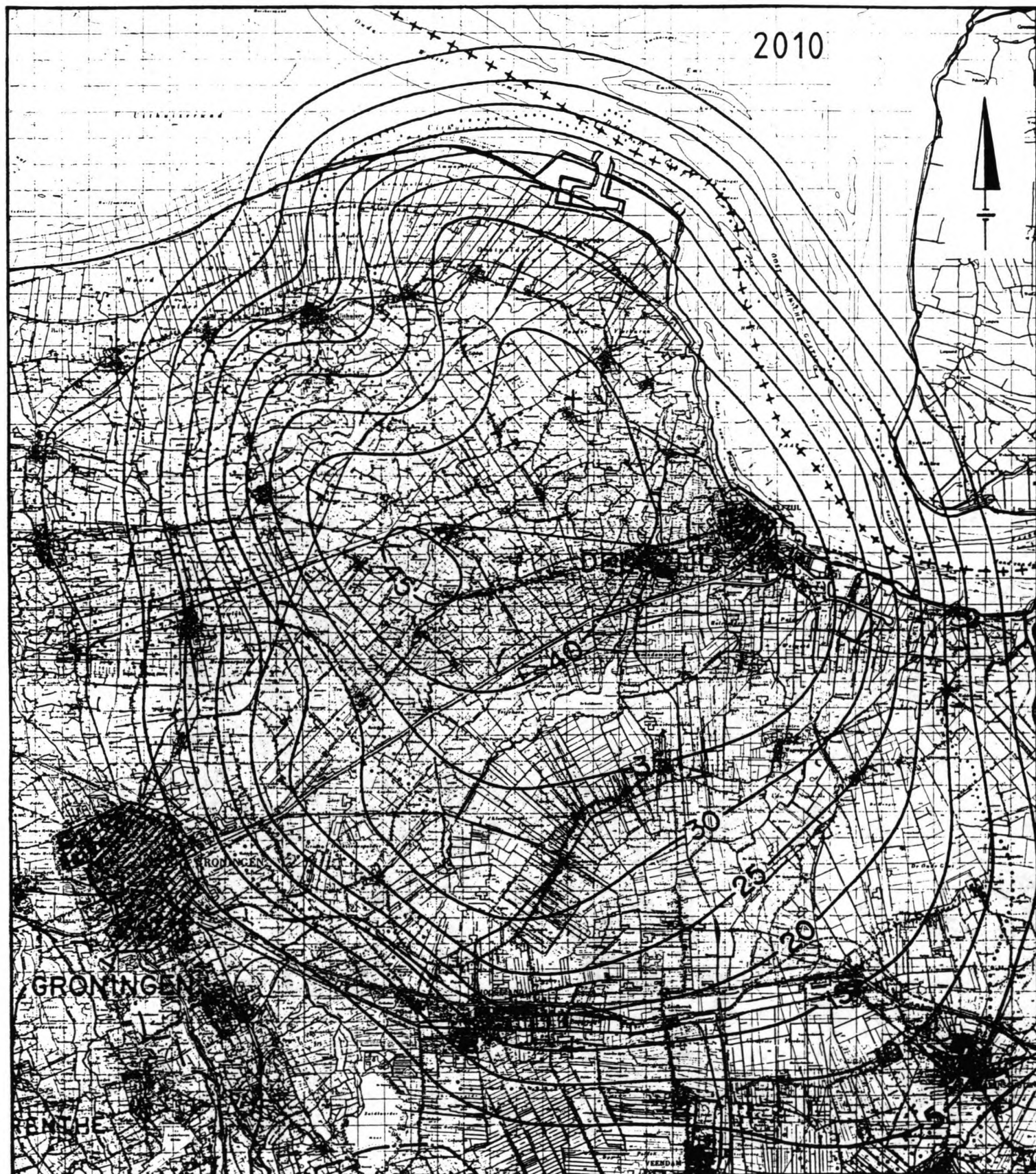


Figuur 2e

28

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2010.

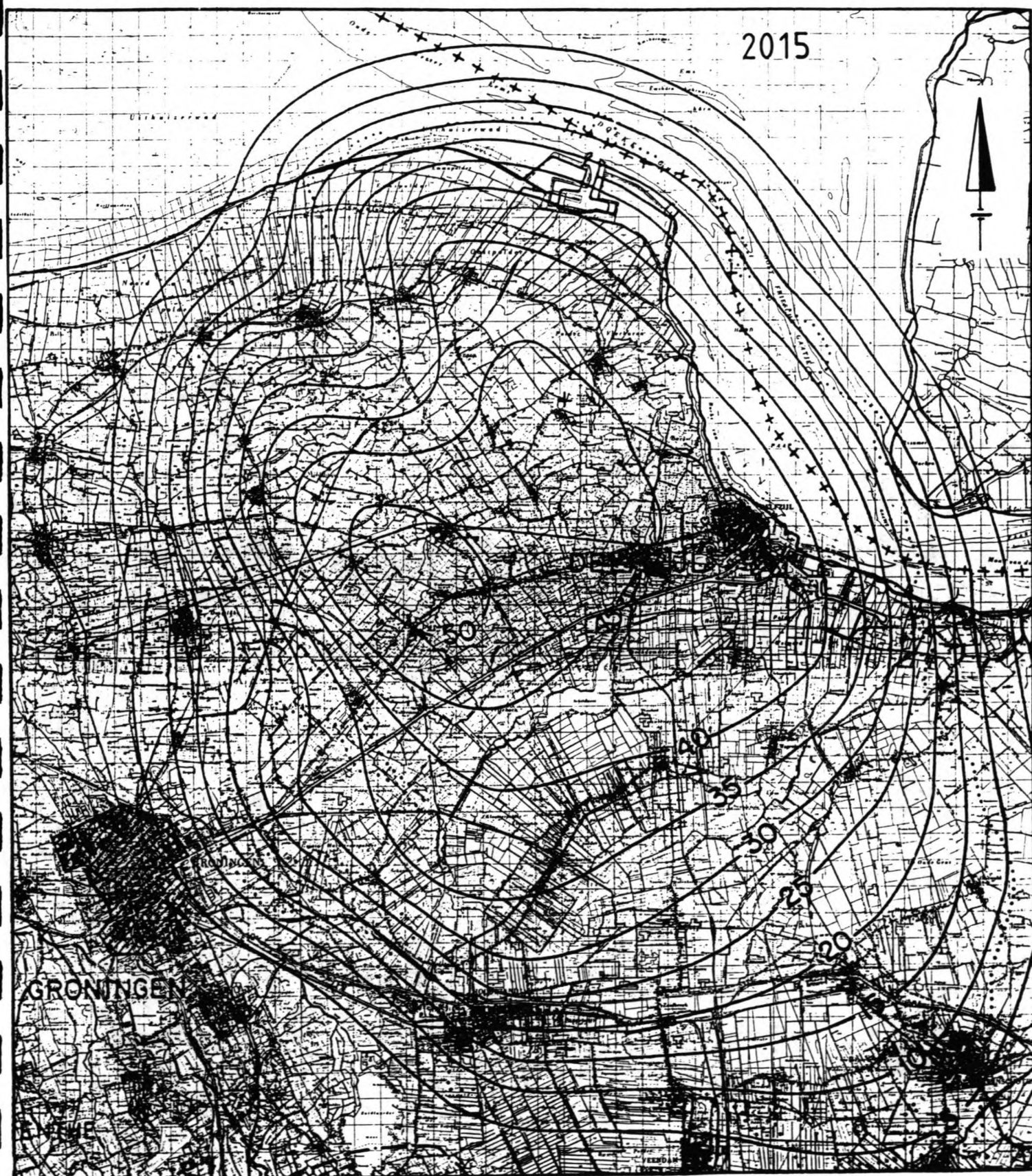


Figuur 2f

— 35 —

Prognose bodemdaling in cm

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2015.

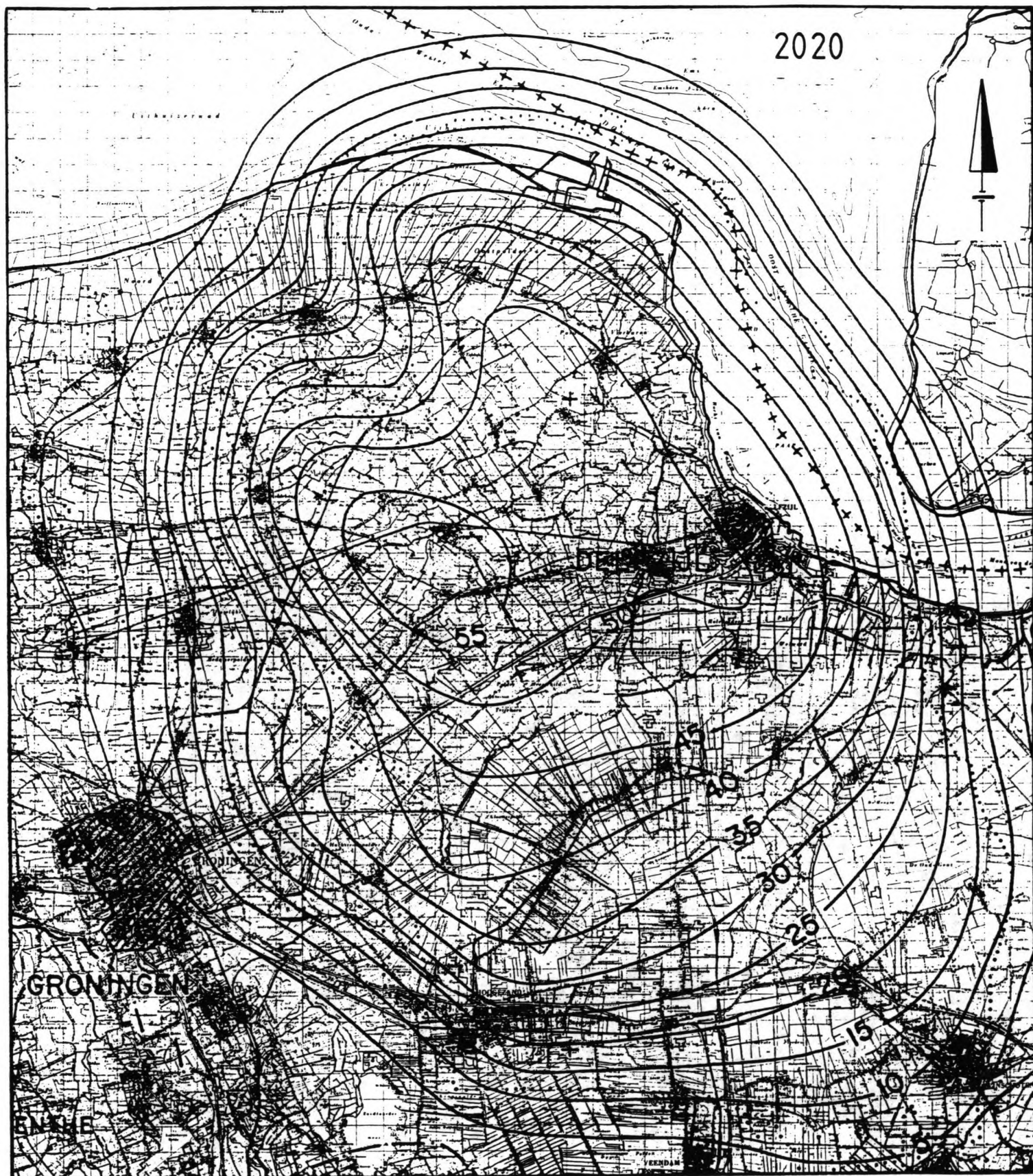


— 40 —

Prognose bodemdaling in cm

Figuur 2g

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2020.

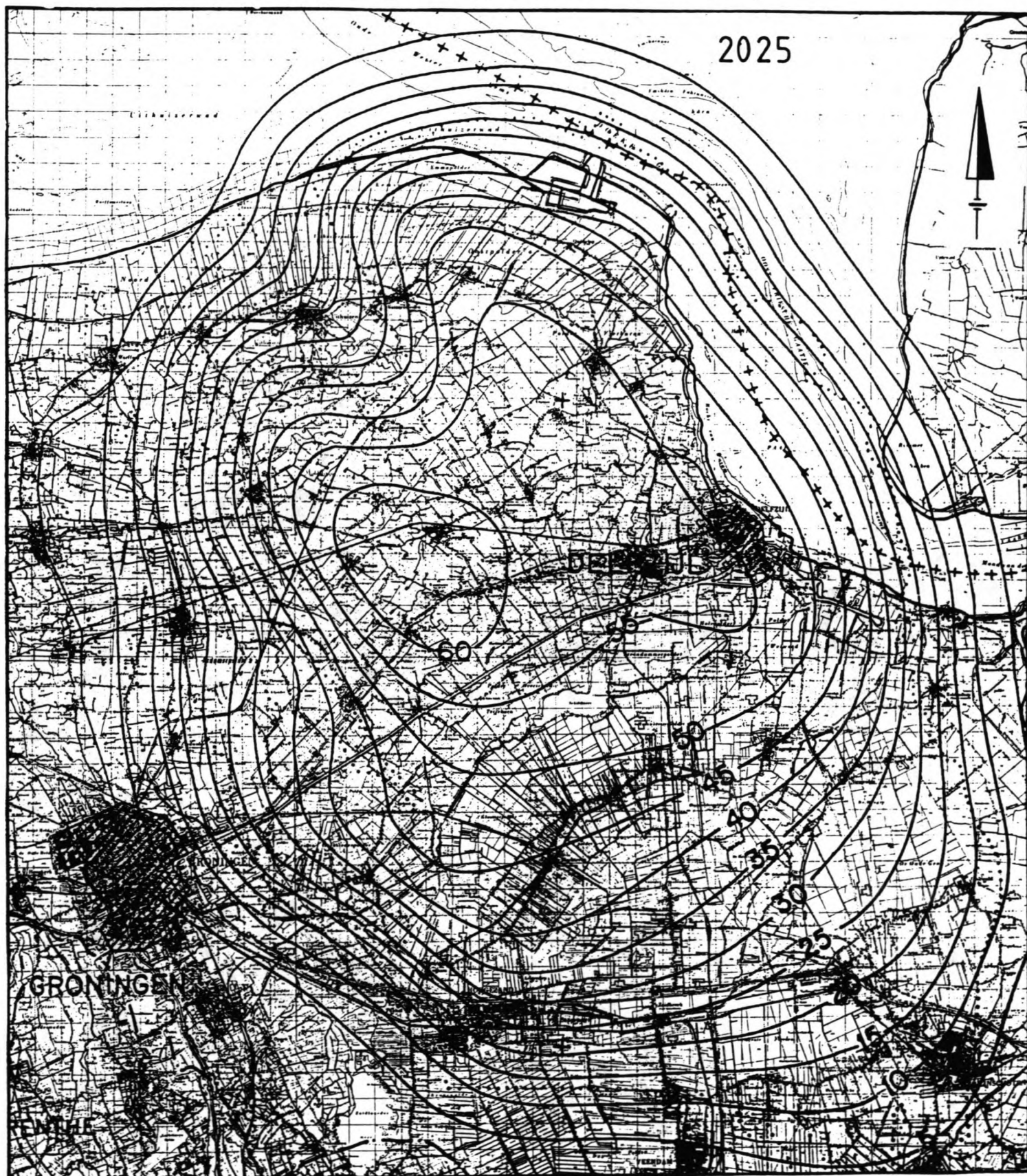


— 45 —

Prognose bodemdaling in cm

Figuur 2h

Prognose van de Groningse bodemdaling voor het jaar 2025.
De periode waarin bodemdaling door gaswinning optreedt eindigt.
De maximale einddaling voor het gebied is bereikt.



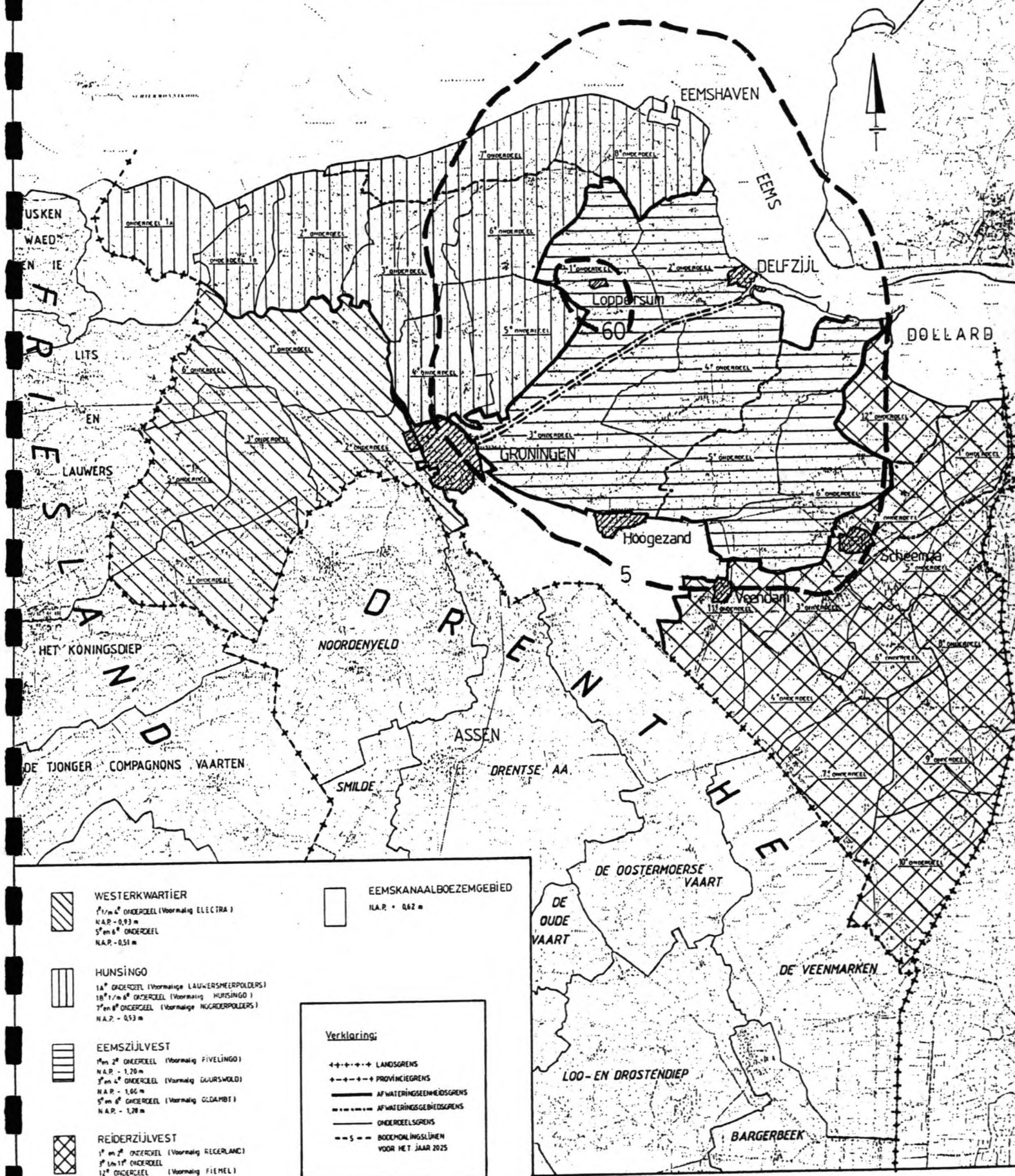
— 50 —

Prognose bodemdaling in cm

Figuur 2i

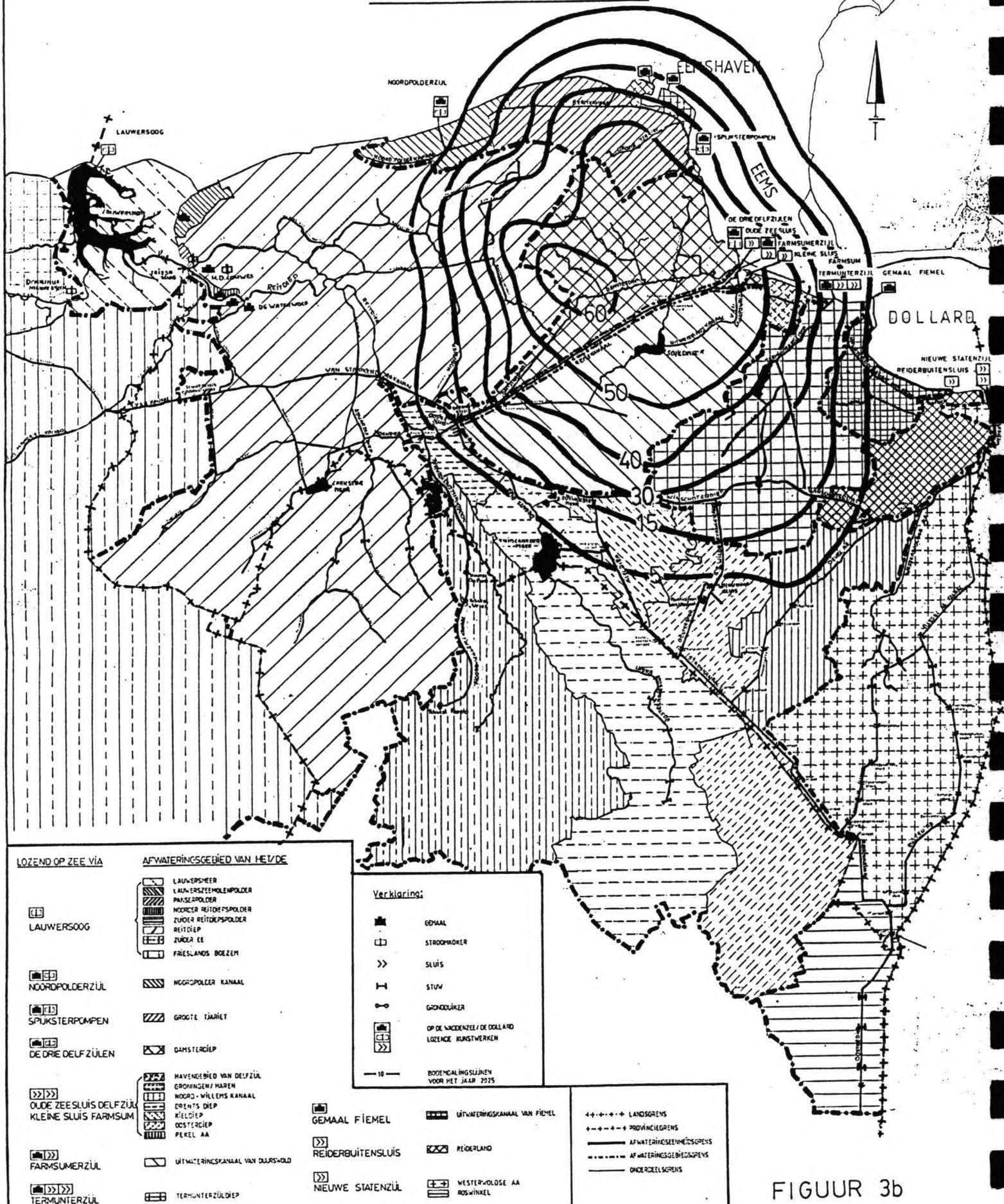
BIJLAGE III

GRONINGSE AFWATERINGSEENHEDEN



FIGUUR 3a

AFWATERINGSGEBIEDEN



FIGUUR 3b

BIJLAGE IV

AFMETINGEN VAN DE BELANGRIJKSTE GRONINGSE KANALEN

Eemskanaal:

* Kanaal Groningen - Delfzijl

Lengte	: 26.5 Km
Breedte op KanaalPeil	: 60 m
op de bodem	: 24 - 40 m
Diepte bij Groningen	: 5.20 m ÷ K. P.
bij Delfzijl	: 5.80 m ÷ K. P.

* Kanaalarm te Farmsum

Lengte	: 3.8 Km
Breedte op K. P.	: 60 m
op de bodem	: 24 m
Diepte	: 5.80 m ÷ K. P.

Kanaal Peil : N. A. P. + 0.62 m

Winschoterdiep:

* 1^e pand Eemskanaal - Sluis te Zuidbroek

Lengte	: 18.6 Km
Breedte op K. P.	: 40 - 45 m
op de bodem	: 18 - 24 m
Diepte bij Groningen	: 5.20 m ÷ K. P.
bij Zuidbroek	: 4.00 m ÷ K. P.

* 2^e pand Sluis te Zuidbroek - Eextersluis te Scheemda

Lengte	: 8.5 Km
Breedte op K. P.	: 35 - 40 m
op de bodem	: 12- 18 m
Diepte	: 3.50 m ÷ K. P.

* 3^e pand Eextersluis - Pekel A

Lengte	:	8.4 Km
Breedte op K. P.	:	35 - 40 m
op de bodem	:	12 - 18 m
Diepte	:	3.00 m ÷ K. P.

Kanaal Peil : N. A. P. + 0.62 m

A. G. Wildervanckkanaal:

* Pand Winschoterdiep - Sluis te Veendam

Lengte	:	9.2 Km
Breedte op K. P.	:	36 m
op de bodem	:	20 - 25 m
Diepte	:	3.50 m ÷ K. P.

Kanaal peil : N. A. P. + 0.62 m

Noord - Willemskanaal:

* pand Groningen - Sluis te De Punt

Lengte	:	11.9 Km
Breedte op K. P.	:	25 - 38 m
op de bodem	:	10 - 17 m
Diepte	:	3.90 m ÷ K. P.

Kanaal Peil : N. A. P. + 0.62 m

Van Starckenborg Kanaal:

* pand Eemskanaal - Oostersluis

Lengte	: 500 m
Breedte op K. P.	: 48 - 73 m
op de bodem	: 24 - 40 m
Diepte	: 5.20 m ÷ K. P.

Kanaal Peil : N. A. P. + 0.62 m

* pand Oostersluis - Sluis Gaarkeuken

Lengte	: 26.8 Km
Breedte op K. P.	: 48 - 73 m
op bodem	: 24 - 40 m
Diepte	: 4.00 m ÷ K. P.

Kanaal Peil : N. A. P. ÷ 0.93 m

BIJLAGE V

AFMETINGEN VAN DE SLUIZEN IN DE GRONINGSE HOOFDVAARWEGEN

Zeesluizen te Farmsum

- Grote sluis:

Lengte : 116 / 144 m
Breedte : 16 m
Drempelhoogte : 5.25 m ÷ N. A. P.
(buiten- en (= 6.07 m ÷ K. P.)
binnendrempel)

- Kleine sluis:

Lengte : 46 / 116 m
Breedte : 7 m
Buitendrempel : 4.20 m ÷ N. A. P.
Binnendrempel : 2.40 m ÷ N. A. P.
(= 3.02 m ÷ K. P.)

Oostersluis te Groningen:

Lengte : 180 m
Breedte : 11.70 m
Drempelhoogte : 3.07 m ÷ K. P.

Sluis GaarKeuken:

Lengte : 190 m
Breedte : 16 m
Drempelhoogte : 4.75 m ÷ K. P.

Sluizen te Zuidbroek:

- De schutsluis:

Lengte : 85 m
Breedte : 11.70 m
Drempelhoogte : 4.00 m ÷ K. P.

- De Keersluis:

Breedte : 12 m
Drempelhoogte : 3.50 m ÷ K. P.

Eextersluis te Scheemda:

Lengte : 100 m
Breedte : 12 m
Drempelhoogte : 3.50 m ÷ K. P.

Sluis te de Punt:

Lengte : 65 m
Breedte : 7.50 m
Drempelhoogte : 3.00 m ÷ K. P.

BIJLAGE VI

KLASSEINDELING VAN DE GRONINGSE HOOFDVAARWEGEN

Tabel I	Klasseindeling van Groningse vaarwegen	
	Klasse	Standaardschepen waarop de classificatie is gebaseerd
Eemskanaal	V	Rijnschip 2000 ton laadvermogen Zeeschip 1000 B. R. T.
Van Starckenborgkanaal	IV	Rijn Hernekanaalschip 1350 ton laadvermogen
Winschoterdiep	IV	Rijn Hernekanaalschip 1350 ton laadvermogen
A. G. Wilder-vanckkanaal	IV	Rijn Hernekanaalschip 1350 ton laadvermogen
Noord-Willemskanaal	II	Kempenaar 600 ton laadvermogen

BIJLAGE VII

SCHEEPVAARTBEWEGINGEN OP DE GRONINGSE HOOFDKANALEN IN 1985

Tabel 2	Scheepvaartbewegingen op de Groningse hoofdkanalen in 1985		
	Tonnage totaal (per jaar)	Beroeps- en andere vaart (aantallen/jaar)	Recreatie- vaart (aan- tallen/jaar)
Eemskanaal Farmsum	10568293	18645	5170
Eemskanaal Bloemhofbrug	11388249	14830	6283
Van Starkenborg- kanaal sluis Gaarkeuken	13771561	18116	6477
V. S. B. kanaal Oostersluis	10990209	15944	6119
Winschoterdiep Waterhuizerbrug	1643225	3065	3176
A. G. Wildervanck- kanaal Meedenerbrug	413743	517	641

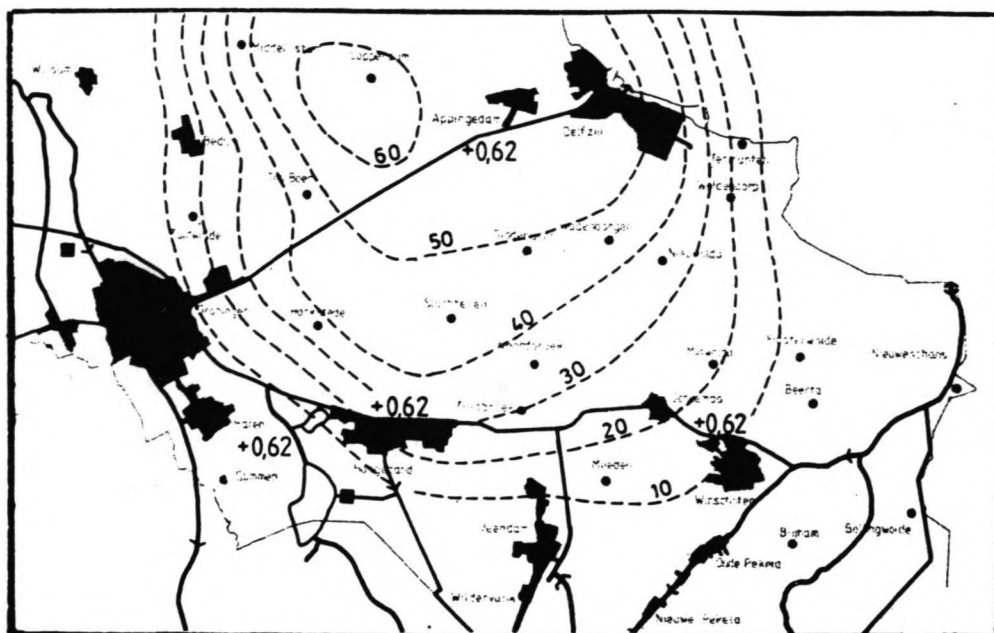
BIJLAGE VIII OPLOSSINGEN VOOR DE GEVOLGEN VAN DE BODEMDALING

Tabel 3 Oplossingen voor de gevolgen van de bodemdaling

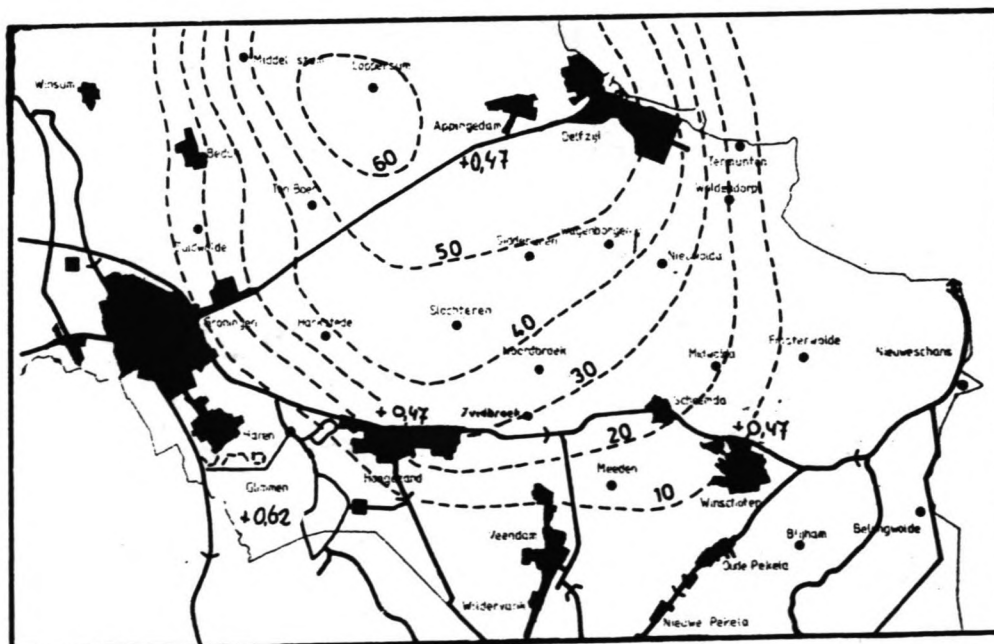
				Pandscheiding ter plaatse van			
oplos- sing nr.	peilver- laging (cm)	peil op Eemskan. t. o. v.	peil op Winsch. d. NAP (m)	Eemskan. Groningen Stad	Winsch. d. Groningen Stad	Winsch. d. Zuidbroek	Drents diep
1.	0	+0. 62	+0. 62				
2. 1. 1.	15	+0. 47	+0. 62	X	X	X	X
2. 2. 1.	15	+0. 47	+0. 62				
2. 3. 1.	15	+0. 47	+0. 47				
2. 3. 2	15	+0. 47	+0. 47				
2. 3. 3.	15	+0. 47	+0. 47				
2. 3. 4.	15	+0. 47	+0. 47				
3. 1. 1.	30	+0. 32	+0. 62	X	X	X	X
3. 1. 2. 1.	30	+0. 32	+0. 47	X			
3. 1. 2. 2.	30	+0. 32	+0. 47	X			
3. 1. 2. 3.	30	+0. 32	+0. 47	X			
3. 1. 2. 4.	30	+0. 32	+0. 47	X			
3. 2. 1.	30	+0. 32	+0. 62				
3. 2. 2. 1.	30	+0. 32	+0. 47				
3. 2. 2. 2.	30	+0. 32	+0. 47				
3. 2. 2. 3.	30	+0. 32	+0. 47				
3. 2. 2. 4.	30	+0. 32	+0. 47				
3. 3. 1.	30	+0. 32	+0. 32				
3. 3. 2.	30	+0. 32	+0. 32				
3. 3. 3.	30	+0. 32	+0. 32				
3. 3. 4.	30	+0. 32	+0. 32				

Vervolg tabel 3.

				Pandscheiding ter plaatse van			
oplos- sing nr.	peilver- laging (cm)	peil op Eemskan. t. o. v.	peil op Winsch. d. NAP (m)	Eemskan. Groningen Stad	Winsch. d. Groningen Stad	Winsch. d. Zuidbroek	Drents diep
4. 1. 1.	50	+0. 12	+0. 62	X			
4. 1. 2. 1.	50	+0. 12	+0. 47	X			
4. 1. 2. 2.	50	+0. 12	+0. 47	X		X	
4. 1. 2. 3.	50	+0. 12	+0. 47	X			X
4. 1. 2. 4.	50	+0. 12	+0. 47	X		X	X
4. 1. 3. 1.	50	+0. 12	+0. 32	X			
4. 1. 3. 2.	50	+0. 12	+0. 32	X		X	
4. 1. 3. 3.	50	+0. 12	+0. 32	X			X
4. 1. 3. 4.	50	+0. 12	+0. 32	X		X	X
4. 2. 1.	50	+0. 12	+0. 62		X		
4. 2. 2. 1.	50	+0. 12	+0. 47		X		
4. 2. 2. 2.	50	+0. 12	+0. 47		X	X	
4. 2. 2. 3.	50	+0. 12	+0. 47		X		X
4. 2. 2. 4.	50	+0. 12	+0. 47		X	X	X
4. 2. 3. 1.	50	+0. 12	+0. 32		X		
4. 2. 3. 2.	50	+0. 12	+0. 32		X	X	
4. 2. 3. 3.	50	+0. 12	+0. 32		X		X
4. 2. 3. 4.	50	+0. 12	+0. 32		X	X	X
4. 3. 1.	50	+0. 12	+0. 12				
4. 3. 2.	50	+0. 12	+0. 12			X	
4. 3. 3.	50	+0. 12	+0. 12				X
4. 3. 4.	50	+0. 12	+0. 12			X	X



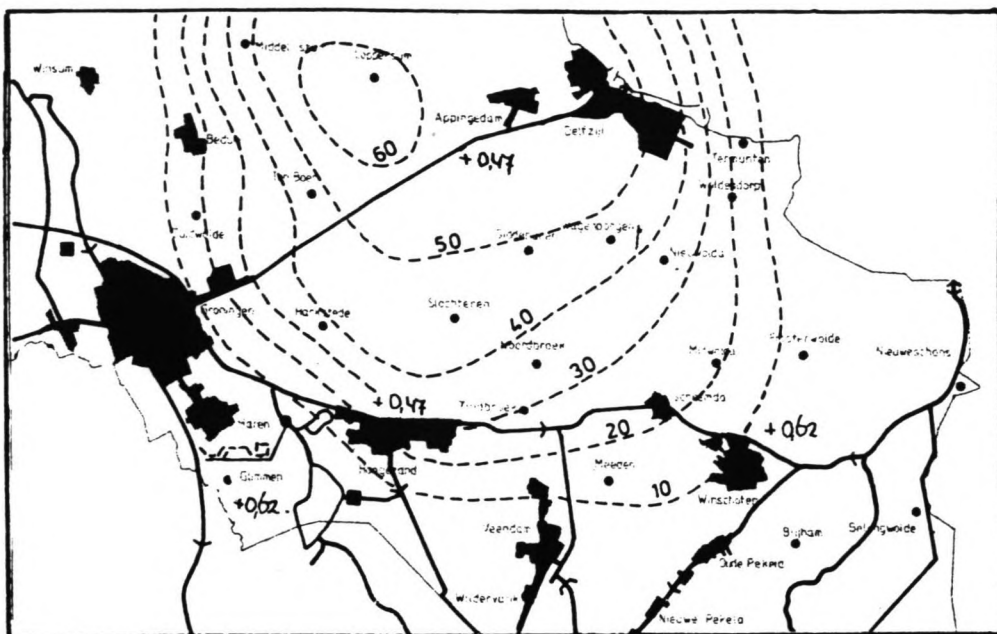
Eindoplossing: 1.



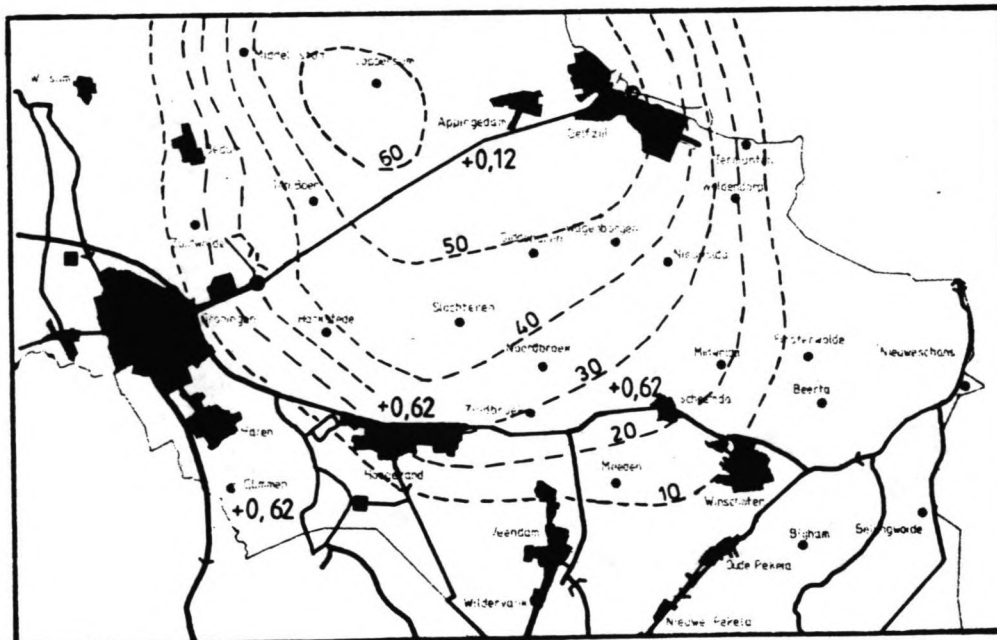
Eindoplossing: 2.3.3. Te bouwen sluis met stuw en gemaal in het Drents Diep
De sluis te Zuidbroek gesloten

- 60 prognose bodemdaling in cm.
 voor het jaar 2025
 + 0,47 boezem t.o.v. N.A.P. in m.

^ te bouwen sluis
 ^ te bouwen stuw
 □ te bouwen gemaal



Eindoplossing: 2.3.4. Te bouwen sluis met stuw en
gemaal in het Drents Diep
De sluis te Zuidbroek geopend



Eindoplossing: 4.1.1.

--- 60 --- prognose bodemdaling in cm.
voor het jaar 2025
+ 0,47 boezem tov. N.A.P. in m.

— te bouwen sluis
- - - te bouwen stuw
□ te bouwen gemaal

BIJLAGE X

INVENTARISATIE VAN DE MAATREGELEN VOOR DE 3 VERSCHILLENDE EINDOPLOSSINGEN

Tabel 4

MAATREGELEN	Eind- oplossing 1.	Eind- oplossingen 2. 3.	Eind- oplossing 4. 1. 1.
1. Aanpassings-, vernieuwings- werken en nieuwbouw water- bouwkundige constructies, weg-, spoorweg- en scheep- vaartvoorzieningen in de boezemkanalen.	Zeer groot ¹⁾ (300 ± 15%)	Groot/zeer groot ¹⁾ (290 ± 15%) (miljoen gulden)	Zeer groot ¹⁾ (300 ± 15%)
2. Aanpassingswerken in het af- stroomgebied (gemalen, stuwen, boordvoorzieningen gebied ten zuiden van het Winscho- terdiep regio Waterhuizen, Zuidbroek - Veendam en stedelijk gebied Groningen.	gering	zeer gering	gering
3. Schaderisico bedrijven (stagnatie produktie tij- dens uitvoeren maatregelen moeilijk wordende bereik- baarheid in de eindsitua- tie, bedrijfsverplaatsing	²⁾ zeker-zeer groot (Delfzijl) gering (H'zand- Zuidbroek)	²⁾ zeker-groot (Delfzijl).	gering (H'zand, Zuidbroek)
4. Schaderisico m. b. t. gebouw- enschade als gevolg van ver- groting van drooglegging	n. v. t.	²⁾ aanwezig (regio Veen- dan en Gron.)	n. v. t.
5. Schaderisico m. b. t. vermin- dering drooglegging en toe- name kwel direct langs de kanalen gelegen gronden - bebouwing, wegen, spoor- weg en haventerreinen - landbouw	²⁾ zeer groot (Delfzijl) ²⁾ groot	²⁾ groot (Delfzijl) ²⁾ aanwezig	gering (direct bo- venstrooms schutsluis) gering
6. Aanpassingen kabels en leidingen	²⁾ zeer aan- zienlijk (Delfzijl)	²⁾ aanzienlijk Delfzijl en Groningen	zeer gering

Vervolg tabel 4

MAATREGELEN	Eind- oplossing 1.	Eind- oplossing 2. 3.	Eind- oplossing 4. 1. 1.
7. Scheepvaart (beroeps-)	n. v. t.	n. v. t.	extra pas- seertijden schutsluis
8. Veiligheid m. b. t. de water- afvoer in zeer extreme si- tuaties t. o. v. de huidige situatie	gelijk	gelijk	kleiner
9. Gevolgen doorbraak boezem- kade als gevolg van ca- lamiteit t. o. v. huidige situatie.	groter (Eemskanaal, Winschoter- diep)	groter (Eemska- naal)	groter (beperkt tot direct bovenstrooms schutsluis Winschoter- diep)
10. Bodemdalingsprognose- gevoeligheid.	zeer gevoelig	zeer gevoelig	weinig gevoelig
11. Gevolgen voor natuur en landschap.	geen	geen	geen

1) De waarden van deze kosten zijn afkomstig uit een nota uitgebracht door de Provinciale Waterstaat Groningen: "Nota inzake het peil van de Eemskanaalboezem in relatie tot de bodemdaling door aardgaswinning". In deze nota wordt voor de 3 eindoplossingen een globale kostenraming van de directe kosten gemaakt.

2) ter indicatie: het totaal van deze kosten is door de provinciale waterstaat Groningen geraamd op 30 - 80 miljoen gulden.

LITERATUURLIJST

- [1] Directie Algemene Dienst van Rijkswaterstaat
Beschrijving van de provincie Groningen
's Gravenhagen, Staatsdrukkerij en uitgeversbedrijf
's Gravenhagen, 1961

- [2] Directie Algemene dienst en Waterhuishouding van R. W. S.
Wegwijzer voor de binnenscheepvaart
Noord Oostelijk Nederland
Rijkswaterstaat, 1973

- [3] Tweede Kamer de Staten Generaal, Verkeer en Waterstaat
Nota Vaarwegen 1980 - 1981 nrs: 1 en 2
's Gravenhagen, Verkeer en Waterstaat, 24 februari 1981

- [4] Dienst Waterhuishouding van Rijkswaterstaat
Beschrijving van de provincie Groningen
's Gravenhagen, Dienst van Rijkswaterstaat, 1961

- [5] Werkgroep Bodemdaling door aardgaswinning
Provinciale Waterstaat Groningen
Nota inzake het peil van de Eemskanaalboezem in relatie tot
de bodemdaling door aardgaswinning
Groningen, januari 1986

- [6] Nederlandse Aardolie Maatschappij
NAM-rapport: Nr 11.391, januari 1985
Bodemdalingsprognoses van Groningen voor de periode 1985 - 2025

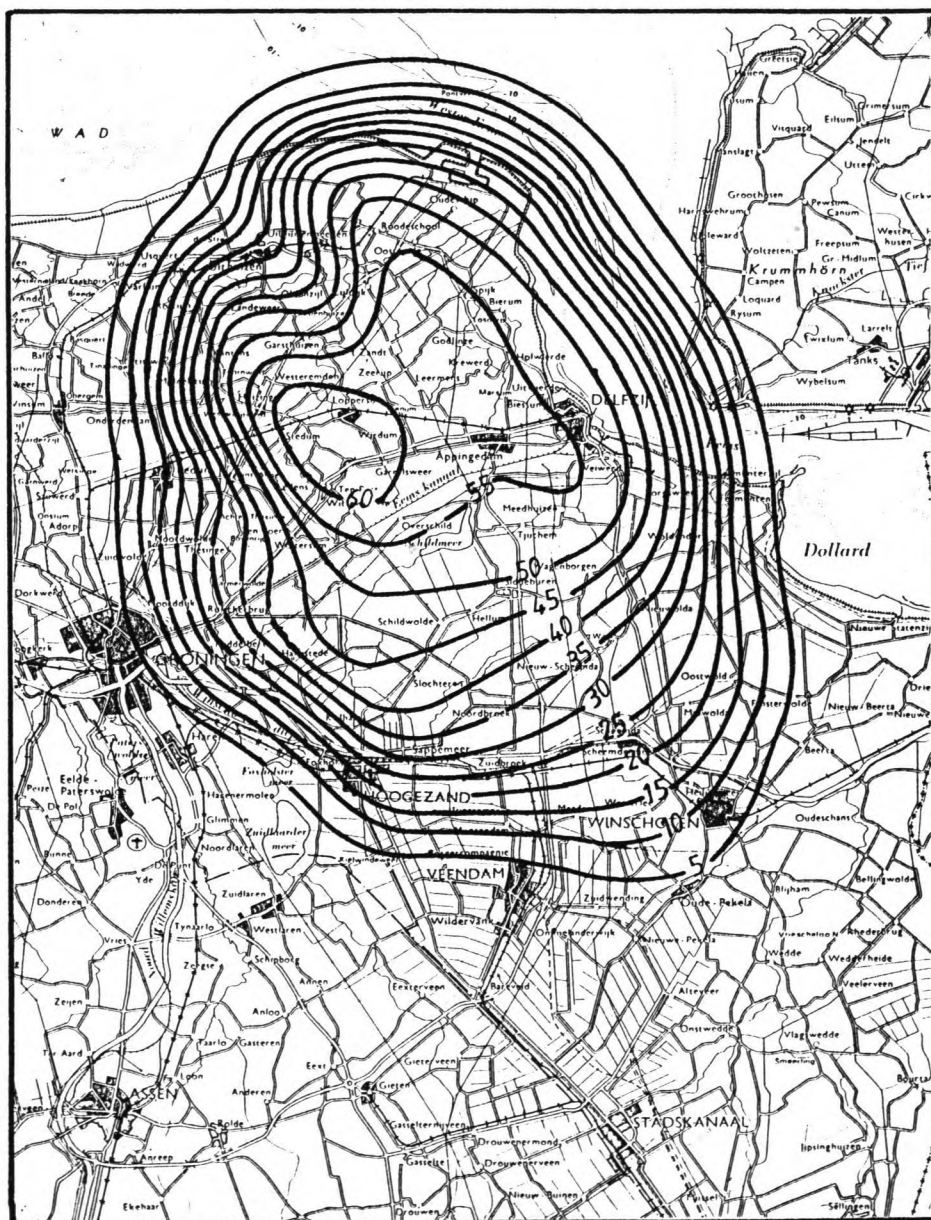
- [7] Ir. P. Stelling
Beschouwing over het Rapport betreffende de verbetering van
het Eemskanaal en de bouw van een nieuwe zeesluis te Farmsum.
De Ingenieur: Nr 12 en 13, maart 1948
Utrecht, Koninklijk Instituut van Ingenieurs, maart 1948

- [8] Ir. J. van der Veen
Verdieping van twee dorpels van de Oostersluis in het Van
Starkenborghkanaal bij Groningen
De Ingenieur: Nr 32, augustus 1951
Utrecht, Koninklijk Instituut van Ingenieurs, augustus 1951
- [9] J. van Kasteren
Nieuwe methode voorspellen bodemdaling
De Ingenieur: Nr 3, maart 1986
Utrecht, KIVI, maart 1986
- [10] Ing. W. A. van Beusekom
Meetkundige dienst van Rijkswaterstaat
Metingen boven het Groningse aardgasveld
Bouwkunde en Civiele Techniek: Nr 6, juni 1986

Gevolgen van de bodemdaling door aardgaswinning voor de Eemskanaalboezem in Groningen

Augustus 1988

W. Koolwijk



Deel I

Inventarisatie van de gevolgen van de bodemdaling en afwegen van benodigde maatregelen.

TU Delft

Technische Universiteit Delft

Faculteit der Civiele Techniek
Vakgroep Waterbouwkunde