



Waterhuishoudkundige maatregelen bij extreme bodemdaling

EBBING VAN TUINEN, WITTEVEEN+BOS

FRANK BEEKHUIZEN, WATERSCHAP HUNZE EN AA'S

FRANK SMITS, WITTEVEEN+BOS

Door zoutwinning treedt nabij Veendam extreme komvormige bodemdaling op. Dit heeft grote gevolgen voor de waterhuishouding. De prognoses voor de bodemdaling als gevolg van zoutwinning, ten opzichte van 1993, bedragen in het centrum van het dalingsgebied 65 cm in 2025 en, mocht er daarna verder worden gewonnen, 115 cm in 2050. In het onderzoeksgebied treedt tevens bodemdaling als gevolg van aardgaswinning op. Zowel de ongelijkmatige daling van het maaiveld op zich als de gelijktijdig optredende ongelijkmatige daling van watergangen en kunstwerken heeft sterke invloed op de drooglegging en de wateraan- en afvoersituatie. Met de inzet van GIS, een droogleggings-module en SOBEK-modellen blijkt het goed mogelijk om een waterhuishoudkundig ontwerp op te stellen waarmee de waterhuishouding ook in de toekomst aan de daaraan gestelde eisen voldoet.

Al sinds 1981 wordt ten westen van Veendam magnesiumzout gewonnen uit de diepe ondergrond. Deze zoutwinning veroorzaakt bodemdaling. Met de aanvankelijk toegepaste mijnmethode was de bodemdaling gering,

maar sinds 1995 is om onder andere economische redenen gekozen voor een mijnmethode die forsere bodemdaling veroorzaakt. Wetschappelijke prognoses hebben uitgewezen dat de bodemdaling komvormig is, geleidelijk en

voorspelbaar. De komvormige bodemdaling als gevolg van zoutwinning zou grote gevolgen hebben voor de waterhuishouding in het gebied rondom het centrum van de winning indien niet waterhuishoudkundig zou worden ingegrepen. Dit artikel behandelt de totstandkoming van een waterhuishoudkundig ontwerp voor 2012, waarmee de droogleggingen en de waterafvoersituatie ook in de toekomst aan de daaraan gestelde eisen blijven voldoen.

Doelstelling van het onderzoek

Doelstelling van het onderzoek was het op voorontwerpniveau dimensioneren van duurzame waterhuishoudkundige maatregelen, die nodig zijn om negatieve effecten van bodemdaling op de waterhuishouding als gevolg van de zoutwinning op te lossen. De maatregelen zijn gericht op de situatie in 2012, met een doorkijk naar 2025. Bij het bepalen van de maatregelen is uitgegaan van gangbare technische methoden en door waterschap Hunze en Aa's algemeen gebruikte criteria. Tevens is gestreefd naar een maximaal intern en extern draagvlak voor de maatregelen.

Prognoses bodemdaling

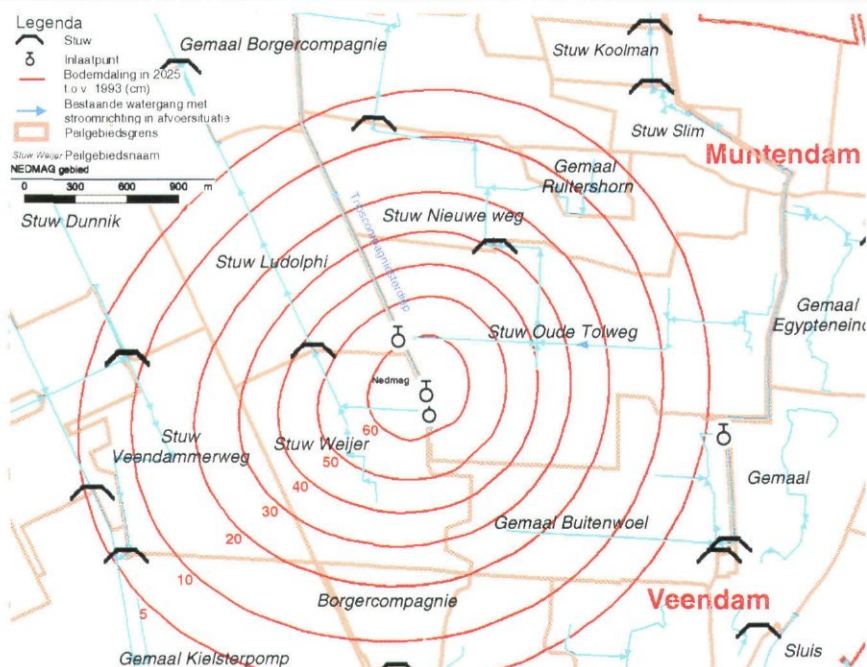
De ontginningsvergunning loopt af als bepaalde criteria zijn bereikt. Eén van die criteria is een maximale bodemdaling op het diepste punt van 65 cm ten opzichte van 1993. Met de huidige productiesnelheid wordt verwacht dat deze bodemdaling omstreeks 2025 zal worden bereikt¹. In afbeelding 1 wordt de verwachte bodemdaling in 2025 ten opzichte van 1993 weergegeven. De afstand vanaf het centrum tot de 5 cm-zone bedraagt circa 2,5 km. Bij continuering van de zoutwinning na 2025 met dezelfde productiesnelheid zou de bodemdaling in 2050 op het diepste punt 115 cm bedragen ten opzichte van 1993.

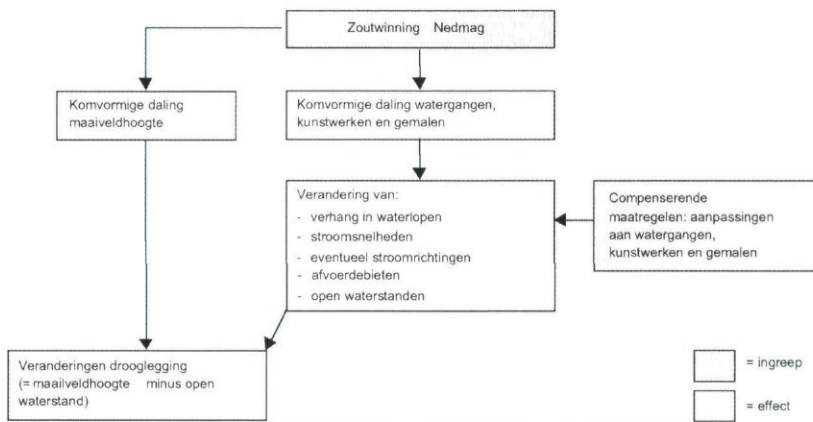
Verschillende snelheden van bodemdaling

De voorspelde snelheid van de bodemdaling als gevolg van zoutwinning bedraagt op het diepste punt, nabij de productielocatie, ongeveer 20 mm per jaar. Op een afstand van ongeveer 2,5 km uit het centrum nemen de snelheden af tot circa 1,5 mm per jaar. In het aandachtsgebied treedt tevens bodemdaling als gevolg van aardgaswinning² op.

De prognoses voor de bodemdaling als gevolg van aardgaswinning bedragen circa 1,5 mm per jaar aan de noordkant van het gebied en 0,5 mm per jaar aan de zuidkant van het gebied³. De bodem in het onderzoeksgebied bestaat overwegend uit zandgronden, waardoor eventuele bodemdaling als gevolg van klink of oxydatie vrijwel verwaarloosbaar is. De bodemdalingssnelheid als gevolg van zout- en gaswinning is met name afhankelijk van de

Afb. 1: Verwachte bodemdaling als gevolg van zoutwinning in 2025 ten opzichte van 1993 (in cm).





Afb. 2: Ingreep-effectrelaties bodemdaling en waterhuishouding.

Tabel 1. Primaire en secundaire toetsingscriteria.

primaire toetsingscriteria	secundaire toetsingscriteria
droogleggingseisen maximale stroomsnelheden in watergangen en kunstwerken	gevoeligheid bebouwing beschoeiingen te droog of te nat kadehoogten Tripscompagniesterdiep doorvaartmogelijkheden recreatievaart relaties met stedelijk waterplan Veendam wateraanvoersituatie effecten op waterkwaliteit effecten op grondwaterstroming effecten op drainage draagvlak en haalbaarheid van de maatregelen

afstand tot het centrum van de winning. De bodemdaling in dit gebied is extreem groot. Ter vergelijking kan worden gekeken naar de bodemdaling als gevolg van klink en oxydatie van veen in veengebieden in laag Nederland. In deze gebieden varieert de bodemdalingssnelheid van circa 2 mm per jaar tot maximaal circa 15 mm per jaar^{4),5)}.

Consequenties voor de waterhuishouding

De komvormige bodemdaling door zoutwinning heeft grote consequenties voor de waterhuishouding in het onderzoeksgebied. Bij autonome ontwikkeling zal het centrum van het dalingsgebied steeds natter worden. Door de daling van het maaiveld neemt de

drooglegging hier af indien de peilen van het oppervlaktewater gelijk zouden blijven. Naast dit rechtstreekse effect op de drooglegging zorgt de bodemdaling ook voor een daling van watergangen, kunstwerken (duikers, stuwen) en gemalen binnen het invloedsgebied. Ook deze dalingen zijn sterker in het centrum van het dalingsgebied dan verder daar vanaf. De natuurlijke afwateringsrichting zal zich daarvoor steeds meer naar het centrum van het dalingsgebied richten. In het centrum van het dalingsgebied bij Veendam eindigt een bestaande tak van het boezemstelsel, het Tripscompagniesterdiep, die momenteel alleen een wateraanvoerfunctie heeft. Deze boezemtak biedt echter ook mogelijkheden voor waterafvoer. De effecten van de bodemdaling kunnen worden gecompenseerd door waterhuishoudkundige maatregelen, waarmee de drooglegging in het gebied op orde kan worden gehouden. In afbeelding 2 zijn de verschillende ingreep-effectrelaties schematisch weergegeven.

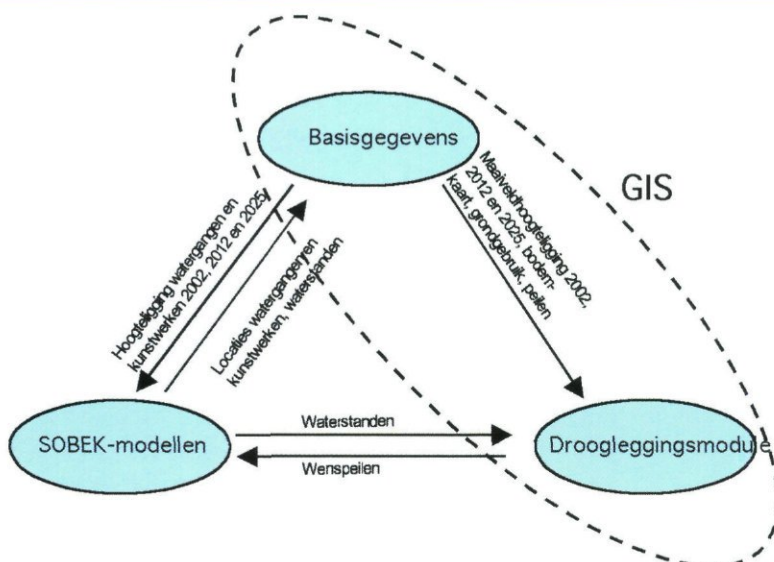
Toetsingscriteria maatregelen

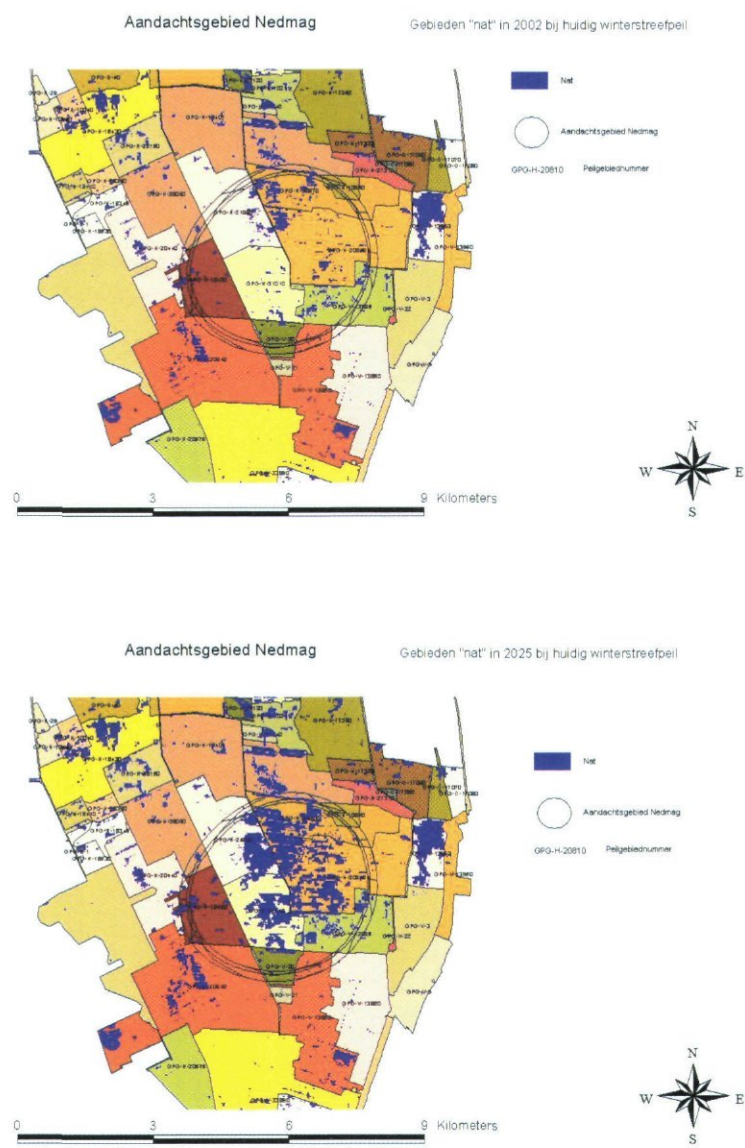
Voor het beoordelen van het effect van waterhuishoudkundige maatregelen zijn reeds in het begin van het onderzoek toetsingscriteria uitgewerkt⁶⁾. Daarbij is onderscheid gemaakt in primaire en secundaire criteria (zie tabel 1).

Knelpuntenanalyse

Op basis van het Algemeen Hoogtebestand Nederland uit 1998 en de gemeten bodemdalingen in de periode 1998-2002 is met behulp van GIS eerst een basis-hoogtebestand gemaakt voor 2002. Vervolgens zijn digitale hoogtebestanden voor 2012 en 2025 gegenereerd door van het bestand van 2002 de prognoses voor de bodemdaling door zowel zoutwinning als aardgaswinning af te trekken. Vervolgens zijn met de droogleggingsmodule van waterschap Hunze en Aa's droogleggingsanalyses uitgevoerd voor de jaren 2002, 2012 en 2025. De droogleggingsmodule is een ArcView-applicatie, waarmee op basis van maaiveldhoogteligging, bodemtype, grondgebruik en waterpeilen per peilgebied wordt bepaald welk deel van het peilgebied te nat, profiterend of te droog is. De module gaat uit van gangbare droogleggingscriteria die door het waterschap worden gehanteerd. Zo is bijvoorbeeld als algemeen uitgangspunt gehanteerd dat per peilgebied maximaal vijf procent van de oppervlakte te nat mag zijn. Voor de hydraulische toetsing van het watersysteem is een SOBEK-model van het onderzoeksgebied gemaakt, op basis van in 2002 uitgevoerde metingen van de watergangen en kunstwerken. Met behulp van GIS is per watergang en kunstwerk in het model de daling in 2012 respectievelijk 2025 berekend. Op basis hiervan zijn vervolgens SOBEK-

Afb. 3: Inzet instrumentarium.





Afb. 4: Gebieden die te nat zijn in 2002 en 2025.

modellen voor 2012 en 2025 gemaakt. De modellen zijn doorgerkend voor maatgevende afvoersituaties. Op grond van deze berekeningen zijn voor de autonome ontwikkeling de in de toekomst te verwachten knelpunten voor wat betreft drooglegging en afwatering in beeld gebracht. In afbeelding 3 is de inzet van

de hiervoor beschreven instrumenten weer-gegeven.

In afbeelding 4 zijn de gebieden weer-gegeven die volgens de droogleggingsmodule te nat zijn in 2002 en in 2025.

In afbeelding 1 zijn de namen van de peil-gebieden die geheel of gedeeltelijk in het

dalingsgebied liggen weergegeven. De peilen in rust zijn gericht op een drooglegging van minimaal circa één meter voor grasland en 1,20 meter voor bouwland. Om in de toekomst aan de droogleggingseisen bij peilen in rust te kunnen blijven voldoen, bleken voor met name vier direct rondom het centrum van de zoutwinning gelegen peilgebieden peilverla-gingen noodzakelijk te zijn. Met behulp van de droogleggingsmodule zijn voor de betreffende peilgebieden wenspeilen berekend voor 2002, 2012 en 2025 (zie tabel 2).

De vier genoemde peilgebieden wateren allen af naar gemeaal Borgercompagnie. Door de richting van de bodemdaling nemen de peilverschillen tussen de peilvakken in stroomafwaartse richting af. In tabel 3 zijn de afnemende peilverschillen weergegeven.

De afnemende peilverschillen zorgen tij-dens afvoersituaties voor toenemende opstu-wingen in de bovenstrooms gelegen peilgebie-den. In afbeelding 5 zijn de met de SOBEK-modellen berekende toenames van de opstuwingen weergegeven bij maatgevende afvoer Q_d die één of twee dagen per jaar optreedt. De huidige automatische stuwen zijn daarbij volledig gestreken.

Zonder bodemdaling zouden de lijnen in afbeelding 5 horizontaal lopen. De toenemende opstuwingen betekenen een afnemende droog-legging tijdens afvoersituaties. Voor dit gebied dient de drooglegging bij maatgevende afvoer minimaal 50 à 60 cm te bedragen⁷⁾. Omdat de grenzen van het bestaande afwateringssysteem zijn bereikt (stuwen volledig gestreken), is aan-vullende bemaling nodig om in de toekomst tijdens afvoersituaties te kunnen blijven vol-doen aan de droogleggingseisen.

Waterhuishoudkundige maat-regelen

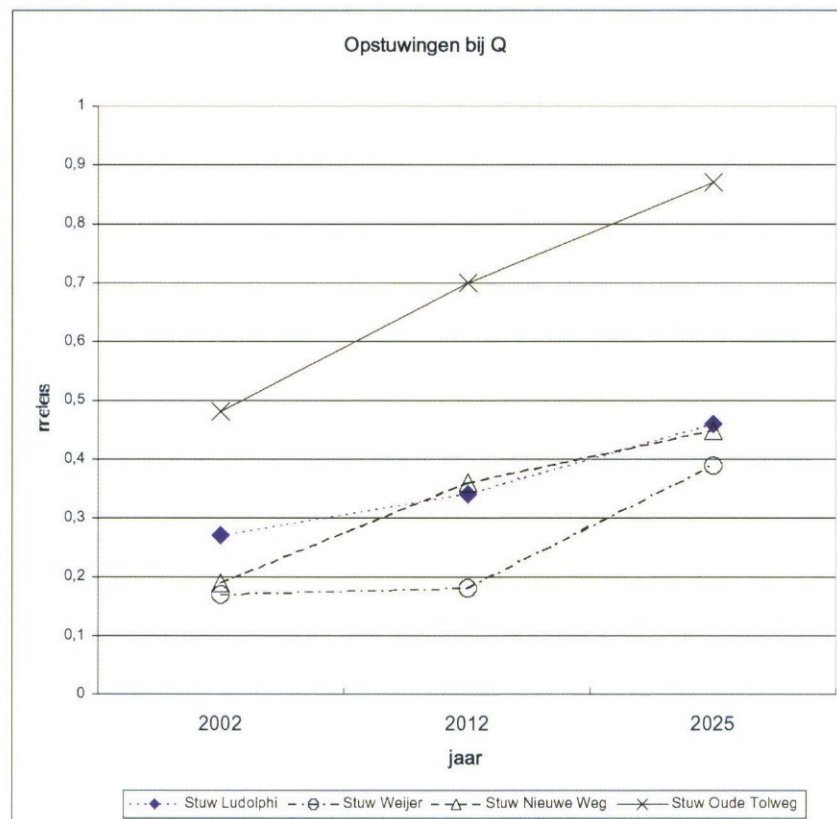
Op basis van de knelpuntenanalyse zijn in nauw overleg met de omgeving maatregelen uitgewerkt om de waterhuishouding op orde te houden. De voorkeursmaatregelen zijn ver-werkt tot een ontwerp voor de situatie in 2012.

Dit ontwerp gaat uit van:

- opsplitsing van drie bestaande peilgebie-den in een hoog en een laag deel,
- aanpassen peilen per peilgebied,
- realisatie van een nieuw gemeaal dichtbij het centrum van de daling, lozend op het Tripscompagniesterdiep,
- afwatering van de omliggende peilgebie-den naar het nieuwe gemeaal,
- verruimen en opwaarderen tot hoofd-watergang van een aantal bestaande watergangen, in verband met de gewijzig-de afwateringsrichting, en

Tabel 2. Wenspeilen in 2002, 2012 en 2025 voor vier huidige peilgebieden bij een autonome ontwikkeling.

peilgebied	wenspeilen 2002		wenspeilen 2012		wenspeilen 2025	
	winter m NAP	zomer m NAP	winter m NAP	zomer m NAP	winter m NAP	zomer m NAP
stuw Oude Tolweg	-0.20	0.50	-0.35	0.35	-0.55	0.15
stuw Nieuwe Weg	-0.40	0.30	-0.45	0.25	-0.55	0.15
stuw Ludolphi	-0.30	0.40	-0.45	0.30	-0.60	0.10
stuw Weijer	0.05	0.75	-0.10	0.60	-0.35	0.35



Afb. 5: Toenemende opstuwingen tijdens maatgevende afvoersituaties.

Tabel 3. Afnemende peilverschillen tussen peilgebieden in de wintersituatie.

peilgebied bovenstrooms	peilgebied benedenstrooms	peilverschil (in meters)		
		2002	2012	2025
stuw Oude Tolweg	stuw Nieuwe Weg	0,15	0,10	0,00
stuw Nieuwe Weg	gemaal Borgercompagnie	0,35	0,15	0,10
stuw Weijer	stuw Ludolphi	0,35	0,35	0,25
stuw Ludolphi	gemaal Borgercompagnie	0,30	0,15	0,05

- aanleg van drie nieuwe inlaatwerken en aanvoerwatergangen om de hogere delen van de opgesplitste peilgebieden van water te kunnen voorzien.

Het ontwerp is doorgerekend met zowel de droogleggingsmodule als met SOBEK en getoetst aan de van tevoren gestelde criteria. Uit de toetsing kwamen geen wezenlijke knelpunten naar voren. Wel zijn enkele aandachtspunten voor de uitvoering van het ontwerp geïdentificeerd en zijn aanbevelingen voor monitoring en vervolgonderzoeken gedaan.

LITERATUUR

- 1) GeoDelft (2002). Bodemdaling door NEDMAG zoutwinning: periode 1993 tot en met 2006 en 2011.
- 2) Commissie Bodemdaling door aardgaswinning (1987). Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkings in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen.
- 3) NAM (2002). Modelberekeningen zettingen.
- 4) Baas W. (2001). Bodemdaling in veengebieden. Landschap nr. 2.
- 5) Schokking F. (1993). Maaiveldddaling in veenweidegebieden in de provincie Friesland. Rijks Geologische Dienst rapport 10981.
- 6) Witteveen+Bos (2004). Onderzoek waterhuishoudkundige maatregelen naar aanleiding van bodemdaling Nedmag. In opdracht van waterschap Hunze en Aa's.
- 7) Cultuurtechnische vereniging Utrecht (1988). Cultuurtechnisch Vademecum.