

ONDERWERP

Effect van bodemdaling ten gevolge van gaswinning nabij Ternaard op de (brakke) kwelflux

PROJECTNUMMER

C05058.000189

DATUM

4 februari 2021

ONZE REFERENTIE

D10023004:30

VAN

Arcadis

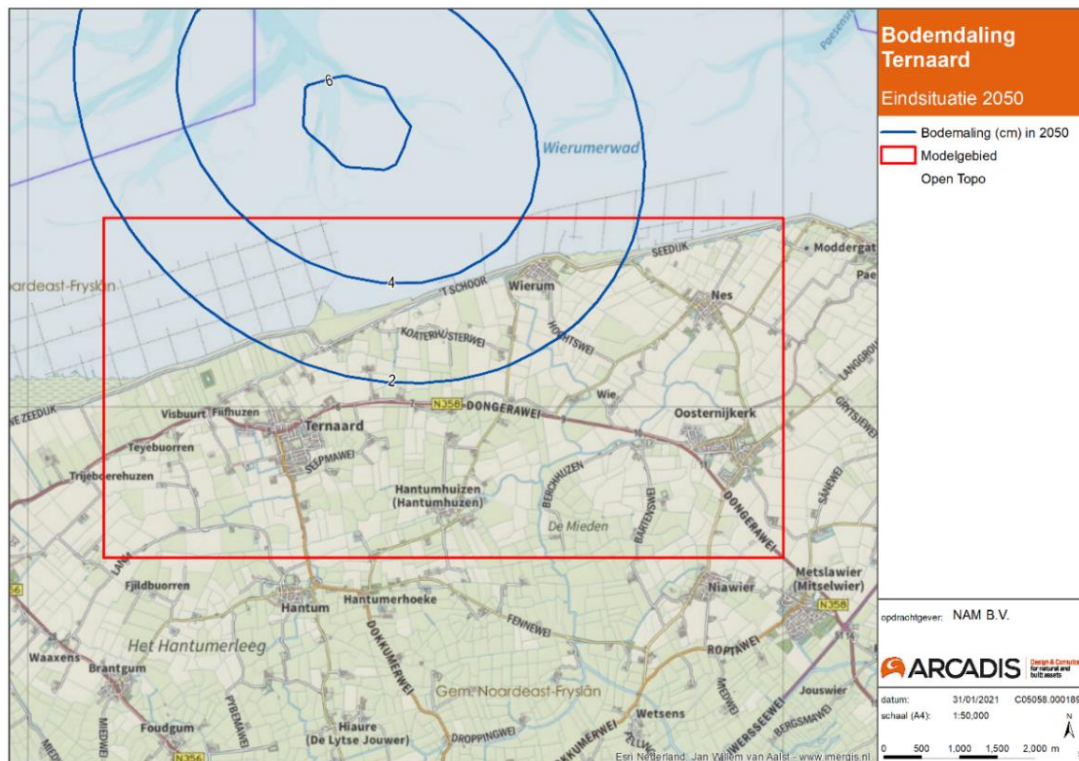
AAN

NAM B.V.

Inleiding

Nabij de plaats Ternaard, in de gemeente Noardeast-Fryslân, is de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) voornemens om een productiebooring uit te voeren, met als doel aardgas te winnen. Het plan is om op een duurzame, veilige en optimale wijze aardgas te winnen uit het Ternaard gasveld, binnen de beschikbare gebruiksruimte voor gaswinning in de Waddenzee en met toepassing van het 'hand aan de kraan'-principe. Met het 'hand aan de kraan'-principe wordt bedoeld dat de NAM in samenwerking met externe partijen de bodemdaling monitort, en indien nodig de productie vermindert, zodat geen negatieve gevolgen ten aanzien van de Waddenzee optreden.

Het zogenaamde 'Ternaard gasveld' bevindt zich grotendeels onder de Waddenzee, op ruim 3 kilometer diepte, met een geschat totaal volume aan gas van circa 25 miljard m³. Binnen de wettelijke kaders die zijn gesteld ten aanzien van bodemdaling is het plan om maximaal 7,57 miljard m³ aan gas te winnen, over een periode van 15 jaar (2021 – 2037). Voor deze gaswinning is de bodemdaling gemodelleerd. De prognose van de daling in 2050 (eindsituatie) is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Prognose bodemdaling (cm) in 2050 (eindsituatie) door de maximale gaswinning in het Ternaard gasveld (blauwe contourlijnen) en het modelgebied (rode lijn)

Het effect van de bodemdaling op de omgeving is onderzocht en beschreven in het rapport 'MER gasboring en gaswinning Ternaard (deel A en B), 14 mei 2020' en bijhorende documenten. Voor het aspect 'Bodem en Water', en daarin in het bijzonder de vraag of de bodemdaling kan leiden tot een (significante) toename in brakke tot zoute kwel, is in het MER op basis van een kwalitatieve analyse en specialistische kennis geconcludeerd dat de relatief geringe bodemdaling een klein tot verwaarloosbaar effect heeft op de toename in kwel.

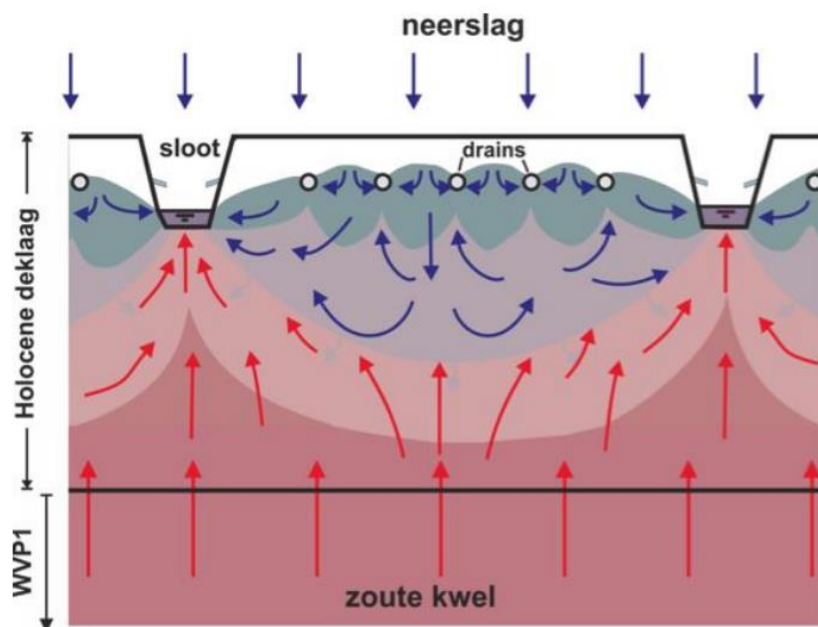
Op verzoek en na overleg (d.d. 17 december 2020) met de Provincie Fryslân is besloten om deze conclusies nader te kwantificeren. In het voorliggende memo brengen we zoveel mogelijk kwantitatief in beeld wat de mogelijke effecten van de gaswinning (i.e. bodemdaling) zijn op grondwater: op de grondwaterstand, verzilting en de gevolgen daarvan voor functies. Voor deze analyse is een relatief eenvoudige modelberekening opgesteld (i.e. geen uitgebreide modelstudie). De aanpak en uitkomst van dit onderzoek zijn onderstaand beschreven.

Processen

Op het land is de geprognotiseerde bodemdaling bij de voorgenomen maximale gaswinning ca. 4 cm nabij de kust tot ca. 2 cm landinwaarts (Figuur 1), over een periode van 30 jaar (2021 – 2050). In de voorliggende situatie kan bodemdaling in theorie op twee manieren tot verzilting leiden:

1. door de bodemdaling wordt de afstand tot het zoet-brak grensvlak kleiner, waardoor de dikte van de zoetwaterlens (enkele centimeters) afneemt.
2. door bodemdaling zijn op termijn (mogelijk) peilverlagingen nodig, om voldoende ontwatering voor landbouw te garanderen. Door de peilverlaging kan de (brakke/zoute) kwelflux¹ toenemen.

Deze processen kunnen elkaar versterken, waardoor de situatie met peilverlaging maatgevend is. In die situatie neemt zowel de afstand tot het zoet-brak grensvlak af (met enkele centimeters) en de kwelflux toe (Figuur 2). Hierbij moet echter worden opgemerkt dat een bodemdaling van enkele centimeters naar verwachting geen aanleiding geeft om het peil te wijzigen met het oog op de (benodigde) ontwateringsdiepte. Bij een ongewijzigd peil is het voornaamste risico dat verzilting optreedt door een verkleining van de afstand (ten opzichte van maaiveld) tot het zoet-brak grensvlak.



Figuur 2 Schematische weergave van een regenwaterlens in een zout kwelgebied (bron: de Louw et al., 2013²)

¹ De kwelflux is in dit onderzoek gedefinieerd als de opwaartse stroming (in mm/d) van het eerste watervoerend pakket naar de deklaag.

² PhD Thesis van P.G.B. de Louw (2013) 'Saline seepage in deltaic areas: Preferential groundwater discharge through boils and interactions between thin rainwater lenses and upward saline seepage', URL: <https://research.vu.nl/en/publications/saline-seepage-in-deltaic-areas-preferential-groundwater-discharg>

Uit een indicatieve analyse van het risico op verzilting, door de provincie Fryslân, volgt dat de dikte van de regenwaterlens (of zoetwaterlens) in het beïnvloede gebied (Figuur 1) varieert van kleiner dan 1 m tot meer dan 2 m. Voor meer informatie over dit onderzoek verwijzen we de notitie 'Spaarwater verziltingsrisicokaart voor de waddenregio³, d.d. 26 juli 2018' en naar de website van de provincie Fryslân⁴. Oftewel, het zoet-brak grensvlak bevindt zich in (een deel van) het beïnvloede gebied mogelijk relatief dicht bij het maaiveld. Voor die delen met een agrarische functie geldt dat er een risico op verzilting is als deze lens verdwijnt, of als brak kwelwater de wortelzone van een gewas bereikt. Hierbij fluctueert de dikte van de regenwaterlens door het jaar heen, met name als gevolg van variaties in de hoeveelheid neerslag en verdamping – samen met de vrijwel continue aanwezige (brakke) kweldruk. Vooral tijdens het groeiseizoen van het gewas (april tot oktober) is het van belang dat de dikte van de regenwaterlens voldoende is.

Hierbij moeten ook worden opgemerkt dat het beïnvloede gebied in de komende decennia waarschijnlijk ook te maken krijgt met een toenemende (brakke) kweldruk ten gevolge van zeespiegelstijging. In deze memo is alleen ingegaan op de mogelijke toename in brakke/ zoute kwel ten gevolge van bodemdaling.

Systeem

De ondiepe ondergrond in het beïnvloede gebied (Figuur 1) bestaat uit een Holocene deklaag van grofweg 5 tot 10 m dik, bestaande uit een bovenlaag van enkele meters bestaande uit klei tot kleiig zand, en een onderlaag van klei, veen of fijn zand. Onder de deklaag bevinden zich veelal een laag van fijn tot grof zand, waarbij er lokaal kleilenzen voorkomen. Zoals beschreven in de voorgaande paragraaf bevindt het zoet-brak grensvlak zich vermoedelijke binnen enkele meters onder het maaiveld, en dus binnen de deklaag (zie notitie 'Spaarwater verziltingsrisicokaart voor de waddenregio¹, d.d. 26 juli 2018' en de website van de provincie Fryslân²).

De buisdrainage bevindt zich op 1,7 m onder maaiveld (bron: 'Buisdrainagekaart 2015, Update landelijke buisdrainagekaart o.b.v. de landbouwmeetings van 2012' van Alterra, februari 2016). In het beïnvloede gebied betekent dit bij een gemiddeld maaiveld van NAP +0,8 tot +0,9 m veelal een diepte van NAP -0,8 tot -0,9 m. Het waterpeil van het oppervlaktewatersysteem is gemiddeld ca. NAP -0,9 m (bron: AHN en MIPWA).

Methode

Voor de provincie Fryslân is recent een (zoet-zout) grondwatermodel ontwikkeld, en ten behoeve van dit onderzoek is contact opgenomen met RHDHV (i.e. de ontwikkelaars). Na afstemming met RHDHV is echter besloten om dit model niet in te zetten voor de voorliggende studie, omdat het schaalniveau (250 x 250 m) niet aansluit bij het gewenste (kleine) schaalniveau van dit onderzoek. Het model is ook vooral bedoeld voor de berekening van het effect van grootschalige ingrepen op regionale schaal, en niet voor het berekenen van (kleinschalige) effecten op perceelsniveau.

Als alternatief is daarom gekozen om de effecten door te rekenen met een uitsnede uit het MIPWA-grondwatermodel. De omvang van de uitsnede is als modelgebied weergegeven in Figuur 1. MIPWA is een gedetailleerd, regionaal modelinstrumentarium van Noord-Nederland. Hierbij is de laatste versie (versie 4) van MIPWA gebruikt, zodat we gebruik maken van de meest recente gegevens, zoals bijvoorbeeld REGIS II v2.2. Voor meer informatie over MIPWA verwijzen we naar het rapport 'MIPWA v4 modelbouw, REGIS2.2+ lagenmodel', d.d. 3 september 2020.

Omdat MIPWA geen dichtheidsafhankelijk model is, zijn dichtheidsstroming en eventuele verschuivingen in het zoet-brak grensvlak niet expliciet meegenomen bij de modelberekeningen. Daarom is het risico op verzilting in deze studie beoordeeld op basis van de berekende verandering in de grondwaterstand en kwel(flux), en de (indicatieve) positie van het zoet-brak grensvlak. Verder is voor alle modelparameters en randvoorwaarden uitgegaan van de huidige, stationaire situatie, op een schaalniveau van 25 x 25 m.

Voor de berekening van de effecten zijn een referentiesituatie en twee scenario's doorgerekend:

³ [https://www.noardeast-fryslan.nl/sites/default/files/2019-04/Notitie_Verziltingsrisicokaart_\(2018\).pdf](https://www.noardeast-fryslan.nl/sites/default/files/2019-04/Notitie_Verziltingsrisicokaart_(2018).pdf)

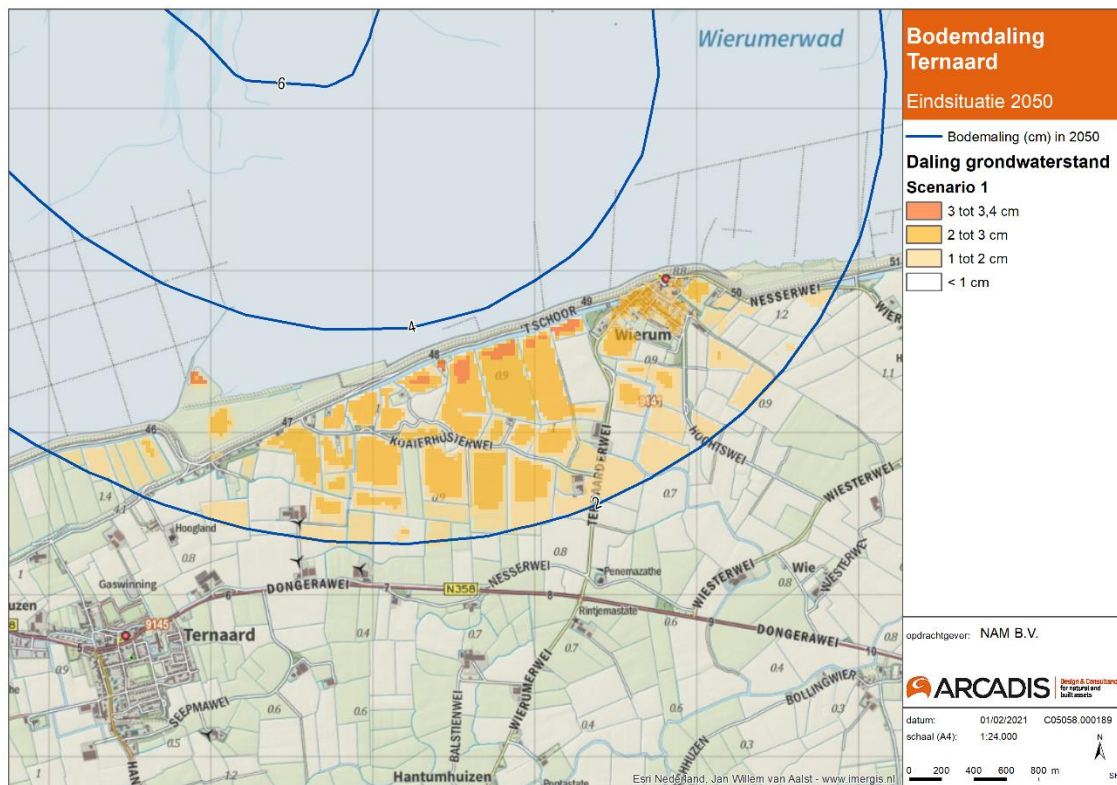
⁴ https://www.fryslan.fr/home/kaarten_3208/item/verziltingsrisicokaart_22964.html

- **Referentiesituatie:** huidige, gemiddelde situatie zonder bodemdaling
- **Scenario 1 (zonder peilverlaging):** de geprojecteerde bodemdaling leidt tot eenzelfde daling in het maaiveld, boven- en onderkant van modellagen, bodemhoogten van watergangen en drainageniveau 's.
- **Scenario 2 (met peilverlaging):** de geprojecteerde bodemdaling leidt tot eenzelfde daling in het maaiveld, boven- en onderkant van modellagen, bodemhoogten van watergangen en drainageniveau 's + het waterpeil van het oppervlaktewatersysteem wordt mee verlaagd.

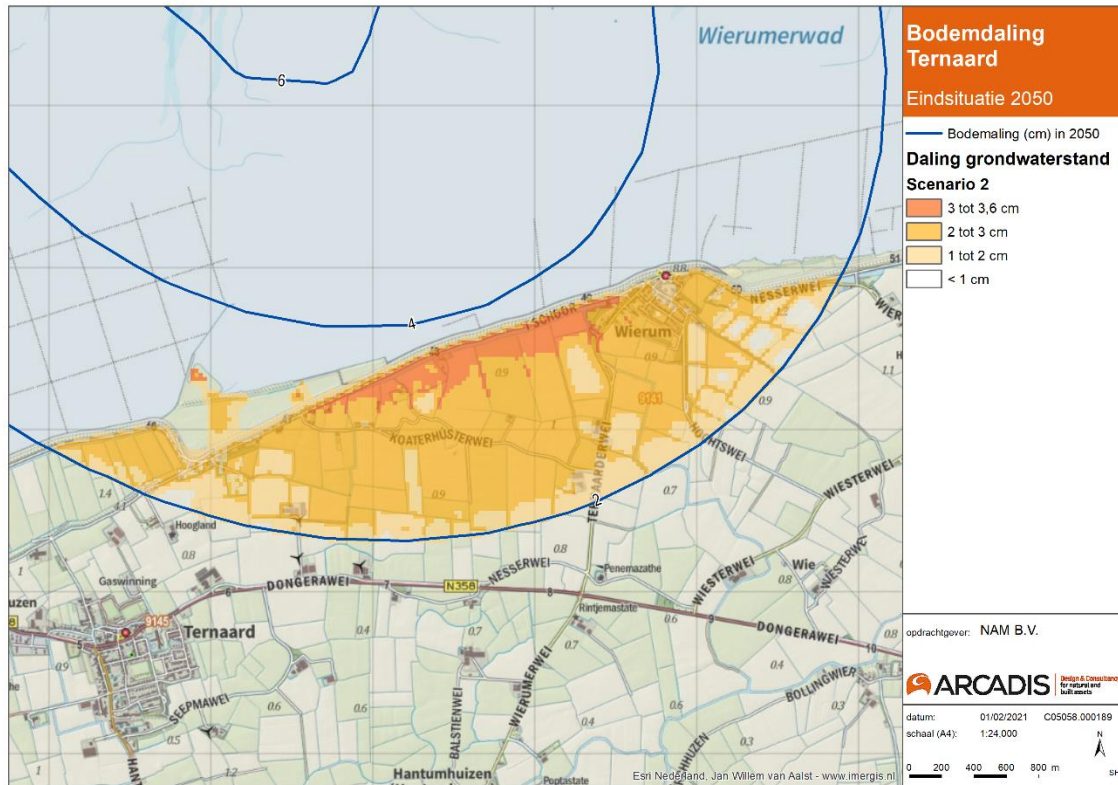
Resultaten

De berekende daling van de freatische grondwaterstand voor scenario 1 en 2 zijn weergegeven in Figuur 3 en 4. Hieruit volgt dat in beide scenario's de freatische grondwaterstanden dalen ten opzichte NAP, waarbij de daling vergelijkbaar is met de bodemdaling. Oftewel, ten opzichte van maaiveld blijven de gemiddelde grondwaterstanden vrijwel gelijk. Voor zowel het stedelijk als agrarisch gebied heeft deze daling dan ook geen significante invloed. De kaarten geven ook een indruk van de ruimtelijke doorwerking van de bodemdaling, en de invloed van respectievelijk de daling van drainageniveau (scenario 1), en peilverlaging (scenario 2). In het slechtste geval zal de afstand tot het zoet-brak grensvlak met eenzelfde hoeveelheid afnemen.

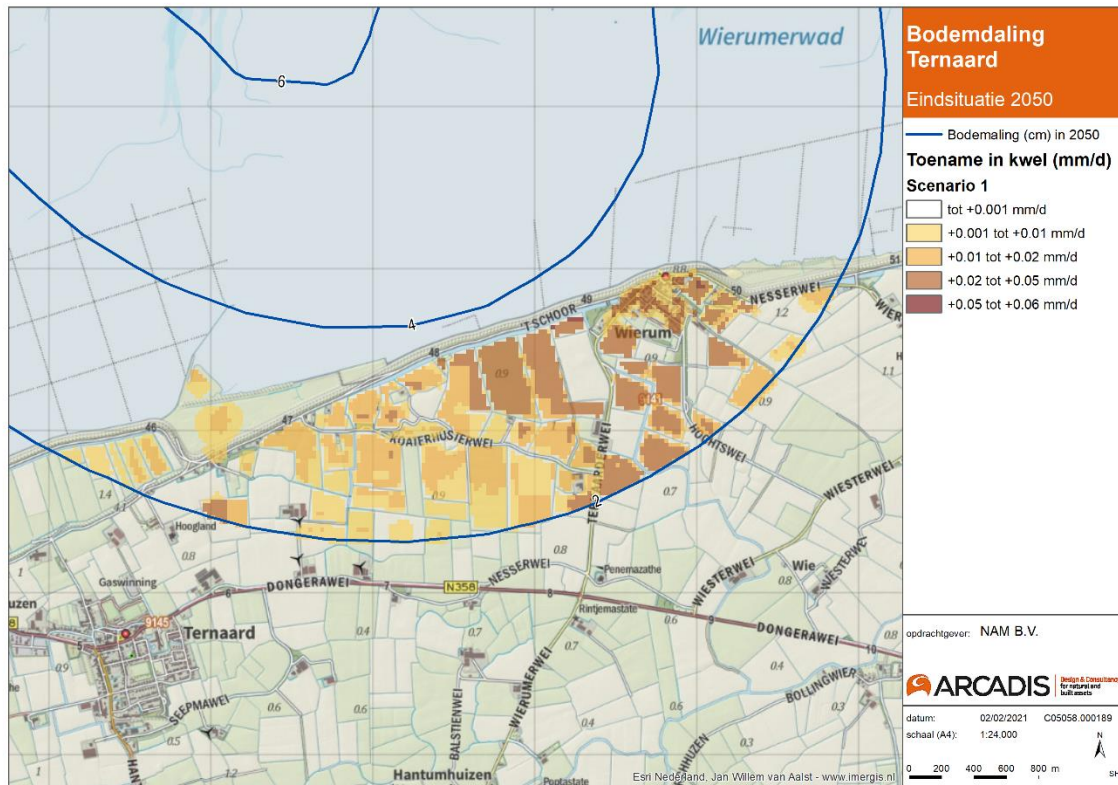
De berekende toename in kwel (in mm per dag) voor scenario 1 en 2 zijn weergegeven in Figuur 5 en 6. De procentuele toename in kwel ten opzichte van de huidige situatie (i.e. referentiesituatie), is weergegeven in Figuur 7 en 8. Hieruit volgt dat in beide scenario's de absolute toename van de kwel (zeer) klein is, met een maximale toename van ca. 0,06 mm per dag (nabij Wiersum). Bij veel percelen is de procentuele toename ten opzichte van de huidige situatie dan ook kleiner dan 10%. Hierbij de varieert de huidige kwel op veel van deze locaties tussen 0,1 en 1 mm per dag. Op locaties waar de berekende, huidige kwel kleiner is dan 0,1 mm per dag, en dus in de huidige situatie relatief laag is, is de procentuele toename groter. Samenvattend; door de bodemdaling neemt de (brakke) kwel toe, maar ook met een peilverlaging is de toename relatief klein tot verwaarloosbaar.



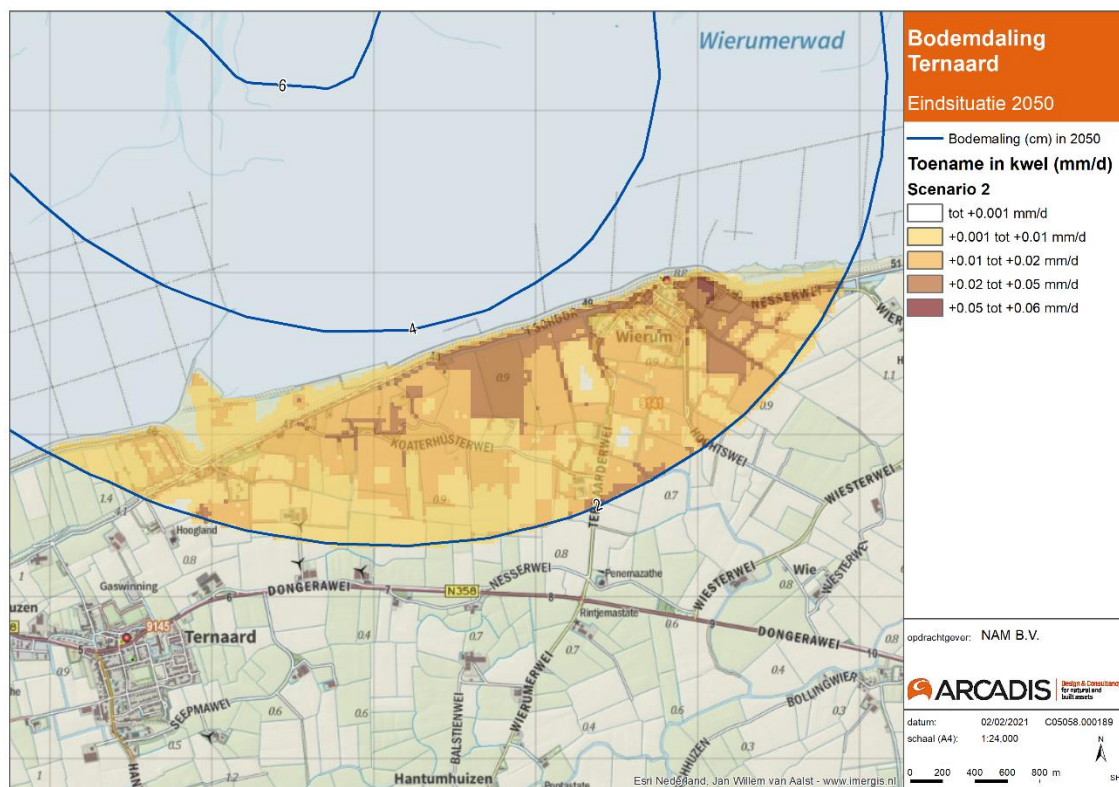
Figuur 3 Daling van de freatische grondwaterstand (t.o.v. NAP) in scenario 1 (zonder peilverlaging)



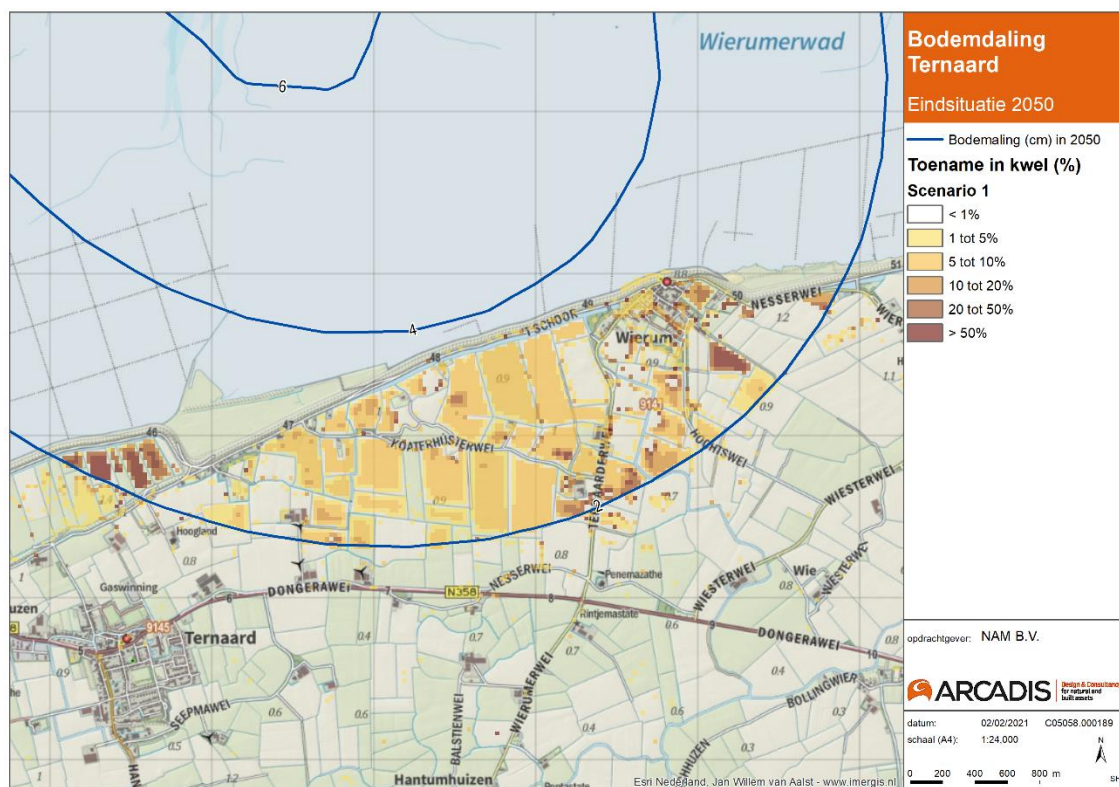
Figuur 4 Daling van de freatische grondwaterstand (t.o.v. NAP) in scenario 2 (met peilverlaging)



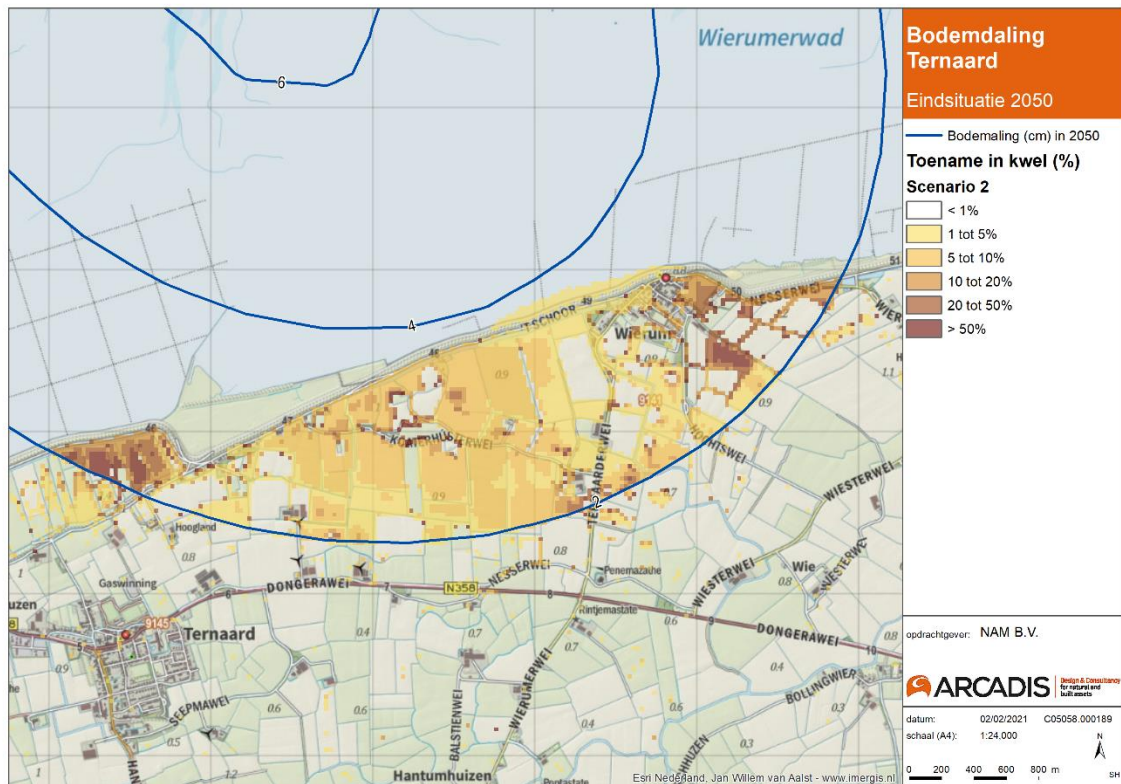
Figuur 5 Toename in kwel (in mm per dag) in scenario 1 (zonder peilverlaging)



Figuur 6 Toename in kwel (in mm per dag) in scenario 2 (met peilverlaging)



Figuur 7 Procentuele toename in kwel (in %) in scenario 1 (zonder peilverlaging)



Figuur 8 Procentuele toename in kwel (in %) in scenario 2 (met peilverlaging)

Conclusie

Uit de modelberekeningen volgt een lichte toename van de (brakke) kwel flux van maximaal 0,06 mm per dag. Door de toename van deze opwaartse (kwel)druk, kan de zoetwaterlens in geringe mate in dikte afnemen. Daarnaast kan door de bodemdaling de afstand tot het zoet-brak grensvlak enkele centimeters afnemen, waardoor de dikte van de zoetwaterlens ook enkele centimeters in dikte afneemt. Ter referentie: uit een indicatieve analyse van het risico op verzilting, door de provincie Fryslân, volgt dat de dikte van de zoetwaterlens in het studiegebied varieert van kleiner dan 1 m tot meer dan 2 m (zie de notitie 'Spaarwater verziltingsrisicokaart voor de waddenregio⁵, d.d. 26 juli 2018' en naar de website van de provincie Fryslân⁶).

De procentuele toename van de kwel geeft een beeld van de verandering ten opzichte van de huidige situatie: op percelen met een lage kwel flux (e.g. kleiner dan 0,1 mm per dag) is de toename relatief hoog (e.g. groter dan 50%), terwijl deze op percelen met een hoge kwel flux (e.g. groter dan 0,1 mm per dag) relatief laag is (e.g. kleiner dan 10%).

De absolute waarden van de berekende veranderingen in kwel flux zijn echter klein. De bodemdaling in de eindsituatie in combinatie met toename in kwel flux kan leiden tot een afname van de dikte van de zoetwaterlens van enkele centimeters. Ten opzichte van de huidige situatie is er sprake van een kleine verandering in de zoetwaterlens, die naar verwachting leidt tot een kleine tot verwaarloosbare toename van de verzilting.

⁵ [https://www.noardeast-fryslan.nl/sites/default/files/2019-04/Notitie_Verziltingsrisicokaart_\(2018\).pdf](https://www.noardeast-fryslan.nl/sites/default/files/2019-04/Notitie_Verziltingsrisicokaart_(2018).pdf)

⁶ https://www.fryslan.frl/home/kaarten_3208/item/verziltingsrisicokaart_22964.html