

Instituut Mijnbouwschade Groningen



Titel	Werkinstructie – Zettingen als gevolg van indirecte effecten van diepe bodemdaling
Auteur	Ir. J.H. van Dalen, Ing. H.J. Everts, Ir. P.C. van Staalduinen
Documenttype	werkinstructie
Datum en Versie	07-07-2022

Werkinstructie - Zettingen als gevolg van indirecte effecten van diepe bodemdaling (voor het gebied met trillingsnelheid kleiner dan 2 mm/s)

7 juli 2022

Opstellers: Ir. J.H. van Dalen, Ing. H.J. Everts, Ir. P.C. van Staalduinen

Algemeen kader

Diepe bodemdaling of bodemstijging door gaswinning uit het Groningenveld of door gebruik van de gasopslag Norg kan leiden tot vervormingen van het aardoppervlak. Deze vervormingen kunnen aanleiding geven tot scheefstanden, hellingen, krommingen en extensierek van het aardoppervlak, die schadelijk kunnen zijn voor gebouwen. We noemen dit **directe effecten**. TNO¹ en TU Delft² concluderen in hun onderzoek naar de effecten van diepe bodemdaling of bodemstijging bij het Groningenveld en de gasopslag Norg, dat deze directe effecten van diepe bodemdaling of bodemstijging uit te sluiten zijn als oorzaak van schade aan gebouwen.

De diepe bodemdaling of bodemstijging kan ook **indirecte effecten** hebben op gebouwen. Het mechanisme hierbij is dat de bodemdaling of bodemstijging aanleiding kan geven tot een langzame wijziging van het relatieve grondwaterpeil. Met relatief wordt bedoeld: de ligging van het grondwaterpeil ten opzichte van het maaiveld. Ook zijn op diverse plaatsen in het verleden de oppervlaktewaterpeilen door de Waterschappen aangepast met het oog op het compenseren van de effecten van diepe bodemdaling. Deze wijzigingen van de oppervlaktewaterpeilen kunnen ook invloed hebben op de grondwaterpeilen³. Deze wijzigingen van het relatieve grondwaterpeil (met name: verlaging van het relatieve grondwaterpeil) kunnen volgens Deltares³ aanleiding geven tot ongelijkmatige zettingen van gebouwen door 1) samendrukking van de ondiepe ondergrond onder de fundering, 2) droogstand van veen onder de fundering (mechanisme: veenoxidatie), 3) droogstand van houten funderingsconstructies (mechanisme: aantasting door zuurstof van het funderingshout) of 4) krimp of zwel van kleilagen onder de fundering. Deltares³ heeft geconcludeerd dat de effecten van samendrukking zijn uit te sluiten indien de relatieve grondwaterstandverlaging minder is dan 0,05 m. De andere drie effecten zijn uit te sluiten als oorzaak van ongelijkmatige zettingen indien de relatieve grondwaterstandverandering minder is dan 0,02 m. Deze grenswaarden zijn door Deltares bewust behoudend gekozen.

Op verzoek van IMG heeft Deltares voor de gebieden binnen de 6 km contour rondom het Groningenveld en de gasopslag Norg en gelegen in het gebied waar de maximaal opgetreden trillingsnelheid kleiner is dan 2 mm/s, in kaart gebracht in welke geografische gebieden deze omstandigheden met betrekking tot de wijziging van de relatieve grondwaterstanden aan de orde kunnen zijn, zie ook bijlage 1.

¹ Het betreft de rapporten: TNO rapport 2021 R10325. Schade aan gebouwen door diepe bodemdaling en –stijging, concept 19 februari 2021; TNO rapport 2020 R12073. Literature Review: Effects of subsidence on Buildings, Final, 2 Februari 2021; TNO rapport 2020 R 12068. Effecten diepe bodemdaling en -stijging rondom de gasopslag Norg en het Groningenveld, final draft, 24 februari 2021

² Het betreft de rapporten: TU Delft memo: InSAR Analyses of surface vertical displacements – Norg, v2 20210223; TU Delft rapport: Computational Modelling Checks Of Masonry Building Damage Due To Deep Subsidence, versie 05, 19 februari 2021

³ Deltares rapport Indirecte schade-effecten van diepe bodemdaling en -stijging bij het Groningen gasveld en gasopslag Norg 11207096-002-BGS-0001, 30 augustus 2021

De nu voorliggende notitie gaat alleen over de beoordeling van de invloed op gebouwen in deze door Deltares aangeduide gebieden met een trillingssnelheid kleiner dan 2 mm/s en binnen de 6 km contour rondom het Groningenveld en de Gasopslag Norg. Deze notitie sluit aan op het Deltares rapport³.

Door IMG gestelde kaders

1. Toepassen van het bewijsvermoeden

Deltares heeft uitgebreid onderzoek gedaan naar mogelijke schademechanismen, veroorzaakt door Indirecte Effecten van Diepe Bodemdaling (hierna: IEDB). Hieruit is gebleken dat er geen denkbare mechanismen zijn anders dan zettingsschade. Om die reden heeft IMG besloten dat binnen deze door Deltares aangeduide gebieden buiten de 2 mm/s-grens, het bewijsvermoeden alleen van toepassing is op zettingsschade. Omdat de trillingssnelheid binnen deze gebieden onder de 2 mm/s ligt, kunnen trillingen geen invloed hebben gehad op de schade. Dat betekent dat binnen deze gebieden alleen schade, die naar haar aard zettingsschade is, door mijnbouwactiviteiten veroorzaakt kan zijn. Een uitzondering vormen de bijzonder kwetsbare objecten⁴ (trillingssnelheid tussen de 1,6 en 2,0 mm/s, bouwjaar vóór 1970 en bijvoorbeeld een klassieke boerderij). Bij deze objecten is het bewijsvermoeden op alle schades van toepassing.

2. Weerlegging van het bewijsvermoeden

Als sprake is van zettingsschade, dan moet de deskundige nagaan of één van de vier schademechanismen die zich door indirecte effecten van diepe bodemdaling kunnen voordoen, aan de orde is. Is dat het geval, dan moet het IMG de schade die aan IEDB kan worden toegerekend, vergoeden (zie de paragraaf over toerekening hierna).

Als de deskundige kan aantonen dat geen van de vier schademechanismen aan de orde is, dan is het bewijsvermoeden weerlegd. Invloed van bodembeweging door mijnbouwactiviteiten op de schade is dan immers uitgesloten: indirecte effecten hebben geen invloed gehad en trillingen evenmin. Voor de weerlegging van het bewijsvermoeden is het in deze gebieden daarom niet nodig dat de deskundige een autonome oorzaak voor de schade aanwijst.

Het kan voorkomen dat de deskundige niet met zekerheid kan zeggen of één van de vier schademechanismen aan de orde is. IMG stelt dat de deskundige in dat geval wél nagaat of de schade een autonome oorzaak heeft. Als de deskundige die oorzaak met een voldoende hoge mate van zekerheid kan aanwijzen, dan is het bewijsvermoeden weerlegd. Kan de deskundige dat niet, dan is het bewijsvermoeden niet weerlegd.

Voorwaarden voor toepassing van de beoordelingsmethodiek

Om de beoordelingsmethode te kunnen toepassen moet hierna ten minste zijn voldaan aan beide onderstaande voorwaarden:

- 1) Het gebouw is gelegen in het potentieel invloedsgebied van indirecte effecten van de diepe bodemdaling, zoals aangegeven door Deltares (zie bijlage I: gebieden 1 – 12)

⁴ Meer achtergronden zijn te vinden in de notitie 'Overwegingen bij de uitzonderlijke toepassing van het bewijsvermoeden' van 27 mei 2020.

- 2) Er is fysieke schade aan het gebouw geconstateerd die niet behoort tot de categorie⁵ ‘naar zijn aard geen mijnbouwschade’ en evenmin tot de categorie⁶ ‘naar zijn aard geen zettingsschade’

Deze werkinstructie dient om binnen de desbetreffende gebieden vast te stellen of één van de vier schademechanismen die zich indirect door diepe bodemdaling kunnen voordoen, aan de orde is.

Opmerkingen m.b.t. verandering van het grondwaterpeil

- De effecten van relatieve grondwaterstandveranderingen die tot ongelijkmatige zettingen kunnen leiden, zijn vooral afhankelijk van de laagste of gemiddeld laagste grondwaterstand. Voor de laagste grondwaterstand wordt vaak aangehouden de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)
- De bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand voor een locatie is niet eenvoudig uit te voeren en vergt langdurige monitoring van grondwaterstanden op de locatie van een gebouw. Deltares⁷ vermeldt in zijn onderzoek een bepalingsmethode voor de GLG op basis van sporen van oxidatie in grondmonsters. Die methode vergt een boring en een interpretatie die door een deskundige is uitgevoerd.
- De diepte waarop grijskleuring van zandlagen plaats heeft gevonden is ook een bruikbare indicatie voor de ligging van de GLG.
- Aangenomen wordt dat de relatieve grondwaterstandverandering als gevolg van de diepe bodemdaling door gaswinning of gasopslag een gelijke invloed heeft op de gemiddelde grondwaterstanden en op de gemiddelde laagste grondwaterstanden. Dit is een behoudende aanname.
- Deltares beschouwt vier mechanismen, waardoor verandering van de grondwaterstand als gevolg van diepe bodemdaling tot schade aan gebouwen door verschilzettingen kan leiden. Deze mechanismen worden hierna vanaf punt 8 onder “relevante mechanismen” besproken.

Beoordelingsprocedure voor de invloed van wijziging van drooglegging op zakkings

INFORMATIE VERZAMELEN

Het is noodzakelijk over een aantal algemene aspecten van het gebouw en zijn omgeving informatie te verzamelen. Dit betreft de volgende aspecten:

- 1) Bepaal de ligging van het gebouw in één van de twaalf gebieden (zie bijlage I). De onderhavige beoordelingsprocedure is niet van toepassing buiten deze gebieden.
- 2) Stel vast of sprake is van zakkingschade, door te toetsen of de potentieel mijnbouwgerelateerde schade niet behoort tot de categorie ‘naar zijn aard geen zettingsschade’. Voor schades die ‘naar zijn aard geen zettingsschade’ zijn vindt geen verdere beoordeling plaats. Het bewijsvermoeden is voor deze schades weerlegd.
- 3) In geval sprake is van mogelijke zakkingschade, kwantificeer de mate van ongelijkmatigheid van de zettingen. Dit kan bijvoorbeeld door hellingen van vloeren of van lintvoegen te meten. De onnauwkeurigheid van de meting mag ten hoogste 5 mm zijn.

⁵ Ir. J.H. van Dalen, ir. D.G. Mans, Prof.Dr.Ir. J.G. Rots, Ir. P.C. van Staaldunin Notitie ‘Naar de aard geen zettingsschade (alleen in het gebied < 2 mm/s en de daarin door Deltares benoemde IEDB gebieden), 1 juli 2022

⁶ Zie hiervoor pagina 13 van Praktische Uitwerking Tijdelijke wet Groningen voor Deskundigen, Versie 3, 1 juli 2021, IMG.

⁷ Roelof Stuurman - Bepaling Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) op basis van hydromorfe kenmerken, dit betreft bijlage A van ‘Methode ter beoordeling schade’, Deltares rapport 11207096-002-BGS-0003_v0.2-Vraag B, Deltares 20 oktober 2021

- 4) Bepaal de mate van verandering van het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van het maaiveld als gevolg van diepe bodemdaling op de desbetreffende locatie. Hanteer hiervoor de opgave van de waterpeilverandering in het Deltares⁸ rapport of de op basis daarvan door IMG verstrekte informatie.
- 5) Stel vast hoe het gebouw is gefundeerd. Daarbij zijn er twee mogelijkheden:
- 1 Het pand is 'op staal' gefundeerd, dat wil zeggen direct of via poeren op de ondiepe bodem. In dat geval is een nader onderzoek naar de zakkingsgevoeligheid nodig.
 - 2 Het gebouw is op palen gefundeerd. Dat wil zeggen in een diepe zandlaag, door middel van geheide of anderszins machinaal aangebrachte houten of betonnen palen. Paallengtes zijn in dat geval ten minste 3 m, maar meestal aanzienlijk meer. Alleen in geval van houten palen is nader onderzoek nodig naar de mogelijkheid van aantasting van het funderingshout.

Opgemerkt wordt dat in deze omgeving ook funderingen op korte betonpaaltjes (poeren) boven op een relatief ondiepe laag (tot circa 3 m diepte) worden aangetroffen. Dit type funderingen behoort volgens bovenstaande definitie tot de funderingen 'op staal'.

Geadviseerd wordt voor de vaststelling van de funderingswijze de bouwtekeningen van het gebouw te raadplegen. Indien deze gegevens ontbreken of geen uitsluitel bieden, wordt nader onderzoek aanbevolen (zie Notitie Nader Funderingsonderzoek⁹).

- 6) Stel vast wat de opbouw is van de ondiepe ondergrond onder het aanlegniveau van de fundering van het gebouw. In het bijzonder moet worden vastgesteld of binnen een diepte van 5 m beneden het maaiveld:
- onder het gebouw klei, leem of silt voorkomt en op welke diepte(n) onder maaiveld deze grondlaag of –lagen zich bevinden.
 - onder het gebouw veen voorkomt en op welke diepte(n) onder maaiveld deze grondlaag of –lagen zich bevinden.

Hiervoor kunnen ter oriëntatie de gegevens uit het DINO loket gebruikt worden, maar om specifieke beoordelingen te kunnen maken moet worden beschikt over enkele (ondiepe) handgrondboringen nabij het gebouw, zoals omschreven in de Notitie Nader Funderingsonderzoek.

- 7) Bepaal de huidige gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Voor de effecten van de verandering van de grondwaterstand is van belang een behoudende schatting te doen van de gemiddeld laagste grondwaterstand. Voor verschillende mogelijkheden om de GLG te bepalen, zie bijlage II.

RELEVANTE MECHANISMEN

- 8) Bepaal welke mechanismen relevant zijn danwel uitgesloten kunnen worden (zie achtergrondrapport, onderdeel II):

Zakking door consolidatie (mechanisme 1)

⁸ Deltares rapport Indirecte schade-effecten van diepe bodemdaling en -stijging bij het Groningen gasveld en gasopslag Norg 11207096-002-BGS-0001, 30 augustus 2021.

⁹ Ing. H.J. Everts, 'Werkinstructie – Technische aspecten nader Funderingsonderzoek' 20 juni 2022

De invloed van indirecte effecten van diepe bodemdaling door het mechanisme consolidatie is uit te sluiten, indien de grondwaterstandverlaging op de locatie kleiner is dan 0,05 m (5 cm) of indien er sprake is van een paalfundering, zoals bedoeld onder 5, 2^e lid.

Zakking door oxidatie van veen (mechanisme 2)

De invloed van indirecte effecten van diepe bodemdaling door het mechanisme veenoxidatie is in de volgende gevallen niet aan de orde:

- Er is sprake van een paalfundering zoals bedoeld onder 5, 2^e lid
- Er is geen veen aanwezig onder de aanlegdiepte van de fundering in de zone tussen:
 - o GLG -0,1 m en
 - o GHG¹⁰ +0,1 m

Zakking door krimp van klei (mechanisme 3)

De invloed van indirecte effecten van diepe bodemdaling door het mechanisme krimp van klei is in de volgende gevallen niet aan de orde:

- Er is sprake van een paalfundering zoals bedoeld onder 5, 2^e lid
- De grondwaterstandverhoging of -verlaging is minder dan 0,02 m (2 cm).
- Er is geen klei aanwezig onder de aanlegdiepte van de fundering in de zone tot 5 m onder maaiveld.

Zakking door aantasting funderingshout (mechanisme 4)

De invloed van indirecte effecten van diepe bodemdaling door het mechanisme aantasting van funderingshout¹¹ is niet aan de orde in alle volgende gevallen:

- Er is sprake van een fundering op staal
- De fundering bestaat uit betonnen palen, zoals bedoeld onder 5
- De grondwaterstandverlaging is minder dan 0,02 m (2 cm)
- Bij houten funderingspalen en eventueel funderingshout is de GLG meer dan 10 cm boven het hoogste punt van het funderingshout gelegen.

Indien GLG minder dan 10 cm boven het hoogste punt van het funderingshout is gelegen, kan het bewijsvermoeden niet worden weerlegd. Aanvullend onderzoek is nodig om de toerekenbaarheid van eventuele aantasting van het funderingshout op de verschilzettingen te bepalen.

BEPALING INVLOED VAN DE AFZONDERLIJKE RELEVANTE MECHANISMEN OP DE ZAKKING

9) Beoordeel de invloed van de verschillende mechanismen op de zakkingen.

Indien één of meer mechanismen in stap 8) relevant blijken te zijn, mag als behoudende (niet te kleine) schatting van de mate van ongelijkmatige zetting worden uitgegaan van de volgende waarden:

Zakking door consolidatie (mechanisme 1)

¹⁰ GHG = Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. Indien hierover geen nadere gegevens beschikbaar zijn, mag worden aangenomen: GHG = GLG + 1,00 m.

¹¹ Hieronder tevens begrepen het horizontale funderingshout (kespen en langshout), dus niet alleen de houten funderingspalen.

Als de grondwaterstand meer dan 0,05 m is verlaagd kan de grootte van de zakking door consolidatie worden bepaald met de volgende relatie:

$$w_{\text{cons}} = a * d * \Delta_{\text{gws}}$$

waarin:

- w_{cons} is de zakking in m als gevolg van een grondwaterstandsverlaging Δ_{gws} , van een klei- of veenlaag met dikte d (m);
- a is de factor, die de mate van indrukking weergeeft van een klei- of veenlaag, als gevolg van een grondwaterspiegelverlaging (1/m). Deze factor is bepaald voor de veen- en kleilagen en is afhankelijk van het gebied.
- d is de dikte van de beschouwde klei- of veenlaag (m) beneden de fundering en beneden de grondwaterspiegel tot een diepte van 5 m onder maaiveld. De bijdrage aan dit mechanisme door diepere lagen is verwaarloosbaar.
- Δ_{gws} is de verlaging van de gemiddelde grondwaterstand (m) zoals aangegeven door Deltares.

Voor deelgebied 10 kan worden uitgegaan van $a = 0,03 \text{ m}^{-1}$ voor zowel de klei- als veenlagen;

Voor deelgebied 12 kan worden uitgegaan van $a = 0,08 \text{ m}^{-1}$ voor veenlagen en $a = 0,05 \text{ m}^{-1}$ voor kleilagen.

De gegeven waarden van a zijn berekend voor een aantal karakteristieke bodemprofielen en omstandigheden in de gebieden 10 en 12 waarvoor consolidatieberekeningen zijn uitgevoerd. Voor achtergronden, zie Achtergrondrapport onderdelen IV-A1, IV-A2 en V.

In de gebieden 10 en 12 moet het zakkings-effect van dit mechanisme gecombineerd worden met de zakkings-effecten van veenoxidatie en van krimp van klei.

Zakking door veenoxidatie (mechanisme 2)

Het mechanisme van het optreden van oxidatie wordt geacht alleen dan op te treden, indien een veenlaag zich (deels) boven de actuele grondwaterstand bevindt, gedurende de periode dat dat het geval is. Het proces van oxidatie stopt zodra het veen zich weer beneden de grondwaterstand bevindt. In verband met de onnauwkeurigheid in bepaling van de ligging van de GHG en GLH wordt aanbevolen om de volgende grensgevallen te onderscheiden:

- als de onderzijde van een veenlaag zich nu meer dan 0,10 m boven de GHG bevindt, wordt verondersteld dat die laag altijd droog staat; een nog verdere verlaging van de grondwaterstand leidt niet tot een versnelde oxidatie. De laag stond altijd al droog en de grondwaterstandsverlaging door diepe bodemdaling heeft in dat geval niet geleid tot een extra oxidatie van de veenlaag;
- als de bovenzijde van een veenlaag zich nu meer dan 0,10 m beneden de GLG bevindt, staat die laag onder water en is de snelheid van oxidatie niet groot;
- voor veenlagen of delen ervan die zich bevinden tussen GHG -0,1 m en GLG +0,1 m is een verlaging van de grondwaterstand door diepe bodemdaling van invloed op de oxidatie van het veen.

Aangenomen moet worden dat de dikte van een veenlaag gelegen onder het aanlegniveau van de fundering, maar ter hoogte van of boven GLG, door (al dan niet tijdelijke) droogstanden als gevolg van de opgetreden peilverandering door diepe bodemdaling is afgenomen. De zakking van een pand door veenoxidatie mag in dat geval worden gesteld op de helft van de opgetreden verlaging van de GLG:

$$w_{ox} = 0,5 \Delta_{GLG}$$

waarin:

w_{ox} is de zakking als gevolg van veenoxidatie (m);
 Δ_{GLG} is de verandering van de GLG (m), zoals aangegeven door Deltares.

Hierbij is de behoudende aanname gedaan dat al het veen dat zich door de grondwaterstandverlaging boven de GLG bevindt door oxidatie wordt aangetast en dat het volume van het geoxideerde veen na 50 jaar volledig is verdwenen¹². Voor achtergronden, zie Achtergrondrapport onderdeel IV-B.

Het zakkingseffect van dit mechanisme moet gecombineerd worden met de zakkingseffecten van krimp van klei en uitsluitend in gebieden 10 en 12 ook met de zakkingseffecten van consolidatie.

Zakking door krimp van klei (mechanisme 3)

Aangenomen moet worden dat door krimp als gevolg van een grondwaterstands­daling door diepe bodemdaling, de dikte afneemt van een kleilaag die is gelegen boven de GLG. Het deel van die kleilaag dat zich onder het aanlegniveau van de fundering bevindt, maar boven de GLG, draagt bij aan de zakking van de fundering. Als de GLG zich boven het aanlegniveau van de fundering bevindt speelt dit mechanisme geen rol.

De grootte van de zakking op funderingsniveau door krimp van klei kan worden geschat op basis van:

$$w_{krimp} = \Delta_{GLG} * C_{kw}$$

waarin:

w_{krimp} is de krimpzakking door verlaging van de GLG (m)
 Δ_{GLG} is de verlaging van de GLG (m) als gevolg van diepe bodemdaling
 C_{kw} is de krimpfactor; aangehouden mag worden $C_{kw} = 0,07$.

Voor een toelichting op de bepaling van de mate van zakking door krimp, zie Achtergrondrapport onderdeel IV-C.

Aangenomen moet worden dat de zakkingstoename als gevolg van krimp door de verlaging van de GLG zich volledig vertaalt in een verschilzakking van een gebouw.

Het zakkings­effect van dit mechanisme moet gecombineerd worden met de zakkings­effecten van veenoxidatie en uitsluitend in gebieden 10 en 12 ook met de zakkings­effecten van consolidatie.

¹² Een nauwkeuriger bepaling van de zakking door veenoxidatie door grondwaterstandverlaging als gevolg van diepe bodemdaling is alleen mogelijk indien voor de betreffende veen(houdende) laag goed onderbouwde kengetallen beschikbaar zijn voor de snelheid van oxidatie en het daarmee gepaard gaande volumeverlies.

Zakking door aantasting funderingshout (mechanisme 4)

Het mechanisme van het optreden van houtrot (door schimmelaantasting) wordt geacht alleen dan op te treden, indien houten paaldelen of het langshout zich boven de actuele grondwaterstand bevinden, gedurende de periode dat dat het geval is. Het proces van aantasting stopt, zodra die houten onderdelen zich weer beneden de grondwaterstand bevinden. In verband met de onnauwkeurigheid in bepaling van de ligging van de GHG en GLH wordt aanbevolen om de volgende grensgevallen te onderscheiden:

- als de houten delen zich nu meer dan 0,10 m boven de GHG bevinden, wordt verondersteld dat die delen altijd droog staan; een droogstand over een grotere lengte van een paal vermindert de functionaliteit niet. Een verlaging van de grondwaterstand heeft in dat geval niet geleid tot een afname van de levensduur van de fundering;
- als de houten delen zich nu meer dan 0,10 m beneden de GLG bevinden, staan die delen altijd onder water en is de levensduur van de houten delen niet verkort;
- als de houten delen zich bevinden tussen GHG -0,1 m en GLG +0,1 m is een verlaging van de grondwaterstand van invloed op de duur van de droogstand en verkort daarmee de levensduur.

Aangenomen moet worden dat het funderingshout volledig is aangetast¹³ over de hoogte van de door diepe bodemdaling opgetreden relatieve peilverandering, indien de huidige GLG lager ligt dan 0,1 m boven het bovenste niveau van het funderingshout.

VAN BEREKENDE ZAKKING NAAR ZETTINGSVERSCHILLEN

Bij de mechanismen krimp of zwel van klei, veenoxidatie en aantasting funderingshout moet worden aangenomen dat de volledige berekende zettingen zich voordoen als ongelijkmatige zetting van het gebouw. Bij het mechanisme consolidatie mag worden aangenomen dat de ongelijkmatige zakking van een gebouw slechts 50 % bedraagt van de berekende zakking van het funderingsniveau. De aldus bepaalde ongelijkmatige zakkingen van de verschillende mechanismen moeten bij elkaar worden opgeteld.

BEOORDELING VAN DE INVLOED OP EEN GEBOUW – TOEREKENBAARHEID

Indien één van de vier hiervoor behandelde schademechanismen aan de orde is, moet er van uit worden gegaan dat dit schademechanisme bijdraagt aan de opgetreden ongelijkmatige zetting. Omdat de zetting van een gebouw in de regel voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door autonome oorzaken, moet een mate van (technische) toerekenbaarheid worden bepaald. Hiermee wordt bedoeld welke invloed de indirecte effecten van diepe bodemdaling hebben gehad op de schade.

De technische toerekenbaarheid kan op twee manieren worden bepaald:

¹³ Een nauwkeuriger bepaling van de mate van aantasting van funderingshout door de verlaging van de grondwaterstand als gevolg van diepe bodemdaling kan alleen plaatsvinden indien onderbouwde gegevens beschikbaar zijn over de aantastingssnelheid en de duur van de extra droogstand. Hiermee kan bij een toegenomen droogstandsduur door diepe bodemdalingseffecten eventueel ook de verkorting van de functionele levensduur van het funderingshout in de beschouwing worden meegenomen.

A) *Op basis van door meting vastgestelde zettingsverschillen:*

Toerekenbaarheid is: $X2/X1 * 100$ (%)

Waarin:

X1 is het gemeten totale zettingsverschil

X2 is de berekende toename van de zettingsverschillen door IEDB

B) *Op basis van door berekening bepaalde zettingsverschillen, dan:*

Toerekenbaarheid is: $X4 / (X3+X4) * 100$ (%)

Waarin:

X3 is de berekende totale zakking door consolidatie van het op staal gefundeerde gebouw

X4 is de berekende toename van de zettingsverschillen door IEDB

Vervolgens bepaalt de deskundige welk deel van de herstelkosten gelet op deze technische toerekenbaarheid moet worden vergoed; dit betreft de juridische toerekenbaarheid.

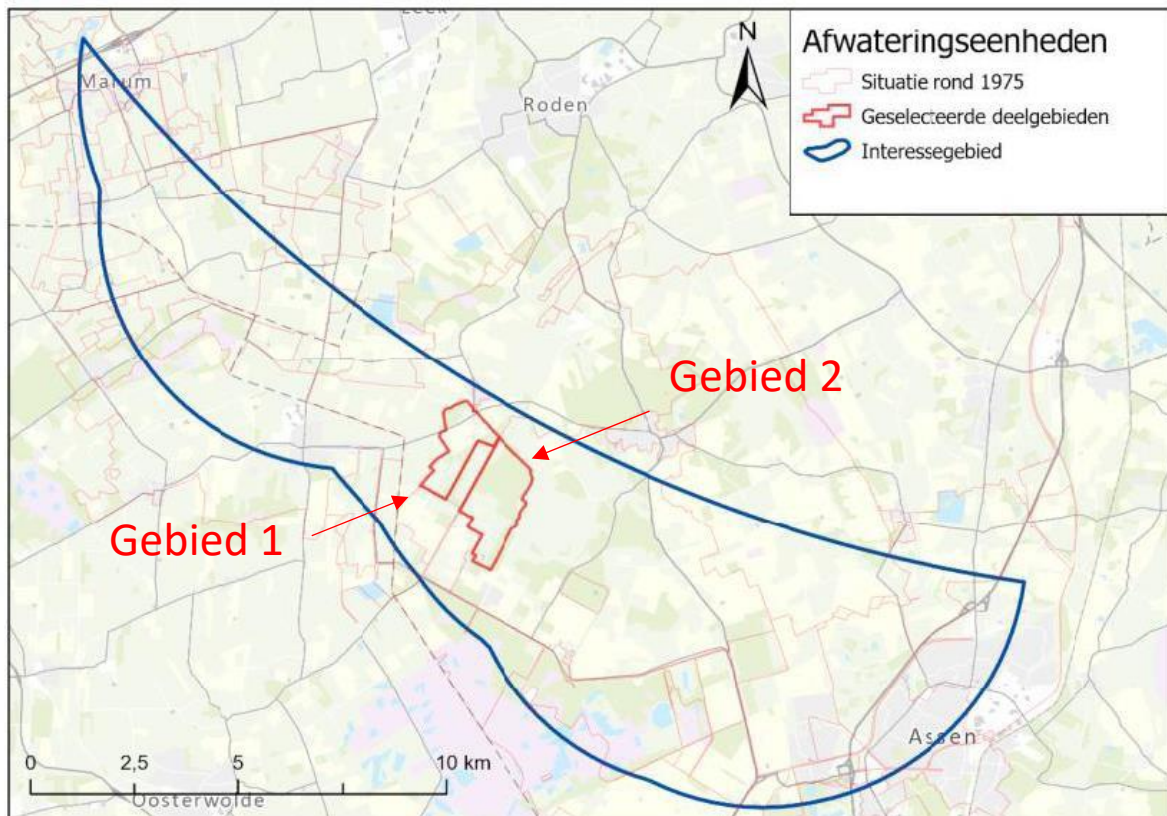
De deskundige kan daarvoor de volgende uitgangspunten van IMG hanteren:

1. Als IEDB de schade hebben 'getriggerd' (de schade zonder IEDB niet zou zijn opgetreden), wordt 100% van de herstelkosten vergoed.
2. Als IEDB ervoor hebben gezorgd dat de aanvrager moet herstellen (zonder IEDB was er ook schade, maar nog geen noodzaak tot herstel), wordt ook 100% van de herstelkosten vergoed.
3. Als IEDB geen invloed hebben gehad op de hoogte van de herstelkosten (de schade is wel wat groter geworden, maar de herstelkosten zijn hetzelfde gebleven), worden geen herstelkosten vergoed.
4. Als de uitgangspunten 1 tot en met 3 niet van toepassing zijn en de schade < 20.000 euro is, worden de herstelkosten op basis van staffels van 25% vergoed. Als de invloed van IEDB op de zetting < 25% is, wordt 25% van de herstelkosten vergoed. Als de invloed van IEDB op de zetting > 25% en < 50% is, wordt 50 % van de herstelkosten vergoed, etc.
5. Als de uitgangspunten 1 tot en met 3 niet van toepassing zijn en de schade > 20.000 euro is, worden de herstelkosten op basis van staffels van 10% vergoed. Bij omvangrijke schades zijn staffels van 25% erg grof.

Bijlage I – Relevante gebieden

A Gebieden in de omgeving van Norg

In het Deltares rapport zijn nabij de gasopslag Norg gebieden aangegeven, waarin de relatieve peilverandering als gevolg van de diepe bodemdaling op basis van een behoudende wijze van vaststelling meer dan 2 cm bedraagt of kan bedragen. In deze gebieden bedraagt de relatieve peilverandering als gevolg van de diepe bodemdaling echter overal minder dan 5 cm. Deze twee gebieden zijn aangegeven in figuur A-1. Voor de verdere behandeling worden de gebieden aangeduid als gebied 1 en gebied 2.

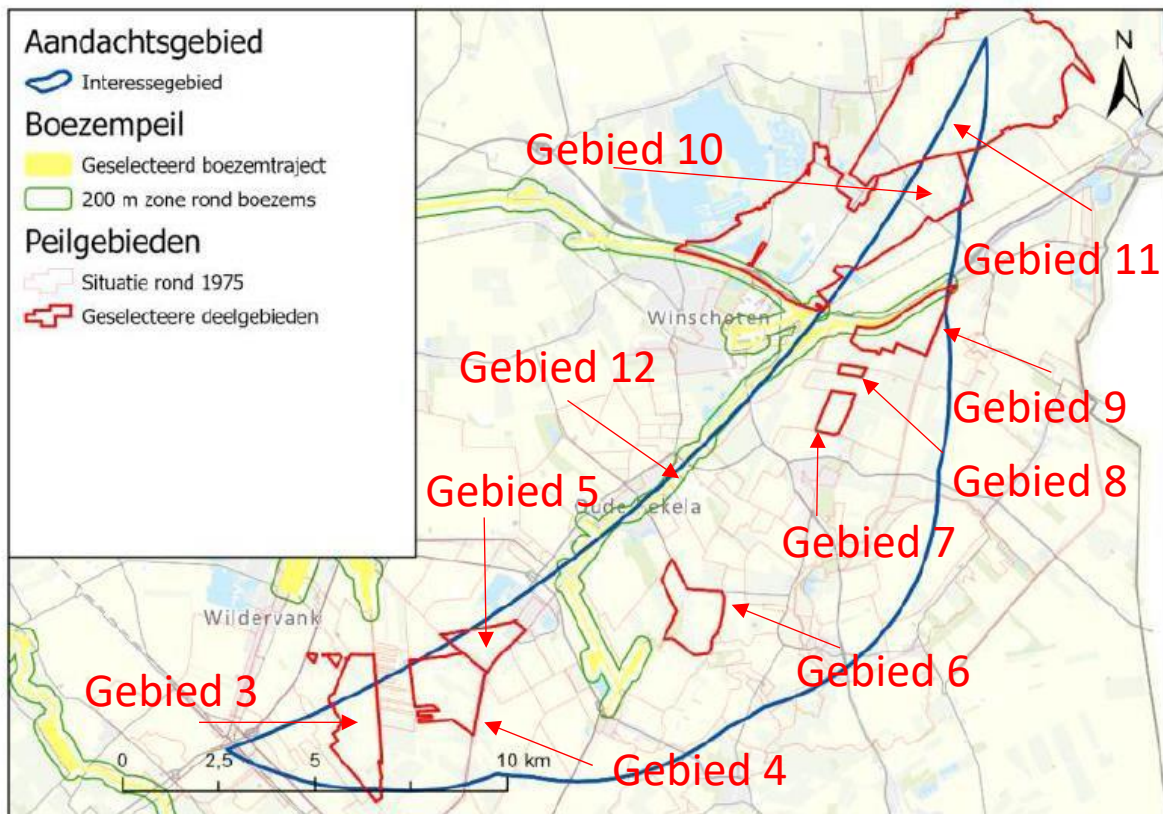


Figuur A-1 – aanduiding van de gebieden rondom Norg

B Gebieden in de omgeving van de Pekela's en Winschoten

In het genoemde Deltares rapport zijn ten zuiden van Wildervank, in de omgeving van de Pekela's en ten oosten van Winschoten gebieden aangegeven, waarin de relatieve peilverandering als gevolg van de diepe bodemdaling op basis van de gehanteerde behoudende wijze van vaststelling meer dan 2 cm bedraagt. Deze negen gebieden zijn aangegeven in figuur B-1. Voor de verdere behandeling worden deze gebieden aangeduid als gebieden 3 tot en met 11.

Daarnaast heeft Deltares een gebied rondom het boezemwater aangegeven, waar de relatieve peilverandering volgens Deltares 9 cm bedraagt. Deze zone is verder aangeduid als gebied 12.



Figuur B-1 – aanduiding van de gebieden in de omgeving van de Pekela's en Winschoten

BIJLAGE II - Bepaling GLG

Voor de bepaling van de effecten van de verandering van de grondwaterstand is het van belang een schatting te doen van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

Deze laagste stand kan worden ontleend aan meerjarige waarnemingen in representatieve peilbuizen. Meestal kan daarmee worden volstaan, al kunnen door bijzondere omstandigheden, zoals de aanwezigheid van grote bomen of watergangen, binnen een perceel grote verschillen voorkomen in GLG. In geval van de aanwezigheid van een houten paalfundering is een meer nauwkeurige bepaling van de GLG vereist en moet ook de te maken boring worden geraadpleegd.

In gevallen waarin een meer nauwkeurige bepaling van de ligging van de GLG nodig is om te kunnen besluiten of een mechanisme relevant kan zijn, moet worden teruggegrepen op representatieve peilbuizen. Ofwel één of meerdere peilbuizen nabij het gebouw (afstand niet groter dan 50 m), die maandelijks of vaker zijn waargenomen, over een totale periode van minstens 3 jaar na 1980. Voor de bepaling van de GLG uit meetgegevens worden per jaar de 3 laagste grondwaterstanden gemiddeld, over de periode van 1 april tot en met 31 maart (het hydrologisch jaar). Het gemiddelde van deze jaarlijkse waarden over een periode van ten minste 8 jaar, waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden, wordt gebruikt als GLG.

Indien twijfel bestaat over het representatief zijn van de waarnemingen in een op relatief grote afstand aanwezige peilbuis, kan worden overwogen om nabij het pand een nieuwe peilbuis te plaatsen, deze gedurende een jaar te peilen en vervolgens de waarnemingen te vergelijken met de waarnemingen in de peilbuis op enige afstand.

Indien peilbuizen ontbreken of indien er onvoldoende waarnemingen zijn, dient de GLG te worden bepaald op basis van een uit te voeren handboring. Hierin is de GLG mogelijk zichtbaar als de grondlaag, waarbij nog verkleuring door oxidatie zichtbaar is. Voor gedetailleerde achtergrondinformatie wordt verwezen naar een memo van Deltares¹⁴.

¹⁴ Roelof Stuurman - Bepaling Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) op basis van hydromorfe kenmerken. Dit betreft bijlage A van 'Methode ter beoordeling schade', Deltares rapport 11207096-002-BGS-0003_v0.2-Vraag B, Deltares 20 oktober 2021