

Bodemdaling door diepe en ondiepe oorzaken in Groningen

In Groningen kunnen de volgende oorzaken van bodemdaling worden onderscheiden (op basis van Hannink, 1990):

Diepte in m- mv	Natuurlijke oorzaken	Antropogene oorzaken
Diep: >400	Tektonische beweging Isostasie	Mijnbouw: gas- en zoutwinning, gasopslag
Middeldiep: 20 20-400	Compactie	Bemaling van een bouwput Grondwaterwinning
Ondiep: 0 0-1 0-1 0-1 1 1 1-5		Ophoging Irreversibele krimp Oxidatie Ophoging en zetting Droogte Polderpeilverlaging Begroeiing / bomen

In bijlage I is een kaart opgenomen met een prognose van de bodemdaling in Nederland als gevolg van diepe en ondiepe oorzaken.

Diepe en middeldiepe bodemdaling door natuurlijke oorzaken

Tektoniek en isostasie

Nederland bevindt zich sinds het begin van het Tertiair (ca. 65 miljoen jaar geleden) aan de zuidostrand van het Noordzeebekken. Onder het gewicht van het accumulerend sediment in het Noorzeebekken ontstaat een kanteling over een noordoost - zuidwest as. Door de stijging van de zeespiegel daalt de zeebodem. Bodemdaling door tektoniek (=beweging van aardchollen) speelt o.a in de Roerdalslenk, het Zuiderzeebekken en de Voornse Trog. Daarnaast is op een aantal plaatsen sprake van zouttektoniek. Op plaatsen waar zogenaamde zoutpijlers voorkomen stijgt de bodem terwijl in de omgeving de bodem daalt.

Glacio-isostasie

Glacio-isostasie is de druk van landijs op de aardkorst waardoor deze verzakt. Bij het afsmelten valt de druk weg en zal de lithosfeer omhoog komen. Tijdens de ijstijden waren Scandinavië en Canada bedekt met ongeveer 3-4 km dikke ijsmassa's. Onder het gewicht van deze ijskappen, zakte de aardkorst 200-250m omlaag. Na het afsmelten van het landijs, zo'n 12.000-10.000 jaar geleden, trad er een zogenaamde postglaciale bodembeweging op. Het gebied kwam weer omhoog. Dit is onder andere nog goed terug te zien bij de Hoge Kust in Noord-Zweden.

In Nederland daarentegen zakte de bodem als compensatie voor de stijging in Scandinavië. Dit effect treedt vooral in Noord-Nederland, Noord-Duitsland en Polen op. De daling in Noord-Nederland bedraagt ongeveer 2 cm over de laatste 100 jaar. In Zuid-Nederland en België is het effect nauwelijks meer meetbaar.

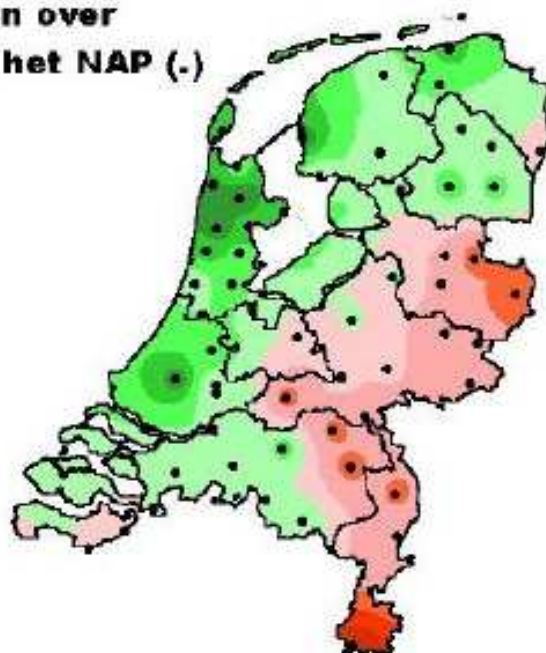
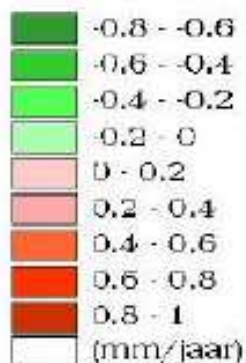
Middeldiepe Compactie

Om een onderscheid te maken tussen de bodemdaling veroorzaakt door diepe compactie ten gevolge van gaswinning en middeldiepe compactie is tussen 1970 en 2003 de compactie van de middeldiepe ondergrond in veertien ondiepe compactieputten gemeten. De middeldiepe compactie werd gemeten tussen 20 m (fundatie meetgebouw) en 400 m. De dalingsnelheid bleek (na de zetting van de fundering van de meetgebouwen gedurende de eerste zeven jaar) over een periode van 25 jaar constant te zijn per locatie, variërend van 0 tot 1 mm per jaar. Om deze reden zijn de metingen, na overleg met de Commissie Bodemdaling Groningen en SodM in 2003 beëindigd waarna de middeldiepe compactieputten in de provincie Groningen zijn verlaten.

Een uitgebreide analyse van de meetresultaten leidde tot de conclusie dat de middeldiepe compactie van plaats tot plaats varieert en niet over grotere gebieden kan worden geëxtrapoleerd. De metingen geven een goede lokale indicatie van de middeldiepe compactie, maar zijn niet geschikt om de bodemdaling veroorzaakt door de middeldiepe compactie over geheel Groningen te bepalen. Hierdoor wordt de bodemdaling ten gevolge van de middeldiepe compactie meegenomen in de bodemdaling door gaswinning. Dit kan uiteindelijk oplopen tot meer dan 10 cm aan het einde van de gaswinning in 2070.

In onderstaande figuur is weergegeven hoeveel het Pleistoceen stijgt of daalt. Deze bodembeweging is bepaald op basis van waterpassing van ondergrondse peilmerken. Belangrijke oorzaken voor deze stijging en daling zijn de hierboven beschreven isostasie, tektoniek en middeldiepe compactie. In het bodemdalingsgebied van de gaswinning in Groningen varieert deze daling van 0,0 tot 0,8 mm/jaar ofwel 0 tot 8 cm per eeuw. Deze daling wordt meegenomen in de metingen ten behoeve van het vaststellen van de bodemdaling door gaswinning

Vertikale bewegingen Pleistoceen bepaald uit waterpassingen over ondergrondse merken van het NAP (-.)



Diepe en middeldiepe bodemdaling door antropogene oorzaken

Gaswinning

Als gevolg van compactie van de gasvoerende laag daalt de bodem in een groot deel van de provincie Groningen (ca. 1.600 km²). De maximale bodemdaling bedraagt momenteel ongeveer 30 centimeter in de omgeving van Loppersum. De prognose geeft aan dat de maximale bodemdaling in 2070, 47 centimeter bedraagt. Rekening houdend met een onzekerheidsmarge van 30% bedraagt de maximale bodemdaling ca. 61 centimeter. De onzekerheidsmarge mag overigens niet in mindering worden gebracht van de verwachte bodemdaling. De gradiënt in de bodemdaling bedroeg in 2008 maximaal 1 cm per km.

De bodemdaling door gaswinning wordt gemeten m.b.v. waterpassing en satellietmetingen (InSAR). Eénmaal per 5 jaar wordt de gemeten bodemdaling en een nieuwe prognose gepubliceerd in het zogenaamde Statusrapport. Voor het meten van de compactie van de gashoudende laag zijn in het verleden elf observatieputten ingericht. Van deze observatieputten zijn er nu nog zeven in gebruik. Uit de metingen blijkt de compactie lineair met de drukdaling te zijn toegenomen.

Zoutwinning AKZO

Akzo wint NaCl-zout in Zuidwending en Heiligerlee. De cavernes die hierbij ontstaan worden langzaam in elkaar gedrukt, waardoor een geleidelijke bodemdaling aan het grondoppervlak (maaiveld) plaatsvindt over een gebied met een diameter van circa 4 kilometer. De bodemdaling kan door technische maatregelen worden beperkt, maar niet geheel worden verhinderd. De bodemdaling neemt in Heiligerlee jaarlijks met 2 – 3 millimeter toe en in Zuidwending met 1 millimeter. Na 58 jaar bedraagt de bodemdaling in het centrum van de kom in Heiligerlee 13 – 14 centimeter, en in Zuidwending na 45 jaar 4 – 5 centimeter. De bodemdaling wordt door middel van metingen iedere vijf jaar gecontroleerd. De volgende meting vindt plaats in 2015.

Gasopslag Gasunie

In Zuidwending en Heiligerlee vindt ook opslag van aardgas resp. stikstof plaats door de Gasunie in speciaal daarvoor gemaakte cavernes in de zoutlaag. Als gevolg van vervorming van de gasopslagcavernes ontstaat er bodemdaling in de omgeving. De prognose geeft aan dat de bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingsskom, circa 3 tot 4 millimeter per jaar zal zijn, tot circa 15 à 16 centimeter in 2050. Door het uitvoeren van een periodiek meetprogramma wordt de werkelijke bodemdaling geregistreerd. Om eventuele plotselinge veranderingen in bodemdaling te kunnen waarnemen zijn GPS-antennes geplaatst die de veranderingen continu registreren.

Zoutwinning Nedmag

Nedmag wint nabij Veendam magnesiumzout met behulp van de zogenaamde squeeze methode. Hierdoor ontstaat bodemdaling in een gebied met een doorsnede van ca. 8 kilometer. In het centrum van het bodemdalingsgebied daalt de bodem met 1,5 à 2 centimeter per jaar. Aan de randen van het bodemdalingsgebied bedraagt de bodemdaling enkele millimeters per jaar. De bodemdaling wordt iedere twee jaar gemeten. Tot en met 2012 bedroeg de maximale bodemdaling 30 centimeter. Volgens de huidige winningsvergunning is een maximale bodemdaling van 65 centimeter toegestaan. Deze 65 centimeter zal omstreeks 2028 bereikt worden.

Overlap bodemdaling zout- en gaswinning

In de zoutwinning/gasopslaggebieden treedt ook bodemdaling als gevolg van gaswinning op. Bij de locaties Zuidwending en Heiligerlee bedraagt de bodemdaling door gaswinning circa 4 resp. 8 centimeter. In het bodemdalingsgebied van de zoutwinning van Nedmag bedraagt de bodemdaling door gaswinning 8 tot 10 cm.

Grondwateronttrekking

Grootschalige grondwateronttrekking vindt met name plaats ten behoeve van de drinkwatervoorziening in o.a. Onnen en de Punt. De winningen bestaan reeds lange tijd waardoor mag worden aangenomen dat de (ondiepe) bodemdaling als gevolg van deze winningen inmiddels is opgetreden. Bij bemalingen van bouwputten wordt over het algemeen het grondwater ondiep onttrokken. Lokaal kan dit tot substantiële bodemdaling hebben geleid, vooral daar waar dikkere veenlagen voorkomen.

Ondiepe bodemdaling door antropogene oorzaken

Veengebieden

Door verlaging van de (grond)waterstand ontstaat in veengebieden bodemdaling door o.a. oxidatie. De oxidatie van het veen is een proces dat in Nederland al eeuwen aan de gang is. Bij de ontginning van veengebieden werden vaarten en sloten gegraven om het veen te ontwateren en af te voeren. Hierdoor werden deze gebieden geschikt voor landbouw. Door de voortgaande bodemdaling in de veengebieden moet het waterpeil regelmatig worden verlaagd. Om het dalen van de bodem tot een minimum te beperken wordt de laatste tijd de waterstand in veel veengebieden zo hoog mogelijk gehouden.

In bijlage II is voor het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's de bodemdaling door veenoxidatie in periode 1955 -2010 weergegeven. Hieruit blijkt dat de bodemdaling door veenoxidatie in deze periode meer dan 1 m (ca. 2 cm per jaar) kan bedragen en dat de verschillen in bodemdaling sterk van plaats tot plaats kunnen variëren.

De bodemdaling door veenoxidatie is bepaald door de waterpassing die in 1955 is uitgevoerd door de toenmalige Meetkundige Dienst (MD 1955) van Rijkswaterstaat af te trekken van het Algemeen Hoogte Bestand 2 (meting 2010). Hierbij zijn de waterpaspunten (MD 1955 ca. 1 per ha) vergrid naar een raster dat gelijk is aan het raster van de AHN. Vervolgens zijn de rasterpunten van elkaar afgetrokken. De verschillen zijn vervolgens gecorrigeerd voor bodemdaling door gaswinning en zoutwinning door de gemeten bodemdalingscontouren te vergriden en af te trekken van het verschil tussen MD 1955 en AHN 2010.

Tevens is een prognose gegeven van de bodemdaling als gevolg van veenoxidatie tot 2050. Hierbij is met name de veendikte boven de grondwaterstand van belang. In de periode tot 2050 wordt een bodemdaling door veenoxidatie van maximaal 0,4 m (ca. 1 cm per jaar) verwacht.

Kleigebieden

Ook kleigronden klinken in. Kleigronden ontstaan door opslibbing en bevatten aanvankelijk veel water. Wanneer het water door ontwatering uit deze gronden verdwijnt, komen de kleideeltjes dichter op elkaar te zitten en daalt de bodem. Inklinking van klei ontstaat voornamelijk in periode nadat de klei voor het eerst of verder wordt drooggelegd.

In zeer droge zomers kan zogenaamde irreversibele krimp op treden. Als de grondwaterstanden na de droogte weer stijgen zal de klei niet volledig zwellen tot het oorspronkelijke volume omdat de kleideeltjes irreversibel zijn gebonden.

Ophoging en zetting

Door ophoging en funderingen op staal ontstaat een extra belasting van de ondergrond. Als de ondiepe ondergrond uit klei- en veenlagen bestaat zullen deze lagen in meer of mindere mate worden samengedrukt. Hierdoor ontstaat verzakking van de ophoging of het op staal gefundeerde bouwwerk. In bijlage I is een kaart opgenomen waarin de bodemzetting is weergegeven als gevolg van het opbrengen van 1 m droog zand. In de lage delen van Nederland kan als gevolg hiervan tot 0,8 m bodemzetting optreden.

Peilverlagingen

Om de productieomstandigheden voor de landbouw te verbeteren zijn in het kader van ruilverkavelingen en herinrichtingen, de waterpeilen in veel gebieden aanzienlijk verlaagd en is de ontwatering en afwatering verbeterd. Als gevolg hiervan zijn ook de grondwaterstanden verlaagd. In gebieden met ondiepe klei- en veenlagen leidt dit tot bodemdaling. In kleigebieden zal dit aanzienlijk minder het geval zijn dan in veengebieden (veenoxidatie zie boven). In bijlage III zijn de peilverlagingen in het noordoosten van Groningen in de periode 1960 - 1985 weergegeven. In deze periode zijn vrijwel overal peilverlagingen doorgevoerd variërend van enkele decimeters tot meer dan 1 meter.

Om te compenseren voor de opgetreden bodemdaling door gas- en zoutwinning worden periodiek de waterpeilen aangepast. Bij waterschap Hunze en Aa's wordt hierbij uitgegaan van de AHN2. Op basis hiervan wordt voor gebieden met voornamelijk een landbouwkundige functie het 5 à 10% laagste maaiveld bepaald en wordt op basis van landbouwkundige normen de drooglegging ten opzichte van dit niveau bepaald. Ten slotte wordt een correctie toegepast voor de bodemdaling die is opgetreden in de periode tussen de opname van de AHN2 en de ingangsdatum van het peilbesluit. Op basis van de prognose kan het peilbesluit worden geïndexeerd. Voor gebieden met een belangrijke natuurfunctie en stedelijke gebieden worden andere normen / methode gehanteerd bij het vaststellen van het optimale waterpeil.

Droogte en begroeiing / bomen

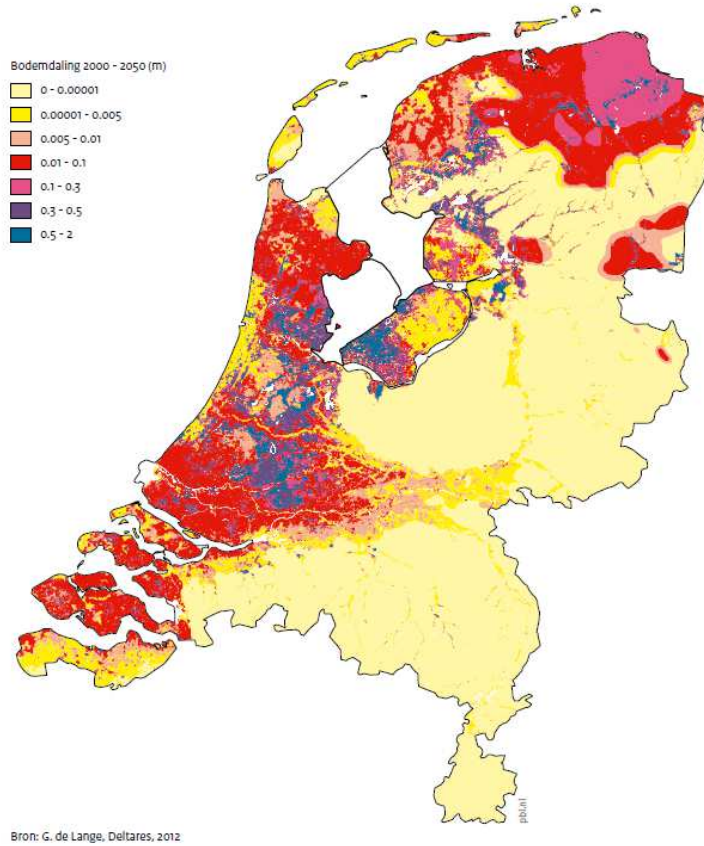
Verlaging van de grondwaterstand kan ook door natuurlijke oorzaken ontstaan. Bomen verdampen in de zomer veel grondwater. Als bomen nabij op staal gefundeerde bebouwing staan kan dit leiden tot zettingen. Dit gebeurt met name in perioden van droogte wanneer de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de historisch laagste grondwaterstand.

Slootdempingen

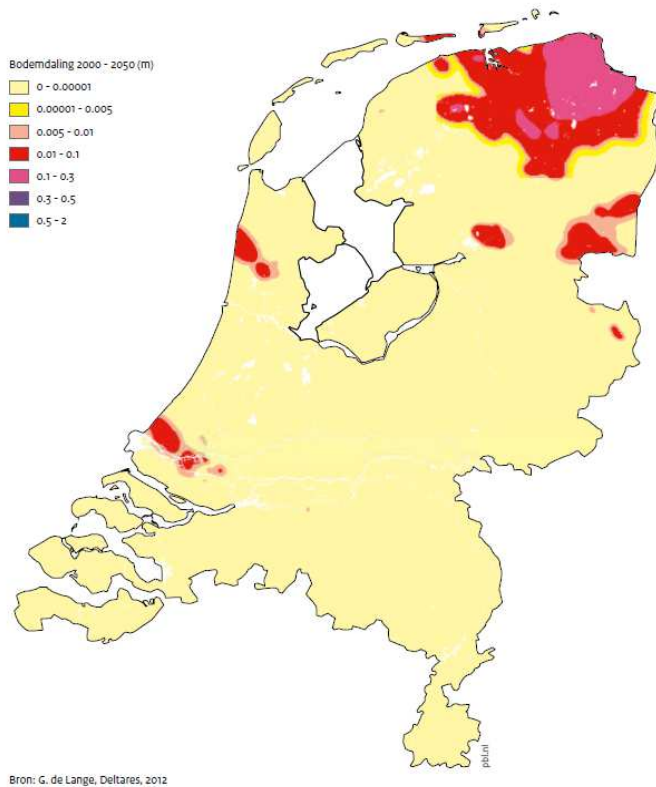
In het verleden zijn veel kavelsloten gedempt om grotere percelen te verkrijgen die beter passen bij de huidige agrarische bedrijfsvoering. Ter plaatse van de gedempte sloten kan echter de bodem nazakken. In bijlage 4 is een aantal kaarten opgenomen waaruit blijkt dat de demping van sloten tot lijnvormige zakkingen in de huidige percelen leidt. Het getoonde voorbeeld betreft een perceel met (opgebrachte) klei op veen.

Bijlage I: Bodemdaling 2000 - 2050 door diepe en ondiepe oorzaken

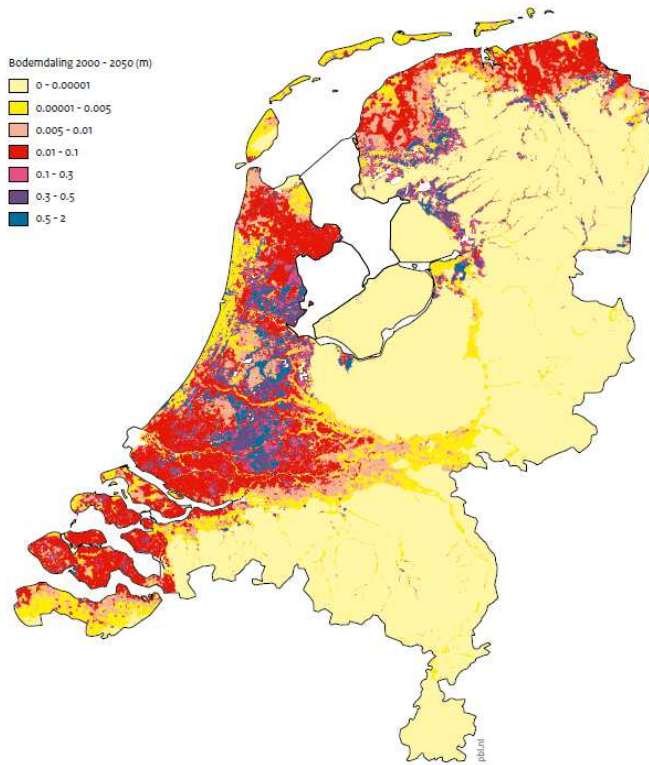
Bodemdaling 2000 - 2050 diepe + ondiepe oorzaken



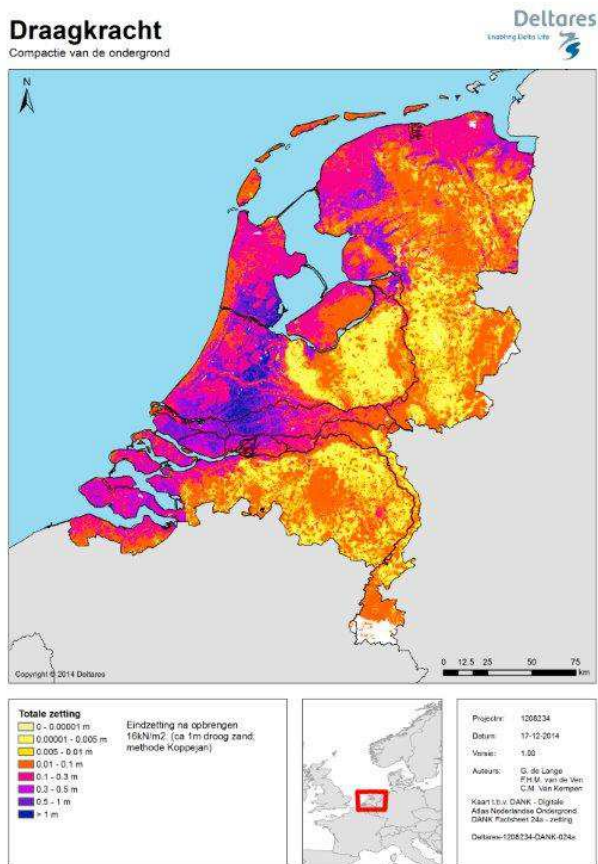
Bodemdaling 2000 - 2050 door gaswinning



Bodemdaling 2000 - 2050 ondiepe oorzaken (excl. Flevoland)



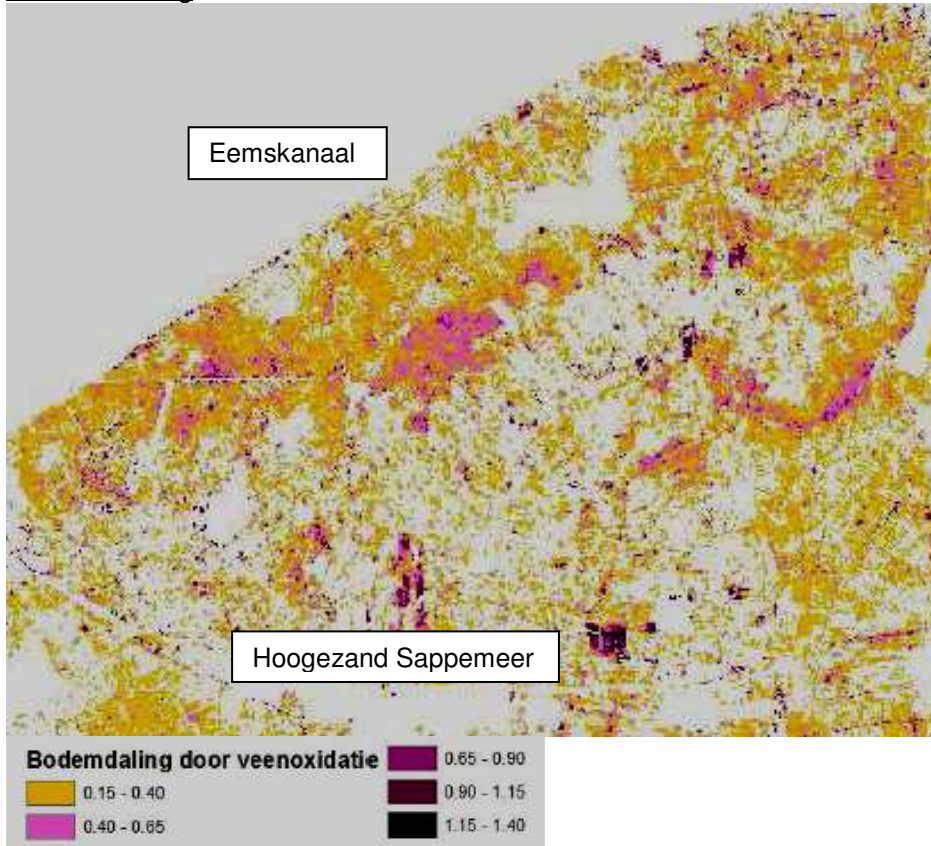
Zetting van maaiveld na opbrengen van 1 m droog zand



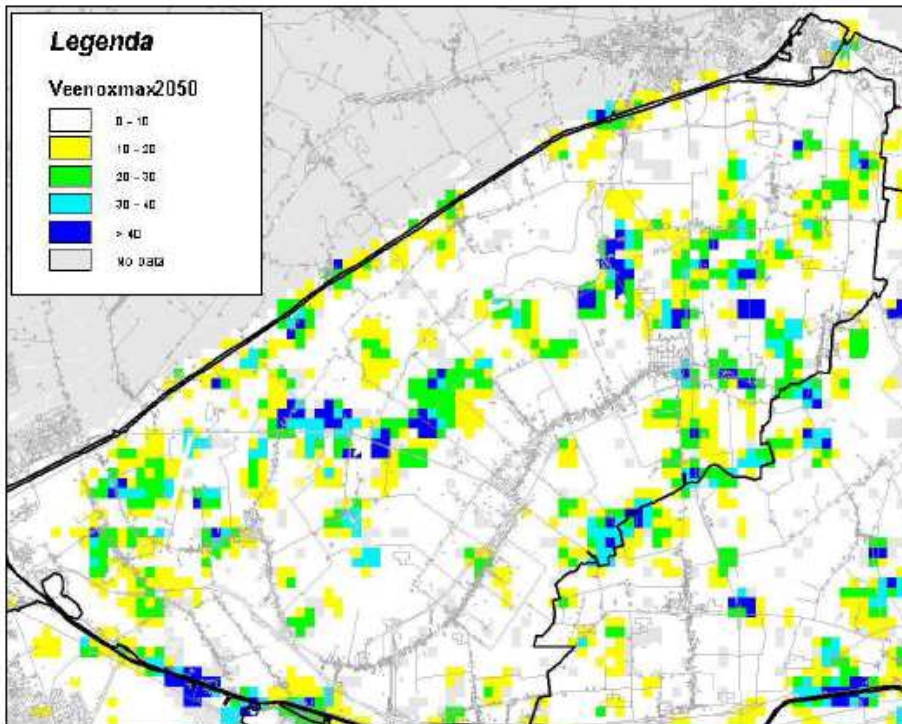
Bron bovenstaande figuren: G. de Lange, Deltares

Bijlage II: Veenoxidatie

Bodemdaling door veenoxidatie in periode 1955 -2010 gecorrigeerd voor bodemdaling door gas- en zoutwinning

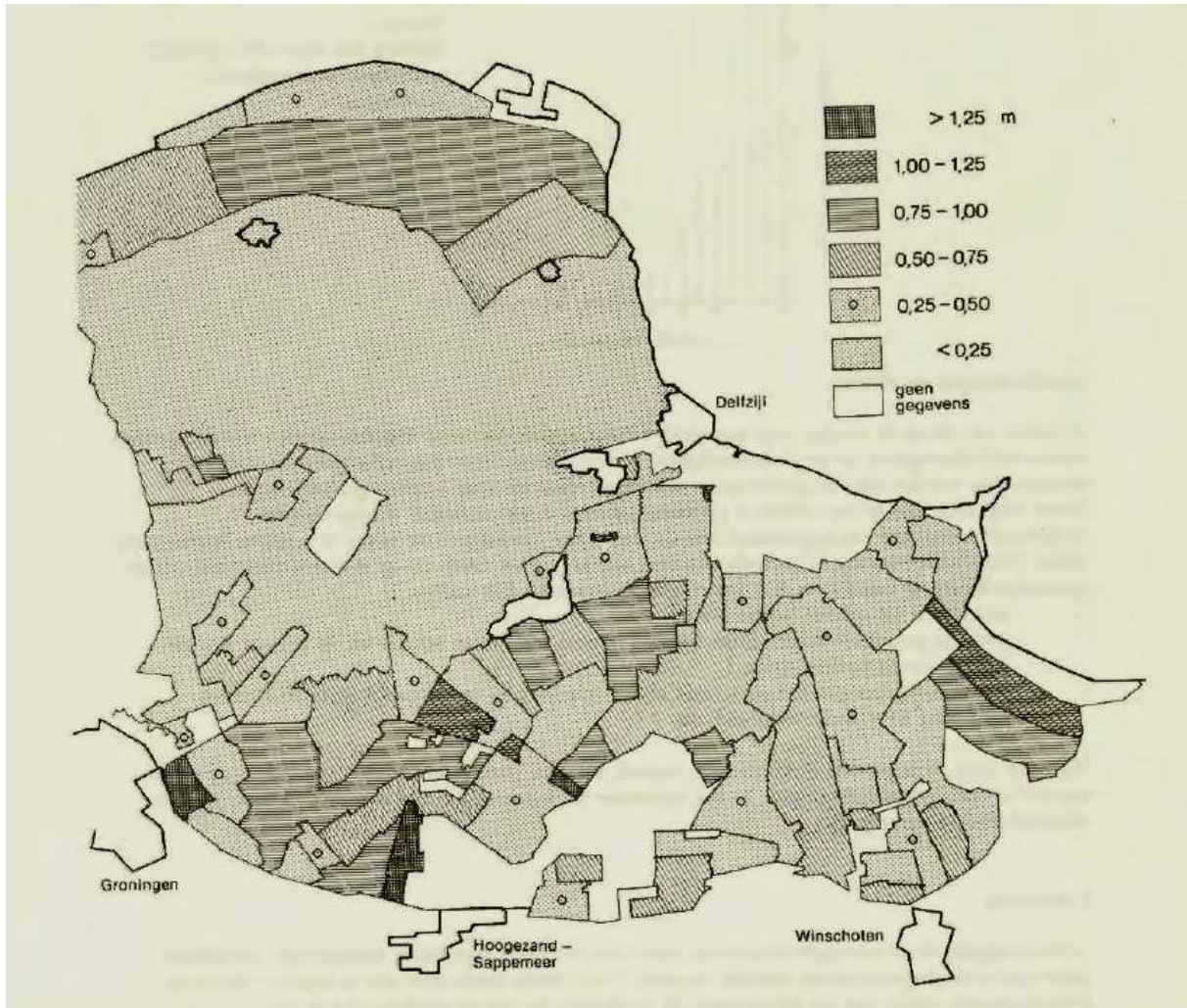


Prognose bodemdaling door veenoxidatie tot 2050 Bron waterschap Hunze en Aa's



Figuur 1-5 Prognose van bodemdaling tot 2050 als gevolg van veen-oxidatie (bij gelijkblijvende ontwateringsdiepten)

Bijlage III: Peilverlagingen in Groningen in de periode 1960 - 1985

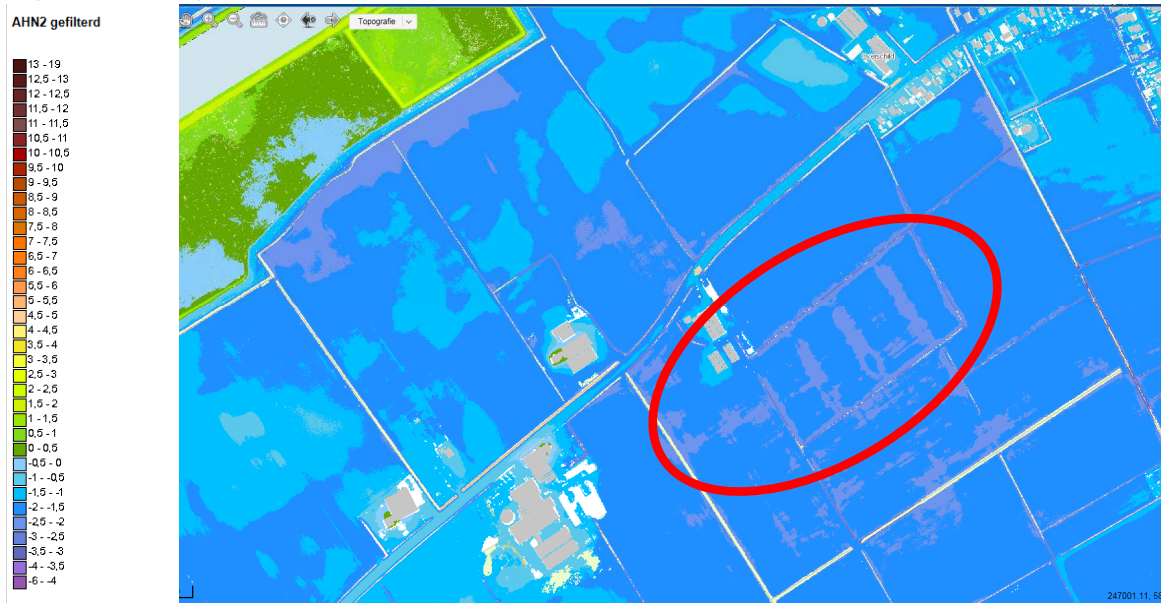


Bijlage IV: Gevolgen slootdemping

Topografische kaart 1953 (bron: watwaswaar.nl)



Algemeen Hoogtebestand Nederland 2009 (bron: ahn.nl)



Luchtfoto huidige situatie

