

RAPPORT

Effecten van bodemvervorming door zoutwinning te Haaksbergen

Zoutwinning Haaksbergen

Klant: Nouryon Industrial Chemicals B.V.

Referentie: BH5570TPRP2010090939

Status: Definitief/01

Datum: 9 oktober 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 151
6500 AD Nijmegen
Netherlands
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Effecten van bodemvervorming door zoutwinning te Haaksbergen

Ondertitel:
Referentie: BH5570TPRP2010090939
Status: 01/Definitief
Datum: 9 oktober 2020
Projectnaam: Zoutwinning Haaksbergen
Projectnummer: BH5570
Auteur(s): 5.1.2.e

Opgesteld door: RHDHV

Gecontroleerd door: 5.1.2.e

Datum:

Goedgekeurd door: 5.1.2.e

Datum:

Classificatie

Projectgerelateerd



Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. #VbCrLf##VbCrLf# Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	INLEIDING	1
2	KENMERKEN VAN HET GEBIED	2
3	BODEMVERVORMINGEN	3
4	TOETSING SCHADE	5
4.1	Schade aan bebouwing	5
4.2	Bijzondere gebouwen en industrie	6
4.3	Kabels & leidingen en riolering	6
4.4	Wegen	7
5	CONCLUSIES	8

Tabellen

Tabel 3-1: Maxima van berekende vervormingsparameters voor worst-case prognose	3
Tabel 3-2: berekende maximale relatieve rotatie voor verschillende gebouwlengten	4
Tabel 4-1: Schade-criteria voor gebouwschade en hinder door grondvervormingen [ref 3.]	6

Figuren

Figuur 2-1: Locatie cavernes	2
------------------------------	---

Bijlagen

Literatuur

BIJLAGE 1: Memorandum N18

BIJLAGE 2: Notitie Uzin Utz

1 INLEIDING

Nouryon Industrial Chemicals b.v. (Nouryon) onderzoekt de mogelijkheden voor zoutwinning ten noorden van Haaksbergen.

De zoutwinning resulteert in een bodemdaling in de omgeving. Dit rapport beschrijft de invloed van de bodemvervorming door zoutwinning op gebouwen, infrastructuur.

Het rapport is een update van de rapportage 9W5505.A0/R001_OD/MDK/JVON/Nijm van 25 mei 2011. Belangrijkste wijzigingen zijn de volgende:

- De analyse is uitgevoerd op basis van nieuwe subsidence prognoses door bureau KBB. Hierbij zijn de bodemvervormingen na 50 jaar ($t = 2064$) geprognosticeerd [ref 1.].
- Deze nieuwe subsidence prognoses zijn gebaseerd op:
 - o een update van het geologisch model;
 - o een update van het caverne ontwerp, caverneveld ontwerp en productieplanning;
 - o een update van kruipparameters.
- Er zijn meerdere prognoses uitgevoerd om de gevoeligheid van het model en het caverneveld ontwerp te beschouwen. De in dit rapport gebruikte prognose betreft de worst-case prognose met betrekking tot subsidence.

Er wordt hier verwezen naar separaat uitgevoerde effectenbepaling van bodemdaling op de – inmiddels gerealiseerde – rijksweg N18 (memorandum AkzoNobel opgenomen in bijlage 1) en op de te bouwen fabriek met silo van Uzin Utz (Notitie van RHDHV, 20 juni 2020, opgenomen in bijlage 2).

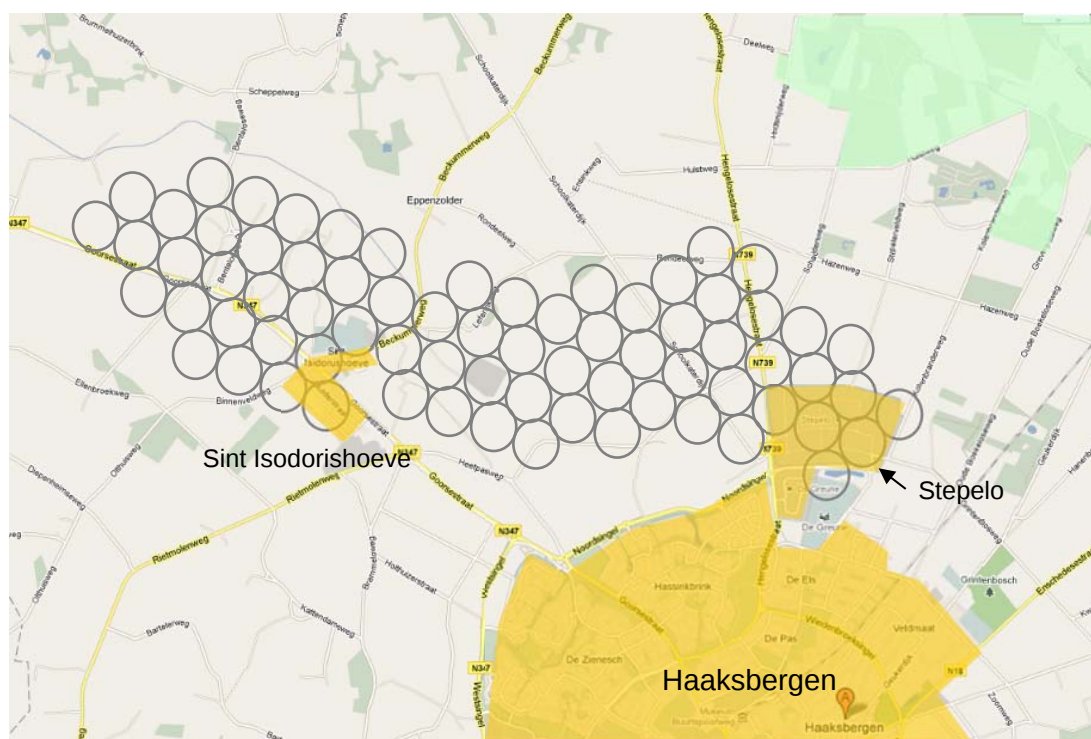
Hoofdstuk 2 beschrijft de kenmerken van het gebied. In hoofdstuk 3 worden de relevante vervorming parameters samengevat. In hoofdstuk 3 wordt de schadeprognose uitgevoerd. In hoofdstuk 4 worden de conclusies weergegeven.

2 KENMERKEN VAN HET GEBIED

De geplande zoutwinning bevindt zich ten noorden en noordwesten van Haaksbergen. In figuur 2-1 zijn de locaties van de geplande cavernes weergegeven. Vrijwel het gehele gebied kent agrarisch gebruik. Andere voor deze studie relevante gebruikstypen en objecten in het winningsgebied zijn: bedrijventerrein Stepelo, het dorp Sint Isidorushoeve en een rioolwaterzuivering.

Alleen aan de noordostrand van het gebied liggen percelen die door de provincie in de omgevingsverordening (2017) zijn aangeduid als natuurnetwerk Nederland (NNN).

In het gebied bevinden zich drie provinciale wegen de N347, de N379 en de N18. Er zijn geen spoorwegen en kanalen aanwezig in het gebied.



Figuur 2-1: Locatie cavernes

Het terrein is geaccidenteerd (niveau verschillen). In oost west richting varieert het maaiveld tussen circa NAP +23 m (oost) en NAP +18 m (west). De gemiddelde helling in oost west richting is circa 1:1000. Direct ten westen van de N379 bevindt zich een hoger gelegen gedeelte met niveau op NAP+24 m. Hellingen kunnen hier lokaal steiler zijn dan 1:100.

De ondiepe ondergrond tot NAP -40m is afgeleid uit een boring en uit sonderingen (bron: www.dinoloket.nl), zie bijlage 1. Hieruit blijkt dat tot 10 m onder maaiveld enkele veenlagen kunnen worden aangetroffen. Verder worden er kleiige en lemige afzettingen aangetroffen op de volgende niveaus: tussen NAP +10m en NAP +6, tussen NAP-12m en NAP-22m, tussen NAP-25m en NAP-40m.

3 BODEMVERVORMINGEN

Als gevolg van de zoutwinning treden verticale en horizontale grondvervormingen op. Deze vervormingen zijn niet overal even groot. Ze nemen af naarmate de afstand tot de winlocatie groter wordt. Voor de schadeprognose zijn de vervormingen aan het maaiveld van belang. Deze zijn bepaald door het bureau KBB waarbij er van uit is gegaan dat de stijfheid van de gebouwen zelf geen invloed heeft op de maaiveldvervormingen. In werkelijkheid worden vervormingen door de gebouwsijfheid uitgedempt. De gehanteerde vereenvoudiging resulteert in een veilige benadering.

In de literatuur worden verschillende toetsingsparameters gehanteerd voor de vervorming van gebouwen (zetting, verschilzetting, relatieve zetting, rotatie, relatieve rotatie, tilt, relatieve deflectie etc.).

Een onderverdeling kan daarbij worden gemaakt in:

- Zetting;
- Zettingssnelheid;
- Helling (scheefstand);
- Kromming;
- Rek.

In bijlage 2 zijn deze vervormingsparameters toegelicht.

In bijlage 3 zijn de resultaten van de studie van KBB grafisch weergegeven. Het betreft contourplots van parameters in het jaar 2064.

Op basis van deze gegevens zijn de relevante vervormingsparameters afgeleid. Hiervoor wordt verwezen naar bijlage 4. De maxima zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3-1: Maxima van berekende vervormingsparameters voor worst-case prognose

Parameter	Eenheid	Maximum
Zettingssnelheid	mm/jaar	18
Zetting in jaar 2064	mm	400
Horizontale rek (trek)	m/m	0.00026
Horizontale rek (compressie)	m/m	0.00065
Helling	mm/km	500 (1:2000)
Kromming (hol, sagging)	1/km	0.002
Kromming (bol, hogging)	1/km	0.001

De relatieve rotatie is uit de kromming voor een aantal typische gebouwlengten bepaald. Zie onderstaande tabel.

Tabel 3-2: berekende maximale relatieve rotatie voor verschillende gebouwlengten

Gebouwlengte [m]	Relatieve rotatie Hol	Relatieve rotatie Bol
5	$5.0 \cdot 10^{-6}$	$2.5 \cdot 10^{-6}$
10	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-6}$
25	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$
50	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$
100	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$
200	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$

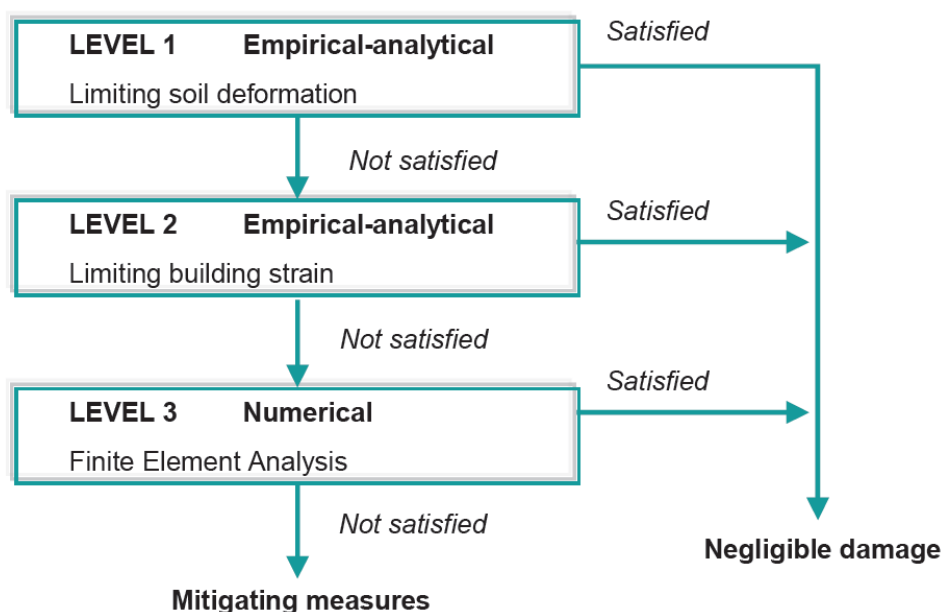
4 TOETSING SCHADE

4.1 Schade aan bebouwing

Bij schadevoorspelling van gebouwen als gevolg van grondverplaatsingen kan een getrapte benadering worden gekozen, bestaande uit niveaus 1 tot en met 3, met toenemende nauwkeurigheid en locatie specifieke uitwerking [ref 2.]. Een niveau 1 benadering is een volledig empirische benadering waarbij de grondverplaatsingen worden getoetst aan grenswaarden van de relatieve rotatie en de zakking van de constructie of van constructieonderdelen. Bij deze methoden wordt horizontale rek veelal niet in beschouwing genomen.

Als hier niet aan wordt voldaan of als de verwachting is dat andere vervormings- kenmerken een grote rol spelen, zoals bijvoorbeeld horizontale rek, dan kan worden overgestapt op een niveau 2 benadering. Een niveau 2 uitwerking is de zogenaamde 'limiting tensile strain method'. Hierbij wordt op basis van sterke vereenvoudigingen gekeken naar rekken in het gebouw welke worden getoetst aan criteria voor bepaalde schade categorieën.

Als de niveau 2 benadering niet voldoet, kan worden overgestapt op de modellering van een specifiek gebouw of gebouwdeel, meestal op basis van eindige elementen berekeningen van gevels of dwarsmuren (niveau 3).



Figuur 4-1: Schadeprognose in fasen, uit [ref 2.]

Onderstaande figuur geeft enkele in de praktijk gehanteerde grenswaarden voor een niveau 1 benadering [ref 3.].

Tabel 4-1: Schade-criteria voor gebouwschade en hinder door grondvervormingen [ref 3.]

Parameter	Schadegradatie	skeletbouw	Stapelbouw
Relatieve rotatie	Architectonische schade	1:300 (algemeen)	1:600 (bol)
		1:600 (torenflats)	1:1200 (hol)
		1:1000 (loodsen)	1:1200 (hol)
	Constructieve schade	1:150 (algemeen)	1:300 (bol) 1:600 (hol)
	Instortingsgevaar	1:75 (algemeen)	1:150 (bol) 1:300 (hol)
Scheefstand	Merkbaarheid	1:100 a 1:150	
	Onbruikbaarheid niet-apart gefundeerde machines en apparaten	1:100 (intern transport&opslag) 1:300 (textiel machines en kraanbanen) 1:5000 (turbogeneratoren)	
	Instabiliteit tegen kantelen	1:250 (schoorstenen, silo's, watertorens)	

De berekende maximale relatieve rotatie is $2 \cdot 10^{-4}$ ofwel circa 1:5000. Dit is ruim lager dan alle grenswaarden voor de niveau 1 schadepredictie. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de kans op schade als gevolg van de zoutwinning zeer klein is. Een verdere uitwerking op niveau 2 is in dit geval niet nodig.

De conclusie is dat er geen of nagenoeg geen schade aan gebouwen op zal treden als gevolg van de door KBB berekende bodemdaling door de zoutwinning.

4.2 Bijzondere gebouwen en industrie

De door KBB berekende maximale scheefstand van circa 1:2000 (0.5 m/km) kan tot instabiliteit leiden bij torens met een slankheid van circa 1/10 (B/L), zie bijlage 2. Hieronder vallen bijvoorbeeld slanke bakstenen schoorstenen. Die komen voor zover bekend in het invloedsgebied van de zoutwinning niet voor.

In paragraaf 4.1 is een schadevoorspelling gedaan voor constructies van gebouwen. In sommige gevallen kan het zijn dat bepaalde industrie strengere eisen stelt aan vervormingen. Als deze industrie zich in de nabijheid van de winlocatie wil vestigen dient men de voorspelde bodemvervorming te toetsen aan de eisen die deze industrie stelt.

4.3 Kabels & leidingen en riolering

Bij vervorming van kabels en leidingen moet worden getoetst op de volgende effecten:

- Voegrotatie;
- Uittrekken uit de koppelingen (Pull-out);
- Schade ter plaatse van huisaansluitingen;
- Vervorming.

Door verschillende onderzoekers zijn toelaatbare voegrotaties voor verschillende leiding systemen onderzocht. Deze variëren tussen 0,5° voor gietijzeren leidingen en 2,5° voor gas of waterleidingen met rubberen voegen [ref 4.]. De berekende waarden liggen ruimschoots onder deze voeg-rotaties.

Pull-out ter plaatse van voegovergangen wordt veroorzaakt door horizontale verschilvormingen die langs een buis kunnen optreden. In [ref 4.] worden toelaatbare waarden van 10 tot 25mm aangegeven afhankelijk van het buis- en voegtype.

Bij de geprognosticeerde horizontale rek zal geen pull-out kunnen optreden.

Schade bij huisaansluitingen zal niet optreden omdat de woningen evenveel zakken als de leidingen.

Eisen voor afschot van rioleringen ligt in de orde van 1:200 tot 1:1000 afhankelijk van het fundatietype. De berekende maximale scheefstand bedraagt circa 1:2000, wat substantieel kleiner is dan de eisen voor afschot. De zoutwinning zal de werking van riolering daarom niet nadelig beïnvloeden.

4.4 Wegen

Ter plaatse van de provinciale wegen bedraagt de grootste zakking maximaal 400 mm. De zakkingstrog verloopt geleidelijk over een lengte van circa 1 km naar een zakking kleiner dan 10 mm. Deze hellingen ten gevolge van de bodemvervorming zijn vergelijkbaar of kleiner dan de natuurlijke niveauverschillen in het gebied. De zettingen zullen naar verwachting geen invloed hebben op het beheer van de wegen.

5 CONCLUSIES

Nouryon Industrial Chemicals onderzoekt de mogelijkheden van zoutwinning ten noordwesten van Haaksbergen. De zoutwinning resulteert in bodemvervormingen in de omgeving. De bodemvervormingen na 50 jaar zijn geprognoseerd door de firma KBB. Het betreft worst case prognoses met een zeer kleine kans op overschrijding van berekende vervormingen.

Uit deze subsidence prognoses zijn de maatgevende vervormingsparameters voor de schadeprognose bepaald en vergeleken met schadecriteria uit de literatuur. Hieruit wordt geconcludeerd dat er geen of nagenoeg geen schade aan gebouwen wordt verwacht als gevolg van de bodemdaling door de voorgenomen zoutwinning. Ook voor de infrastructuur (ondergrondse leidingen en wegen) is de invloed van de zoutwinning naar verwachting verwaarloosbaar klein.

Literatuur

- [ref 1.] KBB, Phase III – Update of the Subsidence Prediction according to the Production Planning 2012, September
- [ref 2.] Giardina & Rots, presentatie tunneling induced building damage, november 2010
- [ref 3.] De Kock, Polderpeilverlaging en schade aan een gebouw, Civieletechniek 1986
- [ref 4.] Attewel P.B., Yeates J., selby A.R., Soil Movements induced by tunneling and their effects on pipelines and structures, 1986
- [ref 5.] Schultze Horn (1990), Grundbautaschenbuch, Teil 1

BIJLAGE 1: Memorandum N18

Memorandum

Aan Rijkswaterstaat, Dienst Oost-Nederland
Van 5.1.2.e, 5.1.2.e
Datum 30 juni 2014
Onderwerp Mogelijke effecten van de bodemdaling door zoutwinning in Haaksbergen op de nieuwe Rijksweg N18
Overige ontvangers

Inleiding Ten behoeve van de aanbesteding van de N18 door Rijkswaterstaat heeft AkzoNobel de mogelijke effecten van bodemdaling als gevolg van zoutwinning op de nieuw aan te leggen rijksweg in beeld gebracht. De resultaten van dit onderzoek zijn op 23 januari 2014 met Rijkswaterstaat gedeeld. Er zijn drie hoofdonderwerpen besproken:

- 1) Scheefstelling van de weg en de kunstwerken
- 2) Gevolgen voor de weg van door bodemdaling veroorzaakte veranderingen in de waterhuishouding
- 3) Vervolgstappen betreffende het meten van bodemdaling als gevolg van zoutwinning

Dit memo bevat de resultaten van het onderzoek alsmede de op de 23 januari en 2 juni 2014 door Rijkswaterstaat gevraagde kaarten met uitleg.

Conclusies De conclusies per besproken thema zijn als volgt:

- 1) Bodemdaling en scheefstelling

In het door AkzoNobel ontwikkelde worst case scenario zijn de maximale waarden voor de dalingsparameters ter plaatse van de N18 als gevolg van zoutwinning als volgt:

Parameter	Maximale waarde	Kunstwerk	Tijdstip na aanvang productie
Zetting (daling)	-0,39 m	d97	50 jaar
Zettingssnelheid	0,016 m/jaar	d97	20 jaar
Differentiële zetting (scheefstelling)	0,00063 m/m	d96	50 jaar
Maximale kromming (hol)	0,0019 (1/km)	d97	50 jaar
Maximale kromming (bol)	0,0007 (1/km)	KW20, d95	50 jaar
Maximale compressive strain	0,00017 m/m	d97	50 jaar
Maximale tensile strain	0,00015 m/m	KW20, d95, d96	50 jaar

Tabel 1. Maximale waarden van de bodemdalingsparameters als gevolg van zoutwinning volgens het worst case scenario voor bodemdaling.

- 2) Waterhuishouding

De conclusies betreffende het effect van verhoogde grondwaterstanden op de nieuw aan te leggen N18 zijn als volgt:

- De voorziene verdiepte aanleg van de N18 ter hoogte van de Geukerdijk ligt buiten de zone waar effecten op de grondwaterstand als gevolg van zoutwinning te voorzien zijn.

- Het maximale effect van bodemdaling op de grondwaterstand ter hoogte van de N18 is een stijging van maximaal 15 cm van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).
- Het gebied met een GHG op minder dan 80 centimeter onder het maaiveld zal ter hoogte van de N18 iets groter worden als gevolg van bodemdaling. De droogteligging van de weg kan ook na bodemdaling aan de eisen voldoen, mits het talud met voldoende hoogte (15cm hoger dan huidige vereiste hoogte, tussen de duikers 96 en 98) wordt aangelegd in de dalen van de Bolscherbeek en de Hagmolenbeek.
- Ter hoogte van de nieuwe N18 zijn geen stijgingen van beekpeilen voorzien als gevolg van bodemdaling.
- Er ter hoogte van de N18 geen toename van overstromingen voorzien als gevolg van bodemdaling.

3) Monitoring

Om de bodemdaling te monitoren en mogelijke effecten te bepalen zal AkzoNobel een meetplan moeten opstellen. Dit meetplan bevat in elk geval een voorgesteld meetnet met punten binnen en buiten het voorziene dalingsgebied, een nulmeting voorafgaand aan de winning en een meetfrequentie voor herhalingsmetingen. Rijkswaterstaat zal bij het opstellen van het meetplan worden betrokken om zorg te dragen voor een relevante monitoring van de bodemdaling en mogelijke effecten daarvan ter hoogte van de N18.

Toelichting Ter toelichting van de conclusies het volgende:

1) Bodemdaling en scheefstelling

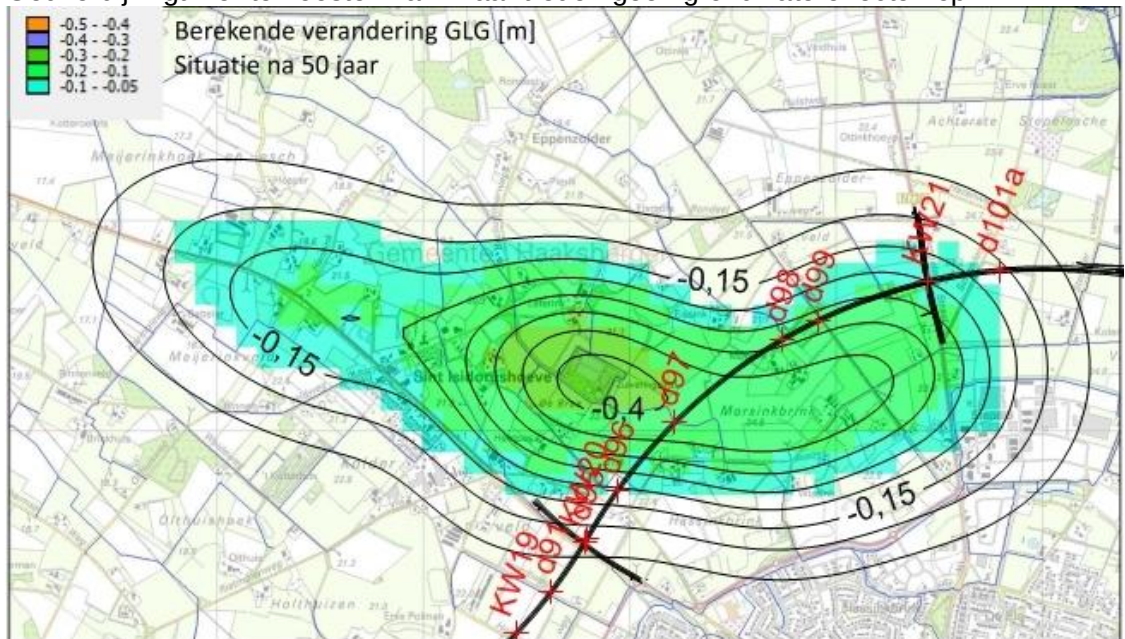
In bijlage 1 (Differentiële verplaatsingen relevante kunstwerken) zijn de exacte zettingen en differentiële zettingen per kunstwerk weergegeven voor de tijdstippen na 10 jaar, 20 jaar en 50 jaar zoutwinning. De gegeven waarden zijn de zettingen op de hoekpunten van de 50 bij 50 meter gridcel die een kunstwerk omsluiten. De werkelijke differentiële zettingen in het kunstwerk zullen lager uitvallen omdat deze kunstwerken beduidend kleiner zijn dan 50 bij 50 meter. Alle waarden zijn afkomstig uit het worst case scenario voor bodemdaling.

In bijlage 2 (Bodemdalingskaarten worst case scenario) worden alle in tabel 1 genoemde parameters in contourkaarten weergegeven. De ondergrond van de kaarten is de topografie van het gebied na 50 jaar zoutproductie volgens het worst case scenario voor bodemdaling. Het tracé van de N18 is ook in de kaarten weergegeven. In bijlage 3 (Topografie 2014 vs. 2068) wordt de huidige topografie en de topografie van het worst case scenario voor bodemdaling na 50 jaar zoutwinning weergegeven. Langs het tracé van de N18 is een profiel getrokken. Hierin is te zien dat de natuurlijke topografische verschillen aanzienlijk groter zijn dan de zettingen als gevolg van zoutwinning. Omdat de zoutwinning gelijkmatig in een relatief groot gebied plaatsvindt, zal de topografie van het gebied niet wezenlijk veranderen.

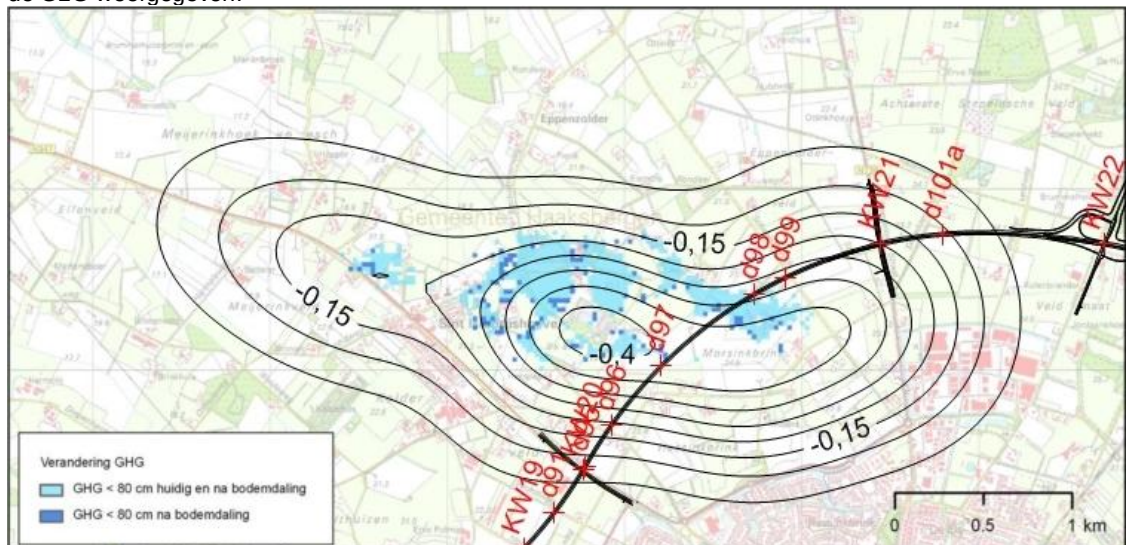
2) Waterhuishouding

Alle berekeningen voor de effecten van bodemdaling op de waterhuishouding zijn berekend op basis van het worst case scenario voor bodemdaling na 50 jaar zoutwinning. In alle kaarten zijn de contouren van de worst case bodemdaling na 50 jaar zoutwinning weergegeven alsmede het trace van de N18, inclusief kunstwerken.

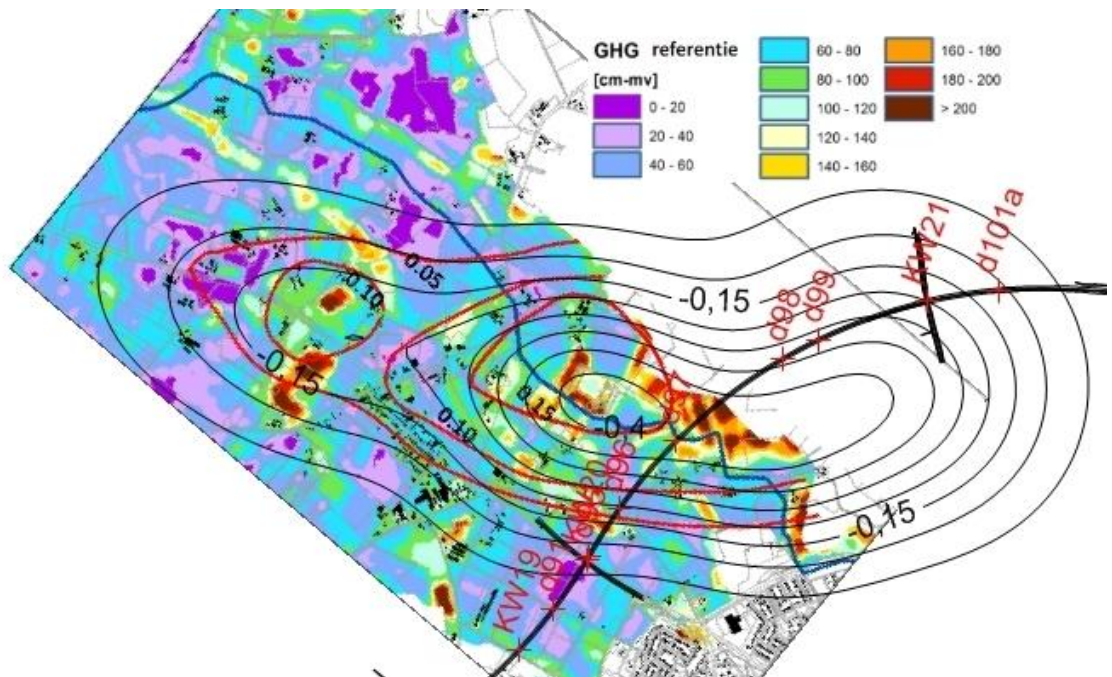
Het gebied waar bodemdaling als gevolg van zoutwinning effect heeft op de grondwaterstanden bevindt zich vrijwel geheel tussen Goorsestraat N347 en de Hengelsestraat N739 (figuur 1). Het gebied van de verdiepte aanleg ter hoogte van de Geukerdijk ligt hier ten oosten van. Daar treden geen grondwatereffecten op.



Figuur 1. Het effect van bodemdaling door zoutwinning op de berekende gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Het effect van bodemdaling op de GLG is groter dan op de GHG, daarom is hier de GLG weergegeven.



Figuur 2. Effecten van verandering gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) als gevolg van bodemdaling. Lichtblauw: gebieden waar de GHG nu minder dan 80 cm onder het maaiveld staat. Donkerblauw: gebieden waar de GHG stijgt tot minder dan 80 cm onder het maaiveld als gevolg van bodemdaling door zoutwinning.

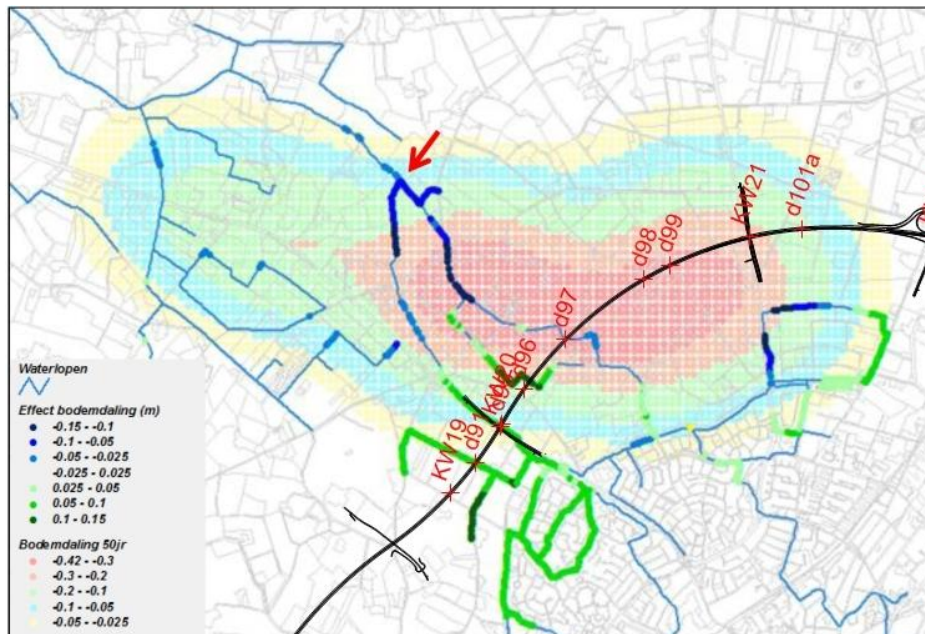


Figuur 3. Gedetailleerde kaart van de hoogte van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het stroomgebied van de Bolscherbeek. De rode contouren geven de berekende stijging van de GHG als gevolg van bodemdaling weer. De zwarte contouren geven de worst case bodemdaling na 50 jaar zoutwinning weer.

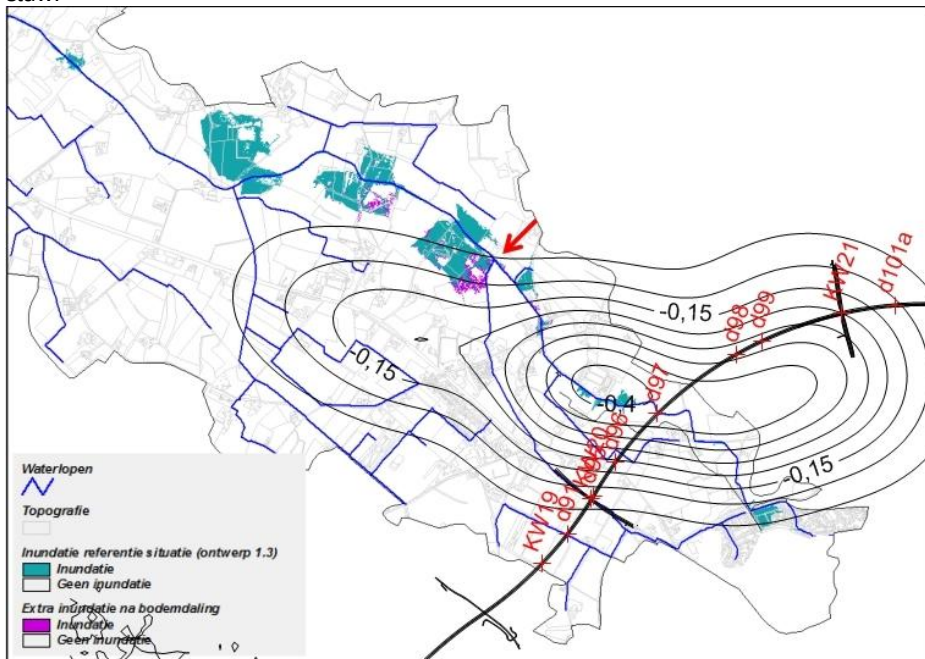
De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) kan ter hoogte van de Bolscherbeek na 50 jaar zoutwinning met 15 cm zijn gestegen. Als gevolg hiervan zullen er enkele gridcellen (25x25 meter) bijkomen waar de GHG op minder dan 80 centimeter onder het maaiveld komt te liggen. (figuur 2). Een meer gedetailleerd beeld wordt gegeven in figuur 3.

De berekende verandering in de beekpeilen als gevolg van bodemdaling wordt weergegeven in figuur 4. Het enige effect ter hoogte van de N18 is een daling van het beekpeil ter hoogte van duiker 96. Dit wordt veroorzaakt door een lichte toename in het verhang van de beken. In het zuidoosten van het bodemdalingsgebied is de daling namelijk in dezelfde richting als de al bestaande helling van het gebied waardoor de helling van het gebied licht toeneemt.

De effecten van de bodemdaling op inundatie bij een hoogwaterpeil dat eens in de 100 jaar voorkomt zijn weergegeven in figuur 5. Ter hoogte van de N18 treden er geen effecten op.



Figuur 4. Berekende verandering in beekpeilen als gevolg van worst case bodemdaling na 50 jaar zoutwinning. De gekleurde contouren geven de indicatieve bodemdaling na 50 jaar zoutwinning weer. Groene kleur: beekpeil daalt. Blauwe kleur: beekpeil stijgt. Ter hoogte van de rode peil bevindt zich een stuw.



Figuur 5. Berekende toename van inundatiegebieden van de Bolscherbeek als gevolg van zoutwinning bij een hoogwaterpeil dat eens per 100 jaar voorkomt. Blauwgroen: gebied dat in de huidige situatie inundeert bij een hoogwaterpeil dat eens per 100 jaar voorkomt. Roze: gebied dat als gevolg van bodemdaling door zoutwinning inundeert bij een hoogwaterpeil dat eens per 100 jaar voorkomt.

BIJLAGE 2: Notitie Uzin Utz

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Nouryon Industrial Chemicals B.V.
Van: 5.1.2.e en 5.1.2.e
Datum: 16 juni 2020
Kopie: Archief
Ons kenmerk: T&P-BH3929-M001-F1.2
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door -

Onderwerp: Bodemdalingsprognose Haaksbergen firma Uzin Utz

1 Inleiding

Vanwege de uitbreidingsplannen van de firma Uzin Utz is aan Nouryon Industrial Chemicals B.V. gevraagd een schadeanalyse uit te voeren. In deze analyse wordt getoetst of de bodemvervormingen als gevolg van zoutwinning kunnen leiden tot schade aan hun nog te bouwen objecten. Hierbij moet worden uitgegaan van het worst case scenario voor over 50 jaar.

Deze notitie is een verslaglegging van de genoemde schadeanalyse. Hierbij wordt dezelfde systematiek gehanteerd als in de in 2012 uitgevoerde gebiedsanalyse [1].

2 Kenmerken object

De projectlocatie bevindt zich ten Noorden van Haaksbergen en ten Zuiden van de N18. Het perceel wordt omgeven door agrarisch gebied en een bedrijventerrein (Figuur 1). Het type en de afmetingen van de objecten zijn niet bekend. Wel is door opdrachtgever aangegeven dat een van de objecten een silo betreft met een hoogte van ongeveer 40 m.



Figuur 1: Locatie uitbreidingsplannen firma Uzin Utz.

3 Bodemvervormingen

Als gevolg van de zoutwinning treden verticale en horizontale grondvervormingen op. Deze vervormingen zijn niet overal even groot. Ze nemen af naarmate de afstand tot de winlocatie groter wordt. Voor de schadeprognose zijn de vervormingen aan het maaiveld van belang. Deze zijn bepaald door het ingenieursbureau KBB waarbij er van uit is gegaan dat de stijfheid van de gebouwen zelf geen invloed heeft op de maaiveldvervormingen. In werkelijkheid worden vervormingen door de gebouwtijfheid uitgedempt. De gehanteerde vereenvoudiging resulteert in een veilige benadering.

In de literatuur worden verschillende toetsingsparameters gehanteerd voor de vervorming van gebouwen (zetting, verschilzetting, relatieve zetting, rotatie, relatieve rotatie, tilt, relatieve deflectie etc.). Een onderverdeling kan daarbij worden gemaakt in:

- Zetting;
- Zettingssnelheid;
- Helling (scheefstand);
- Kromming;
- Rek.

In Bijlage 1 zijn de resultaten van de studie van KBB grafisch weergegeven. Het betreft contourplots van parameters in het jaar 2064. Hierin is de projectlocatie van de firma Uzin Utz aangegeven. Op basis hiervan zijn de relevante vervormingsparameters afgeleid en weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Maxima van berekende vervormingsparameters voor worst-case prognose

Parameter	Eenheid	Maximum
Zettingssnelheid	mm/jaar	2,5
Zetting in jaar 2064	mm	170
Horizontale rek (trek)	m/m	7,0 E-5
Horizontale rek (compressie)	m/m	1,7 E-4
Helling	mm/km	333 (1:3000)
Kromming (hol, sagging)	1/km	0,002*
Kromming (bol, hogging)	1/km	0,001*

*Op basis van de geleverde informatie kan de (vector)kromming niet worden afgeleid voor de projectlocatie. In dit rapport is daarom de maatgevende waarde gehanteerd die optreedt binnen het gehele gebied (maximum van Curvature Northing en Curvature Easting).

De relatieve rotatie (βx) in

Tabel 2 is uit de kromming voor de gebouwlengte (L) bepaald aan de hand van een constante kromtestraal (R) [1]:

$$\sin \beta x = \frac{0.5L}{R}$$

Tabel 2: Berekende maximale relatieve rotatie voor de gebouwlengte.

Gebouwlengte (m)	Relatieve rotatie Hol	Relatieve rotatie Bol
5	5,0 10 ⁻⁶	2,5 10 ⁻⁶
10	1,0 10 ⁻⁵	5,0 10 ⁻⁶
25	2,5 10 ⁻⁵	1,3 10 ⁻⁵
50	5,0 10 ⁻⁵	2,5 10 ⁻⁵
100	1,0 10 ⁻⁴	5,0 10 ⁻⁵
200	2,0 10 ⁻⁴	1,0 10 ⁻⁴

4 Toetsing

Bij schadevoorspelling van gebouwen als gevolg van grondverplaatsingen kan een getrapte benadering worden gekozen, bestaande uit niveaus 1 tot en met 3, met toenemende nauwkeurigheid. Zolang men binnen de niveau 1 schadepredictie grenswaarden blijft, kan worden geconcludeerd dat de kans op schade zeer klein is. Er hoeft in dat geval niet verder getoetst te worden op niveau 2 of 3 [1].

Tabel 3: Schade-criteria voor gebouwschade en hinder door grondvervormingen [2]

Parameter	Schadegradatie	Skeletbouw	Stapelbouw
Relatieve rotatie	Architectonische schade	1:300 (algemeen)	1:600 (bol) 1:1200 (hol)
		1:600 (torenflats)	
		1:1000 (loodsen)	
	Constructieve schade	1:150 (algemeen)	1:300 (bol) 1:600 (hol)
	Instortingsgevaar	1:75 (algemeen)	1:150 (bol) 1:300 (hol)
Scheefstand	Merkbaarheid	1:100 à 1:150	
	Onbruikbaarheid niet-apart gefundeerde machines en apparaten	1:100 (intern transport & opslag)	
		1:300 (textielmachines en kraanbanen)	
	Instabiliteit tegen kantelen	1:250 (schoorstenen, silo's watertorens)	

De berekende maximale relatieve rotatie is $2,0 \cdot 10^{-4}$ ofwel circa 1:5000, voor een gebouw met een lengte van 200 m. Voor kleinere gebouwen is de relatieve rotatie kleiner en dus minder maatgevend. De waarden zijn ruim lager dan alle grenswaarden voor de niveau 1 schadepredictie.

Bij slanke constructies (bijvoorbeeld torens of schoorstenen) kan scheefstand in extreme gevallen leiden tot instabiliteit. Op basis van de beschikbare informatie is er geen aanleiding dat instabiliteit hier zal optreden (een silo is een relatieve hoge, maar geen slanke constructie).

Op basis van het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de kans op schade als gevolg van zoutwinning zeer klein is. Een verdere uitwerking op niveau 2 is in dit geval niet nodig.

5 Conclusie

Zoutwinning ten noorden van Haaksbergen resulteert in bodemvervormingen in de omgeving. De bodemvervormingen na 50 jaar zijn geprognosticeerd door de firma KBB. Het betreft worst-case prognoses met een zeer kleine kans op overschrijding van berekende vervormingen.

Uit de verzakkingsprognoses van de projectlocatie zijn maatgevende vervormingsparameters voor de schadeprognose bepaald en vergeleken met schadecriteria uit de literatuur. De berekende maximale relatieve rotatie is 1:5000. Dit is ruim kleiner dan de in de literatuur (tabel 3) vermelde grenswaarden voor architectonische schade (1:1200). De conclusie is daarmee dat de kans op schade aan gebouwen van de firma Uzin Utz als gevolg van de door KBB berekende bodemdaling door zoutwinning zeer klein is.

6 Literatuur

- [1] 9W5639.03/R005_OD/MDK/ZvdH/Nijm – Effecten van bodemvorming door zoutwinning te Haaksbergen – 2012
- [2] De Kock, Polderpeilverlaging en schade aan een gebouw, Civieletechniek 1986.

Bijlage 1

Resultaten studie KBB met in rood de projectlocatie

