Memorandum

To [redacted]
From [redacted]
Date 6 juli 2020
Subject Rapportage inzake bodemdaling voor drie bouwlocaties ten behoeve van de ontwikkeling van Hof te Twekkelo.
Checked and approved by [redacted]

Inleiding

Naar aanleiding van uw aanvraag van 6 april jl. wordt in dit memo een samenvatting gegeven van hetgeen door GeoControl gerapporteerd[1] is over de verwachting van bodemdaling ter plaatse van drie beoogde bouwlocaties voor de ontwikkeling van het landgoed Hof te Twekkelo. In Bijlage 1 zijn de bouwlocaties met nummers aangegeven. Het betreft de volgende locaties en gebouwen:

1. Bruninksweg 11, sloop van bestaande woning en nieuwbouw op een andere plek op hetzelfde perceel
2. Grote Veldweg, sloop van bestaande schuur en nieuwbouw op bestaande fundering
3. Haimersweg 225, sloop bestaande woningen en schuren, nieuwbouw van woning met inpandige schuur (a) en schuurwoning (b) en behoud van 1 bestaande schuur die dient als kerk (c),

Conform het Bodemdalingprotocol waarnaar verwezen wordt in artikel 36.7.2 van het bestemmingsplan Buitengebied Hengelo, dient de aanvrager van de bouwvergunning bij Nouryon een worst-case prognose op te vragen van de bodemdaling in relatie tot de levensduur van de uit te voeren werken. De schuur aan de Grote Veldweg ligt op grens tussen de gemeenten Hengelo en Enschede. In artikel 46.5 van het bestemmingsplan Buitengebied Noordwest van Enschede is opgenomen dat het bevoegd gezag advies moet inwinnen bij het Staatstoezicht op de Mijnen over de te verwachten veiligheidsrisico's als gevolg van bodeminstabiliteit in relatie tot de perceelslocatie en verwachte levensduur van het gebouw. Dit memo is de schriftelijke rapportage van de worst-case prognose van de bodemdaling en de bijbehorende scheefstelling en horizontale vervorming en geeft daarmee de informatie die conform beide bestemmingsplannen benodigd is.

Nouryon heeft in een eerder memo van 10 juni 2020 de bodemdalingsprognose voor de bouwplannen op de drie genoemde percelen gepresenteerd. Inmiddels zijn de plannen voor de Haimersweg 225 door de aanvrager iets aangepast. Het voorliggende memo bevat de bodemdalingsprognose die is aangepast naar aanleiding van de wijziging in de bouwplannen en vervangt eerdergenoemd memo van 10 juni 2020 en de daarin opgenomen bodemdalingsprognose, die hiermee komt te vervallen.

Nouryon is bij het opstellen van dit memo uitgegaan van de gegevens en informatie die ze op dit moment tot haar beschikking heeft. Aan de uitkomsten kunnen geen rechten ontleend worden. De rapportages van GeoControl en de onderliggende rekenmethoden die ten grondslag liggen aan deze prognoses zijn bekend bij het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

[1] GeoControl, 2013, Compilatie van de bepalingen van de mogelijke toekomstige bodemdaling door zoutwinning in het gebied van de winningsvergunning Twenthe-Rijn, kenmerk: S01309

Inherente veiligheid en stabiliteit van cavernes

Bij de inschatting van het risico op bodemdaling als gevolg van caverne-migratie zijn twee zaken van belang:

1) Stabiliteit van de caverne
2) Inherente veiligheid (hoogte) van de caverne

Een caverne is stabiel als het zoutdak over de gehele breedte van de caverne de dikte heeft die voorgeschreven is in de Hengelo Uitloog Techniek en die gebaseerd is op de 'Good Salt Mining Practice' die hierin omschreven is. Als het zoutdak niet over de gehele breedte van de caverne de voorgeschreven dikte heeft, is er een verhoogde kans dat de caverne van de huidige positie richting het maaiveld zal migreren. De caverne is in dat geval potentieel instabiel.

Een caverne is inherent veilig als de cavernehoogte (de afstand tussen dak en bodem van de caverne) dusdanig beperkt is vergeleken met de dikte van de laag vast gesteente tussen het dak van de caverne en het maaiveld dat, in het geval van volledige cavernemigratie, de caverne zichzelf opvult met uit het cavernedak gevallen gesteente voordat schade aan het maaiveld kan ontstaan. Het puin van het vaste gesteente dat uit het dak naar de bodem van de caverne is gevallen, neemt namelijk minimaal 11% meer volume in dan de originele gesteentelagen. Hierdoor neemt bij migratie de cavernehoogte af. Als de caverne te hoog is om zichzelf bij migratie tijdig op te vullen, is de caverne niet inherent veilig. Het criterium van inherente veiligheid zegt dus niets over de kans op cavernemigratie maar wel over het mogelijke effect van caverne-migratie.

Bij cavernes die stabiel en inherent veilig zijn, doet zich alleen bodemdaling door zoutkruip voor. Deze vorm van bodemdaling bedraagt in het boorterrein Hengelo maximaal 5 centimeter per 100 jaar.

Cavernes in de nabijheid van de bouwlocaties

In Bijlage 1 is te zien dat de bouwlocaties omgeven worden door een aantal cavernes. In Tabel 1 is samengevat of de cavernes geclassificeerd zijn als 'Stabiel' of 'Potentieel instabiel' en of de cavernes wel of niet inherent veilig zijn. Voor de cavernes die potentieel instabiel of niet inherent veilig zijn is bekeken of er bouwlocaties binnen de invloedszone[2] van deze caverne vallen.

Tabel 1 Overzicht omliggende cavernes

Caverne nr.	Bijbehorende boringen	Stabiel / Potentieel instabiel	Wel / niet inherent veilig	Beoogde bouwlocatie binnen / buiten invloedszone
55	55-55A-55B-56	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Buiten
78	78-78A-79	Potentieel instabiel	Inherent veilig	Binnen (2)
80	80	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Buiten
81	81-82-83	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Binnen (1)
84	84-85-85A	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Buiten
112	112-113	Potentieel instabiel	Inherent veilig	Binnen (2)
114	114-115	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Binnen (2)
130	130-131	Potentieel instabiel	Niet inherent veilig	Binnen (3)
213	213-214	Stabiel	Niet inherent veilig	Binnen (3)
220	220-221-222	Stabiel	Inherent veilig	-

De conclusie uit Tabel 1 is dat de beoogde bouwlocaties in de invloedszone liggen van vijf cavernes die potentieel instabiel zijn, namelijk 78, 81, 112, 114 en 130 en van caverne 213 die wel stabiel is, maar niet inherent veilig. Bij cavernes die niet inherent veilig zijn, zal bij migratie tijdig ingegrepen worden om te voorkomen dat een sinkhole kan ontstaan (fase III bodemdaling). Met behulp van de maatregelen uit het Beleid Monitoren en Vullen Cavernes Twente (zie verderop in dit memo) meet Nouryon de aanvang van migratie en indien nodig zorgt zij tijdig voor voldoende stabilisatie. In dat geval kan na uitdoven van de migratie, alleen nog bodemdaling ontstaan als gevolg van inklinking van de puinkolom (fase II bodemdaling).

Caverne 78 heeft zout geproduceerd in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw. Na de periode van reguliere zoutproductie is in de jaren '80 kalkslurry (product dat overblijft na pekelzuivering) in de caverne gepompt. De caverne is geclassificeerd als potentieel instabiel omdat er onvoldoende zoutdak aanwezig is. De hoogte van de caverne is beperkt dankzij de invoer van kalkslurry in het verleden. De caverne is daardoor inherent veilig. Als deze caverne migreert, zal er slechts bodemdaling door het inklinken van de puinkolom (fase II bodemdaling) ontstaan.

Caverne 81 heeft zout geproduceerd in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw. Ook deze caverne is geclassificeerd als potentieel instabiel omdat er onvoldoende zoutdak aanwezig is. De hoogte van deze caverne is dusdanig groot dat deze niet inherent veilig is. Deze caverne staat daarom op de lijst om opgevuld te worden met kalkslurry. Als deze caverne migreert, wordt deze tijdig gestabiliseerd. De hoogte van de caverne wordt dan zodanig beperkt dat er alleen nog bodemdaling door het inklinken van de puinkolom kan ontstaan (fase II bodemdaling).

[2] De invloedszone is het gebied waar bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming kan ontstaan als een caverne migreert

Caverne 112 heeft zout geproduceerd in de jaren ’60 en ‘70 van de vorige eeuw. Na de periode van reguliere zoutproductie is van 1987 tot 1991 kalkslurry in de caverne gepompt. De caverne is geclassificeerd als potentieel instabiel omdat de resterende dikte van het zout in het dak niet voldoende is. De hoogte van de caverne is beperkt en de caverne is daarom inherent veilig. Als deze caverne migreert, dan zal er slechts bodemdaling door het inklinken van de puinkolom (fase II bodemdaling) ontstaan.

Caverne 114 heeft zout geproduceerd in de jaren ’60 en ‘70 van de vorige eeuw. De caverne is geclassificeerd als potentieel instabiel omdat er geen zoutdak meer aanwezig is. De hoogte van deze caverne is dusdanig groot dat deze niet inherent veilig is. Deze caverne staat daarom op de lijst om opgevuld te worden met kalkslurry. Wanneer deze caverne migreert, wordt deze tijdig gestabiliseerd. De hoogte van de caverne wordt dan zodanig beperkt dat er ingeval van migratie alleen nog bodemdaling door het inklinken van de puinkolom kan ontstaan (fase II bodemdaling).

Caverne 130 heeft zout geproduceerd vanaf eind jaren ’60 tot in de jaren ’90 van de vorige eeuw en van 2002 tot en met 2004. De caverne is geclassificeerd als potentieel instabiel omdat er geen zoutdak meer aanwezig is. De hoogte van deze caverne is dusdanig groot dat deze niet inherent veilig is. Deze caverne staat daarom op de lijst om opgevuld te worden met kalkslurry. Wanneer deze caverne migreert, wordt deze tijdig gestabiliseerd. De hoogte van de caverne wordt dan zodanig beperkt dat er ingeval van migratie alleen nog bodemdaling door het inklinken van de puinkolom kan ontstaan (fase II bodemdaling).

Caverne 213 heeft zout geproduceerd in de jaren ’70 tot en met ‘90 van de vorige eeuw en van 2001 tot en met 2003. De caverne is geclassificeerd als stabiel omdat de resterende dikte van het zout in het dak voldoende is. De hoogte van deze caverne is echter dusdanig groot dat deze niet inherent veilig is. Deze caverne staat daarom op de lijst om opgevuld te worden met onverzadigde kalkslurry. Als deze caverne migreert, wordt deze tijdig gestabiliseerd. De hoogte van de caverne wordt dan zodanig beperkt dat er ingeval van migratie alleen nog bodemdaling door het inklinken van de puinkolom kan ontstaan (fase II bodemdaling).
Omdat er nog een voldoende dikke laag zout in het dak van de caverne zit, is de kans op migratie echter beduidend kleiner dan bij de hierboven besproken cavernes.

Naast de bodemdaling als gevolg van inklinking van de puinkolom (fase II bodemdaling), geldt voor alle cavernes in dit veld dat rekening moet worden gehouden met de bodemdaling door zoutkruip van maximaal 5 cm in 100 jaar die voor het hele veld geldt.

Bodemdalingsprognose

De bodemdalingsprognose voor de geplande bouwlocaties bestaat uit twee componenten:

- De reguliere bodemdaling door kruip van zout
- De extra bodemdaling die kan ontstaan door het inklinken van de puinkolom bij migratie van de cavernes, zogenoemde fase II bodemdaling, en de bijbehorende scheefstelling en horizontale vervorming

Door GeoControl is de hoeveelheid extra bodemdaling door migratie van de genoemde cavernes berekend per caverne. Naast de maximale hoeveelheid bodemaling is ook de maximale scheefstelling en horizontale vervorming van belang voor de constructies. Ook deze waarden zijn door GeoControl berekend. De resultaten zijn per bouwlocatie opgenomen in Tabel 2.

Tabel 2 Berekende bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming ter plaatse van de beoogde bouwlocaties

Bouwlocatie 1: Bruninksweg 11, nieuw te bouwen woning				
Caverne [boring]	Fase bodemdaling	Maximale bodemdaling [mm]	Maximale scheefstelling [mm/m]	Maximale horizontale vervorming [mm/m]
81 [83]	II	5	0,2	0,12 (rek)
Bouwlocatie 2: Grote Veldweg, nieuw te bouwen schuur op bestaande fundering				
Caverne	Fase bodemdaling	Maximale bodemdaling [mm]	Maximale scheefstelling [mm/m]	Maximale horizontale vervorming [mm/m]
78	II	25	0,35	0,06 (rek) 0,08 (compressie)
112	II	<1	0,02	0,02 (rek)
114	II	<5	0,15	0,12 (rek)
Bouwlocatie 3a: Haimersweg 225: nieuw te bouwen woning met inpandige schuur				
Caverne	Fase bodemdaling	Maximale bodemdaling [mm]	Maximale scheefstelling [mm/m]	Maximale horizontale vervorming [mm/m]
130	II	25	0,46	0,16 (rek)
213	II	30	0,6	0,25 (rek)
Bouwlocatie 3b: Haimersweg 225: nieuw te bouwen schuurwoning				
Caverne	Fase bodemdaling	Maximale bodemdaling [mm]	Maximale scheefstelling [mm/m]	Maximale horizontale vervorming [mm/m]
130	II	45	0,46	0,3 (compressie)
213	II	< 5	0,15	0,15 (rek)
Locatie 3c*: Haimersweg 225: bestaande schuur, gebruik als kerk				
Caverne	Fase bodemdaling	Maximale bodemdaling [mm]	Maximale scheefstelling [mm/m]	Maximale horizontale vervorming [mm/m]
130	II	40	0,46	0,2 (compressie)
213	II	< 5	0,2	0,15 (rek)

* Hoewel deze bestaande schuur geen nieuwbouw betreft is de bodemdaling hier wel gerapporteerd, gezien de positie van de schuur in de invloedszone van caverne 130 bij migratie.

In Bijlage 2 t/m 7 is aangegeven hoe de bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming is verdeeld boven de cavernes en hoe dit zich verhoudt tot de beoogde bouwlocaties.

Indien de beoogde bouwlocaties gewijzigd worden, wat betreft plaats, grootte en/of vorm, dan zal bekeken moeten worden wat de invloed hiervan is op de in tabel 2 gerapporteerde bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming.

Maatregelen om schade te voorkomen

Sinds 2017 hanteert Nouryon het ‘Beleid Monitoren en Vullen Cavernes Twente’ dat de opvolger is van de Subsidence Management Policy die sinds 2008 gehanteerd werd. In dit beleid staan de volgende generieke maatregelen om bodemdaling door caverne-migratie te voorkomen:

1. Vijfjaarlijkse sonarmonitoring van potentieel instabiele en/of niet inherent veilige cavernes.
2. Preventief vullen van deze cavernes met kalkslurry uit de pekelzuivering van Nouryon. De cavernes 81, 114 en 130 staan op de lijst om op termijn opgevuld te worden met kalkslurry en caverne 213 met onverzadigde kalkslurry.
3. Monitoring van de stabiliteit van cavernes met behulp van een microseismisch meetnet. Dit meetnet registreert vanaf de eerste signalen dat een caverne begint met

migreren. Daardoor wordt de reactietijd verkort, omdat het continumeting betreft in plaats van een intervalmeting.

Nouryon adviseert Eelerwoude om bij het ontwerp en de uitvoering van de te bouwen objecten rekening te houden met de maximale (fase II) bodemdaling zoals gepresenteerd in deze memo. Het ontwerp en de constructie van de eventuele constructieonderdelen en/of installaties die gevoelig zijn voor verschilzakkingen vragen speciale aandacht.

Opmerking bij bouwlocatie 1, Bruninksweg 11:

- De locatie van de nieuw te bouwen woning ligt alleen in de invloedszone van caverne 81, boring 83. Ten opzichte van de locatie van de huidige woning zal de nieuwe woning zich verder van het centrum van de invloedszone bevinden. Dit zorgt er voor dat de maximale bodemdaling die zou kunnen optreden kleiner is dan bij de huidige woning.

Opmerkingen bij bouwlocatie 2, Grote Veldweg:

- De locatie van de schuur ligt vooral in de invloedszone van caverne 78 en aan de uiterste buitengrenzen van de invloedszones van de cavernes 112 en 114. De invloedszones van cavernes 112 en 114 zijn daarom niet bij de invloedszone van caverne 78 opgeteld.
- Bij de aanvraag van deze bodemdalingsprognose is aangegeven dat de schuur gebouwd zal worden op een bestaande fundering. Het is van groot belang om de bestaande fundering te inspecteren en te verifiëren of deze bestand is tegen de bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming zoals weergegeven in tabel 2 en bijlage 3, 4 en 5.

Opmerking bij bouwlocatie 3, Haimersweg 225:

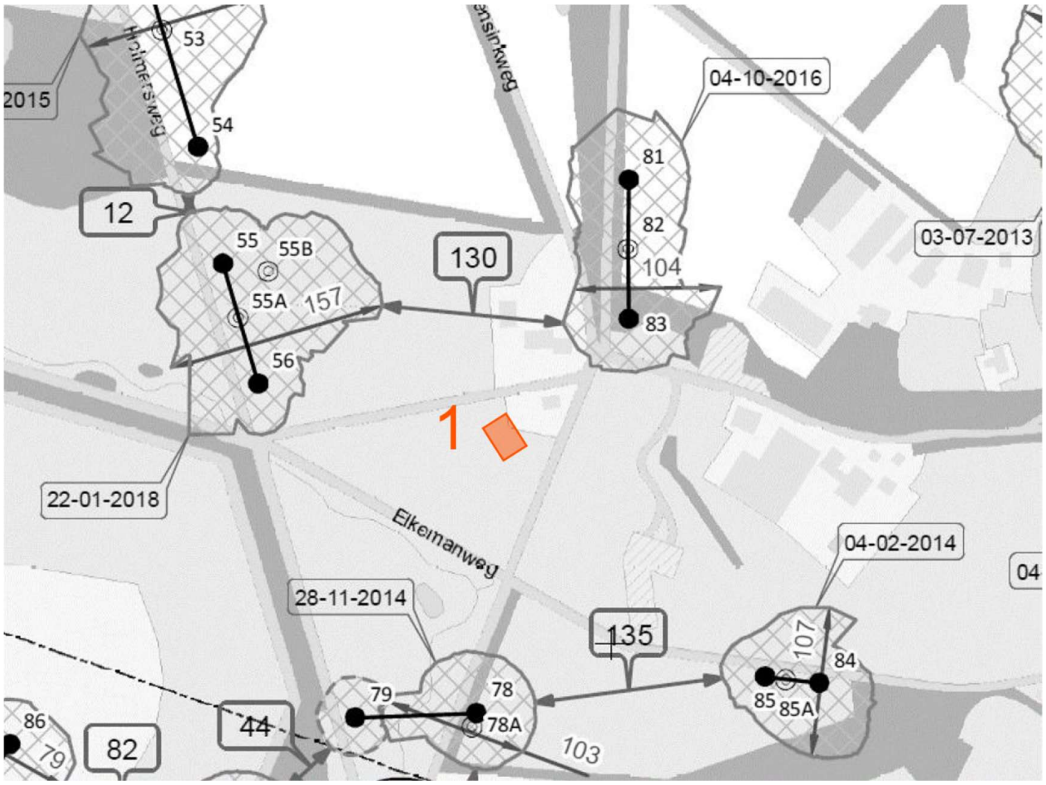
- De invloedszones van caverne 130 en 213 overlappen elkaar sterk. Omdat caverne 213 stabiel is, is de kans op migratie en de daaruit volgende bodemdaling aanzienlijk kleiner dan van caverne 130. Binnen de ordegrootte van de gangbare ontwerplevensduur van gebouwen (ca. 100 jaar) is de kans dat beide cavernes migreren erg klein. Bovendien zijn er geen aanwijzingen dat eventuele migratie van een van de cavernes er voor kan zorgen dat een andere caverne eerder gaat migreren. Om deze redenen zijn beide invloedszones niet bij elkaar opgeteld.

Mocht u over dit alles nog vragen hebben, neemt u dan contact op met [redacted] (E: [redacted]nouryon.com; T: [redacted]).

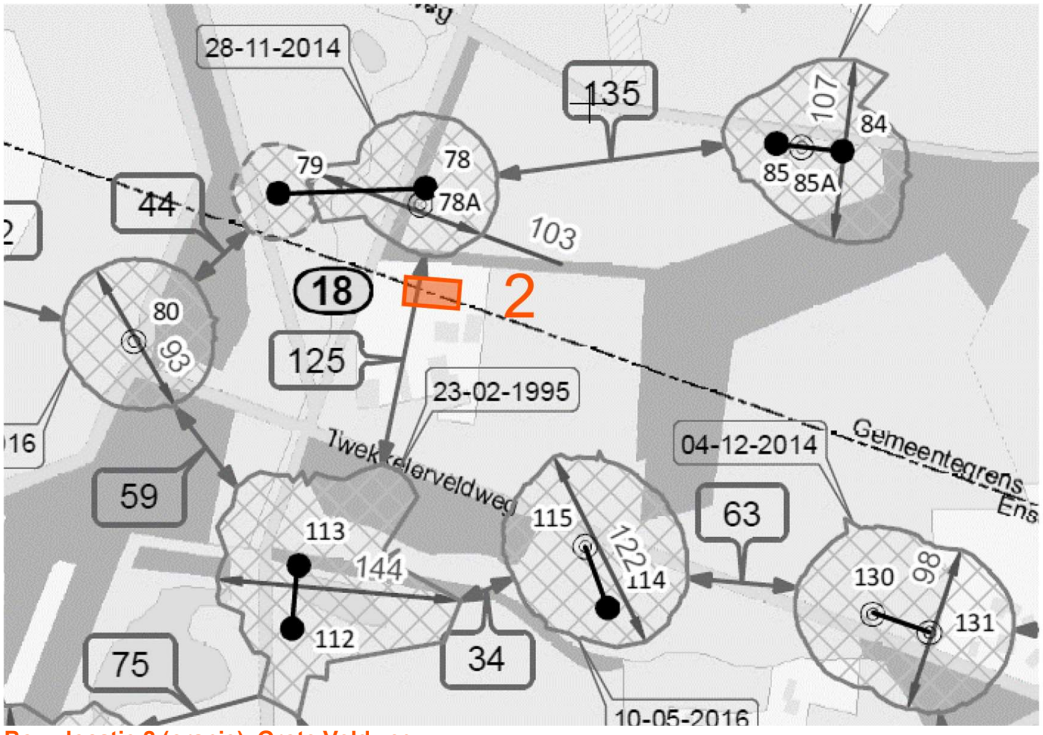
Bijlagen

Bijlage 1:	Beoogde bouwlocaties
Bijlage 2:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 81 bij boring 83
Bijlage 3:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 78
Bijlage 4:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 112
Bijlage 5:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 114
Bijlage 6:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 130
Bijlage 7:	Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 213

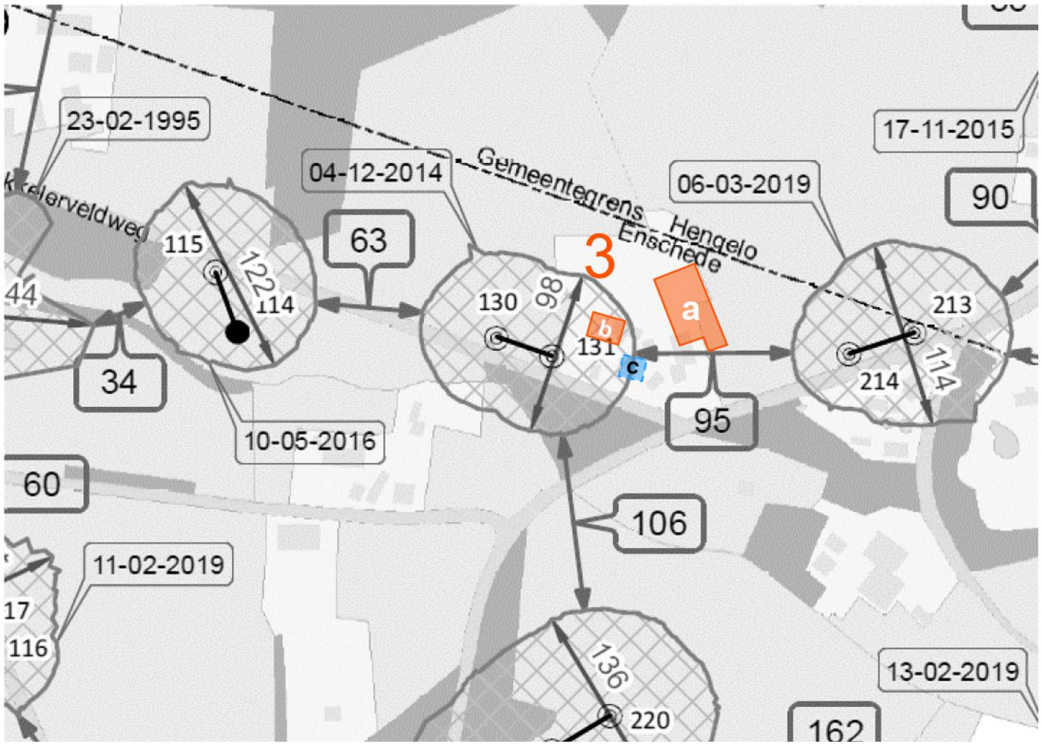
Bijlage 1 Beoogde bouwlocaties



Bouwlocatie 1 (oranje), Bruninksweg 11

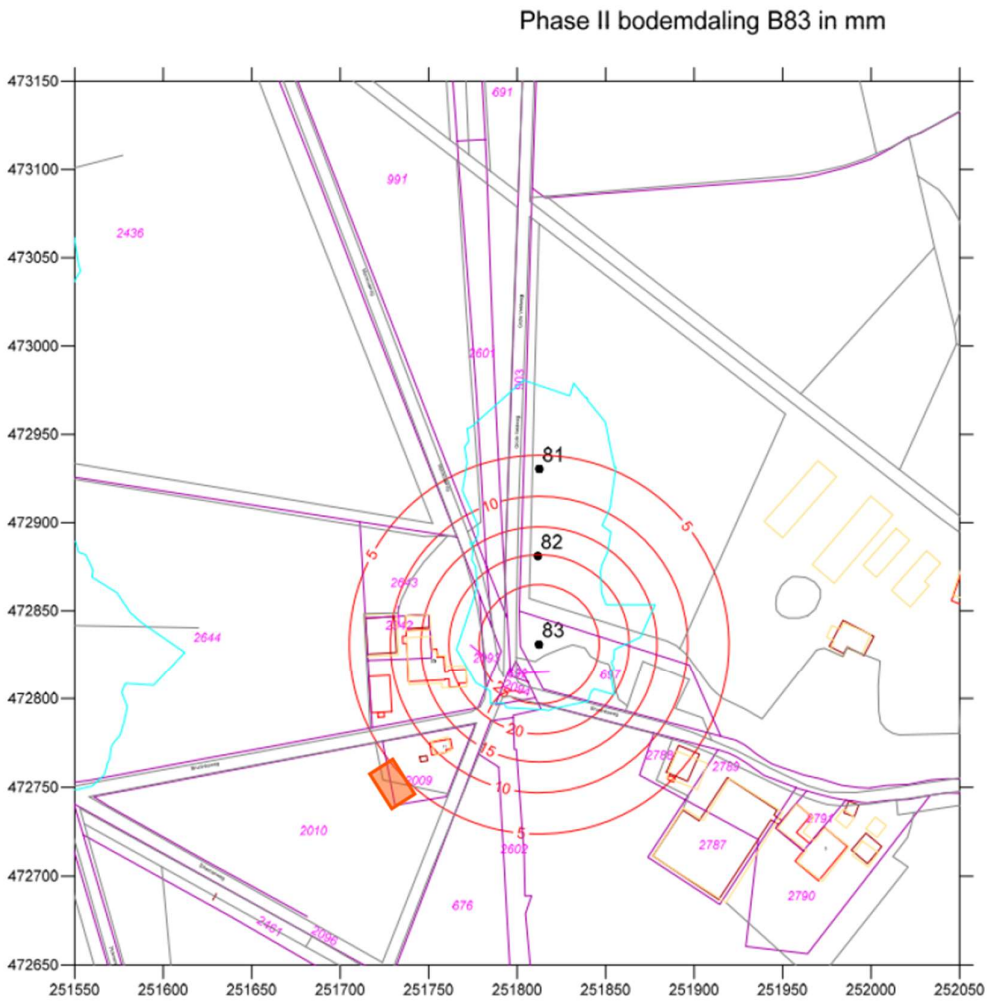


Bouwlocatie 2 (oranje), Grote Veldweg

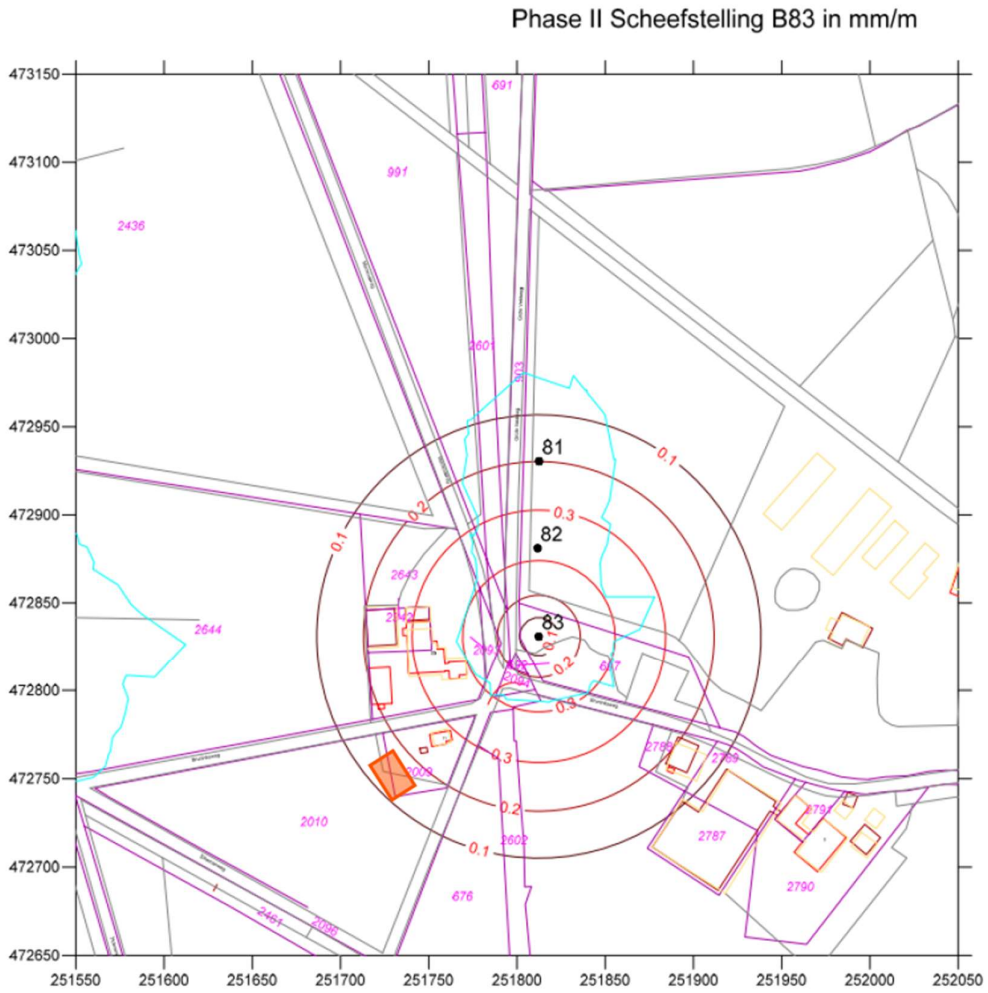


Bouwlocatie 3, Haimersweg 225, nieuwe woning met inpandige schuur (a) en schuurwoning (b) en te behouden schuur (c)

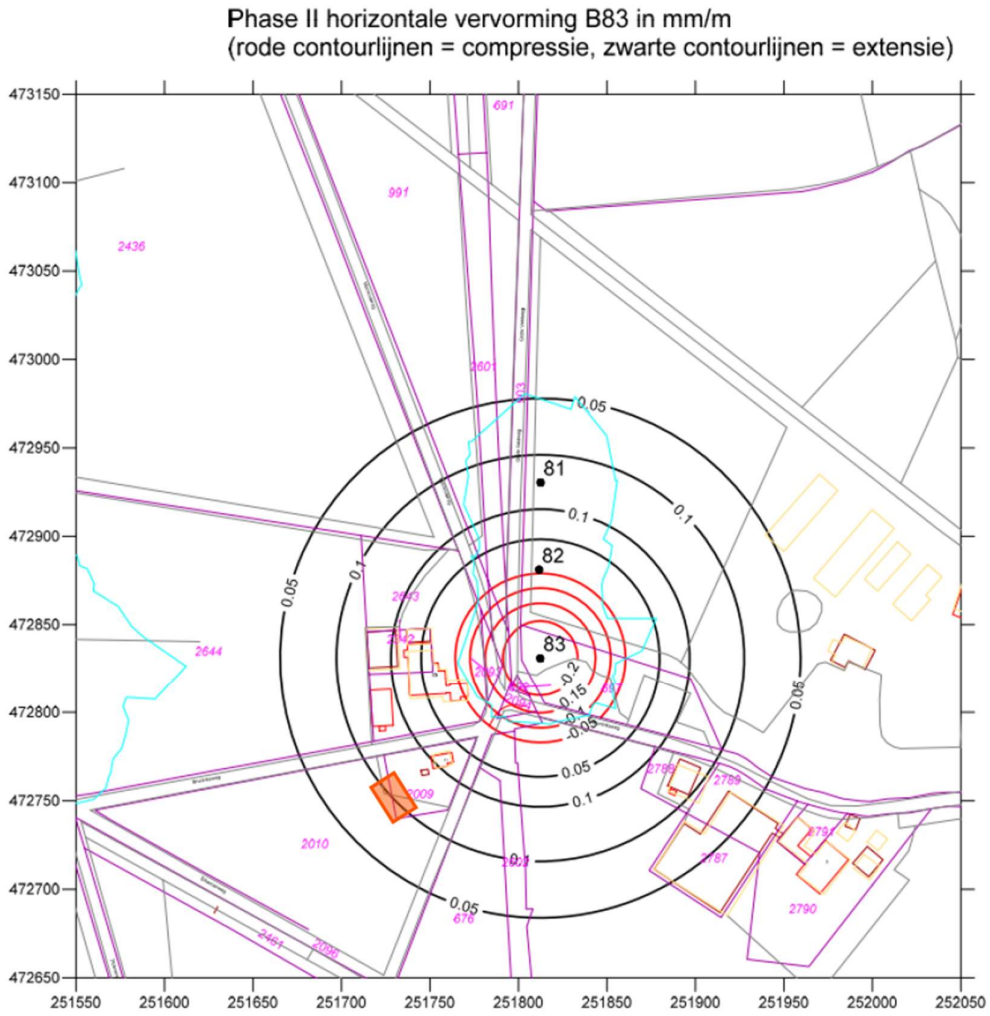
Bijlage 2 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 81 bij boring 83



Fase II bodemdaling bij caverne 81 (boring 83), beoogde bouwlocatie 1 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

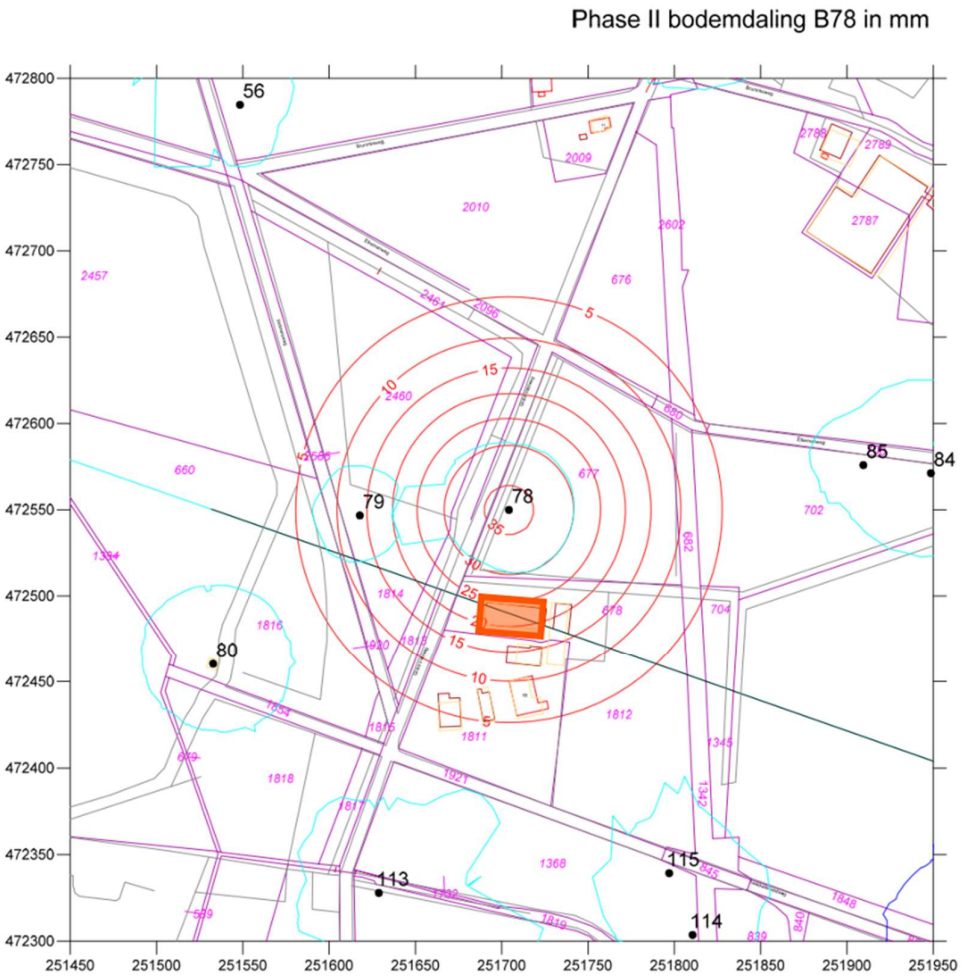


Fase II scheefstelling bij caverne 81 (boring 83), beoogde bouwlocatie 1 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

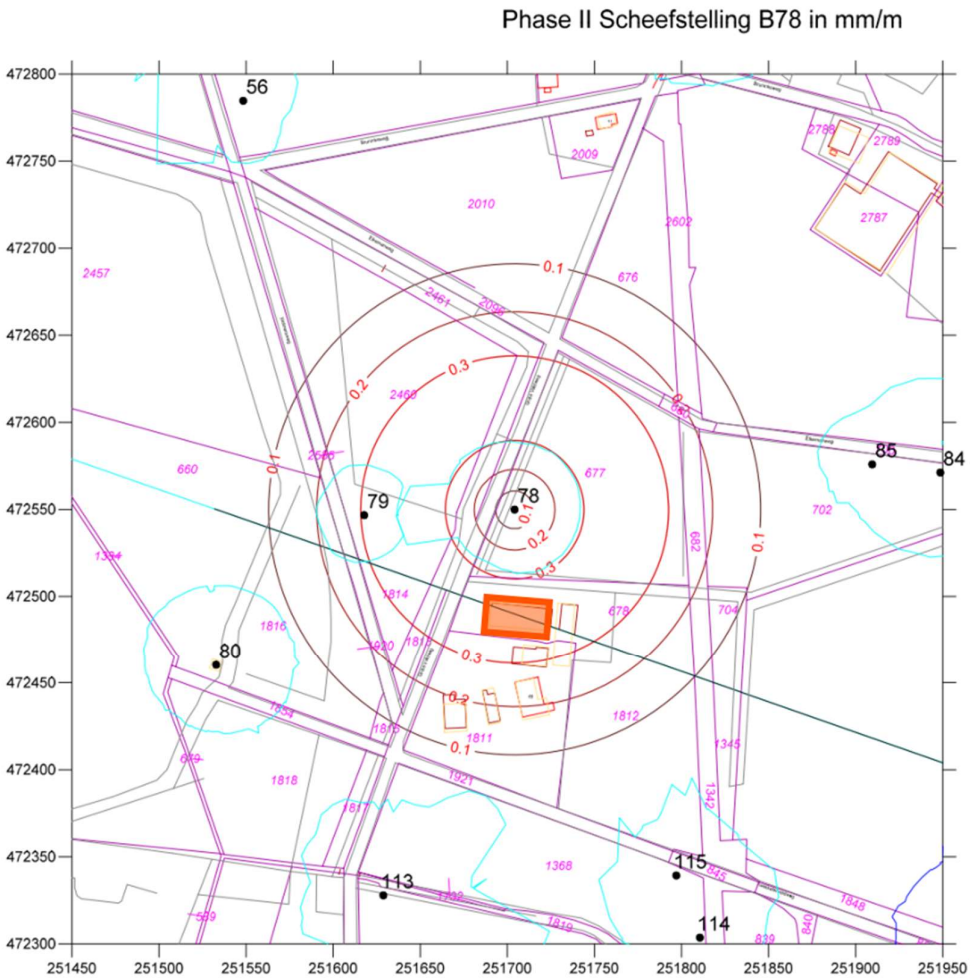


Fase II horizontale vervorming bij caverne 81 (boring 83), beoogde bouwlocatie 1 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)

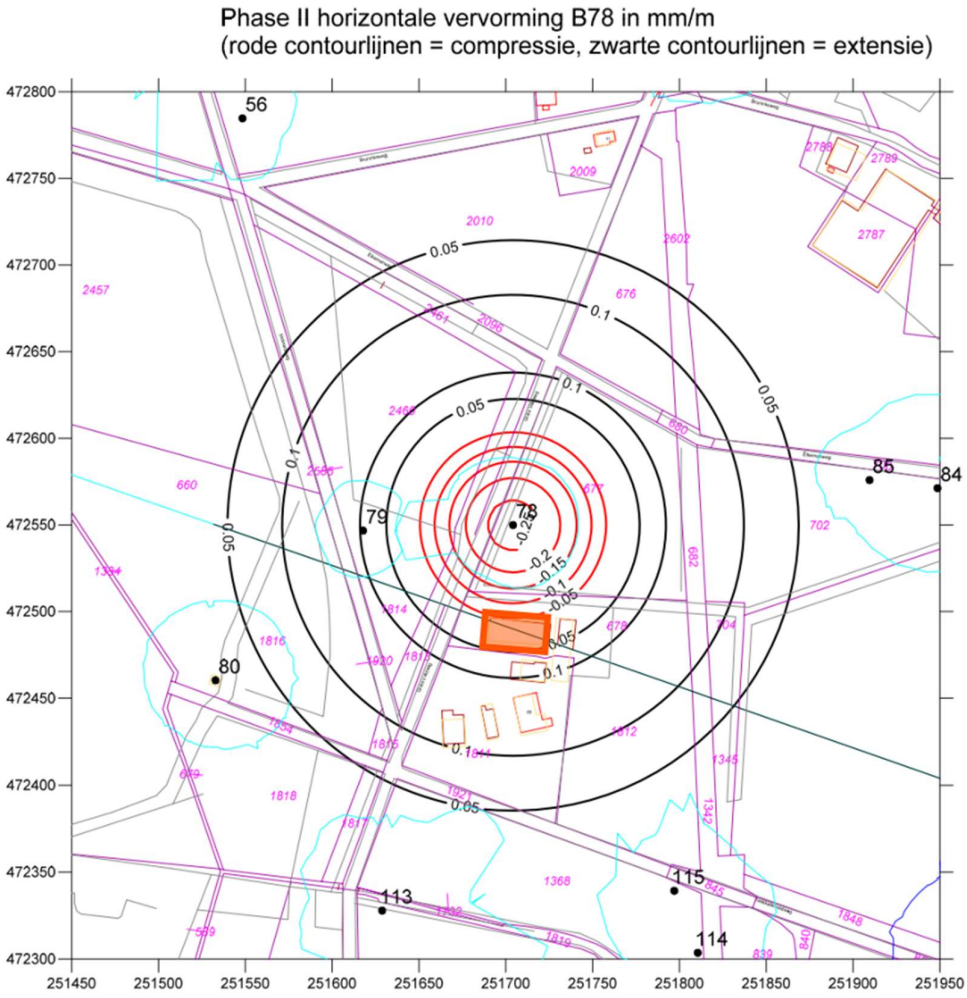
Bijlage 3 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 78



Fase II bodemdaling bij caverne 78, beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

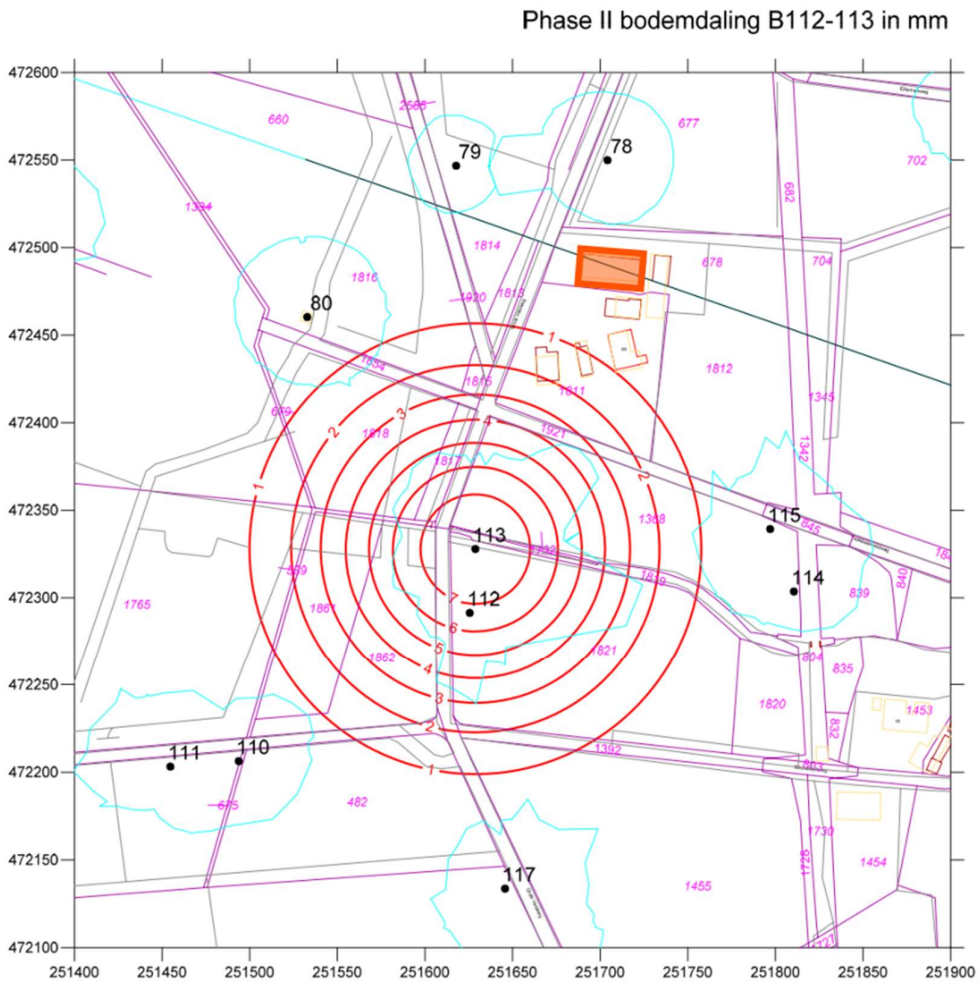


Fase II scheefstelling bij caverne 78, beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

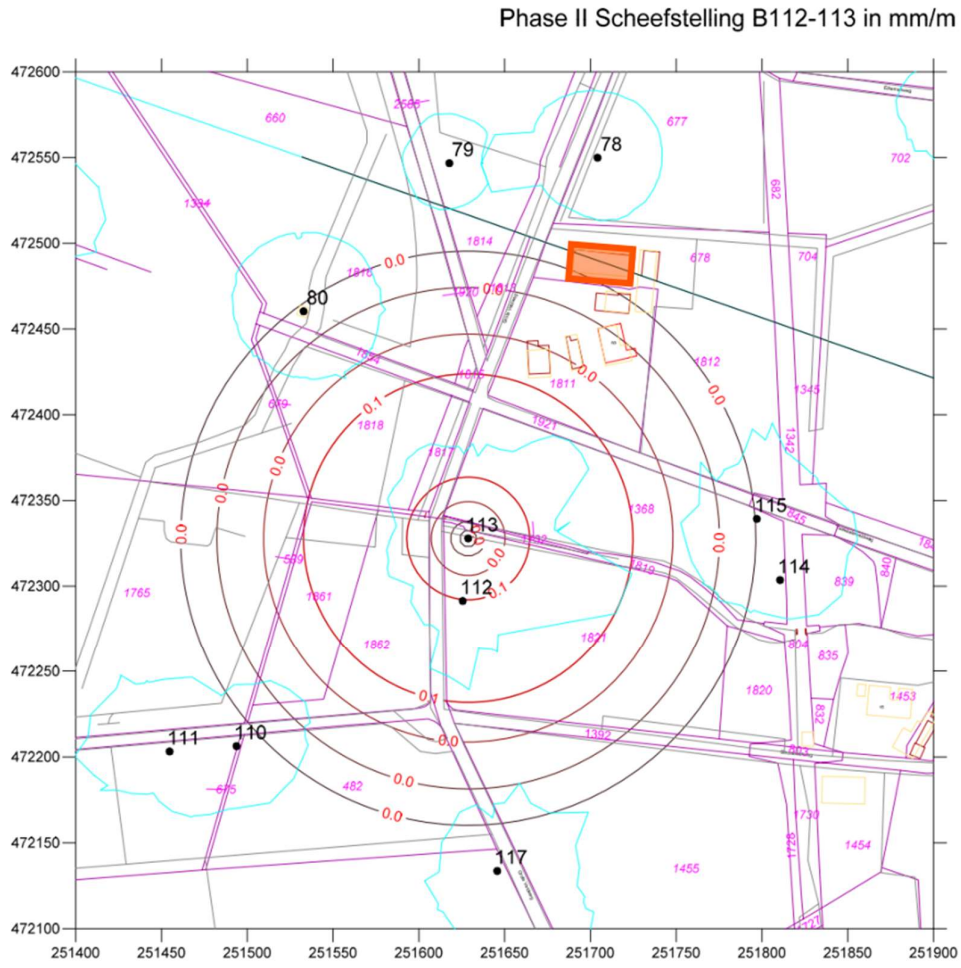


Fase II horizontale vervorming bij caverne 78 beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)

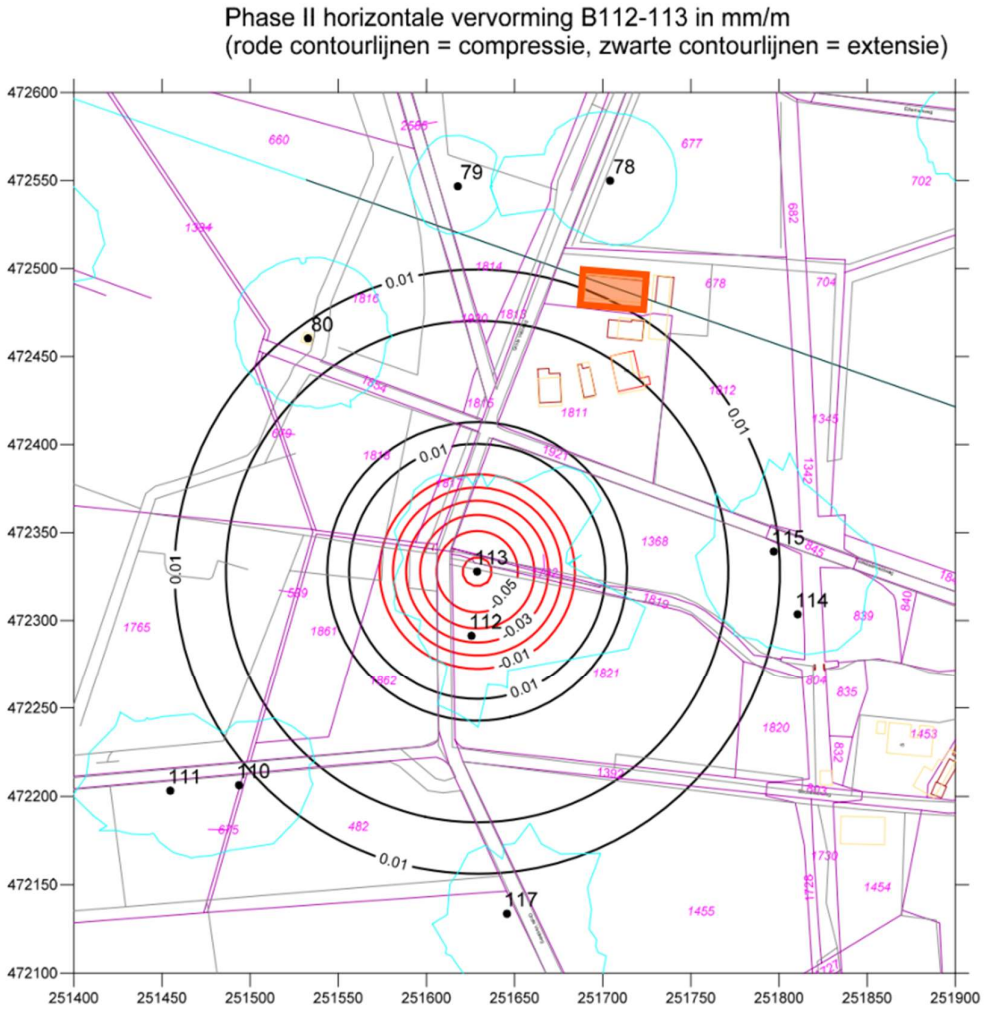
Bijlage 4 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 112



Fase II bodemdaling bij caverne 112, beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

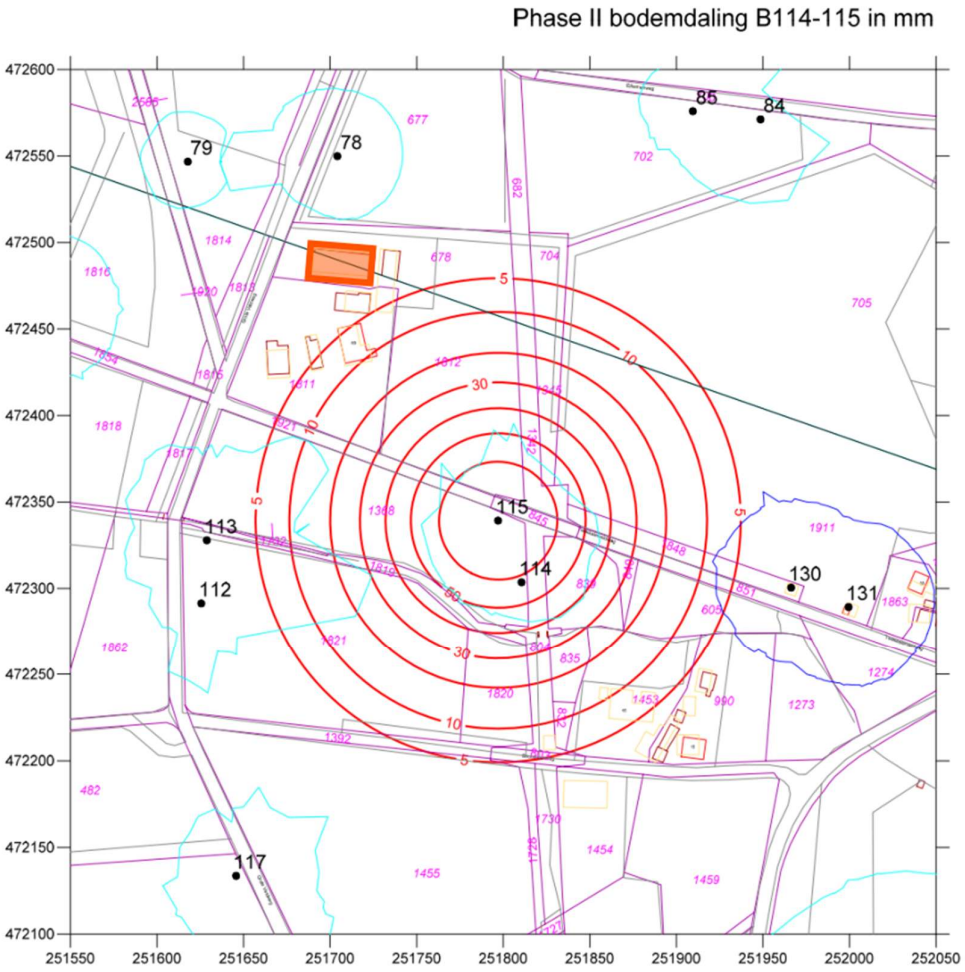


Fase II scheefstelling bij caverne 112, beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

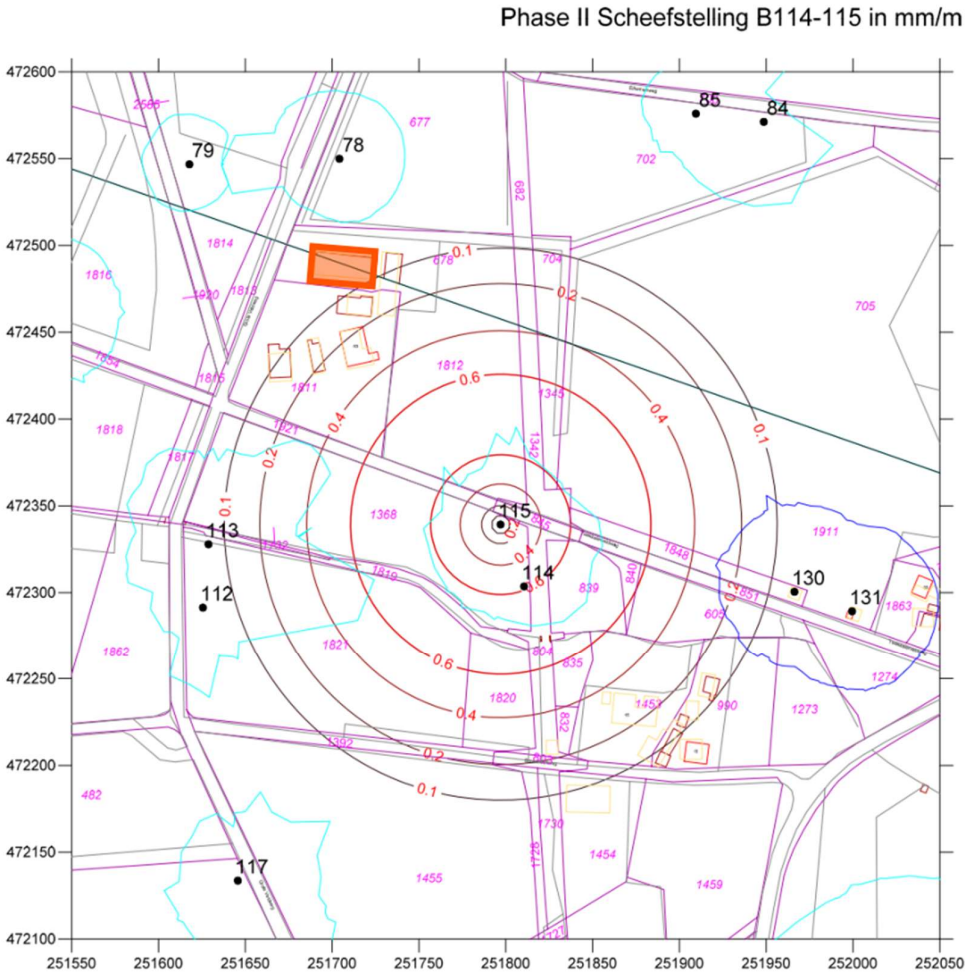


Fase II horizontale vervorming bij caverne 112 beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)

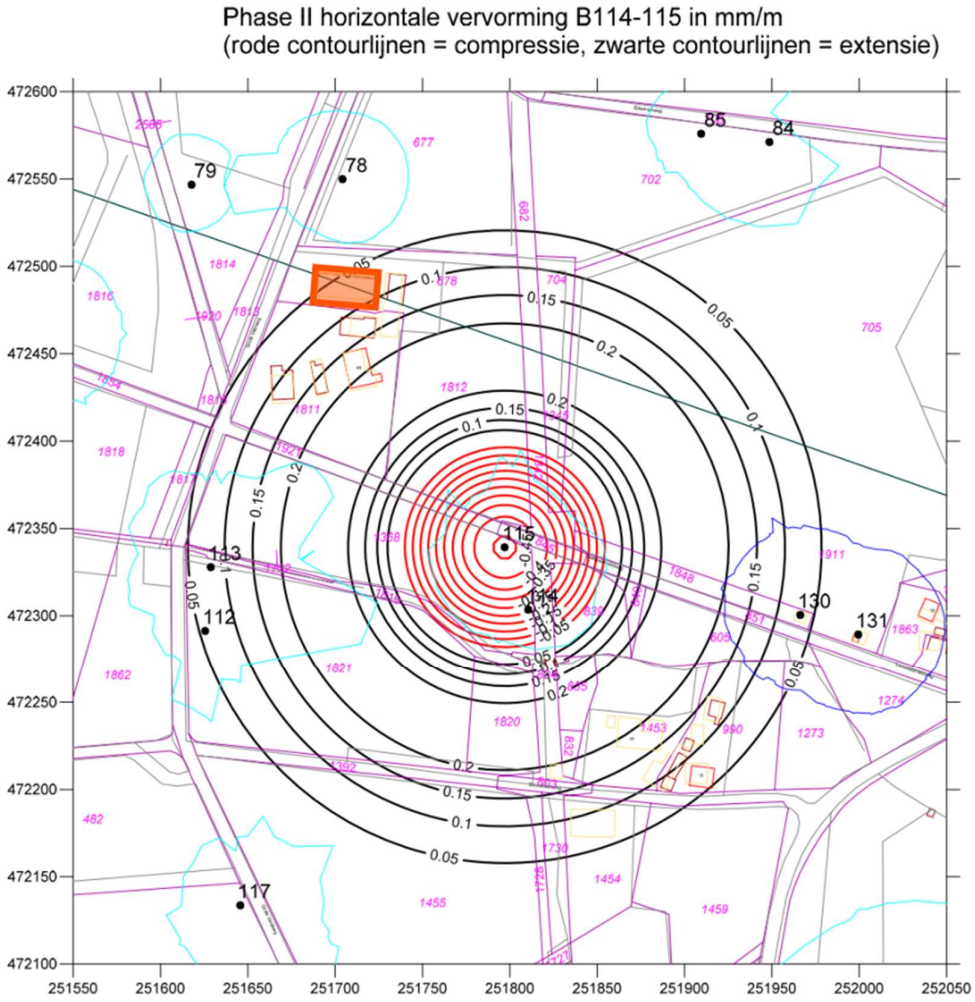
Bijlage 5 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 114



Fase II bodemdaling bij caverne 114 beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

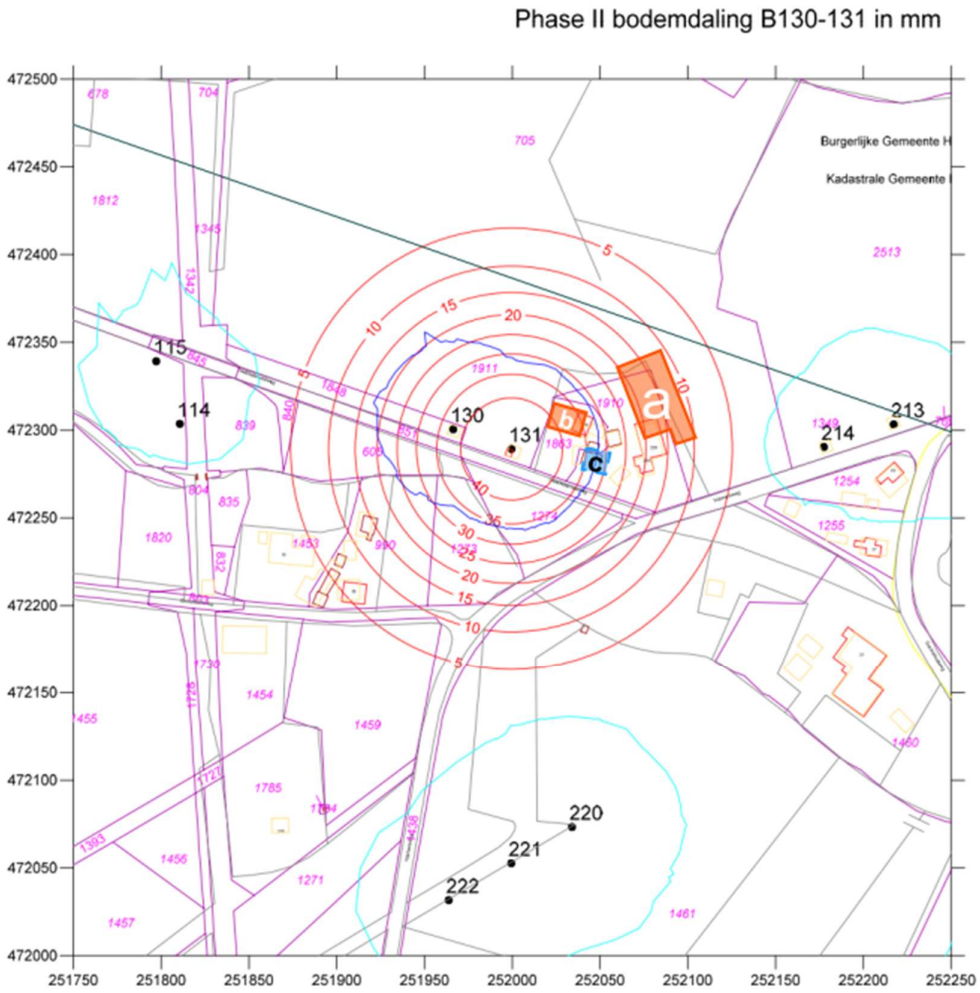


Fase II scheefstelling bij caverne 114 beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

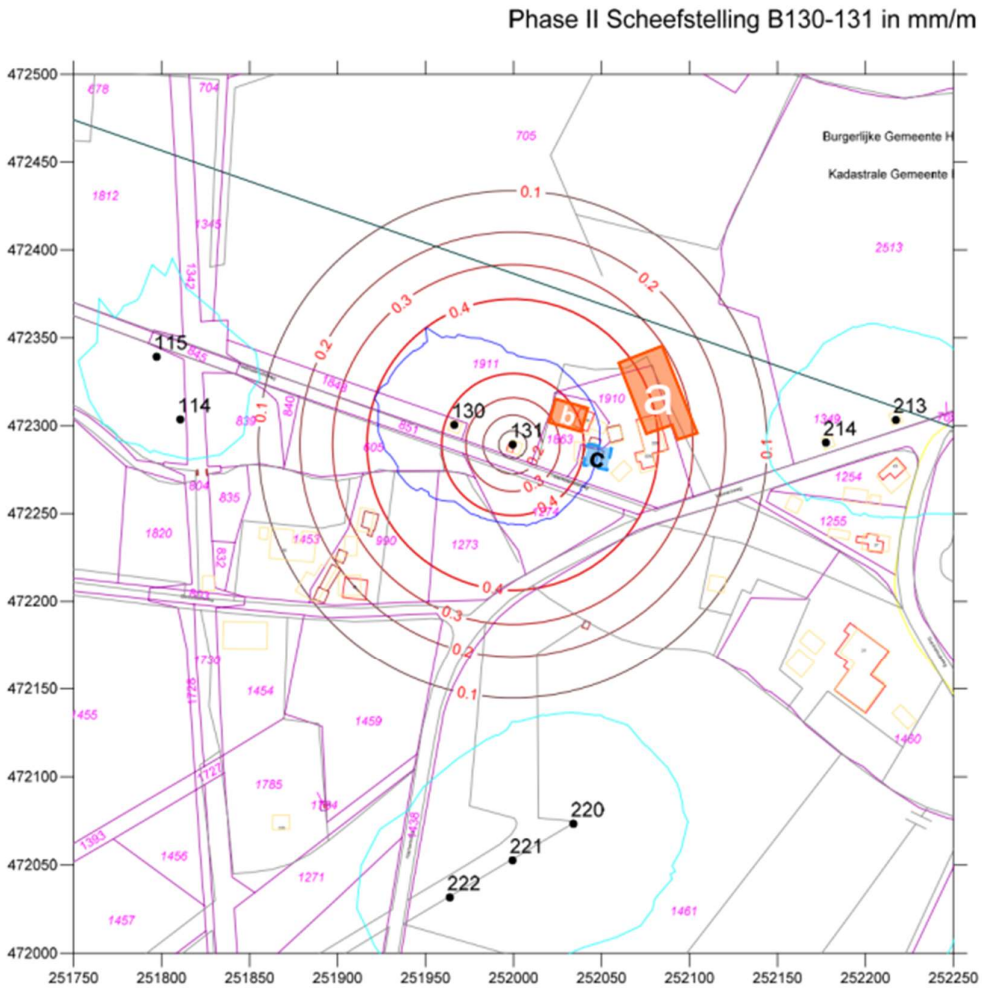


Fase II horizontale vervorming bij caverne 114 beoogde bouwlocatie 2 gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)

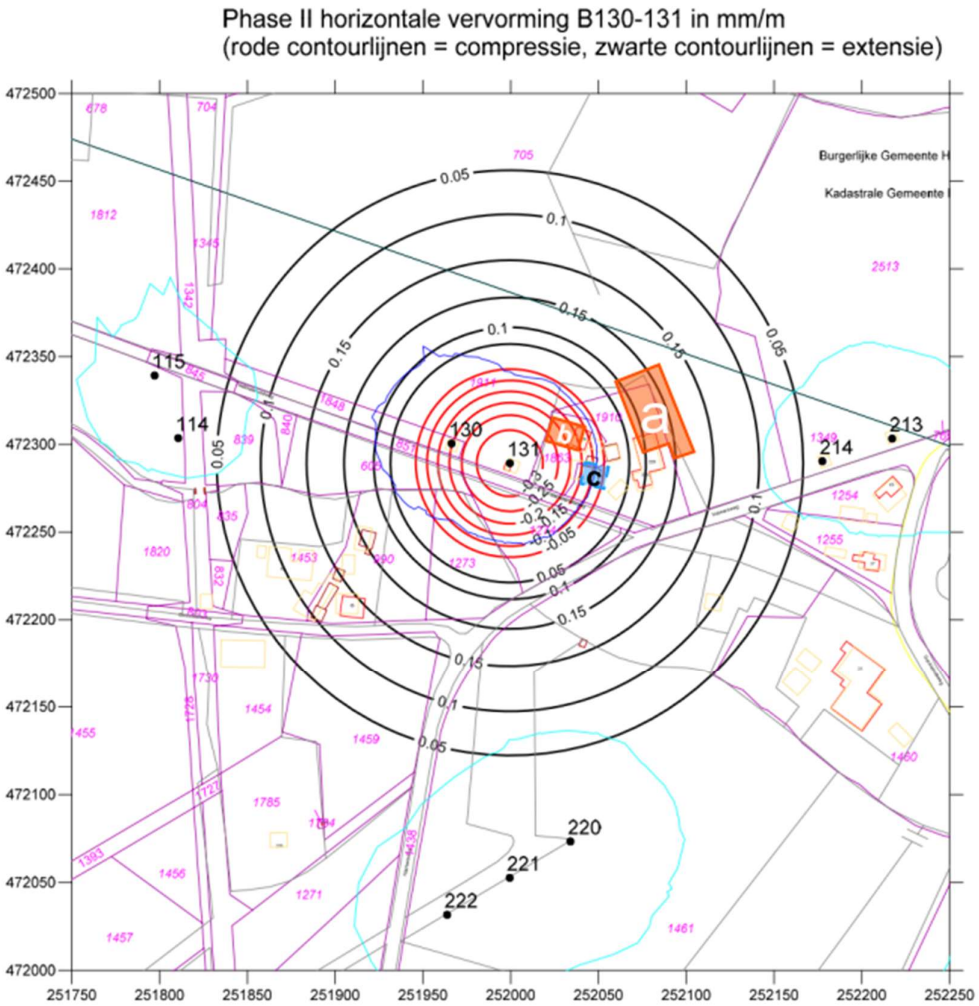
Bijlage 6 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 130



Fase II bodemdaling bij caverne 130 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

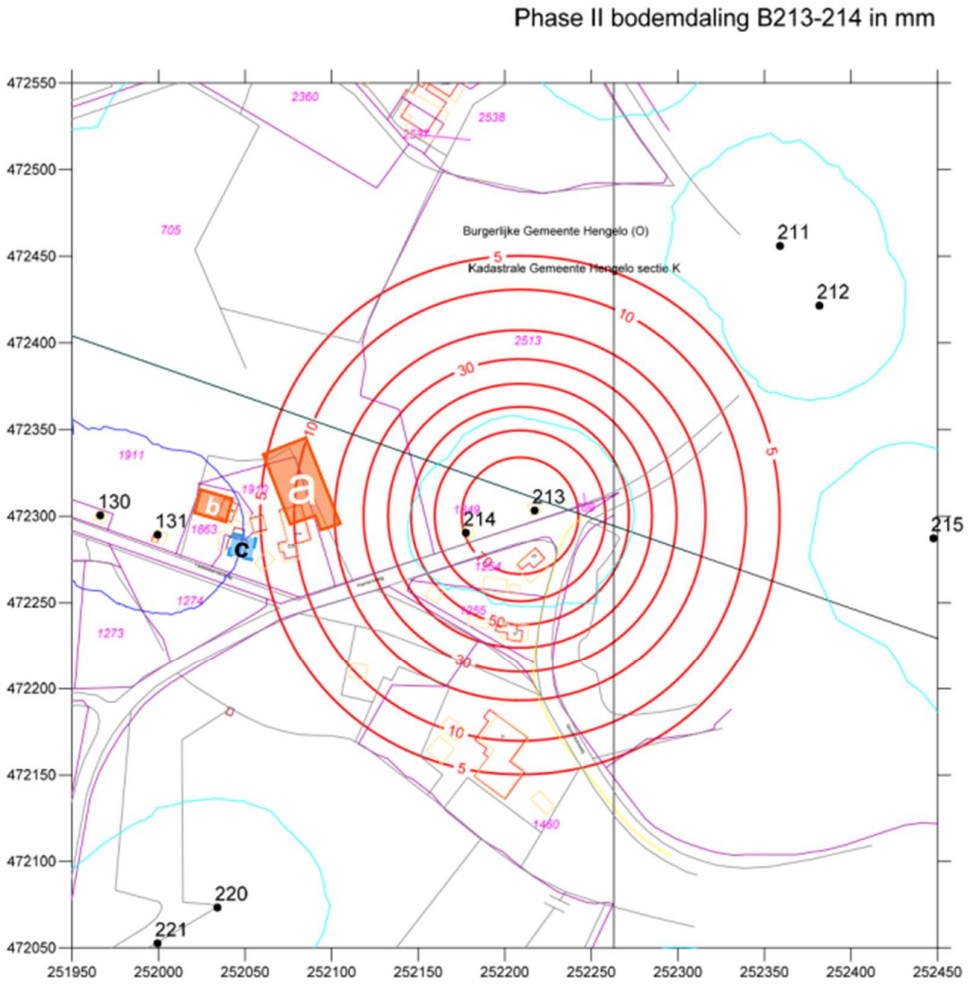


Fase II scheefstelling bij caverne 130 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude

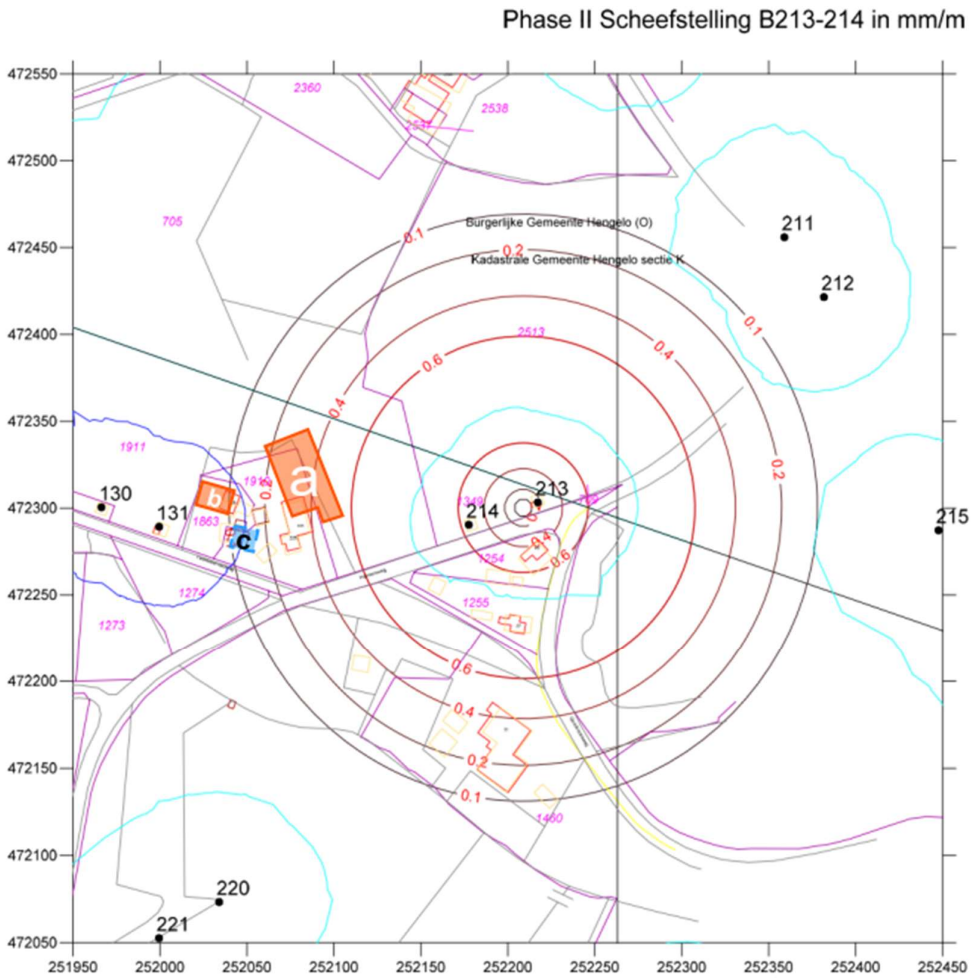


Fase II horizontale vervorming bij caverne 130 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)

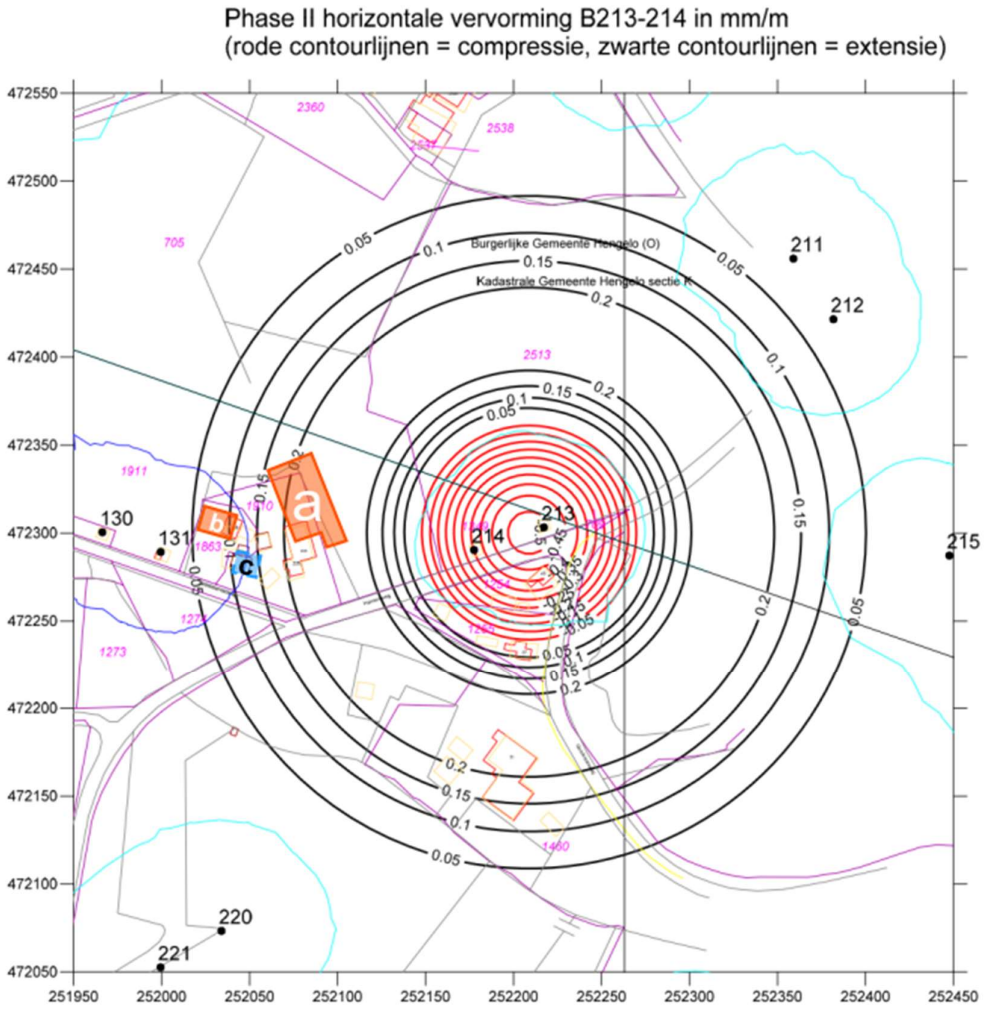
Bijlage 6 Worst-case prognoses van fase II bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming als gevolg van migratie van caverne 213



Fase II bodemdaling bij caverne 213 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude



Fase II scheefstelling bij caverne 213 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude



Fase II horizontale vervorming bij caverne 213 beoogde bouwlocaties 3a, -b en -c gebaseerd op kaart aangeleverd door Eelerwoude, rek (zwarte cirkels) en compressie (rode cirkels)