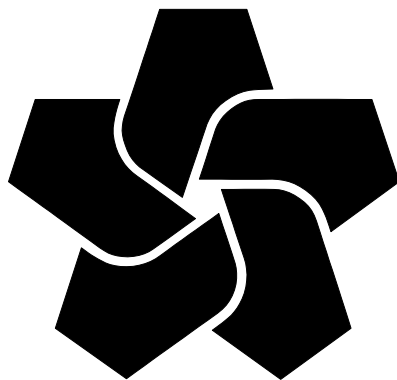


# Seismisch risicobeheersplan - Waterinjectie Twente velden



**NAM**

Dit document vervangt document EP201502216336 met de titel: Addendum Waterinjectie Management Plan - Protocol seismische activiteit door waterinjectie, naar aanleiding van de brief 20171945 | INS-511 van het Staatstoezicht op de Mijnen.

## Seismische activiteit door waterinjectie

De injectie van het productiewater dat vrijkomt bij de oliewinning in Schoonebeek is begonnen in januari 2011. Aanvankelijk werd het water geïnjecteerd in de diepe ondergrond in een drietal leeg geproduceerde gasvelden in Twente: Rossum-Weerselo, Tubbergen en Tubbergen-Mander. Sinds 2015 vindt waterinjectie alleen nog plaats in het Rossum-Weerselo veld. De waterinjectie in Tubbergen-Mander is definitief gestopt. De waterinjectie in Tubbergen is tijdelijk gestopt.

De hoeveelheid geïnjecteerd water ligt tussen 3000 en 5500 m<sup>3</sup> per dag. Volgens de oorspronkelijke planning zou tot maximaal 12.500 m<sup>3</sup> per dag geïnjecteerd worden (MER 2009). Van 2011 tot 2015 werd dit niveau niet gehaald omdat de oliewinning in Schoonebeek langzamer plaatsvond dan verwacht. Na 2015 werd dit niveau niet gehaald als gevolg van een beperking in de transportcapaciteit van de leiding van Schoonebeek naar Twente.

Wereldwijd is gebleken dat waterinjectie in incidentele gevallen aardbevingen kan veroorzaken. Studies hebben aangegeven dat dergelijke aardbevingen voornamelijk gerelateerd zijn aan gevallen waarbij de reservoirdruk uitstijgt tot boven de oorspronkelijke reservoirdruk van het gasveld. Dit gebeurt niet in Nederland omdat in vergunningen druklimieten zijn opgenomen. In Nederland wordt door NAM al tientallen jaren zonder problemen water geïnjecteerd op diverse locaties (bv. Borgsweer, Pernis, Rotterdam, Schoonebeek). Er is in Nederland slechts 1 geval bekend waarbij vermoedelijk door waterinjectie een lichte aardbeving werd geïnduceerd. Dit was in november 2009 nabij Weststellingwerf in een gasveld van Vermilion. Deze beving had een kracht van 2,8 op de schaal van Richter.

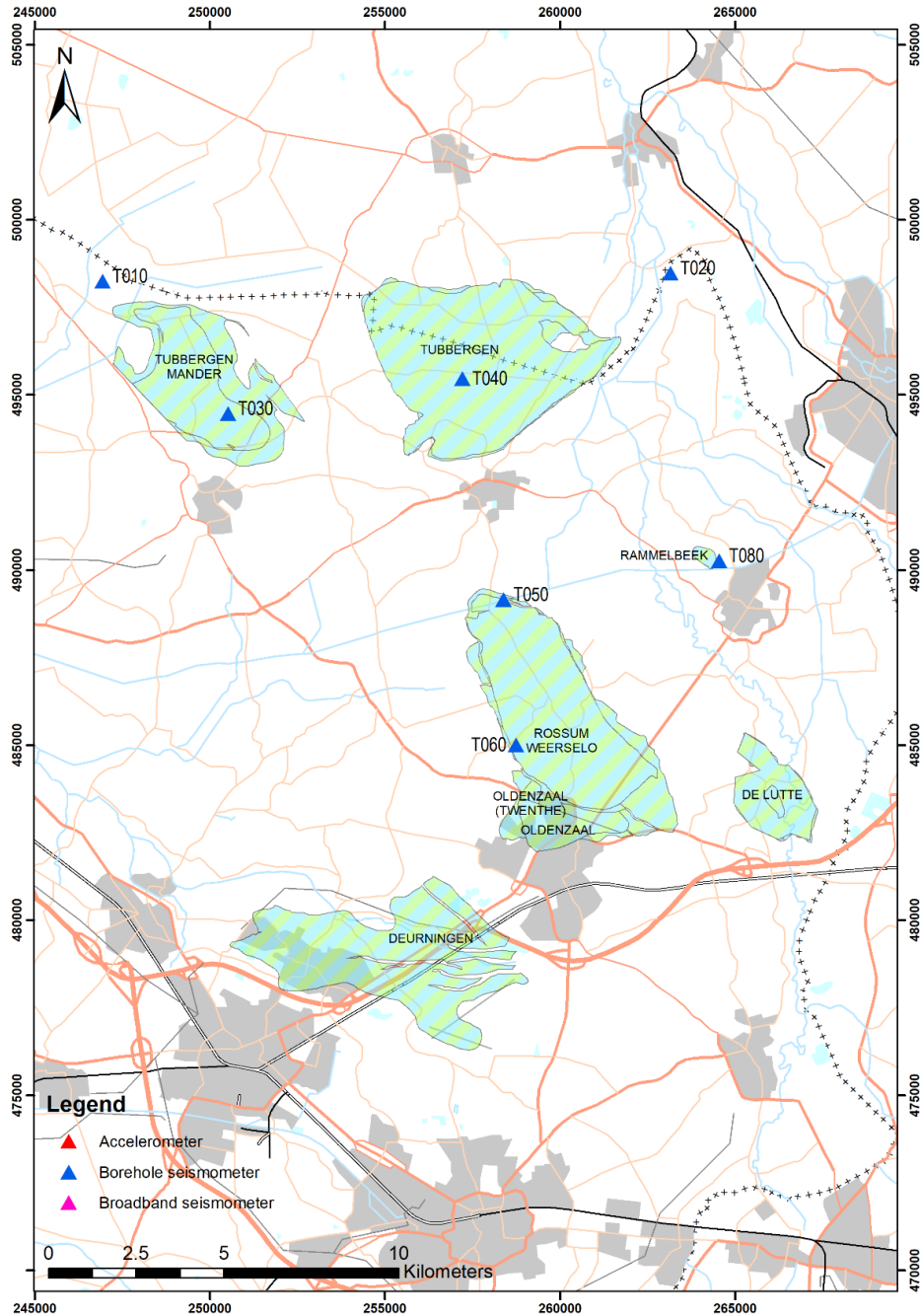
In Twente zijn nooit bevingen zijn geregistreerd. Niet gedurende de 55 jaar van gasproductie en ook niet gedurende de eerste 9 jaar van waterinjectie. Hoewel er geen bevingen worden verwacht (MER en Ref 1<sup>1</sup>), heeft Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) NAM verzocht om het risico op aardbevingen door waterinjectie in Twente nader te beschrijven (Ref 1). Daarnaast heeft SodM verzocht om een protocol aan het Water Management Plan voor Twente toe te voegen waarin wordt vastgelegd hoe het risico op mogelijke bevingen beheerst wordt en hoe te handelen mocht er onverhoopt wel een beving optreden. Dit document vervangt document EP201502216336 met de titel: Addendum Waterinjectie Management Plan - Protocol seismische activiteit door waterinjectie, naar aanleiding van de brief 20171945 | INS-511 van het Staatstoezicht op de Mijnen.

De mogelijke bedreigingen en mechanismen die in verband worden gebracht met het mogelijk optreden van bevingen gedurende injectie zijn vastgelegd in NAM-rapport EP201502207168 (Ref 1). Hierin wordt ook, conform de bevindingen in de MER, geconcludeerd dat seismiteit in Twente niet verwacht wordt. Omdat bodembewegingen nooit volledig uitgesloten kunnen worden, heeft bovengenoemd rapport een aantal aanbevelingen opgenomen zoals het aanleggen van een verbeterd seismisch netwerk en een accelerometernetwerk boven de injectievelden. Eventuele metingen kunnen gekoppeld worden aan een seismisch risicomangementsysteem. In 2016 is het nieuwe seismische netwerk gerealiseerd en dit netwerk is inmiddels bijna 5 jaar actief. Het netwerk bestaat uit 7 seismische meetstations. Ieder station bestaat uit 4 geofoons, die op verschillende dieptes zijn

---

<sup>1</sup> Ref 1: "Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields" NAM Report nr. EP201502207168 (Februari 2015, [link](#))

geplaatst, met aan het maaiveld een accelerometer. Het netwerk maakt deel uit van het KNMI-netwerk en is in staat om aardbevingen groter dan  $M=0,5$  te lokaliseren. Tot nu toe is er geen enkele aardbeving geregistreerd. De gegevens van dit netwerk zijn in te zien en op te vragen bij het KNMI.



Figuur 1: Seismische stations in Twente.

Om het risico van seismische activiteit, die veroorzaakt zou kunnen worden door waterinjectie, te beheersen wordt op advies van Staatstoezicht op de Mijnen het 5-stappenplan van Zoback<sup>2</sup> gevolgd:

1. Vermijd injectie in actieve breuken

Aan criterium 1 wordt voldaan. Uit een geologische studie van de diepe ondergrond in Twente (NAM-rapport EP201310201845) wordt geconcludeerd dat tektonisch actieve breuken niet aanwezig zijn. Alleen direct ten oosten van het Tubbergen-Mander veld loopt een breuk die 21,5 miljoen jaar geleden voor het laatst activiteit vertoonde (De Gronau Breuk). De dichtstbijzijnde injectieput bevindt zich op ruime afstand (ongeveer 2000m) van deze inactieve breuk.

2. Voorkom dat de reservoirdruk te snel toeneemt

Aan criterium 2 wordt voldaan. Ieder jaar wordt in alle injectieputten de lokale reservoirdruk gemeten. De gemeten druk wordt vergeleken met de gemodelleerde druk, die is gebaseerd op de hoeveelheid gas die oorspronkelijk uit dat reservoir is geproduceerd. Als de druk significant sneller toeneemt dan verwacht, dan wordt de waterinjectie in die put aangepast. Zo is op basis van deze druk monitoring in 2014 besloten om de putten TUM1, TUM2 en ROW3 voorlopig niet te gebruiken voor waterinjectie, terwijl in put TUM3 minder water werd geïnjecteerd. Daarnaast is een maximale injectiedruk vastgesteld die de integriteit van de afsluitende bovenlaag waarborgt en zal de injectie worden gestopt als de oorspronkelijke reservoirdruk wordt bereikt.

3. Installeer een seismologisch netwerk

Aan criterium 3 is in januari 2016 voldaan. Zoals eerder beschreven bestaat in dit gebied een uitgebreid gefoonnetwerk. Het KNMI beheert het netwerk en zal de metingen registreren en waargenomen seismische activiteit (onder meer aan NAM) rapporteren.

4. Stel een protocol op waarin maatregelen zijn aangegeven als een seismische activiteit wordt gemeten

Aan criterium 4 wordt middels dit document voldaan. Een 'verkeerslicht'-protocol wordt hieronder verder uitgewerkt, waarin is aangegeven welke maatregelen zullen worden genomen als enige seismiciteit wordt waargenomen. De te nemen maatregel hangt af van de magnitude van de seismische activiteit. Het protocol voor waterinjectie volgt het protocol zoals dit is gedocumenteerd in het seismisch risicobeheersplan voor kleine gasvelden<sup>3</sup>, met één uitzondering. Het gele niveau (seismische activiteit) start bij bevingen die sterker zijn dan  $M=0,5$ .

5. Wees voorbereid op te nemen maatregelen

Aan criterium 5 is middels dit risicobeheersplan voldaan. De te nemen maatregelen bij het overschrijden van magnitudes na gemeten seismische activiteit zijn hieronder in het 'verkeerslicht'-protocol beschreven.

## Seismisch risicobeheerssysteem

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de feitelijke invulling van het risicobeheersplan. Hierin is vastgelegd welke stappen worden gezet als sprake is van een aardbeving door waterinjectie:

- **Injectie:** Welke situaties geven aanleiding tot het nemen van een mitigerende actie. Te denken valt aan het verminderen of stoppen van injectie in (een deel van) het veld.

---

<sup>2</sup> Mark D. Zoback "Managing the seismic risk posed by wastewater disposal", Arma e-newsletter, volume 2, issue 2, spring 2012 ([http://www.aramarocks.org/documents/newsletters/2012\\_02\\_02\\_spring.pdf](http://www.aramarocks.org/documents/newsletters/2012_02_02_spring.pdf))

<sup>3</sup> NAM (2017) Seismisch risico voor "kleine velden". EP201712203519 ([link](#))

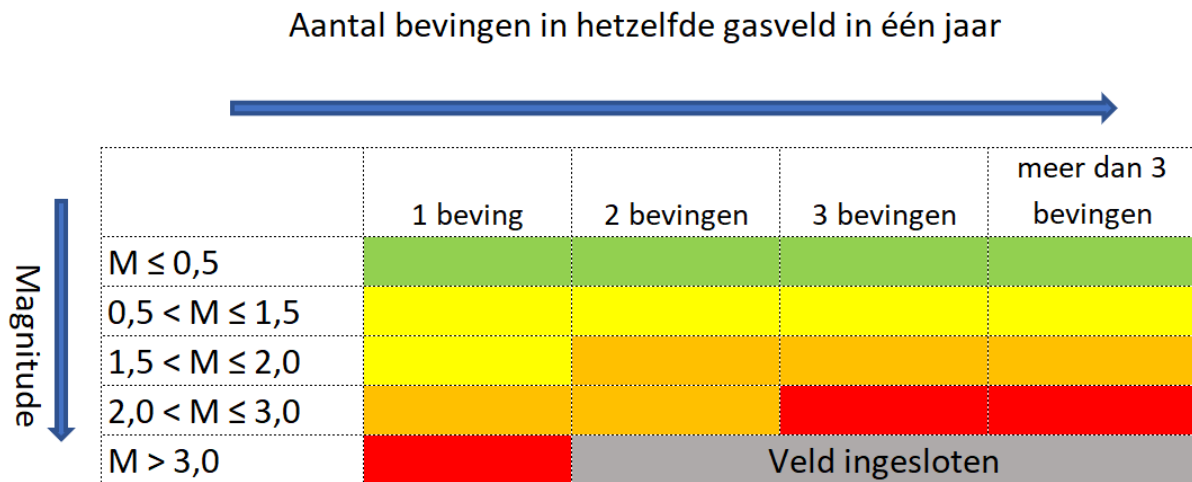
- **Communicatie:** Op welke manier met de omgeving en belanghebbenden wordt gecommuniceerd na registratie van een aardbeving. Behalve van de sterkte van een beving hangt dit ook altijd af van specifieke lokale factoren en publieke reacties.
- **Schadeafhandeling:** Schade wordt afgehandeld via de onafhankelijke commissie mijnbouwschade<sup>4</sup>. Tevens kan het NAM Crisis Management Team (CMT) ingezet worden. Het CMT wordt geleid door een afgevaardigde van de NAM-directie.

Tabel 1: Risicobeheerssysteem: communicatie- en actieplan bij een waargenomen beving als gevolg van waterinjectie

Magnitude	Escalatie	Interne communicatie	Acties	Externe communicatie (afhankelijk van lokale factoren en publieke reacties)
M ≤ 0,5	Normaal werkgebied		<ul style="list-style-type: none"> <li>Het NAM seismisch risicobeheersteam (SRBT) bekijkt maandelijks eventuele ontwikkelingen in het patroon van seismische waarnemingen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM volgt actief nieuws en communiceert wanneer noodzakelijk of gewenst</li> </ul>
0,5 < M ≤ 2,0	Seismische activiteit (Kans dat beving gevoeld is als M>1,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRBT komt binnen 48 uur of op de eerste werkdag nadat de aardbeving is geregistreerd bijeen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRBT vergelijkt de plaats van de aardbeving met het geologische model, de locatie van putten en breuken.</li> <li>NAM verstrekt deze informatie aan de toezichthouder (SodM) en overlegt over aanbevelingen die daaruit volgen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM informeert B&amp;W van relevante* gemeenten</li> <li>NAM plaatst een bericht op de website</li> </ul>
2,0 < M ≤ 3,0	Verhoogde seismische activiteit. <i>Kans op schade</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indien nodig, zal het SRBT het NAM Crisis Management Team (CMT) direct informeren.</li> <li>Met grootst mogelijke spoed (binnen 24 uur) komt het SRBT bijeen om aanbevelingen te formuleren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM verstrekt informatie over de beving aan de toezichthouder (SodM) en overlegt over eventuele maatregelen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM informeert B&amp;W van relevante* gemeenten en veiligheidsregio(s).</li> <li>NAM plaatst een bericht op de website.</li> <li>SRBT zal analyse en voorgenomen maatregelen met SodM delen.</li> </ul>
M > 3,0	Hoge seismische activiteit. <i>Verhoogde kans op schade</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Het NAM Crisis Management Team (CMT) wordt direct bijeengebracht.</li> <li>Het CMT stuurt het SRBT aan om te assisteren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM stopt injectie in het veld.</li> <li>NAM zal injectie pas hervatten na overleg met de toezichthouder (SodM) en communicatie met omgeving.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NAM informeert B&amp;W van relevante* gemeenten en veiligheidsregio(s).</li> <li>NAM plaatst een bericht op de website</li> <li>SRBT zal analyse en maatregelen met SodM delen.</li> </ul>

\*De gemeente waar de beving heeft plaatsgevonden en gemeenten waar de beving gevoeld kan zijn

Een herhaling van bevingen kan zorgen voor een escalatie in het beheerssysteem volgens het schema in Figuur 2. Bijvoorbeeld, als er meer dan een beving is geweest met  $M=1,8$  gedurende de laatste 12 maanden, zal het SRBT overgaan naar het escalatieniveau "oranje" (verhoogde seismische activiteit), met bijbehorende maatregelen. Een veld wordt ingesloten bij een beving van  $M>3,0$  en gaat pas open na overleg met de toezichthouder (SodM) en communicatie met omgeving. Zodoende wordt de kans op meerdere bevingen met  $M>3,0$  verder beperkt. Dit is aangegeven met het grijze vlak in Figuur 6.



Figuur 2: Matrix behorend bij het seismische risicobeheerssysteem.

### Wat gebeurt er bij een beving in een specifieke locatie?

Deze sectie beschrijft in meer detail welke communicatie plaatsvindt bij een beving. Voor communicatie wordt verondersteld dat:

- SodM vragen rond veiligheid moet kunnen beantwoorden, bijvoorbeeld van landelijke bestuurders;
- Een Veiligheidsregio voldoende informatie moet hebben om een eventuele crisis effectief te kunnen beheersen. Ook moet de Veiligheidsregio vragen van gemeenten, provincies, omgevingsdiensten, waterschappen en het publiek kunnen beantwoorden;
- B&W vragen van burgers en lokale pers moet kunnen beantwoorden.

De communicatie zal bijvoorbeeld informatie uitwisselen rond

- Locatie en sterkte van de beving (zoals berekend door KNMI)
- Welk veld dit betreft, en welke vergunningen voor de water injectie aanwezig zijn
- Waar men eventuele schade kan melden en hoe deze meldingen verwerkt gaan worden
- Andere zorgen, bijvoorbeeld over kans op naschokken of herhaling
- Gewenste vervolg-communicatie, bijvoorbeeld de status van het aantal schademeldingen.

Tabel 2 hieronder geeft informatie over met wie / wanneer contact opgenomen wordt.

Tabel 2: Externe communicatie bij een beving

Magnitude	Escalatie	Externe communicatie			
		NAM website	SodM	B&W van relevante gemeenten	Veiligheidsregio(s) (meldkamer)
$M \leq 0,5$	Normaal werkgebied			NAM neemt contact op (binnen 48 uur) wanneer noodzakelijk of gewenst	
$0,5 < M \leq 2,0$	Seismische activiteit (Kans dat beving gevoeld is als $M > 1,5$ )	NAM plaatst informatie op de website	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur)	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur)	
$2,0 < M \leq 3,0$	Verhoogde seismische activiteit. <i>Kans op schade</i>	NAM plaatst informatie op de website	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur) Analyse voorgenomen maatregelen binnen 1 week	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur)	KNMI en NAM informeert de veiligheidsregio. Bij $M \geq 2,5$ of bij sociale onrust zal het NAM Crisis Management Team (CMT) in werking treden. Het CMT belt z.s.m.
$M > 3,0$	Hoge seismische activiteit. <i>Verhoogde kans op schade</i>	NAM plaatst informatie op de website	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur) Analyse maatregelen binnen 48 uur	NAM belt z.s.m. (binnen 12 uur)	KNMI informeert de veiligheidsregio. Tevens belt het NAM Crisis Management Team z.s.m.

De seismische monitoring, analyse en rapportage wordt uitgevoerd door het KNMI. NAM neemt contact op met belanghebbenden binnen de genoemde tijd, gerekend vanaf het moment dat NAM op de hoogte is (gebracht) van het optreden van een aardbeving. De tijdsduur tussen een aardbeving en het moment dat NAM op de hoogte is afhankelijk van de magnitude van de beving en de snelheid van handelen door het KNMI. Bij aardbevingen met een magnitude groter dan 2 communiceert het KNMI binnen 6 uur met veiligheidsregio en met NAM. Bij kleinere bevingen kan dit tot enkele dagen duren. De communicatie door NAM is “maatwerk” en afhankelijk van lokale factoren, de actualiteit en publieke reacties.

Details van het communicatieplan, zoals bellijsten, worden door NAM in overleg met betrokken overheden actueel gehouden en zijn voor NAM beschikbaar. Dit communicatie-overzicht wordt regelmatig aangepast met ervaringen.

## Duiding van het risico

Voor een duiding van het mogelijk risico door geïnduceerde aardbevingen wordt verwezen naar het risicobeheersplan kleine gasvelden<sup>5</sup>. In het rapport “Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields”<sup>6</sup> wordt een schatting gemaakt van de maximale magnitude. Deze schatting is gebaseerd op de grootte van de bestaande breuken in de injectievelden. Voor de grootste breuk, die binnen de actieve injectievelden gekarteerd is, wordt een maximale magnitude van  $M=2,5$

<sup>5</sup> NAM (2020) Seismisch risico voor “kleine velden”. EP201712203519 ([link](#))

<sup>6</sup> <https://www.sodm.nl/binaries/staatstoezicht-op-de-mijnen/documenten/rapporten/2015/02/01/report-4-threat-assessment-for-induced-seismicity-in-the-twente-water-disposal-fields/report-4-threat-assessment-for-injection-related-seismicity-in-the-twente-area-feb2015-1.pdf>

geschat<sup>7</sup>. Aardbevingen tot deze magnitude kunnen leiden tot schade maar vormen geen risico voor de veiligheid.

### **Seismisch Risicobeheersteam (SRBT)**

NAM heeft voor kleine velden en de velden waar water wordt geïnjecteerd een seismisch risicobeheersteam (SRBT) samengesteld. Het SRBT monitort voor kleine velden het seismisch risicobeheerssysteem.

SRBT komt maandelijks bij elkaar voor overleg over:

- De correcte werking en/of uitbreidingen van het meetsysteem (bijvoorbeeld geofoons en accelerometers);
- Eventuele (trends in) seismische activiteit door KNMI geregistreerd en gelokaliseerd.

Bij seismische activiteit volgt het SRBT het escalatieproces zoals beschreven in dit document. Indien nodig, coördineert het SRBT de rapportage naar externe partijen.

---

<sup>7</sup> Voor waterinjectie in de Carboon zandsteen laag geldt 3,2 als Mmax. Deze injectie is beëindigd in 2015 en zal naar verwachting niet meer hervat worden.