

# Richtlijn beoordeling schade aan grafmonumenten in relatie tot bodembeweging door gaswinning

door: ir. J.H. van Dalen

versie 14 februari 2022

## Inleiding

IMG heeft gevraagd om een concept richtlijn op te stellen voor de beoordeling van schades aan graven, in relatie tot bodembeweging door gaswinning.

Van belang is dat het een praktisch uitvoerbare richtlijn moet zijn, waarmee op basis van duidelijke criteria tot een heldere conclusie kan worden gekomen. In de uitwerking is er naar gestreefd in de beoordeling recht te kunnen doen aan de relatie tussen de kosten van onderzoek en de kosten van herstel van de schade.

Omdat grafmonumenten gerekend kunnen worden tot 'gebouwen of werken', is voor dit type schades het wettelijk bewijsvermoeden van toepassing. Dat betekent dat alleen aangenomen kan worden dat een schade niet in causaal verband staat met bodembeweging door mijnbouwactiviteiten, indien een andere oorzaak aantoonbaar zeer waarschijnlijk is en het bovendien zeer onwaarschijnlijk is dat trillingen door bodembeweging de schade zouden hebben veroorzaakt of verergerd.

Bij wijze van voorbeeld zijn tevens 2 cases aangereikt.

## Opbouw van een graf

Bij de beoordeling van mogelijke schadeoorzaken is het van belang te realiseren dat er sprake kan zijn van 2 typen graven, namelijk graven in de volle grond en keldergraven. Bovengrondse graven zijn niet beschouwd.

### Graf in de volle grond

Hierbij is sprake van een gegraven kuil in de grond, waarin één tot maximaal 3 (enkele decennia geleden zelfs tot 4) kisten boven elkaar kunnen worden geplaatst op verschillende tijdstippen. Tussen de kisten bevindt zich ten minste 0,3 m zand en de bovenste kist is afgedekt met tenminste 0,65 m zand en/of grond. De totale diepte van het graf varieert van 1,6 m tot 3 m. De eventuele grafsteen, grafzerk en grafmonument worden op staal gefundeerd boven en direct naast de kisten.

In sommige gevallen worden stiepen (korte paaltjes) gebruikt om het funderingsniveau te verdiepen; veelal geschiedt dit tot tenminste het niveau van de onderkant van de diepste grafkist.

### Keldergraf

Dit is een ondergronds ingegraven bak, veelal van beton maar er komen ook kunststof varianten voor. Omdat sprake is van een afgesloten bak met tussenvloeren kunnen hierin boven elkaar meerdere kisten worden geplaatst, met minder tussenruimte dan in het geval van een graf in de volle grond. De kelder wordt afgesloten met een deksel waarvan de bovenkant zich tenminste 0,1 m onder het maaiveld bevindt. De eventuele grafsteen, grafzerk en grafmonument worden op de randen van de kelder gefundeerd.

## **Mogelijke schadeoorzaken**

In het geval van beide genoemde aangereikte cases is sprake van schade die verband houdt met zettingsverschillen. Deze zettingsverschillen hebben geleid tot zichtbare scheefstand van de grafzerk. De schade bestaat er in deze gevallen uit dat de zerken moeten worden opgehaald en opnieuw recht gepositioneerd. Denkbaar is dat schade door zettingsverschillen van een graf in volle grond in een extreem geval, als gevolg van verschilrotaties, zou kunnen leiden tot scheurvorming in bijvoorbeeld een grafsteen. In het geval van keldergraven is scheurvorming onwaarschijnlijk, omdat de kelderbak als een stijve ondersteuning fungeert.

Op basis van eerste inspectie moet kunnen worden geconcludeerd of er sprake is van schade die is gerelateerd aan ongelijkmatig zettingsgedrag. Schades die daar niet aan gerelateerd zijn dienen separaat te worden beoordeeld, doch aannemelijk is dat in vrijwel alle gevallen zal kunnen worden uitgesloten dat deze door trillingen zouden zijn veroorzaakt. Gedacht moet worden aan oorzaken als mechanische beschadiging, bijvoorbeeld het gevolg van aanrijding met (graaf-)equipment of onderhoudsvoertuigen of vandalisme.

Zettingen en zettingsverschillen kunnen in principe veroorzaakt zijn door de volgende oorzaken:

1. Grondwaterstandswijzigingen
2. Verhoging bovenbelasting / ophoging
3. Trillingen door verkeer
4. Trillingen door bouwwerkzaamheden in de omgeving
5. Trillingen door bodembeweging
6. Inzakken grafkist door het natuurlijke afbrekingsproces
7. Graafwerkzaamheden direct naast het desbetreffende graf

Oorzaak 2 zou realistisch kunnen zijn indien het gaat om een relatief jonge begraafplaats (of deel van een begraafplaats), die op een ophoging is aangelegd. Gedacht moet hierbij worden aan een leeftijd van minder dan circa 20 jaar. Oorzaak 3 zal in de meeste gevallen minder relevant zijn voor begraafplaatsen.

Oorzaken 1 en 2 kunnen optreden indien er sprake is van slappe lagen in de ondergrond, 3 t/m 5 in geval van losgepakte zandlagen. Er zal overigens vrijwel altijd sprake zijn van losgepakte zandlagen in de ondergrond. In geval van graven in volle grond over de volledige diepte van het graf, omdat de ruimte boven, tussen en naast de kisten wordt aangevuld met zand. In het geval van een keldergraf zal er in de meeste gevallen een zandlaag van enkele decimeters dikte zijn toegepast onder de bodem van de kelderbak.

Oorzaak 6 is in geval van een graf in de volle grond een normaal verschijnsel in de eerste jaren nadat er in het desbetreffende graf, of in een direct naastliggend graf een kist met een overledene is geplaatst of bijgeplaatst. Correcties maken in dergelijke gevallen dan ook deel uit van het normale onderhoudsproces van een begraafplaats. Normaliter speelt zich dit proces af binnen een periode van 3 tot 12 jaar (bron: uitvaart.nl). Het optreden van dergelijke zetting leidt in veel gevallen tevens tot verschilzetting. Indien zettingen zijn opgetreden ná de genoemde periode van maximaal 12 jaar, is niet uit te sluiten dat er sprake zou zijn van een andere dan de hier genoemde oorzaak. Deze oorzaak speelt geen rol bij grafkelders. Indien er is gefundeerd op stiepen met een funderingsniveau tot onder het diepste begraafniveau, treedt dit mechanisme ook niet op.

Oorzaak 7 is van belang indien er sprake van is dat een direct naastliggend graf (ook diagonaal naastliggend) is gedolven of geruimd, waarbij het funderingsniveau van het graf met schade niet dieper is dan het betreffende ontgravingsniveau. Dat speelt dus bij graven in volle grond altijd bij een naastgelegen graf.

In geval van keldergraven of graven met stiepen zou dat ook spelen in de situatie dat naastliggend dieper is ontgraven dan niveau onderkant kelder of stiep. In de praktijk is er

binnen één veld van graven vrijwel altijd sprake van vrijwel gelijke ontgravingsniveau's zodat dit geen rol speelt.

### **Aanpak**

Betreffende de relatie tussen trillingen door bodembeweging en zetting voor gevallen waarin het bewijsvermoeden van toepassing is, is eerder op basis van de NPR9998:2020 een relatie afgeleid voor op staal gefundeerde constructies [lit 1]. Daar kan in dit geval gebruik van worden gemaakt omdat de situatie zeer vergelijkbaar is. Tevens zijn voor specifiek dit type constructies separaat drempelwaarden vastgesteld [lit.2].

Als eenmaal is vastgesteld dat er sprake is van schade door zettingen, wordt geadviseerd eerst aan de hand van de rekentool voor trillingen te beoordelen wat de trillingssnelheden door bodembeweging geweest zijn in de periode dat de schade is opgetreden. Indien de trillingssnelheid aantoonbaar nooit hoger is geweest dan 25 mm/s, staat vast dat de trillingen door bodembeweging geen invloed kunnen hebben gehad op de zetting.

Voorgesteld wordt om in situaties waarin de trillingssnelheid in die periode hoger is geweest dan 40 mm/s, in principe te stellen dat *niet* kan worden uitgesloten dat trillingen door bodembeweging de schade hebben veroorzaakt. Deze vereenvoudiging vergemakkelijkt de beoordeling, maar is te ruimhartig naar de eigenaar in de volgende potentiële situatie:

- Er is sprake van een keldergraf.
- Onder de bodem van de kelder is geen losgepakt zand aanwezig.
- De trillingssnelheid is kleiner dan 100 mm/s.

Het 2<sup>e</sup> punt is in de praktijk niet eenvoudig aantoonbaar, want het vraagt om lastig uitvoerbaar grondonderzoek, terwijl in de meeste gevallen zal blijken dat het losgepakte zand toch wel degelijk aanwezig is. Om die redenen is daar in de voorgestelde aanpak aan voorbij gegaan.

Indien het trillingsniveau heeft gelegen tussen 25 en 40 mm/s in de periode dat er schade is ontstaan, is trilling door bodembeweging als oorzaak minder waarschijnlijk, maar niet op voorhand volledig uit te sluiten. Dat betekent dat de waarschijnlijkheid van deze oorzaak moet worden afgewogen tegen andere mogelijke oorzaken.

Een eenvoudig te onderzoeken potentiële oorzaak in dat geval is oorzaak 6, het inzakken van een graf in de volle grond in de eerste periode na de laatste bijplaatsing. Indien deze oorzaak aantoonbaar is kan trilling door bodembeweging worden uitgesloten. Indien deze oorzaak (6) niet van toepassing is, kan worden overwogen verder te zoeken naar andere oorzaken. Dat deel is niet nader uitgewerkt. In dat geval zal vrijwel altijd grondonderzoek moeten plaatsvinden. Of het reëel is dat te gaan uitvoeren zou afhankelijk kunnen worden gesteld van de kosten die daarmee zijn gemoeid, in relatie tot de kosten van herstel.

In de bijlage is een stappenplan voor de beoordeling van de schade opgenomen.

### **Literatuur**

1. Ir. P.C. van Staalduinen en Ing. H.J. Everts "Over de invloed van trillingen door bevingen op zettingen van gebouwen"; Versie 23 oktober 2020
2. Ir. P.C. van Staalduinen en Ir. J.H. van Dalen "Overwegingen bij de drempelwaarden voor trillingen bij schade aan verhardingen en grafmonumenten"; Versie 20 augustus 2021
3. NPR9998:2020

## **Bijlage: Stappenplan**

Zie bij onderstaande beschrijving ook het stroomschema in figuur 1.

### Voorbereiding:

Er dient te worden vastgesteld:

- Waar de schade uit bestaat.
- Op welk tijdstip het graf voor het laatst is geopend ofwel het tijdstip waarop de laatste bijzetting heeft plaatsgevonden.
- Op welk tijdstip er met zekerheid nog geen schade was en op welk tijdstip de schade voor het eerst is geconstateerd, zodat de periode waarin de schade is ontstaan duidelijk wordt.
- Wat de maximale trillingssnelheid als gevolg van bodembeweging door aardgaswinning met 1% overschrijdingskans is geweest in de periode dat de schade is ontstaan.
- Indien deze maximale trillingssnelheid tussen 25 en 40 mm/s is geweest, dient tevens het volgende te worden vastgesteld:
  - Of er sprake is van een keldergraf of een graf in de volle grond.
  - Op welk tijdstip de direct omliggende graven voor het laatst zijn geopend voor een ruiming of bijzetting.
  - Op welke diepte een eventueel grafmonument is gefundeerd
    - Is er sprake van funderingsstiepen en zo ja, hoe verhoudt de diepte ervan zich tot de diepste begraafdiepte?
    - Is er sprake van een fundering bovenop een eventuele grafkelder.

### Stap 1

Bij deze stap wordt vastgesteld of er daadwerkelijk sprake is van aan zetting gerelateerde schade. De eerste input is uiteraard het waargenomen type schade. Hulpmiddelen om scheefstand vast te stellen zijn de waterpas, kruislijnlaser etc.. Om na te gaan of er daadwerkelijk sprake is van schade kan voor dit type objecten een esthetisch acceptabele scheefstand van 1:100 worden gehanteerd. In geval van keldergraven dient separaat waterpassing van de randen van de kelderbak plaats te vinden. Het waarnemen van dezelfde scheefstand van de kelderbak als van de hierop gefundeerde grafsteen of -monument wijst op zetting als oorzaak. De scheefstand van de kelderbak zelf dient overigens niet als schade te worden gekenmerkt, omdat deze geen ongunstige invloed heeft op het functioneren. Dat betekent dat de schade zich beperkt tot het weer recht aanbrengen van het bovenliggend grafmonument en eventueel herstel ervan.

Men dient er op bedacht te zijn dat scheefstand van een grafzerk of -monument ook het gevolg kan zijn van vandalisme of aanrijding. Indien het gaat om een op een keldergraf gefundeerd object, zal in dat geval de kelderbak geen verschilzetting vertonen. Als er sprake is van zetting wordt doorgedaan met stap 3; als daar geen sprake van is met stap 2.

### Stap 2

Indien er geen sprake van is dat de schade aan zettingen gerelateerd is, zal er nader onderzoek moeten plaatsvinden naar de oorzaak. Gedacht kan worden aan bijvoorbeeld mechanische schade, ontstaan door aanrijding of vandalisme.

### Stap 3a en b

Aan de hand van de daarvoor beschikbare rekentool dient als functie van de tijd te worden vastgesteld: De maximale trillingssnelheid als gevolg van bodembeweging door aardgaswinning met 1% overschrijdingskans. Voor de periode waarin de schade is ontstaan wordt vastgesteld wat de hoogste trillingssnelheid is geweest.

- Indien >40 mm/s:  
Bodembeweging door gaswinning kan als oorzaak niet worden uitgesloten; het onderzoek is afgerond.

- Indien  $<25$  mm/s:  
Bodembeweging door gaswinning kan als oorzaak wel worden uitgesloten; het onderzoek is afgerond.
- Indien deze ligt tussen 25 en 40 mm/s:  
Er wordt vervolgd met stap 4.

#### Stap 4a en b

Indien sprake is van een keldergraf, of een fundering op stiepen die reiken tot tenminste het diepste begraafniveau, wordt deze stap overgeslagen en wordt direct over gegaan naar stap 5.

Indien sprake is van een graf in volle grond, wordt getoetst of bewezen kan worden dat de schade is ontstaan binnen een periode van 12 jaar nadat één van de volgende activiteiten heeft plaatsgevonden:

- Bijplaatsing in het betreffende graf.
- Bijplaatsing, ruiming of delving van een nieuw graf op één van de direct omliggende posities, zowel naastliggend als diagonaal

Als één van de genoemde activiteiten heeft plaatsgevonden binnen de genoemde periode in geval van een graf in volle grond, kan bodembeweging door gaswinning als oorzaak worden uitgesloten, omdat er een duidelijk aanwijsbare andere oorzaak is met een veel hogere waarschijnlijkheid. Hiermee is dan het onderzoek afgerond.

Indien dergelijke activiteiten in de genoemde periode niet bewijsbaar hebben plaatsgevonden wordt overgegaan naar stap 5.

#### Stap 5:

In deze stap kan aanvullend onderzoek plaatsvinden naar alternatieve oorzaken. Het benodigde onderzoek zal in dat geval meestal tenminste bestaan uit aanvullend grondonderzoek, onderzoek naar grondwaterstanden en analyse van de kans op zettingen door overige oorzaken. In sommige gevallen zal door deze stap bodembeweging door gaswinning als oorzaak kunnen worden uitgesloten, omdat er een duidelijk aanwijsbare andere oorzaak blijkt te zijn met een veel hogere waarschijnlijkheid. Anderzijds zal dat in veel gevallen niet mogelijk blijken en dan zal de conclusie luiden dat bodembeweging door gaswinning niet als oorzaak kan worden uitgesloten.

Voorgesteld wordt het al dan niet uitvoeren van stap 5 te laten afhangen van het schadebedrag en de kans op aantoonbaar maken van een andere oorzaak.

**Figuur 1: Stroomschema**

