

OSKA-verkenning

Klimaatbestendige realisatie van infrastructuur op slappe bodem

09-06-2021

OSKA werkgroep verkenning standaarden bodemdaling

Wouter Smit, Provincie Zuid-Holland; Frans van Dijk, van Dijk Maasland B.V.; Marc Eijbersen, CROW; David Biron, Witteveen en Bos; Paul Prast, Gemeente Alphen aan den Rijn; Hans van Meerten, Deltares; Suzanne van Os, Bunnik groep; Geert Geertjes, Bouwstoffenunie; Rick Gravesteijn, Sweco; Dorian Hill/ Bufferblock; Arend van Woerden, Sweco (voorzitter); Tommy Bolleboom, RWS; Ab de Buck, OSKA -secretariaat (secretaris).

in opdracht van RWS/Bodem + namens het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling

Samenvatting

Dit rapport geeft het resultaat van een verkenning uitgevoerd in het kader van OSKA naar klimaatbestendige realisatie van infrastructuur op slappe bodem. De verkenning is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat/ Bodem+, namens het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling.

Toenemende droogte door klimaatverandering kan leiden tot dalende grondwaterstanden. Afhankelijk van de manier van aanleg van infrastructuur kan dit op een slappe bodem sneller zorgen voor verzakkingen (bovenop de bodemdaling die al bestaat door gewicht en gebruik van de infrastructuur en ingecalculerde restzetting). Bodemdaling geeft risico's voor veiligheid en bereikbaarheid door verschilzettingen van boven en ondergrondse infrastructuur, zoals wegen en leidingen, of wateroverlast door plasvorming. Daarnaast zijn er de risico's voor overstroming die bodemdaling in zich heeft doordat het absolute verschil tussen de zeespiegel en de landbodem in dichtbevolkte delen van Nederland groter wordt.

Beter omgaan met (de kans op) bodemdaling vormt dan ook een fundament voor duurzame lange termijn keuzes in de ruimtelijke ordening en maatregelen van klimaatadaptie bij nieuwe en bestaande inrichting: 'voorkomen is beter (en goedkoper) dan genezen'. Bij 'het voorkomen' gaat het onder andere om de locatiekeuze, gebruik makend van de kennis van ons bodem- en watersysteem. Bij 'het genezen' gaat het onder andere om het voorkomen van nieuwe verzakkingen. Om deze reden maakt bodemdaling ook deel uit van instrumenten en programma's op het vlak van klimaatadaptatie, zoals de stresstest DPRA om kwetsbaarheden in beeld te krijgen, de klimaatspanningskaart van I&W voor afweging van nieuwe ontwikkelingen en het convenant klimaatadaptief bouwen Zuid-Holland. In dit convenant wordt gekeken naar maatregelen om bij het ontwikkelen van gekozen bouwlocaties versnelde bodemdaling tegen te gaan.

Als overheden voor een locatie hebben gekozen om infrastructuur aan te leggen of bestaande infra wordt hersteld, zijn er verschillende opties mogelijk om effecten van bodemdaling tegen te gaan. Een die momenteel in de belangstelling staat is het toepassen van lichte ophoogmaterialen als alternatief voor zand. Dat leidt er toe dat de bodem minder snel daalt, draagt bij aan lagere kosten in de toekomst en kan een duurzaam alternatief vormen met betrekking tot het hergebruik van afvalstoffen.

In overleg met het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling en het Platform Slappe Bodem is er voor gekozen om gericht te kijken naar behoeften voor standaarden voor *de realisatie* van infrastructuur, als onderdeel van de gehele opgave van locatiekeuze tot en met instandhouding. Dit met als doel om de meest recente kennis en ervaring in een uniforme, hanteerbare wijze beschikbaar te krijgen. Deze OSKA-verkenning heeft zich gezien de actualiteit en behoefte nader gericht op *prestatiekenmerken* van lichte ophoogmaterialen bij de aanleg van infrastructuur in stedelijk en landelijk gebied. Dit sluit aan op de behoefte aan een uniforme methode om effectiviteit van maatregelen door te rekenen, zoals geïdentificeerd in de Kennisagenda Bodemdaling van het Platform Slappe Bodem. Deze focus maakt het concreet voor doorwerking in standaarden. In de verkenning is voor dit onderwerp in kaart gebracht op welke punten belanghebbenden het nodig vinden om nieuwe kennis en inzichten te verankeren in standaarden. Een element daarvan was of huidig beschikbare standaarden al rekening houden met de effecten van klimaatverandering.

Bij de keuze van het onderwerp van deze verkenning past de kanttekening dat toepassing van lichte ophoogmaterialen plaatsvindt in een bredere context. Daarin spelen ook andere duurzaamheidsaspecten (zoals uitloging van schadelijke stoffen, circulariteit en klimaatbestendigheid) en een integrale beoordeling van kosten over de levenscyclus een rol. Een integrale afweging kan leiden tot keuzes voor andere oplossingsrichtingen dan lichte ophoogmaterialen, of tot uitkomst hebben dat een bepaald type of merk ophoogmateriaal milieuhygiënisch niet gewenst is. De actualiteit laat dit zien rondom de toepassing van schuimglas, waarbij afhankelijk van de herkomst of chemisch proces de uitloging van schadelijke stoffen een issue kan zijn in relatie tot de gehanteerde standaarden en wetgeving voor bouwstoffen. Het milieuhygiënische aspect volgt een ander spoor en ligt buiten de scope van deze verkenning: er wordt nadrukkelijk aangegeven dat op dat vlak voldaan moet worden aan de bestaande eisen uit wet- en regelgeving.

In het proces van deze verkenning zijn er twee bijeenkomsten geweest met vertegenwoordigers van verschillende belanghebbende partijen. Daarin was een brede waaier aan belanghebbenden vertegenwoordigd, van overheden, bedrijven en kennisinstellingen. In de werkgroep is geïnventariseerd welke behoeftes er zijn en wat er momenteel al aan standaarden en richtlijnen beschikbaar is. Een belangrijke constatering daarbij was dat de behoeftes van de verschillende belanghebbenden synchroon lopen: er is brede consensus dat op een aantal punten aanpassing van standaarden gewenst is zodat deze aansluiten bij huidig beschikbare inzichten en technieken. Er blijken al veel verschillende standaarden beschikbaar te zijn. Het gaat daarbij vooral om dat standaarden:

- ruimte bieden om de prestatie van nieuwe, innovatieve materialen of producten vast te stellen;
- rekening houden met de effecten van klimaatverandering;
- een heldere omschrijving geven van de benodigde feitelijke toepassing;
- een vertaling geven van prestaties en eigenschappen van toegepaste materialen (met name stijfheid, draagkracht, vorstdooi-bestendigheid) naar de praktijksituatie.

In de verkenning komt ook duidelijk de behoefte naar boven om aandacht te hebben voor de bredere context waar het gebruik van lichte ophoogmaterialen onderdeel van is.

Deze conclusies hebben geleid tot enkele aanbevelingen. Op de eerste plaats wordt aanbevolen om een OSKA-Actieteam op te richten dat de resultaten van de verkenning verder gaat specificeren: welke aanpassingen in welke standaarden zijn gewenst? Het Actieteam zal deze behoeftes verder uitwerken naar concrete afspraken voor aanpassing van standaarden. In deze fase zal nadrukkelijk ook oog zijn voor het belang van integrale afwegingen van materiaalkeuze en zal, zoals hierboven benoemd, verwijzing en afstemming blijven met apart lopende beleidsontwikkeling in kader van de Omgevingswet voor milieuhygiënische kwaliteit van materialen. In aanvulling hierop ziet de werkgroep een rol voor CROW om een product te ontwikkelen met daarin een duidelijk stappenplan voor toepassing van lichte ophoogmaterialen. Dit zou kunnen aansluiten bij een initiatief van het Platform Slappe Bodem om gemeenten te coachen bij het omgaan met bodemdaling.

Inhoud

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	5
1.1 <i>Klimaatverandering en bodemdaling</i>	5
1.2 <i>Overheidsbeleid</i>	6
Wet bodembescherming	7
1.3 <i>Samenwerkingsverbanden</i>	8
Platform Slappe Bodem	8
Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling	8
1.4 <i>Rol standaarden</i>	8
1.5 <i>Standaarden voor lichte ophoogmaterialen</i>	9
1.6 <i>Aandachtspunten in verkenning</i>	9
2 Bestaande standaarden.....	11
2.1 <i>CROW publicaties</i>	11
2.2 <i>NEN</i>	11
2.3 <i>Overige standaarden</i>	12
2.4 <i>Andere documenten</i>	12
3 Behoeftes aan standaarden.....	13
3.1 <i>Algemene behoeftes</i>	13
3.2 <i>Specifieke behoeftes t.a.v. lichte ophoogmaterialen</i>	13
3.3 <i>Sluiten standaarden aan op de benoemde behoeftes?</i>	14
4 Conclusies en Aanbevelingen.....	16
Bijlage A: Deelnemers werkgroep.....	17
Bijlage B: Matrix geïdentificeerde standaarden en behoeftes.....	18

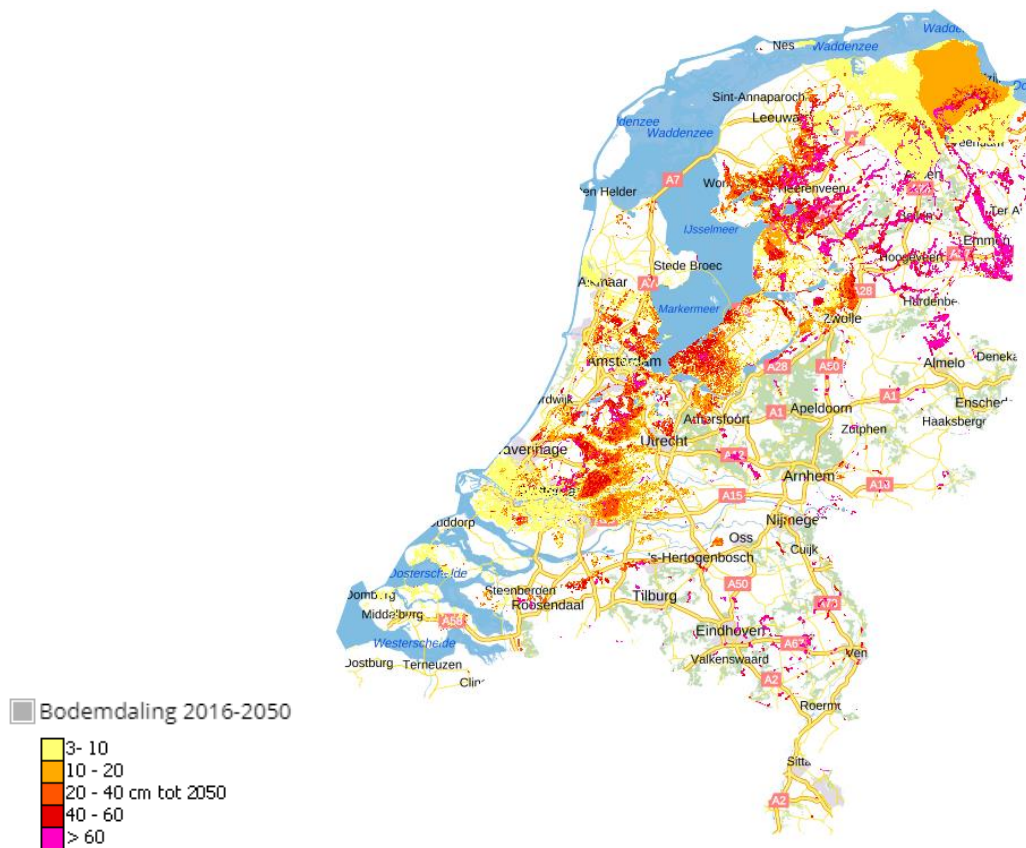
1. Inleiding

Het is belangrijk dat Nederland beter bestand wordt tegen effecten van klimaatverandering. Om dat te realiseren is het cruciaal dat klimaatadaptatie wordt meegenomen in de praktijk waarin we de openbare ruimte en voorzieningen ontwerpen en bouwen. Die uitvoeringspraktijk werkt met standaarden. OSKA, het Overleg Standaarden Klimaatadaptatie, bevordert dat standaarden worden aangepast aan nieuwe inzichten over klimaatverandering. OSKA hanteert standaarden daarbij gehanteerd als een breed begrip, er onder vallen praktijkhandboeken, richtlijnen en formele normen. Als er voor een bepaald onderwerp behoefte is aan nieuwe en/of geactualiseerde standaarden voert OSKA als eerste stap een verkenning uit. Zo'n verkenning kan de basis zijn voor verdere afspraken tussen partijen over de ontwikkeling van nieuwe of aangepaste standaarden.

Deze rapportage bevat de verkenning voor de klimaatbestendige realisatie van infrastructuur op slappe bodem. In overleg met en in opdracht van het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling en het Platform Slappe Bodem is er voor gekozen om gericht te kijken naar behoeften voor standaarden voor *de realisatie* van infrastructuur, als onderdeel van de gehele opgave van locatiekeuze tot en met instandhouding. Hierbij heeft deze verkenning zich gezien de actualiteit en behoefte specifiek gericht op de toepassing van lichte ophoogmaterialen bij de aanleg van of het onderhoud aan infrastructuur in stedelijk en landelijk gebied. Dit mede in het licht van de effecten van het veranderende klimaat, met voorspelde toename van droogte en daardoor kans op lagere grondwaterstanden.

1.1 Klimaatverandering en bodemdaling

Het proces van bodemdaling in onze delta bestaat al meer dan 1000 jaar. Door drooglegging en drooghouden van polders, met steeds hogere droogleggingseisen voor land- en later ook woningbouw, neemt de bodemdaling zichtbaar toe. Klimaatverandering versterkt dit proces omdat het zorgt voor langere periodes van droogte. Dit kan leiden tot lagere grondwaterstanden: in de droge zomers van de afgelopen jaren waren grondwaterstandsverlagingen van 30 centimeter geen uitzondering. Afhankelijk van de manier van aanleg van infrastructuur kan dit op een slappe bodem sneller zorgen voor verzakkingen. Bovenop de bodemdaling die al bestaat door gewicht en gebruik van de infrastructuur en ingecalculerde restzetting. Bodemdaling wordt dus niet alleen veroorzaakt door klimaatverandering, maar wordt er wel door versterkt. Bodemdaling geeft risico's voor veiligheid en bereikbaarheid door verschilzettingen van boven en ondergrondse infrastructuur, zoals wegen en leidingen, of wateroverlast door plasvorming. Dit naast risico's voor overstrooming die bodemdaling in zich heeft naarmate het absolute verschil tussen de zeespiegel en de landbodem in dichtbevolkte delen van Nederland groter wordt. Figuur 1 geeft de verwachting van bodemdaling in Nederland in 2050 (bron: Klimateffectatlas). Hierbij zijn de effecten van klimaatverandering meegenomen.



Figuur 1. Verwachte bodemdaling in Nederland 2016-2050¹

1.2 Overheidsbeleid

In een delta als Nederland is er veel ervaring met het bouwen op slappe veen- en kleibodems. Het duurzaam bouwen op en in standhouden van bestaande steden en infrastructuur kent toenemende aandacht bij overheden en marktpartijen vanwege de toenemende kosten voor herstel van (verschil)zettingen en instandhouding van de inrichting van de openbare ruimte. De urgentie hiervan groeit verder omdat steeds meer wijken op slappe veen- en kleibodems zijn gebouwd, omdat de beste (zand) gronden al benut zijn.

Het omgaan met (de kans op) bodemdaling vormt dan ook een fundament voor duurzame lange termijn keuzes in de ruimtelijke ordening en maatregelen van klimaatadaptie bij nieuwe en bestaande inrichting. ‘Voorkomen is beter (en goedkoper) dan genezen’. Bijvoorbeeld met betrekking tot de locatiekeuze met inzet van de kennis van ons bodem- en watersysteem. En bij het genezen in bestaande situaties moeten we nieuwe verzakkingen zo goed als mogelijk voorkomen.

Een belangrijk nationaal beleidskader voor bodemdaling is de Nationale Omgevingsvisie (NOVI). In de NOVI wordt bodemdaling aangemerkt als cross-sectorale opgave, vanwege de raakvlakken met meerdere nationale belangen. Er wordt bijvoorbeeld aanbevolen dat gebieden die gevoelig zijn voor bodemdaling hiermee nadrukkelijk rekening houden bij het opstellen van omgevings- en gebiedsvisies en daarop gebaseerde uitvoeringsgerichte plannen². Veel verantwoordelijkheden zijn decentraal belegd bij provincies, waterschappen en gemeentes. Zo zijn waterschappen en gemeentes

¹ Bron: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>

² https://slappebodem.nl/pics/uploads/176_190620KamerbriefRijksbrede-inzet-op-bodemdaling.pdf

verantwoordelijk om bij het vaststellen van (grond)waterpeilen en stedelijk grondwater- en rioleringsbeheer de maatschappelijk gewenste functies zo goed mogelijk én tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten te accommoderen. Zij hebben een zorgplicht om schade aan functies en private eigendommen (bijvoorbeeld door bodemdaling) zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen. Ook de verantwoordelijkheid voor infrastructuur is verdeeld over veel partijen.

De Nationale omgevingsvisie (NOVI) onderschrijft de wens om bodemdaling 'zoveel als mogelijk' te beperken. Deze wens sluit aan bij die van regionale overheden en netwerkbeheerders op rijksniveau (zoals Rijkswaterstaat en ProRail), die verschilzettingen tussen bebouwing, wegen, kunstwerken en ondergrondse infrastructuur vanuit veiligheid, leefbaarheid en bereikbaarheid zoveel als mogelijk willen beperken. En door de soms dure lessen uit het verleden rondom locatiekeuze en wijze van aanleg die ons blijven achtervolgen, steeds vaker op basis van levenscyclusanalyse (LCA) duurzamere keuzes willen maken. Het is daarbij van belang om aan de voorkant van het locatiekeuzeproces en de planvorming alternatieven en kosten voor beheer en onderhoud realistisch in beeld te brengen. Zeker nu. Nu er vanuit de grote bouwopgave mogelijk nieuwe ontwikkelingen op slappe bodems plaatsvinden met bijbehorende infrastructuur. In bestaande situaties zoekt men naar een andere aanpak dan traditioneel gebruikelijk, waarbij onder andere gekeken kan worden naar toepassing van andere materialen.

Om deze reden maakt bodemdaling ook deel uit van instrumenten en programma's op het vlak van klimaatadaptatie, zoals de stresstest DPRA om kwetsbaarheden in beeld te krijgen, de klimaatspanningskaart van I&W voor afweging van nieuwe ontwikkelingen en het convenant klimaatadaptief bouwen Zuid-Holland. In dit convenant wordt gekeken naar maatregelen om bij het ontwikkelen van gekozen bouwlocaties versnelde bodemdaling tegen te gaan. Daarnaast zijn veel gemeenten in het dagelijks beheer en onderhoud van bestaande infrastructuur dagelijks problemen aan het genezen, waar een veelvoud van kosten mee gemoeid is ten opzichte van de instandhouding in niet kwetsbare gebieden.

Wet bodembescherming

Voor het toepassen van lichte ophoogmaterialen bij aanleg van infrastructuur zoals wegen zijn vooral de Wet bodembescherming (Wbb)³ en het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) van belang. De Wbb vormt de wettelijke grondslag voor een aantal besluiten en regelingen. De Wbb stelt regels aan het infiltreren van oppervlaktewater in de bodem en het lozen van afvalstoffen in de bodem. Onder de Wbb valt het Besluit bodemkwaliteit (Bbk), dat regels stelt voor de toepassing van grond en baggerspecie. Met deze regels wordt gewaarborgd dat de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater als gevolg van de toepassing voldoende wordt beschermd. Het doel van het Bbk is duurzaam bodembeheer. Er wordt gestreefd naar een balans tussen bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu, én gebruik van de bodem voor maatschappelijke ontwikkelingen zoals woningbouw of aanleg van wegen.

In het Besluit bodemkwaliteit worden producteisen gesteld aan de samenstellings- en emissiewaarden van steenachtige bouwstoffen (niet zijnde grond en baggerspecie). Bouwstoffen moeten voldoen aan maximale emissiewaarden en samenstellingswaarden. Alleen als ze hieraan

³ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/wet-bodembescherming/besluiten-regelingen/>

voldoen, mogen ze worden toegepast in de bodem. Anders spreekt men van een afvalstof. Het is overigens wel mogelijk dat een deel van een afvalstof alsnog kan voldoen aan de waarden die aan bouwstoffen worden gesteld, bijvoorbeeld door deze te breken, zeven, scheiden of reinigen. Door middel van een milieuhygiënische verklaring en een afleverbon moet worden aangetoond dat een bouwstoffen voldoet aan de gestelde normen. Op de milieuhygiënische verklaring staat de kwaliteit van de partij bouwstoffen aangegeven. De regels en eisen gelden voor de gehele bouwstofketen. Dit betekent dat iedere doelgroep in de keten verantwoordelijk is voor de milieuhygiënische kwaliteit van de bouwstof.

1.3 Samenwerkingsverbanden

Platform Slappe Bodem⁴

Het Platform Slappe Bodem is een samenwerking voor en door lokale en regionale overheden, dat aan bewustwording en agendering van bodemdaling binnen diverse nationale, beleidsvelden en agenda's werkt. Doelstelling van het Platform Slappe Bodem is om bodemdaling in Nederland beheersbaar te krijgen door bewuste keuzes voor de (middel)lange termijn te maken. Ze laten zich daarbij voeden door de expertise van kennisinstituten en de ervaring binnen actuele praktijkprojecten.

Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling⁵

Het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling komt voort uit maatschappelijke opgaven. Vanuit deze achtergrond werkt het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling aan het verbinden, versterken en ontwikkelen van kennis rondom bodemdaling. Het netwerk laat zien dat er al veel gebeurt op het gebied van samenwerking, onderzoek en pilots. Het veld is echter versnipperd en de samenhang is verre van vanzelfsprekend. Deze samenhang is noodzakelijk om verbanden te leggen en daar zet het NKB zich voor in. "Innovatieve ophogetechnieken" is een van de thema's waar het Kennisprogramma aan werkt. In de NKB- deelexpedities rondom nieuwbouw en instandhouding van de openbare ruimte is daarbij de behoefte naar voren gekomen voor een OSKA-Verkenning naar bodemdaling. Dit mede om nieuwe inzichten rondom de effecten van veranderingen in klimaat te kunnen vertalen naar de praktijk.

1.4 Rol standaarden

Standaarden zijn cruciaal om de uitvoeringspraktijk te faciliteren. Daarbij kan gedacht worden aan beslisbomen om goede afwegingen te maken voor de keuze van bouwlocaties en boven- en ondergrondse infrastructuur, aan instrumenten om keuzes te maken voor bouwwijze en mate van klimaatbestendigheid, standaarden voor benodigd geo- en milieutechnisch onderzoek en voor duurzame materialen tot aan standaarden waarmee aannemers kunnen aantonen dat ze gekozen materialen goed hebben toegepast en daarmee hun werk goed hebben uitgevoerd. Standaarden bieden houvast voor marktpartijen en overheden dat een project aan kwaliteitseisen voldoet, en bieden een handvat om actuele inzichten in te verankeren.

⁴ <https://slappebodem.nl/>

⁵ <http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/innovatieve-ophoogmaterialen/>

1.5 Standaarden voor lichte ophoogmaterialen

Gekozen is voor een verkenning die inspeelt op de actualiteit van het toenemend gebruik in de praktijk van lichte ophoogmaterialen bij vervanging, renovatie en aanleg van infrastructuur. Uit de gesprekken met het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling en het Platform Slappe Bodem kwam als belangrijkste wens naar voren standaardisatie van een methode voor de civieltechnische effectiviteit van maatregelen: Hoe stel je de geo- en civieltechnische effectiviteit van ophoogmaterialen vast? leidt deze standaardisatie van meet- en berekeningsmethoden er toe dat de onderlinge civieltechnische vergelijkbaarheid wordt verbeterd? Dit naast wensen om de duurzaamheid en robuustheid voor klimaatverandering in brede zin te beoordelen en de aandacht op het reeds geldende milieuhygiënische kader voor deze materialen conform het Besluit bodemkwaliteit. Rijkswaterstaat is lid en medefinancier van het NKB en was namens NKB opdrachtgever van deze verkenning.

Deze verkenning focust zich op geo- en civieltechnische afwegingen en toetsen ten behoeve van de realisatie. De eerder genoemde aspecten over bijvoorbeeld locatiekeuze zelf in voorbereiding en planfase en afwegingen rondom duurzaamheid vormen geen onderdeel van deze verkenning. Deze staan echter wel op het netvlies van het Rijk, decentrale overheden in het Platform Slappe Bodem en het NKB. De verkenning richt zich niet op de milieuhygiënische kant van de toepassingen. Daarin voorziet het Besluit Bodemkwaliteit. Er is, en in een voorzien vervolg traject blijft, wel intensief contact met de beleidskern van I&W die zich hiermee bezig houdt. Dit ook rekening houdend met actuele ontwikkelingen en lopende aanpassing van het Besluit bodemkwaliteit in kader van de nieuwe Omgevingswet. Milieuhygiëne is immers onlosmakelijk onderdeel uitmaakt van de keuze van maatregelen en de uitvoering.

De verkenning is uitgevoerd door de OSKA werkgroep 'verkenning bodemdaling - toepassing lichte ophoogmaterialen'. Hieraan namen deel: Provincie Zuid-Holland, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, onderzoeksinstituut Deltares, advies- en ingenieursbureaus SWECO en Witteveen en Bos, aannemersbedrijven van Dijk Maasland en Bunnik Groep, de Bouwstoffen Unie, Rijkswaterstaat, fabrikant Bufferblock en standaardisatie-instellingen CROW en NEN. Dit onder voorzitterschap van Arend van Woerden (SWECO/ Gemeente Woerden) en met begeleiding en rapportage door het OSKA-secretariaat. De groep is twee keer samengekomen en met hun input is deze rapportage opgesteld. De rapportage is daarnaast voorzien van feedback door NL Ingenieurs, Vakgroep Ingenieursbureaus Bouwondernemingen (VIB, onderdeel van Bouwend Nederland) en een aantal fabrikanten van lichte en/of innovatieve ophoogmaterialen. Bijlage A geeft een overzicht van de deelnemers en organisaties die zij vertegenwoordigen.

1.6 Aandachtspunten in verkenning

Op basis van de eerste bijeenkomst van de werkgroep is de focus gelegd op het inzichtelijk maken van de behoeften van belanghebbenden aan standaarden/uniformering op het gebied van toepassing van *lichte* ophoogmaterialen. Daarbij is verder gespecificeerd naar de toepassing voor infrastructuren, met name wegen en andere verhardingen in de openbare ruimte. Er is in kaart gebracht voor hoever behoeftes aan standaarden bestaan en op welke punten die zich richt. Aandachtspunt daarbij zijn bepalingmethoden: hoe stel je de effectiviteit van een licht ophoogmateriaal vast en hoe zorg je ervoor dat dit onderling te vergelijken is? Hierbij is het ook van belang oog te hebben voor de milieu-hygiënische eisen. De behoeftes die vallen onder het bredere

kader worden voor nu buiten beschouwing gelaten, deze zullen onder de aandacht worden gebracht van het Kennisplatform.

Aandachtspunten in deze verkenning zijn:

1. Welke actuele standaarden geven richtlijnen voor lichte ophoogmaterialen;
2. In hoeverre geven deze methodes om de prestatie eigenschappen van een materiaal te bepalen?;
3. In hoeverre geven deze methodes om de prestatie eigenschappen van een constructie te bepalen?;
4. Welke uitgangspunten hanteren deze standaarden voor het gebruik van lichte ophoogmaterialen bij de aanleg van infrastructuur (feitelijke toepassing, verdichten, absorptie, interactie met kabels en leidingen, onderhoud, duurzaamheid, waterberging)?; In hoeverre houden ze rekening met milieu-hygiënische eisen?;
5. In hoeverre zijn de bepalingen/methodieken in de standaarden geschikt voor innovatieve materialen/technieken?
6. In hoeverre sluiten de bepalingen in de standaarden aan bij de huidige inzichten van betrokken partijen?

2 Bestaande standaarden

Het onderwerp bodemdaling – lichte ophoogmaterialen ligt vooral in het werkveld van de standaardisatie-organisaties CROW en NEN. Er zijn veel standaarden, richtlijnen en publicaties die in meer of mindere mate het werkveld raken. De belangrijkste zijn:

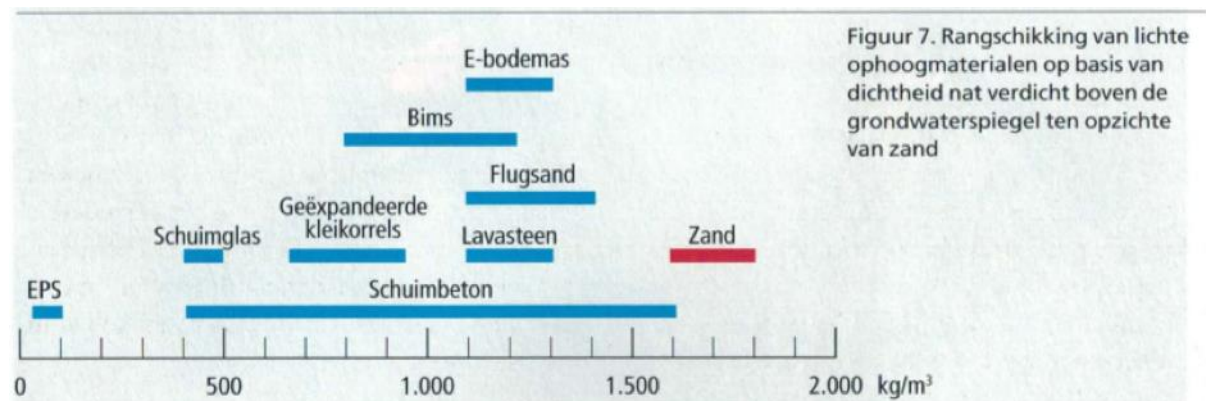
2.1 CROW publicaties

- CROW 189 Keuzemodel wegconstructies
- CROW 204 Betrouwbaarheid van zettingsprognoses
- CROW 281 Materialen in (constructieve) ophogingen aan aanbevelingen – Richtlijn ter beoordeling van alternatieven voor zand
- CROW 295 Wegverhardingen op slappe bodem
- CROW 304 Van langsvlakheid naar restzetting - Leidraad voor het bepalen van een langsvlakheidseis'
- CROW 306 Kiezen voor effectieve overgangsconstructies
- CROW 325 Lichte ophoogmaterialen in de wegenbouw
- CROW 341 Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw

Van deze publicaties raakt CROW 325 het meest aan het onderwerp (zie tekstkader).

CROW-publicatie 325 'Lichte ophoogmaterialen in de wegenbouw' (mei 2013)

Deze publicatie beschrijft verschillende typen lichte ophoogmaterialen: granulaire materialen (bims, flugsand, lava, geëxpandeerde kleikorrels, schuimglas en E-bodemas), geëxpandeerd polystyreen (EPS) en schuimbeton. De gewichtsclassificatie van de verschillende lichte ophoogmaterialen is in figuur 2 indicatief weergegeven. Elk type heeft specifieke kenmerken die gevolgen hebben voor de toepassingsmogelijkheden per locatie en project.



Figuur 2. Gewichtsclassificatie ophoogmaterialen⁶

2.2 NEN

- NEN 3543 lichte toeslagmaterialen – lichte toeslagmaterialen voor beton, mortel en injectiemortel
- NEN 3813 Lichte toeslagmaterialen

⁶ bron: CROW-publicatie 325

- NEN-EN 1097 Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen
- NEN-EN 13055 Lichte toeslagmaterialen
- NEN-EN 13286 Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels (niet specifiek lichtgewicht funderingsmateriaal)

2.3 Overige standaarden

- CROW/ CUR 162 construeren met grond hoofdstuk 8 (6.4) lichtgewicht ophoogmaterialen/ secundaire en lichte ophoogmaterialen (nieuwe versie in aanmaak 2021)
- CROW/ CUR 247 richtlijn risicogestuurd grondonderzoek (staat iets in over vooronderzoek ophogen)
- CROW/ CUR 162 wordt op dit moment herzien (door CROW), deze zal binnenkort als online module verschijnen (H8 zal dan niet meer over materialen gaan);
- CROW/ CUR 59 - 2012 beproeving en vervaardiging van schuimbeton
- CROW/ RAW (2020 hfdstk 22.4) Hoofdstuk lichtgewicht ophoogmaterialen

2.4 Andere documenten

- Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling, Factsheet innovatieve ophoogmaterialen. http://www.kennisprogrammabodemdeling.nl/home/wp-content/uploads/2019/05/XLS_20181121_Factsheet.xlsx en <http://www.kennisprogrammabodemdeling.nl/home/innovatieve-ophoogmaterialen/>
- Leidraad Balans 2009
- Cursus Desettlement (2020) (niet specifiek lichtgewicht ophoogmaterialen)
- 3BW Duurzaam en klimaatbestendig bouwrijp maken Variantenstudie Nieuwerkerk-Noord 2010 (voorkomen van extra belasting op de bodem)
- 3BW Water -robuust bouwen 2009
- EPS in de GWW 20104 (Brochure EPS fabrikanten), <https://stybenex.nl/wp-content/uploads/2014/12/EPS-in-de-GWW.pdf>
- KIVI productbladen: <https://www.kivi.nl/afdelingen/geotechniek/geonet/dossiers/wegconstructies-op-slappe-grond/onderbouw>
- Rapportages Delft Cluster over slappe bodem en licht ophoogmateriaal <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:333ad630-b4e7-4b0c-9527-46c3df7dabe6/?collection=research>
- <https://www.kivi.nl/afdelingen/geotechniek/geonet/literatuur/delft-cluster#innoweg> (overzicht rapportages Delfts Cluster).
- Factsheet DIO - Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling

3 Behoeftes aan standaarden

3.1 Algemene behoeftes

Deelnemers aan de werkgroep geven aan dat toepassing van lichte ophoogmaterialen gezien moet worden in de bredere context. Het belang van zo'n brede benadering wordt door meerdere deelnemers onderschreven. Uit de discussie volgt namelijk dat 'lichte ophoogmaterialen' niet op zichzelf staan. De toepassing maakt deel uit van een breder proces, waarin meer heldere afspraken en definities wenselijk zijn. Dit heeft te maken met het traject om te komen tot een keuze voor een materiaalsoort, waarbij eerst vooronderzoek wordt gedaan en onder andere op basis daarvan gekozen wordt voor een bepaald materiaal. Gevoel leeft dat er nu vaak wordt gekeken naar korte termijn kosten o.b.v. onvoldoende vooronderzoek. Daadwerkelijke duurzaamheid (in levensduur, maar ook bijv. circulariteit/klimaatadaptatie, milieu-impact) blijft onderbelicht. De ervaring van deelnemers dat het huidige kader van wet- en regelgeving vooral gericht is op bestaande technieken en toepassingen, staat vaak haaks op innovatieve toepassingen.

Voor het bredere kader komen de volgende behoeftes naar voren:

Behoeftes voor eenduidige afspraken/ standaarden voor bodemdaling in bredere zin:

1. Er is behoefte aan eenduidige afspraken/richtlijnen voor **geotechnische berekening / vooronderzoek** (bijv. meetmethodes). Dit is nog niet of onvoldoende geborgd in standaarden. Uitdaging is dat het ook situatieafhankelijk is, o.a. is er een verschil tussen 'maagdelijke' gebieden, en gebieden die bebouwd zijn geweest;
2. Er is behoefte aan **een procesbeschrijving** voor de uitvoering van projecten op slappe bodem. N.B.: Hierbij zou mogelijk kunnen worden aangesloten op een recent initiatief van het Platform Slappe Bodem voor coaching van gemeenten bij het omgaan met bodemdaling <http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/coaching-ibor-bodemdalingproof-bij-bestaande-bouw-en-nieuwbouw/>
3. Heldere richtlijn voor het uitvoeren van variantenanalyses voor de toepassing van lichtgewicht ophoogmaterialen met behulp van de **levenscycluskosten analyse (LCA/ Life Cycle Costing LCC)**
4. Duidelijke definitie **terminologie** (kruip, autonome bodemdaling, klink, consolidatie, compressie en rijping).

3.2 Specifieke behoeftes t.a.v. lichte ophoogmaterialen

De belanghebbenden gaven al gauw aan dat de initiële scope 'innovatieve ophoogtechnieken' te nauw was. Dit is dan ook aanpast naar 'lichte ophoogmaterialen'. Hieronder vallen zowel innovatieve materialen als materialen die al langer toegepast worden. Er is een samenhang met fundatiematerialen, maar de focus van een verkenning naar standaarden zou volgens de deelnemers moeten liggen op lichte ophoogmaterialen. De volgende behoeftes zijn uitgesproken:

Behoeftes voor eenduidige afspraken/ standaarden over lichte ophoogmaterialen:

1. **Eenduidige bepalingsmethodes** voor de feitelijke prestatie van lichte ophoogmaterialen op korte en lange termijn.
2. Als onderdeel daarvan **eenduidige bepalingsmethodes voor eigenschappen van het toegepaste materiaal:**
 - a. draagkracht (dynamische elasticiteitsmodulus)
 - b. opdrijvend vermogen
 - c. gewicht
3. **Eigenschappen voor de gehanteerde materialen** bepalen zoals die gelden voor de **feitelijke toepassings situatie**. O.a. rekening houdend met gegeven dat het product (deels) onder water kan komen te staan – huidige declaratiemethoden zijn gebaseerd op (droge) condities, die niet representatief zijn voor feitelijke toepassing.
4. Test- en meetmethodes, inclusief rapportage eisen, moeten techniek-onafhankelijk zijn, en **ook geschikt voor (innovatieve) materialen/technieken**.
5. Richtlijnen voor **verdichting van lichtgewicht ophoogmaterialen**.

3.3 Sluiten standaarden aan op de benoemde behoeftes?

Om een overzicht te krijgen van welke standaarden welke behoeftes wel of niet afdekken, is een matrix (bijlage B) opgesteld. Deze is voor zover mogelijk met parate kennis ingevuld samen met de werkgroep. Bovengenoemde behoeftes zijn aangevuld met specifiekere behoeftes voor standaarden bij het gebruik en in de toepassing van lichte ophoogmaterialen. De matrix geeft per standaard aan in welke mate de vastgestelde behoeftes worden benoemd. Door het invullen van de matrix is inzicht verworven op de vragen genoemd in hoofdstuk 3 van deze rapportage. Hieronder volgt een korte samenvatting per vraag:

1. Welke actuele standaarden geven richtlijnen voor lichte ophoogmaterialen?

Er zijn veel standaarden die in meer of mindere mate richtlijnen geven voor (het toepassen van) lichte ophoogmaterialen. Echter zijn veel van deze standaarden verouderd en dekken zij niet de volledige behoeftes. Veel documenten zoals CUR aanbevelingen en RAW standaarden verwijzen naar de EN-normen voor light weight aggregates. Deze bepalen dat de producent/leverancier de materiaal eigenschappen (droog materiaal) verklaren volgens EN-procedures (wat wettelijk vereist wordt), maar of de verwerker/aannemer/opdrachtgever daar in de werkelijkheid (in Nederland is de toepassingssituatie bijna altijd nat of vochtig) functioneel veel baat bij heeft, is vaak onduidelijk. Ook wordt opgemerkt dat de standaarden zich vooral richten op theorie en minder op de praktijk. Terwijl er juist behoefte is aan meer duidelijkheid over het toepassen van materialen.

2. Welke actuele standaarden geven een uniforme methode om de prestatie eigenschappen van een materiaal te bepalen?

CROW 189, CROW 325 en de Factsheet DIO geven een uniforme bepalingsmethode voor de eigenschappen van materialen. Andere richtlijnen/standaarden geven slechts in beperkte mate een uniforme bepalingsmethode. Hierbij wordt vaak bedoeld dat nieuwe materialen ontbreken,

wat overigens ook wordt aangegeven bij CROW 325. Sommige richtlijnen (CROW 304 en 306) bevatten geen uniforme bepalingsmethode voor de prestatie eigenschappen van een materiaal.

3. *Welke actuele standaarden geven een uniforme methode om de prestatie eigenschappen van een constructie te bepalen?*

Twee-derde van de geïdentificeerde standaarden voldoet aan de behoefte. Bij een derde is een uniforme bepalingsmethode voor de prestatie eigenschappen van een constructie geen onderdeel. Voor CROW 325 geldt dat dit wel onderdeel is, maar dat de wens bestaat om hier ook nieuwe materialen aan toe te voegen.

4. *Welke uitgangspunten hanteren deze standaarden voor het gebruik van lichte ophoogmaterialen bij de aanleg van infrastructuur?; In hoeverre houden ze rekening met milieu-hygiënische eisen?*

Vooronderzoek is onderdeel van slechts een paar van de geïdentificeerde richtlijnen. Daarnaast wordt er in zes van de zestien richtlijnen rekening gehouden met de feitelijke toepassing van de materialen, dat wil zeggen of het materiaal wordt toegepast in een natte of droge situatie of dat er sprake is van aanraking met grondwater. Het verdichten van het pakket wordt niet in veel standaarden genoemd als uitgangspunt. Wanneer dit wel het geval is, dan geldt dit alleen voor de aannemer en niet voor de materiaalleverancier. Alleen CROW 325 en Factsheet DIO hebben daarnaast ook aandacht voor het absorptievermogen van een materiaal in droog, vochtig of verzadigde toestand. Ook hier geldt echter weer dat dit aangevuld zou moeten worden met nieuwe materialen. De volgende uitgangspunten en onderwerpen komen niet of in zeer beperkte mate voor in de standaarden: interactie met kabels en leidingen, benodigd onderhoud, duurzaamheid, mogelijkheden voor waterberging. Hier ligt dus zeker een kans om de standaarden completer te maken en te voldoen aan de huidige behoeftes. Milieuhygiëne is wettelijk vastgelegd. Vandaar dat de geïdentificeerde standaarden dit zelf niet noemen.

5. *In hoeverre zijn de bepalingen in de standaarden geschikt voor innovatieve oplossingen?*

CROW 281 en CUR 162 zijn de enige geïdentificeerde standaarden die een test- en/of meetmethode beschrijven die geschikt is voor innovatieve materialen en/of technieken. Andere standaarden zijn hiervoor slechts beperkt of helemaal niet geschikt. Bij CROW 325 is de specifieke wens uitgesproken deze ook geschikt te maken voor innovatieve technieken.

6. *In hoeverre sluiten de bepalingen in de standaarden aan bij de huidige inzichten?*

Veel standaarden zijn verouderd. De wens bestaat om de standaarden aan te vullen met nieuwe materialen en geschikt te maken voor toepassing van innovatieve materialen. Daarnaast worden onderwerpen gelieerd aan klimaatadaptatie nauwelijks nog genoemd in richtlijnen. Dit wordt door de deelnemers gezien als onderwerp waar toenemende aandacht voor is, onder andere bij beleidsmakers maar ook bij andere stakeholders. Aandacht voor klimaatadaptatie zou bijvoorbeeld door het bieden van mogelijkheden voor waterberging als laag of systeem boven de grondwaterstand kunnen worden ingevuld.

4 Conclusies en Aanbevelingen

Er is op hoofdlijnen een aantal conclusies te trekken:

- Er is al veel beschikbaar, maar dit dekt niet de volledige behoeftes van de groep;
- Veel richtlijnen zijn verouderd: zo ontbreken nieuwe materialen in de richtlijnen of sluiten de bepalingen hier niet op aan. Daarnaast ontbreekt het vaak aan een omschrijving van de effecten van klimaatverandering;
- Bestaande richtlijnen worden als te theoretisch ervaren. De koppeling naar de praktijk wordt onvoldoende gemaakt, terwijl juist hier behoefte aan is. Hierbij kan gedacht worden aan een omschrijving van de feitelijke toepassing en een vertaling van prestaties en eigenschappen stijfheid, draagkracht, vorstdooi-bestendigheid naar de praktijk;
- De behoefte voor duidelijke definities van termen is meerdere keren uitgesproken.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

1. Het wordt aanbevolen om een actieteam op te zetten, onder andere bestaande uit deelnemers van de verkenning, om de uitkomsten van deze verkenning verder te brengen. Een eerste stap zou zijn om een verdiepende slag te maken op de matrix. Deze is nu met parate kennis ingevuld en verdient een professionele aanpak om per standaard met een plan van aanpak te kunnen komen.
2. Het wordt aanbevolen om bestaande standaarden aan te passen, in plaats van nieuwe standaarden te ontwikkelen. Het ligt voor de hand om hierbij te richten op het CROW, omdat deze richtlijnen vaak al ver volledig zijn en veel toegepast worden. Er is al veel aanbod in standaarden die in meer of mindere mate bruikbaar zijn.
3. Bij het aanpassen van bestaande standaarden dient er vooral aandacht te zijn voor het toevoegen van nieuwe materialen. Aanbevolen wordt om inzichtelijk te maken welke lichte ophoogmaterialen beschikbaar zijn voor toepassing bij infrastructuur. Ook dit zou door het Actieteam uitgevoerd kunnen worden.
4. Het rekening houden met de feitelijke toepassing van materialen is een ontbrekend onderwerp in veel standaarden. Dit geldt ook voor klimaatadaptatie en duurzaamheid. Hier dient meer aandacht voor te zijn bij het aanpassen van de standaarden.

De brede scope waar het toepassen van lichte ophoogmaterialen onderdeel van is, wordt herhaaldelijk genoemd als belangrijk aandachtspunt. Er is behoefte aan een stroomschema / handleiding met te nemen stappen in het keuzeproces om te komen tot het toepassen van een bepaald soort licht ophoogmateriaal. De groep ziet hierbij een rol voor het CROW. Dit sluit mogelijk goed aan op een recent initiatief van het Platform Slappe Bodem voor coaching van gemeentes in het omgaan met bodemdaling 'Coaching IBOR'.

<http://www.kennisprogrammabodemdeling.nl/home/coaching-ibor-bodemdelingproof-bij-bestaande-bouw-en-nieuwbouw/>

Bijlage A: Deelnemers werkgroep

Naam	organisatie
Arend van Woerden (voorzitter)	SWECO/ gemeente Woerden / Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling
Tommy Bollenoom	Rijkswaterstaat
Wouter Smit	Provincie Zuid-Holland
Frans Van Dijk	Van Dijk Maasland
Marc Eijbersen	CROW
David Biron	Witteveen en Bos
Paul Prast	Gemeente Alphen aan den Rijn
Hans van Meerten	Deltares
Suzanne van Os	Bunnik
Gert Jan Geertjes	Bouwstoffen Unie
Rick Gravesteijn	SWECO
Jeroen van de Nadort	Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
Dorian Hill	Bufferblock
Ab de Buck	OSKA
Jeske Bleeker (secretariaat)	OSKA

Bijlage B: Matrix geïdentificeerde standaarden en behoeftes

Deel A

Standaard	Datum	Bepalingsmethode prestatie eigenschappen materiaal (gebonden/ ongebonden)	Bepalingsmethode prestatie eigenschappen constructie (gebonden/ ongebonden)	Noemt voor-onderzoek	Test- en meetmethode is techniek-onafhankelijk en geschikt voor innovatieve materialen	Houdt rekening met feitelijke toepassing (nat/ droog/ grondwater)	Bevat aanwijzingen voor het verdichten van het toegepaste pakket
CROW 189	2005	ja	nee	ja	nee	nee	nee
CROW 204	2005	beperkt	nee	PM	beperkt	PM	nee
CROW 281	2009	beperkt	ja	ja	ja	ja	ja, voor de aannemer niet voor de materiaalleverancier
CROW 295	2010	beperkt	ja	PM	beperkt	ja	ja, voor de aannemer niet voor de materiaalleverancier
CROW 304	2011	nee	nee	PM	nee	nee	nee
CROW 306	2011	nee	nee	ja	nee	nee	nee
CROW 325	2014	Uitbreiden voor de nieuwe materialen	Uitbreiden voor de nieuwe materialen	ja	nee	Ja, maar wel aanvullen met nieuwe materialen	Ja, maar mag worden uitgebreid
CROW 341	2014	beperkt	ja	PM	beperkt	ja	ja, voor de aannemer niet voor de materiaalleverancier
CROW/ CUR 162	1992	beperkt	ja	PM	ja	ja	nee

NEN 3543	2005	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	nee
NEN 3813	2010	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	nee
NEN-EN 1097	reeks	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	nee
NEN-EN 13055	2016	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	nee
NEN-EN 13286	reeks	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	nee
CROW/ RAW	2010 / 2020	beperkt	ja	nee	beperkt	nee	ja, voor de aannemer niet voor de materiaalleverancier
Factsheet DIO - Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling		ja (indien bekend)	nee	Alleen bronvermelding	nee	ja	beperkt

Deel B

Standaard	Datum	Aandacht voor absorptie droog, vochtig en verzadigd door ophoogmateriaal	Noemt milieuhygiënische regelgeving rondom toepassen/mengen etc.	Interactie materiaal met K&L	Benodigd onderhoud gedurende levensduur	Duurzaamheid (bijv. MKI / LCC, circulariteit)	(Onderzoeks)methode voor dichtheidsbepaling, invloed van vocht en (dynamische) stijfheid	Bied mogelijkheden voor waterberging als laag/systeem boven grondwaterstand
CROW 189	2005	onbekend	nee	nee	nee	PM	PM	nee
CROW 204	2005	onbekend	nee	nee	nee	PM	PM	nee
CROW 281	2009	onbekend	wetgeving, dus wordt niet genoemd	nee	nee	PM	PM	nee

CROW 295	2010	onbekend	wetgeving, dus wordt niet genoemd	nee	beperkt	PM	PM	nee
CROW 304	2011	onbekend	nee	nee	nee	PM	PM	nee
CROW 306	2011	onbekend	nee	nee	beperkt	PM	PM	nee
CROW 325	2014	Ja, maar wel compleet maken ook met nieuwe materialen	Moet altijd voldoen aan het besluit bodemkwaliteit. Alleen aandachtpunten opnemen.	Moet nog worden opgenomen.	nee	PM	PM	nee
CROW 341	2014	onbekend	wetgeving, dus wordt niet genoemd	nee	nee	PM	PM	nee
CROW/ CUR 162	1992	onbekend	wetgeving, dus wordt niet genoemd	PM	PM	PM	PM	PM
NEN 3543	2005	beperkt	nee	PM	PM	PM	PM	nee
NEN 3813	2010	beperkt	nee	PM	PM	PM	PM	nee
NEN-EN 1097	reeks	beperkt	nee	PM	PM	PM	PM	nee
NEN-EN 13055	2016	beperkt	nee	PM	PM	PM	PM	nee
NEN-EN 13286	reeks	beperkt	nee	PM	PM	PM	PM	nee
CROW/ RAW	2010 / 2020	nee	wetgeving, dus wordt niet genoemd	PM	PM	PM	PM	nee
Factsheet DIO - Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling		ja	ja indien van toepassing	beperkt	nog niet	nee	nee (niet de opzet maar zeker gewenst)	ja