

---

Product-methodeblad nummer 3

# **Polystyreenschuim ophoging met belastingspreidende (schuim)beton- plaat (evenwichtsconstructie)**

# Inhoudsopgave

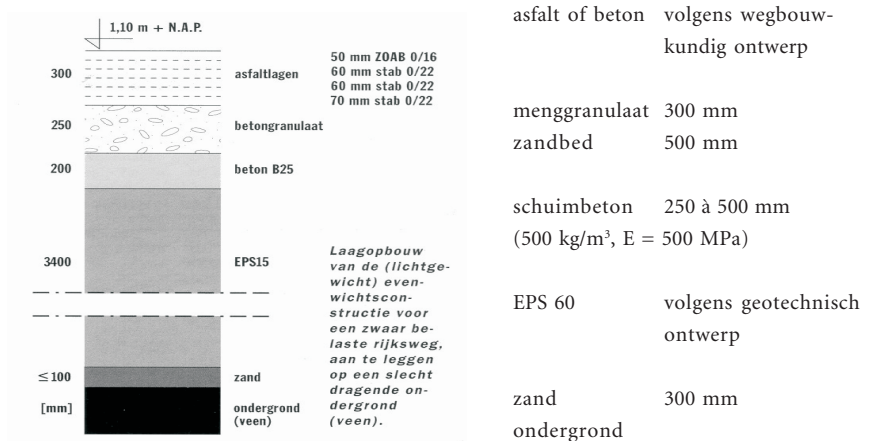
<b>3.1</b>	<b>Algemeen</b>	43
3.1.1	Principe methode	43
3.1.2	Technische levensduur	44
3.1.3	Voor- en nadelen	44
3.1.4	Beperkingen	45
<b>3.2</b>	<b>Ontwerpfase</b>	46
3.2.1	Benodigd grond- en laboratoriumonderzoek	46
3.2.2	Geotechnische en wegbouwkundige ontwerpaspecten	47
3.2.3	Ontwerpdetails	49
3.2.4	Effect op bestaande weg	52
3.2.5	Effect op omgeving	52
3.2.6	Relevante wetgeving en doorlooptijd vergunningen	52
3.2.7	Raming aanlegkosten	54
3.2.8	Risico's, monitoring en maatregelen	54
3.2.9	Duurzaam bouwen	56
3.2.10	Verdere aandachtspunten	57
<b>3.3</b>	<b>Uitvoeringsfase</b>	57
3.3.1	Uitvoeringsmethode	57
3.3.2	K.A.M.-zaken	57
3.3.3	Besteksteksten	58
<b>3.4</b>	<b>Beheer en onderhoud</b>	58
<b>3.5</b>	<b>Ombouw / sloop</b>	59
3.5.1	Toekomstige ombouw / uitbreiding	59
3.5.2	Sloop	59
<b>3.6</b>	<b>Referenties</b>	60
3.6.1	Ervaringen	60
3.6.2	Literatuur	60

# Polystyreenschuim ophoging met belastingspreidende (schuim)betonplaat (evenwichtsconstructie)

## 3.1 Algemeen

### 3.1.1 Principe methode

Bij toepassing van een evenwichtsconstructie van geëxpandeerd polystyreen (dat wil zeggen polystyreenschuim of piepschuim, verder EPS genoemd) voor het creëren van een ophoging wordt ernaar gestreefd de spanningen in de ondergrond zo min mogelijk te verhogen. Hierdoor zal de ophoging nagenoeg zettingsvrij zijn. Er is evenwicht tussen de spanningen vóór en na het aanbrengen van de constructie. De EPS ophoging wordt afgedekt met een cementgebonden plaat (schuimbeton) als lastspreidende laag waardoor de verkeersbelasting geen ontoelaatbare spanningsconcentraties in het EPS veroorzaakt. In figuur 3.1 is een schets van het principe van de constructie gegeven.



met betonplaat, uit [2]

met schuimbetonplaat

*Figuur 3.1 Principe EPS-ophoging met belastingspreidende (schuim)betonplaat*

Het principe van de methode berust op het geringe gewicht van het EPS en eventueel de opwaartse druk van het grondwater. Om het gewicht van de bovenbouw te compenseren wordt een evenwichtsconstructie ingegraven in de bestaande grondslag. Hierbij wordt grond vervangen door EPS. Tijdens de uitvoering zal enige rijzing en zetting optreden vanwege het ontlasten en herbelasten doch deze zijn verwaarloosbaar. Om evenwicht te maken moet soms ook worden ontgraven tot beneden het grondwaterpeil zodat de opwaartse druk van het water in rekening kan worden gebracht.

De methode is ook toepasbaar voor het verder ophogen van een bestaande aardebaan, die praktisch geen zetting meer mag ondergaan.

In grote lijnen geschiedt het aanbrengen van een EPS-ophoging als volgt:

- eventueel eerst grondkerende tijdelijke voorzieningen aanbrengen
- eventueel ontgraven aanwezige grond inclusief droogmalen bouwput
- aanbrengen EPS-ophoging; het EPS wordt geleverd in blokken die met de hand kunnen worden aangebracht
- aanbrengen oliebestendige afdekfolie
- aanbrengen cementgebonden afdekplaat (beton- of schuimbetonplaat) op stapeling EPS-blokken
- aanbrengen wegfundering en verharding; afwerken taluds
- stoppen bemaling.

Dit product-methodeblad is niet van toepassing op de bouwmethode waarbij eerst een zandophoging met verticale kunststofdrains wordt aangebracht, die vervolgens gedeeltelijk wordt vervangen door EPS.

De ontgravingsdiepte wordt zo klein mogelijk gehouden en volgt uit de evenwichtsberekening van de ophoging. De vrijkomende grond kan in principe gebruikt worden voor het later afwerken van de taluds. Het droogmalen van de bouwput zal over het algemeen kunnen geschieden met een lichte bemaling. Vanwege de korte bouwtijd is de bemaling ook van korte duur.

Bij wegverbredingen moet een inkassing worden gemaakt in het talud van het bestaande weglichaam om ook daar een zettingsvrije constructie te realiseren.

EPS is een witte, zeer lichte kunststof. Er bestaan verschillende typen die aangeduid worden volgens NEN-EN 13 163. Als ophoogmateriaal wordt meestal een type gebruikt met een volumieke massa tussen 20 en 30 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.2 Technische levensduur

In principe is de technische levensduur van EPS onbeperkt. Uit laboratoriumproeven is gebleken dat lage temperaturen en blootstelling aan vries/dooi cycli, afzonderlijk of gecombineerd, geen negatieve invloed hebben op het mechanisch gedrag van EPS. Wateropname werkt gewichtsverhogend en heeft dus een negatieve invloed op de evenwichtsconstructie. De cementgebonden laag boven de EPS ophoging heeft een gunstig effect op de levensduur, enerzijds vanwege de belastingspreidende werking, anderzijds doordat deze laag het EPS beschermt tegen mechanische aantasting. Aantasting door aardoliederivaten wordt tegengegaan door een oliebestendige folie.

### 3.1.3 Voor- en nadelen

De voor- en nadelen van de methode ten opzichte van een zandophoging op maaiveld met verticale kunststofdrains zijn gegeven in tabel 3.1.

Aspect	Voordeel	Nadeel	Toelichting
kosten		hoog	EPS is duur; maatregelen ter voorkoming stabiliteitsverlies bestaande weglichaam zijn kostbaar
bouwtijd	kort		
zetting gebruiksfase	nihil		constructie is zettingsvrij, mits grondwaterstand en bovenbelasting niet wijzigt
ruimtebeslag	klein		geen overhoogte met taluds
complexiteit uitvoering		complex	slechte draagkracht ondergrond en hoge grondwaterstand; gevaar voor opbarsten / opdrijven veenlaag
ervaring met uitvoering	veel ervaring		uitvoering geschiedt met licht materieel
aanwezigheid van risico's *)		gevoelige constructie	oprijfgevaar bij hoge grondwaterstand of verwijderen bovenbouw
levensduur	onbeperkt		
status in relatie tot Bouwstoffenbesluit	bekend		kunststoffen vallen niet onder Bouwstoffenbesluit
risico schade bestaande weg	nihil		EPS oefent nagenoeg geen horizontale belasting uit op belendende constructie; tijdens uitvoering evenwel maatregelen nodig ter voorkoming stabiliteitsverlies
risico schade kabels/leidingen	nihil		
risico belendingen	nihil		
overig		ontwerp details	toekomstige verbredingen ook zettingsvrij aanleggen; vaak aangepaste fundering wegmeubilair nodig

\*) waaronder begrepen onzekerheid in de grondparameters, onvolkomenheid van ontwerpmodellen, uitvoeringstechnische onzekerheid / beheersbaarheid; een verdere uitsplitsing staat in §3.2.8

Tabel 3.1 Voor- en nadelen polystyreenschuim ophoging met belastingspreidende betonplaat

#### 3.1.4 Beperkingen

De in §3.1.3 genoemde nadelen kunnen een beperking voor de toepassing vormen. Daarnaast zijn er de volgende beperkingen.

Bij een grondslag die bijna geheel uit veen bestaat, is de uitvoering gecompliceerd. Om opdrijven van het veen te voorkomen zijn maatregelen nodig, zoals het direct ballasten van de EPS-ophoging met een zandlaag (dikte circa 0,2 m), of het installeren van een spanningsbemaling in het diepe zand.

## 3.2 Ontwerpfase

### 3.2.1 *Benodigd grond- en laboratoriumonderzoek*

Het benodigd grondonderzoek is afhankelijk van de Geotechnische Categorie waarin een object valt. Rijkswegen vallen in het algemeen in Geotechnische Categorie 2 volgens NEN 6740 art. 6.2 [7]. Het standaard grondonderzoek staat vermeld in hoofdstuk 4.7.3 van *Construeren met grond* [3] en in §2.4 van *Bepaling geotechnische parameters* [12]. Het doel van het grondonderzoek is het vaststellen van de bodemopbouw, de grondwaterpeilen, het volumieke gewicht van de grondlagen, de samendrukkings- en de schuifweerstandseigenschappen.

Bij wegverbredingen dient het grondonderzoek ook informatie te verschaffen over de uitgestrektheid van het bestaande weglichaam in de ondergrond.

#### *Sonderingen*

De onderlinge afstand tussen de sonderingen is met name afhankelijk van de samendrukbaarheid van de grond en de variatie van de bodemopbouw. De gemiddelde afstand tussen de sonderingen ligt tussen de 50 en 100 m. De sonderingen dienen ten minste tot de bovenkant van de draagkrachtige laag te worden doorgezet.

Voor een goede karakterisering van de laagopbouw dient naast de conusweerstand ook de plaatselijke wrijving te worden gemeten. Sonderingen dienen volgens klasse 2 NEN 5140 [9] te worden toegepast.

#### *Boringen*

Door middel van boringen dienen ongeroerde monsters te worden gestoken ten behoeve van laboratoriumproeven. De gemiddelde afstand tussen de boringen ligt tussen de 250 en 500 m. De boringen dienen te reiken tot de onderkant van de slappe lagen. Afhankelijk van de resultaten van de sonderingen en van de veiligheid tegen opbarsten van de ontgraving dienen aanvullende boringen te worden uitgevoerd.

In aanvulling op bovenstaande dienen om de 50 tot 100 m boringen te worden uitgevoerd tot een diepte van enkele meters. Er dienen ongeroerde monsters te worden gestoken voor de nadere bepaling van de grondeigenschappen in het laboratorium, aangezien het ontwerp van de evenwichtsconstructie kritisch is ten aanzien van de grondeigenschappen.

#### *Bepaling grondwaterstand*

De grondwaterstand is van grote invloed op het ontwerp. Een indicatie omtrent het polderpeil kan worden verkregen met behulp van Waterstaatskaarten, bodemkaarten van Stiboka, gegevens van het DINO-loket van TNO-NITG ([www.nitg.tno.nl](http://www.nitg.tno.nl)) en door waterpassing van het slootpeil.

De lokale grondwaterstand en de verwachte fluctuaties daarvan in de tijd dienen te worden vastgesteld met behulp van ondiepe peilbuizen (landbouwbuizen). Er kan van uitgegaan worden dat de hoogste grondwaterstand gelijk is aan bovenzijde maaiveld. Inzicht in de fluctuatie

van de waterstanden is te verkrijgen indien dergelijke metingen over geruime tijd (meerdere jaren) worden uitgevoerd. Als hiervoor niet voldoende tijd is vormen de gegevens van DINO een goed alternatief, indien peilbuizen in de buurt zijn.

Daarnaast dient de stijghoogte van het grondwater en de fluctuatie daarvan in het onderliggende watervoerend pakket (veelal pleistocene zand) te worden vastgesteld. Hiervoor zijn diepe peilbuizen benodigd.

Bij wegverbredingen dient ook de grondwaterstand in het weglichaam te worden vastgesteld. Hiervoor zijn peilbuizen in het weglichaam nodig.

#### *Laboratoriumonderzoek*

Op de te ontgraven grond dienen ten behoeve van de evenwichtsberekening de volgende proeven te worden gedaan:

- de classificatie volgens NEN 5104 [10]
- bepaling van het volumiek gewicht en het watergehalte volgens NEN 5112 [6].

De hoeveelheid proeven is afhankelijk van de variatie in bodemopbouw, de dimensies, de ervaring in de omgeving en de geotechnische categorie waarin het project is geplaatst.

Bedacht moet worden dat de ophoging vrijwel geen spanningsveranderingen in de ondergrond teweeg brengt. Het uitvoeren van samendrukkingsproeven is alleen nodig als in de ondergrond een geringe spanningsverhoging ten opzichte van de oorspronkelijke toestand wordt toegestaan. Met de samendrukkingsproeven kan de grensspanning van de grondlagen worden bepaald. Triaxiaalproeven zijn alleen noodzakelijk als de stabiliteit van de ontgraving tijdens aanleg kritisch is. Een eerste schatting van de sterkteparameters kan worden ontleend aan tabel 1 van NEN 6740 [8].

#### *3.2.2 Geotechnische en wegbouwkundige ontwerpaspecten*

Het ontwerp van een ophoging met EPS betreft in hoofdzaak:

- de dimensionering van de bovenbouw: wegbouwkundige berekeningen aan rekken en spanningen en asfalt, (schuim)beton en menggranulaat; dit betreft de dikte van de asfaltverharding, fundering in combinatie met de schuim- of cementbetonplaat; zie *Toepassingsrichtlijn voor EPS in de wegbouw* [1] en *Schuimbeton voor wegen en terreinen* [13]
- het gewicht van de bovenbouw is bepalend voor het ontwerp van de evenwichtsconstructie
- dimensioneren van de toe te passen kwaliteit EPS op basis van de verticale rek in het EPS conform NEN-EN 13163
- het bepalen van de ligging van de onderkant van de EPS-ophoging zodanig dat de verticale korrelspanning in de ondergrond niet wijzigt (evenwichtsprincipe)
- het verifiëren van de oprijfveiligheid van de constructie
- het verifiëren van de stabiliteit van de ontgraving en van de bestaande weg tijdens aanleg; zo nodig dient de stabiliteit te worden gewaarborgd door toepassing van tijdelijke grondkerende constructies

- dimensioneren van een eventuele bouwputbemaling inclusief het bepalen van de invloed op de omgeving
- het verifiëren van de veiligheid tegen opbarsten van de bodem van de ontgraving tijdens aanleg.

Voor de dimensionering betonplaat geldt in grote lijnen:

- Bij toepassing van cementbeton (betonkwaliteit C16/20) dient de dikte van de plaat voor de hoofdrijbanen ten minste 0,2 m te bedragen. Voor toe- en afritten de volstaat een dikte van 0,15 m. De plaat dient te worden voorzien van een krimpwapening. Dimensionering van de betonplaat volgens de voorschriften voor het ontwerp van brugdekken leidt tot een veel te zware constructie.
- Bij toepassing van schuimbeton dient de laagdikte 250 à 500 mm te bedragen.

Er dient een kwaliteit EPS te worden gekozen waarbij voldaan wordt aan het kruipcriterium volgens NEN-EN 13163.

Het evenwichtsprincipe houdt in dat het effectief gewicht (=gewicht verminderd met de opwaartse waterdruk) van de ophoging inclusief de wegconstructie gelijk is aan het effectief gewicht van de oorspronkelijke grond. De constructie is daardoor nagenoeg zettingsvrij en heeft geen invloed op de bestaande weg en de omgeving. Uit het voorgaande blijkt dat het gedrag van de EPS-ophoging in belangrijke mate afhankelijk is van het lage gewicht van het EPS en eventueel de opwaartse waterdruk. Opgemerkt wordt dat een normale EPS-evenwichtconstructie niet is ontworpen op het onder water zetten (inundatie) van de dijkkring waarin de constructie is gelegen.

Als alternatief voor een evenwichtsconstructie is het mogelijk toch enige spanningsverhoging in de ondergrond toe te staan, mits de spanning lager blijft dan de grensspanning. De dan te verwachten zetting is gering zodat sprake is van een nagenoeg zettingsvrije oplossing.

Naast het verticale evenwicht moet het horizontale evenwicht van de EPS-ophoging beschouwd worden. Een ongelijke waterdruk ter weerszijden van de EPS-ophoging is ongewenst omdat daardoor de horizontale stabiliteit in gevaar kan komen. Eventueel dient een drainage te worden aangebracht ter beheersing van de grondwaterstand in het bestaande weglichaam, zie ook §3.2.3.

In principe wordt de bouwtijd als een vaste randvoorwaarde voor het ontwerp opgevat.

Het geotechnisch ontwerp resulteert in een advies omtrent:

- dwarsdoorsnede tijdens uitvoering: dwarsdoorsnede over ontgraving / taludhellingen ontgraving
- faseringen
- dimensies van eventuele tijdelijke grondkerende constructies



- dimensies van een eventuele bouwputbemaling / wijze van ontgraven van bouwput
- opbouw van de bovenbouw / kwaliteit en dikte EPS / vormgeving taludbekleding
- taludhelling / dwarsdoorsnede in de eindsituatie
- de noodzaak voor een drainage in het bestaande weglichaam
- het traject waarvoor het advies geldt en de wijze waarop de overgangen naar trajecten waar andere methoden zijn gebruikt, moeten worden uitgevoerd
- geotechnische risicoanalyse, monitorings- en maatregelenplan tijdens uitvoering en gebruiksfase conform §3.2.8

### 3.2.3 Ontwerpdetails

#### *Stapeling EPS-blokken*

Als onderdeel van het ontwerp dient een legplan te worden gemaakt waarin de plaatsing van de EPS-blokken is vastgelegd. Belangrijke aspecten hierin zijn, dat:

- geen boven elkaar liggende voegen voorkomen
- langsvogen niet onder een wielspoor liggen
- een half-steens verband wordt toegepast
- eventuele verbindingen tussen EPS-blokken met kramplaten geschieden
- er geen EPS-blokken met vrij liggende hoeken zonder ondersteuning voorkomen, zie *Lichtgewicht wegconstructie bij A15 stelt teleur* [14].

Indien er open en doorlopende voegen aanwezig zijn, worden deze door toepassing van een cementgebonden afdekplaat op de EPS-blokken afgedicht.

#### *Taludhelling en vorm blokkentalud*

De stapeling EPS-blokken kan met een relatief steile helling worden opgezet, bijvoorbeeld tot 1,5:1. De uiteindelijke ophoging krijgt een flauwer talud door een laag afwerkgrond aan te brengen met een variabele dikte. Ook is een verticale begrenzing, bekleed met plaatmateriaal (staal, beton, hout) mogelijk.

Bij begrenzing van de blokkenstapeling door een stalen damwand moet er 0,3 à 0,5 m zand of schuimbeton tussen het EPS en de stalen damwand worden aangebracht, om te voorkomen dat (toekomstige) laswerkzaamheden aan de damwand schade aan het EPS teweegbrengen.

#### *Beschermingslaag*

EPS is niet bestendig tegen aardoliederivaten zoals olie, diesel en benzine. Indien er risico bestaat dat aardoliederivaten het EPS kunnen bereiken, is een beschermingslaag benodigd. De verharding en de cementgebonden afdekplaat beschermen het EPS in voldoende mate zodat alleen boven de taluds van de blokkenstapeling een bescherming nodig is in de vorm van een oliebestendige kunststoffolie, bijvoorbeeld HDPE, dikte 1 mm, met gelaste naden. Gezien de nadelen, moet een dergelijke folie alleen worden toegepast als er een daadwerkelijke kans bestaat dat aardoliederivaten het EPS kunnen bereiken.

Nadeel van een folie is dat deze nogal glad is waardoor extra aandacht moet worden besteed aan de plaatsing van de afdeklaag en de taludbekleding. In dat kader kan geprofileerde folie een uitkomst bieden.

#### *Overgangsconstructies*

Voor de oplegging van de stootplaten bij een overgang van de EPS-ophoging naar een kunstwerk geldt:

- Bij toepassing van een cementgebonden afdekplaat worden de stootplaten direct op de betonplaat geplaatst. Deze dient van zwaardere kwaliteit te zijn dan de betonplaat in het reguliere weglichaam.
- Bij toepassing van een afdekplaat van schuimbeton dient ter plaatse van de oplegging van de stootplaat een betonplaat op het schuimbeton te worden aangebracht.

#### *Aansluiting op traditionele aardebaan*

De overgang in dwarsrichting van een traditionele aardebaan in zand naar een EPS-ophoging mag aan de bovenzijde niet ter plaatse van een wielspoor komen te liggen om te voorkomen dat scheurvorming in de verharding ontstaat doordat een EPS-ophoging zich onder dynamische belasting anders gedraagt dan een in zand uitgevoerde aardebaan.

Bij de aansluiting in lengterichting van een lichtgewicht constructie op een conventionele constructie in zand, die nog aan zetting onderhevig is, dient de dikte van de EPS-blokkenstapeling geleidelijk (helling onderkant EPS 1:10 à 1:20) verminderd te worden.

#### *Riolering*

In stedelijke gebieden worden vaak rioleringen in het weglichaam opgenomen. Bij een EPS-ophoging kunnen sleuven worden vrijgehouden waarin de rioleringsbuizen worden geplaatst. Om een plaatselijke verstoring van de evenwichtsconstructie te voorkomen, kan de overblijvende vrije ruimte om de riolering gevuld worden met licht materiaal zoals ketelzand (E-bodemas) of geëxpandeerde kleikorrels.

#### *Drainage*

Het EPS zelf is niet waterdoorlatend. De blokkenstapeling laat, vanwege de voegen, echter wel water door. De cementgebonden afdekplaat is echter vloeistofdicht. Voorkomen moet worden dat water zich kan verzamelen op de afdekplaat. Veelal is een aanvullende drainage voor de afvoer van water uit de bovenliggende wegconstructie vereist.

Daarnaast kan het nodig zijn dat onder of naast de blokkenstapeling een drainagesysteem wordt aangelegd om de waterstand, en daarmee de opdrijvende kracht, te beheersen. Een dergelijk drainagesysteem kan met name nodig zijn bij een wegverbreding indien in het bestaande weglichaam opbolling van de grondwaterstand optreedt. Het onderhoud van de drainage vergt speciale voorzieningen.

Ook dient bij wegverbredingen het ontwerp zodanig te zijn dat opeenhoping van water in het bestaande weglichaam niet mogelijk is.

#### *Ondergrondse infrastructuur*

Kabels en leidingen kunnen via buizen door de EPS-blokken gevoerd worden. Deze buizen kunnen in de bouwfase worden aangelegd, bijvoorbeeld door het uitzagen van de benodigde ruimte uit de EPS-blokken. Ook is het mogelijk een buis, voorzien van een gloeidraad, door een bestaande blokkenstapelings heen te drukken. Belangrijk is dat de folie-aansluiting op de buis hersteld wordt.

#### *Aanbrengen verkanting*

Om de gewenste verkanting van het wegdek te realiseren zijn er een diverse methoden mogelijk:

- Standaard is de bouwput en de EPS-blokkenstapelings horizontaal te houden. Door een variabele dikte van de zandophoging (en/of wegfunderingsmateriaal) kan de verkanting gerealiseerd worden. In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met het verschil in bovenbelasting op het EPS door de variabele dikte van de zandophoging en/of funderingslaag. In theorie kan dit leiden tot een variabele dikte van het EPS. Veelal wordt voor de bepaling van de dikte van het EPS echter uitgegaan van de gemiddelde bovenbelasting in de dwarsdoorsnede.
- Mogelijk alternatief op de standaardmethode is de bovenkant van de EPS-blokken dezelfde helling te geven als die van het toekomstige wegdek. De bovenbelasting op het EPS is overal even groot. Het op de juiste helling plaatsen van de bovenzijde van de EPS-blokken is enigszins gecompliceerd.
- Ander alternatief op de standaardmethode is om de bouwput en de bovenkant van de EPS-blokken dezelfde helling te geven als die van het toekomstige wegdek. De EPS-ophoging wordt nu dus in zijn geheel onder een helling aangelegd. In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met het verschil in opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van het EPS door de variabele diepteligging van de EPS-ophoging. Veelal wordt voor de bepaling van de dikte van het EPS echter uitgegaan van de gemiddelde opwaartse waterdruk in de dwarsdoorsnede.

EPS kan geen moment opnemen. Voor de alternatieven 1 en 3 is dit te toetsen.

#### *Opmerking:*

De bovenkant van de in het werk gestorte (schuim)betonplaat is in principe horizontaal. Voor het aanbrengen van de laag zijn bijzondere maatregelen nodig om de onverharde specie op zijn plaats te houden.

#### *Wegmeubilair*

De relatief lage stijfheid van EPS heeft tot gevolg dat aan de fundering van wegmeubilair extra aandacht moet worden besteed. Conventionele funderingsoplossingen zijn niet altijd toepasbaar, zodat aanpassingen nodig zijn. Met adequaat gedimensioneerde betonplaten kunnen zelfs zware portalen direct op de EPS-laag gefundeerd worden. Hetzelfde geldt voor geluidsschermen. In *Toepassingsrichtlijn voor EPS in de wegebouw* [1] is

een nadere beschrijving gegeven van funderings-oplossingen van panelen en geluidsschermen, (licht)masten en geleiderails.

#### *Isolerende werking*

EPS heeft sterke warmte-isolerende eigenschappen. In het ontwerp van auto(snel)wegen speelt dit in normale gevallen geen rol. Bij een zeer dunne bovenbouw op het EPS kan echter eerder bevrozing optreden dan bij een soortgelijke weg zonder EPS. Voor verdere bijzonderheden wordt verwezen naar §3.4.4 van *Wegen op PS-hardschuim* [4].

#### *3.2.4 Effect op bestaande weg*

Een evenwichtsconstructie met EPS heeft in principe geen effect op de bestaande weg. Om ook boven het talud van de bestaande weg evenwicht te maken, moet een laag met een dikte van circa 1 m van het talud worden afgegraven. Dit vergt enige ruimte naast de bestaande weg. Ook kunnen maatregelen noodzakelijk zijn om de stabiliteit van de bestaande weg te waarborgen tijdens het ontgraven van de grond naast de weg. Hierdoor kan tijdens de aanleg enige hinder ontstaan.

Het effect van de bouwputbemaling op de bestaande weg kan worden beperkt door in korte secties te werken en snel aan te vullen.

#### *3.2.5 Effect op omgeving*

Een EPS-ophoging heeft geen invloed op de omgeving.

Het effect van de bouwputbemaling op de omgeving kan worden beperkt door in korte secties te werken.

#### *3.2.6 Relevante wetgeving en doorlooptijd vergunningen*

Op de volgende pagina is in tabelvorm weergegeven welke vergunningen naar alle waarschijnlijkheid moeten worden aangevraagd en wat daarbij de te verwachten doorlooptijd is.

#### *Opmerkingen*

Gezien de beperkte onttrekking van grondwater in tijdsduur en hoeveelheid is vrijwel nooit een vergunning benodigd. Wel moet de bemaling worden aangemeld bij de Provincie.

Indien het Pleistocene zand wordt bemalen om opbarsten van de bouwputbodem te voorkómen zal waarschijnlijk wel een bemalingsvergunning nodig zijn.

Tabel 3.2 Naar alle waarschijnlijkheid benodigde vergunningen bij toepassen van polystyreenschuim ophoging met belastingspreidende betonplaat

WW	Woningwet	OGW	ontgrondingenwet	BSB	Bouwstoffenbesluit																			
GBV	Gemeentelijke bouwverordening	WA	wet afvalwater	PWV	provinciale wegeverordening																			
BB	Bouwbesluit	WVO	wet verontreiniging oppervlaktewateren	WOT	wet op de telecommunicatievoorzieningen																			
WBR	wet beheer rijkswaterstaatswerken	WBB	wet bodembescherming	WVW	wegenverkeerswet																			
WM	wet milieubeheer	PMV	provinciale milieuverordening	Bos	boswet																			
IVB	Inrichtingen en vergunningenbesluit	PGV	provinciale grondwaterverordening	Kap	kapverordening																			
GWV	Grondwaterwet	WWH	wet op de waterhuishouding	GW	Gemeentewet																			
WGH	wet geluidhinder	Keur	keurverordening (waterschap, hoogheemraadschap)	APV	Algemene Politieverordening																			
	Maximum behandelingsduur ca. (in maanden)			RWS 4																				
	Benodigde vergunning/verordening	WW	GBV	BB	WBR	WM	IVB	GGW	WGH	OGW	WA	WVO	WBB	PMV	PGV	WVW	WOT	PWV	BSB	Keur	WVW	Bos/	GW	APV
	Sloopwerkzaamheden, duikers, portalen, geleiderail, geluidsschermen, viaducten, overkluizingen	•	•	•																				
	Werkzaamheden aan bestaande rijksweg			•														•						
	Werkzaamheden aan bestaande provinciale weg																	•						
	Vervoer/opslag van grond (droog)									> 3m MV														
	Verwerken van zand en grond												•											
	PTT-kabels																							
	Geluidshinder tijdens werkzaamheden								•															•
	Rooien van bomen en struweel																							
	Lozen van water op oppervlaktewater											•												
	Onttrekken van water																							
	Peilbesluit wijzigen i.v.m. tijdelijke verlagings waterstand																							
	Gebruik van diverse bouwstoffen																							
	Aanleg van watergangen, duikers, overkluizingen en wegsloten																							
	Lozen van grondwater op riolering																							
	Reconstructiewerkzaamheden ... (vergunning eigen dienst)																							
	Verkeersbesluiten bij uitvoering																							•

### 3.2.7 Raming aanlegkosten

De onderstaande kosten zijn, tenzij anders vermeld, exclusief BTW, VAT (Vorbereiding-Administratie-Toezicht) en winst en risico en betreffen prijspeil 2004.

De volgende aanlegkosten van de EPS-ophoging worden onderscheiden:

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| • aanbrengen drainagelaag 0,1 à 0,2 m   | € ± 3,50 / m <sup>2</sup> |
| • levering en installatie EPS-blokken, kwaliteit EPS 60   | € 45,00 / m <sup>3</sup>  |
| • levering en installatie EPS-blokken, kwaliteit EPS 100  | € 52,50 / m <sup>3</sup>  |
| • levering en installatie EPS-blokken, kwaliteit EPS 150  | € 63,00 / m <sup>3</sup>  |
| • levering en installatie EPS-blokken, kwaliteit EPS 200  | € 75,00 / m <sup>3</sup>  |
| • aanbrengen cementgebonden verhardingslaag op EPS-blokken beton, dikte 0,2 m, kwaliteit C20/25 | € 21,00 / m <sup>2</sup>  |
| • levering en installatie beschermende folie (HDPE 1,0 mm)                                      | € 3,50 / m <sup>2</sup>   |
| • aanbrengen schuimbeton, volumieke massa 500 kg/m <sup>3</sup>                                 | € 47,00 / m <sup>3</sup>  |
| • aanbrengen schuimbeton, volumieke massa 600 kg/m <sup>3</sup>                                 | € 53,00 / m <sup>3</sup>  |
| • aanbrengen schuimbeton, volumieke massa 800 kg/m <sup>3</sup>                                 | € 64,00 / m <sup>3</sup>  |
| • aanbrengen schuimbeton, volumieke massa 1000 kg/m <sup>3</sup>                                | € 68,00 / m <sup>3</sup>  |

N.B. De kosten van EPS zijn afhankelijk van de olieprijs.

In de bovengenoemde prijs zijn niet opgenomen de kosten voor:

- ontgraven, afvoeren en tijdelijk opslaan aanwezige grond
- bemaling bouwput
- vergunningen, zoals bemalingsvergunning, lozingsvergunning
- voorzieningen om terrein bereikbaar te maken
- leveren en aanbrengen dekgrond.

Actuele prijzen kunnen bij het Expertisecentrum Opdrachtgeverschap (ECO) van de Bouwdienst Rijkswaterstaat worden opgevraagd.

### 3.2.8 Risico's, monitoring en maatregelen

#### Risicofactoren

De risicofactoren zijn:

- onzekerheden in de bepaling van de grondwaterpeilen, zowel ondiep als diep
- onzekerheden in de bepaling van het volumieke gewicht van de slappe lagen
- onzekerheden in de bovenbelasting op de EPS-ophoging

De ongewenste gebeurtenissen bestaan uit:

- opbarsten van de bouwputbodem, inclusief het activeren van wellen (rivierengebied Zuid-Holland), of het opdrijven van veenlagen
- opdrijven van de EPS-ophoging door een hogere grondwaterstand en/of een kleinere bovenbelasting dan is voorzien
- stabiliteitverlies van het bestaande weglichaam tijdens de ontgraving van de grond ernaast
- beïnvloeding omgeving door bouwputbemaling
- zetting EPS-constructie als gevolg van een verkeerde bepaling van de oorspronkelijke spanningen in de grond en/of van de bovenbelasting

- zetting EPS-constructie als gevolg van nabijgelegen belastingen of bemalingen in de gebruiksfase.

De opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van het EPS speelt een belangrijke rol. Bij een stijgende grondwaterstand neemt de opwaartse waterdruk toe waardoor het gevaar bestaat dat de gehele ophoging, inclusief bovenbouw, opdrijft. Dit risico kan optreden tijdens aanleg of reconstructie, wanneer niet de volledige bovenbelasting op het EPS aanwezig is, en tijdens de gebruiksfase, wanneer extreme grondwaterstanden optreden. Dit laatste kan gebeuren tijdens perioden van langdurige regenval. (Opgemerkt wordt dat een normale EPS-evenwichtconstructie niet is ontworpen op inundatie (onder water zetten) van de dijkkring waarin de constructie is gelegen.)

Indien de beheersing van de grondwaterstand tijdens de gebruiksfase afhangt van het functioneren van drainagesystemen bestaat het risico dat de systemen niet goed worden onderhouden waardoor opdrijven kan optreden.

Als onderdeel van het ontwerp wordt een geotechnische risicoanalyse gemaakt. Hierbij wordt nagegaan of een realistische variatie van de meest onzekere parameters er toe leidt dat het ontwerp niet meer voldoet aan het Programma van Eisen. In dat geval wordt voor het desbetreffende risico een monitorings- en maatregelenplan opgesteld, of wordt het ontwerp bijgesteld.

#### *Monitoring*

Door monitoring kunnen de risico's vaak worden gesignaleerd:

- opbarsten bouwputbodem en het activeren van wellen: meting grondwaterstand en stijghoogte in pleistocene zand
- opdrijven EPS-ophoging: waterpassing van de bodem van de ontgraving en van de bovenkant van de EPS-ophoging (met name zolang nog geen bovenbelasting is aangebracht)
- instabiliteit van het bestaande weglichaam: visuele inspectie, zo mogelijk door het plaatsen en waarnemen ('doorzichten') van perkoenpalen; meting van de horizontale deformatie met behulp van inclinometerbuizen
- beïnvloeding omgeving door bouwputbemaling: registratie van de stijghoogten van het grondwater (diep en ondiep); registratie van het bemalingsdebiët (waterbezwaar); het regelmatig inmeten van peilboutjes in bestaande weg; visuele inspectie van de toestand van de bestaande weg; het inmeten en fotograferen van gevoelige belendingen
- zetting van de EPS-ophoging: waterpassing van de bovenkant van de EPS-constructie.

Als onderdeel van het ontwerp wordt een monitoringsplan gemaakt. Hierin wordt beschreven wat, hoe, waar, wanneer en door wie wordt gemeten, hoe de gegevens worden opgeslagen en gepresenteerd. Ook wordt voor elke meting vooraf aangegeven, wat de verwachtingswaarde van de te meten grootte is, en wat de grenswaarde is waarbij sprake is van een ontoelaatbare afwijking.

### *Maatregelen*

Eerdergenoemde ongewenste gebeurtenissen kunnen op verschillende manieren worden beheerst:

- ter voorkoming van het opbarsten van de bouwputbodem en het activeren van wellen: ontgraven in korte secties; onmiddellijk aanbrengen van (tijdelijke) belasting; eventueel verlagen stijghoogte in pleistocene zand.
- ter voorkoming opdrijven constructie: stijghoogte beneden de EPS-ophoging beheersen (bemaling en drainage systeem); onmiddellijk aanbrengen van een belasting op het EPS.
- verhinderen instabiliteit bestaande weglichaam: ontgraven in korte secties; grondkerende constructie aanbrengen.
- verhinderen beïnvloeding omgeving door bouwputbemaling: werken in korte secties; eventueel: tijdelijke waterkerende schermen aanbrengen
- zetting van de EPS-ophoging: zwaar ophoogmateriaal vervangen door lichter materiaal (flugsand, argex); grondwaterstand beneden EPS-ophoging op hoger peil handhaven; indien zandbed tussen EPS en verharding toegepast wordt dan dit zand vervangen door lichter materiaal (ketelzand of geëxpandeerde kleikorrels).

Als onderdeel van het ontwerp wordt een maatregelenplan opgesteld. Hierin wordt aangegeven welke van bovengenoemde maatregelen wordt toegepast als uit de monitoring blijkt dat de grenswaarden van één van de gemeten grootheden wordt overschreden.

### *3.2.9 Duurzaam bouwen*

Opgemerkt wordt dat met het begrip duurzaam bouwen in dit document niet zozeer de levensduur bedoeld wordt, maar met name de milieuduurzaamheid.

### *Typering gebruikte bouwstoffen*

Kunststoffen, waaronder EPS, vallen niet onder de werkingssfeer van het Bouwstoffenbesluit.

De cementgebonden afdekplaat (beton of schuimbeton) is een categorie 1 bouwstof.

### *Terugwinbaarheid / hergebruik*

EPS is, mits het niet te sterk vervuild is, voor 100% recycleerbaar. Eenmaal teruggewonnen, kan het materiaal moeiteloos en zonder noemenswaardig energiegebruik een nieuwe bestemming krijgen. Gebruikt EPS is te beschouwen als een grondstof (goed bruikbare reststof) in plaats van afval. Ook is het mogelijk door smelten en granuleren de basisgrondstof polystyreen terug te winnen.

Het materiaal van de betonplaat, waarmee de stapeling EPS-blokken is afgedekt, is als betongranulaat te gebruiken in de wegfundering of in beton.

### *Extra milieumaatregelen*

Niet van toepassing.



### 3.2.10 Verdere aandachtspunten

Niet van toepassing.

## 3.3 Uitvoeringsfase

### 3.3.1 Uitvoeringsmethode

Het aanbrengen van een EPS-ophoging geschiedt in den droge. In grote lijnen verloopt de aanleg als volgt:

- aanbrengen van eventuele tijdelijke grondkerende constructies
- ontgraven aanwezige grond inclusief droogmalen bouwput tot een peil van 0,3 m beneden de bodem
- bouwputbodem vlak afwerken (afwijkingen in vlakheid kleiner dan 10 mm gemeten met een rei van 3 m); eventueel een uitvullaag van zand toepassen (dikte 0,1 à 0,2 m, statisch verdicht) als drainagelaag en voor het verkrijgen van een vlakke werkvloer; eventueel op de zandlaag een grond dicht geokunststof doek aanbrengen
- aanbrengen EPS blokken volgens tevoren opgesteld legplan; door de EPS-blokken in ten minste 2 à 3 lagen met verspringende naden te leggen, krijgt de ophoging een zeker verband; om wegwaaien van de blokken te voorkomen eventueel een verbinding aanbrengen (kramplaten)
- aanbrengen cementgebonden afdekplaat (beton- of schuimbetonplaat) op stapeling EPS-blokken
- een afdekfolie (bestendig tegen aardoliederivaten) aanbrengen boven de blokkenstapeling in het talud
- aanbrengen wegfundering en verharding
- afwerken taluds; aanbrengen teelaarde en beplanting.

### Opmerkingen

Voorkomen moet worden dat het EPS in de bouw fase te zwaar wordt belast door bouw materieel aangezien anders de eigenschappen in nadelige zin worden beïnvloed. De EPS dient niet te worden bereiden met materieel waarvan de contactspanning groter is dan de belasting van de toekomstige bovenbouw; deze bedraagt circa 16 kN/m<sup>2</sup>.

De belastbaarheid van schuimbeton dient te worden beoordeeld aan de hand van de sterkteontwikkeling.

Bij een ontgraving dicht naast een in gebruik zijnde weg dient verhinderd te worden dat het ontgravingsfront instabiel wordt. Eventueel kan in korte secties worden ontgraven die snel weer worden aangevuld.

### 3.3.2 K.A.M.-zaken

In deze paragraaf worden de K.A.M.-zaken beschouwd die betrekking hebben op de uitvoering (K.A.M. staat voor Kwaliteits-afname controle, ARBO en veiligheidszaken en Milieu).

### Kwaliteits-afname controle

Op de bouwplaats dient gecontroleerd te worden of de aangevoerde EPS-blokken de juiste kwaliteit (eigenschappen) hebben, zie §22.83.01 en §22.86

van *Standaard RAW Bepalingen* [3]. Na plaatsing dient de aangebrachte hoeveelheid en de geometrie te worden gecontroleerd. Overige werkzaamheden (aanbrengen cementgebonden afdekplaat, wegfundering etc) volgens standaard procedures.

#### *ARBO en veiligheidszaken*

De EPS blokken worden machinaal of met de hand geplaatst. Door het lage gewicht is er echter geen sprake van zwaar, belastend werk. Het materiaal is hygiënisch, niet giftig, geeft geen gevaarlijke deeltjes af. Bij het verwerken van EPS zijn persoonlijke beschermingsmiddelen nodig, onder andere tegen vrijkomend stof bij het zagen (stofkapje) en tegen verblinding bij felle zon (zonnebril).

Op de bouwplaats dienen voorzieningen te worden getroffen om de brandveiligheid van de EPS blokken te verzekeren. Opgestapelde EPS-blokken op een niet bewaakte bouwplaats kunnen een aantrekkelijk doelwit vormen voor vandalen. Toepassing van brandvertragend, gemodificeerd EPS wordt aanbevolen.

Bij wegverbredingen dient de bouwplaats te zijn afgescheiden van het verkeer door middel van een voertuigkering. Tussen deze kering en de bouwplaats dient nog voldoende ruimte te zijn voor personeel.

Voor verdere ARBO maatregelen bij het verwerken van EPS wordt verwezen naar §8 van *Toepassingsrichtlijn voor EPS in de wegenbouw* [1].

#### *Milieu*

Geen opmerkingen.

#### *3.3.3 Besteksteksten*

Belangrijk voor de aannemer is dat deze de juiste gegevens heeft ter bepaling van het in te zetten materieel.

### **3.4 Beheer en onderhoud**

#### *Gebruiksfase*

Het beheer van een lichtgewicht wegconstructie dient gericht te zijn op het waarborgen en handhaven van de ontwerpuitgangspunten. Een belangrijk aspect hierbij is het bewaken van het grondwaterpeil. Hiertoe dient de drainage in het bestaande weglichaam in stand te worden gehouden.

Zowel een te laag als een te hoog grondwaterpeil zijn ongewenst. Een te laag peil kan leiden tot zetting van de gehele ophoging. Bij een te hoog peil kan de constructie opdrijven. Naast een periodieke controle, zoals in poldergebieden gebruikelijk is, is waakzaamheid geboden tijdens belendende werkzaamheden vooral indien deze gepaard gaan met een bemaling.

Indien tijdens het onderhoud (een deel van) de bovenbouw tijdelijk wordt verwijderd, bestaat het gevaar dat de constructie opdrijft, met name als deze werkzaamheden vallen in een periode met een hoge grondwaterstand.

Elke voorgenomen wijziging in de bestaande situatie van een lichtgewicht constructie dient grondig geanalyseerd te worden ten aanzien van de stabiliteit en het verticale evenwicht. Dit geldt ook voor wijzigingen in de zone grenzend aan de EPS-ophoging (aanbrengen van naburige belastingen).

In principe is het EPS voldoende beschermd door de bovenliggende constructie (wegfundering, taludbekleding). Dit betreft mechanische, chemische en biologische invloeden. Als het EPS wordt blootgesteld aan ongunstige invloeden zoals hoge temperaturen of aardolie-derivaten, verliest de ophoging zijn constructieve eigenschappen met alle nadelige gevolgen van dien (grote gevolgschade). Hieruit volgt dat het beheer en onderhoud gericht moeten zijn op de handhaving van de bescherming van het EPS door de bovenliggende constructie. Gebreken in de afdeklaag ten gevolge van bijvoorbeeld maaiwerkzaamheden dienen op korte termijn te worden hersteld.

#### *Verwachte zetting*

De hier beschreven evenwichtsconstructie is in principe zettingsvrij, zodat ook geen onderhoud ten gevolge van schade door zetting is te verwachten.

Het verdient aanbeveling het geotechnisch ontwerp te evalueren aan de hand van de metingen en ervaringen tijdens de aanleg. De evaluatie dient aanbevelingen te bevatten ten aanzien van de grondparameters en rekenmodellen die moeten worden gebruikt bij het ontwerp van een eventuele toekomstige reconstructie of verbreding van de weg.

### **3.5 Ombouw / sloop**

#### *3.5.1 Toekomstige ombouw / uitbreiding*

Een toekomstige ombouw/uitbreiding kan bestaan uit een verbreding van de ophoging of uit het verhogen van de ophoging.

Een toekomstige verbreding van de ophoging kan, bij overigens ongewijzigde uitgangspunten, op dezelfde wijze worden uitgevoerd als de oorspronkelijke constructie.

Is een grotere hoogte van de constructie gewenst, dan zal deze moeten worden gerealiseerd door een laag EPS-blokken toe te voegen. Hiervoor is het noodzakelijk de bovenbouw (wegverharding, wegfundering en cementgebonden afdeklaag) te verwijderen en later weer aan te brengen.

Indien tijdens het onderhoud (een deel van) de bovenbouw tijdelijk wordt verwijderd, bestaat het gevaar dat de constructie opdrijft, met name als deze werkzaamheden vallen in een periode met een hoge grondwaterstand.

#### *3.5.2 Sloop*

De cementgebonden afdeklaag kan met sloophamers en dergelijke gesloopt worden. De EPS-blokken kunnen met de hand worden verwijderd. Voor het hergebruik van de vrijkomende materialen wordt verwezen naar §3.2.9.

### 3.6 Referenties

#### 3.6.1 Ervaringen

EPS-ophogingen worden al geruime tijd in binnen- en buitenland toegepast, in Nederland echter veelal zonder cementgebonden afdekplaat. In Noorwegen zijn vele EPS-ophogingen toegepast met een dunne betonplaat als afdekking.

Een voorbeeld van een EPS-ophoging met een cementgebonden afdeklaag is de reconstructie van een deel van de rondweg N11 te Alphen aan de Rijn. De constructie bestaat van boven naar beneden uit (zie *Snel en onderhoudsarm* [2]):

- 0,05 m ZOAB 0/16
- 0,05 m STAB 0/22
- 0,06 m STAB 0/22
- 0,07 m STAB 0/22
- 0,25 m betongranulaat
- 0,20 m betonplaat, kwaliteit C20/25
- 2,65 m EPS 60
- 0,10 m uitvulzand bouwputbodem.

De ondergrond bestaat uit veen. De grondwaterstand varieert tussen 0,3 en 0,7 m beneden maaiveld. De onderzijde van het EPS ligt op 1,6 m beneden maaiveld. De bovenkant van het wegdek ligt op 1,8 m boven maaiveld. Opmerking: De betonplaat is in dit geval ontworpen als brugdek.

In figuur 3.1 is een voorbeeld gegeven waar schuimbeton is toegepast.

#### 3.6.2 Literatuur

- [1] *Toepassingsrichtlijn voor EPS in de wegenbouw*, CROW-publicatie 150, november 2000
- [2] Duškov, M., M. Bergijk *Snel en onderhoudsarm. State of the art verhardingsontwerp voor een rijksweg op EPS*, Land + Water nummer 4, 1998, pp 43 - 45
- [3] *Standaard RAW Bepalingen*, CROW-publicatie, 2000, inclusief Wijziging december 2002
- [4] *Wegen op PS-hardschuim. Een verkennende studie*, SBR rapport 176, 1988
- [5] *Construeren met grond*, CUR handboek 162, 1993
- [6] NEN 5112 *Geotechniek. Bepaling van het watergehalte van grond in het laboratorium*, Nederlands Normalisatie-Instituut, 1995
- [7] NEN 6702 *Belastingen en vervormingen. TGB 1990*, Nederlands Normalisatie-Instituut, 2001
- [8] NEN 6740 *Geotechniek. TGB 1990. Basiseisen en belastingen*, Nederlands Normalisatie-Instituut
- [9] NEN 5140 *Geotechniek, Bepaling van de conusweerstand en de plaatselijke wrijvings weerstand van grond. Elektrische sondeermethode*, Nederlands Normalisatie-Instituut, 1997
- [10] NEN 5104 *Geotechniek. Classificatie van onverharde grondmonsters*, Nederlands Normalisatie-Instituut, 1990

- [11] NEN-EN 13163 *Producten voor thermische isolatie van gebouwen; Fabrieksmatig vervaardigde producten van geëxpandeerd polystyreen-schuim (EPS); Specificatie*, Nederlands Normalisatie-Instituut, Juni 2001
- [12] *Bepaling geotechnische parameters*, CUR-rapport 2003-7, 2003
- [13] *Schuimbeton voor wegen en terreinen*, CROW publicatie 173, 2002
- [14] Duškov, M., H.S. Yap *Lichtgewicht wegconstructie bij A15 stelt teleur*, Land + Water, nr. 4, 2004, pp 22-23