



Best Practice Schuimbitumenstabilisatie

November 2024

Woord vooraf

Vanaf de jaren negentig van de vorige eeuw worden schuimbitumenstabilisaties als wegfundering toegepast in Nederland. Er is in de loop der tijd door partijen (wegbeheerders, wegbouwkundige ontwerpers en aannemers) kennis opgedaan met dit type fundering. Deze kennis is nog steeds goed bruikbaar, maar niet of niet gemakkelijk toegankelijk.

De oorsprong van schuimbitumenstabilisaties is gelegen in het buitenland. Met name Zuid-Afrika, Australië en Nieuw-Zeeland hebben een voortrekkersrol gehad bij het tot stand komen en de ontwikkeling van dit type fundering. De vraag is of deze internationale kennis en ervaring ook toepasbaar zijn onder Nederlandse omstandigheden.

Traditioneel wordt in de Nederlandse wegebouw eisen gesteld aan de samenstelling en niet-functionele eigenschappen van materialen. Het idee hierachter is dat als het product voldoet aan deze eisen, het ook voldoet aan de prestatieverwachtingen van de gebruiker. Deze zijn veelal gericht op zaken als draagkracht, lastspreidend vermogen, weerstand tegen permanente vervorming e.d. In CROW-publicatie 341 (Handboek funderingsmaterialen in de wegebouw) is de basis gelegd voor het functioneel specificeren van gebonden funderingen.

De taakgroep CBIS is in juli 2022 opgericht. Zij kreeg als taak om de huidige kennis en ervaring in Nederland met schuimbitumenstabilisaties in een publicatie vast te leggen. De voorliggende publicatie (Best Practice Schuimbitumenstabilisatie) dient als basis voor de herziening van deelhoofdstuk 80.2 Gebonden Funderingen uit de Standaard RAW-Bepalingen. Hierbij is zoveel mogelijk uitgegaan van functionele specificaties, onderbouwd door nationale en internationale kennis.

In Nederland zijn nog veel partijen die ervaring moeten opdoen met enerzijds het functioneel specificeren van wegfunderingen en anderzijds met het product schuimbitumenstabilisatie. Met voorliggende publicatie is een kader gerealiseerd waarmee dit mogelijk wordt gemaakt.

De taakgroep CBIS (cement bitumen stabilisatie) is haar werkzaamheden gestart in juli 2022. Bij de afronding van haar werkzaamheden was de taakgroep als volgt samengesteld:

- W.F. Stas, *Heijmans Infra* (voorzitter)
- H. Snoeijink, *Freesmij BV*
- O. Salomons, *Aduco Nederland BV*
- R.M. Venema, *Asfalt Kennis Centrum*
- G.A. Messinella, *DIBEC Materiaalkunde*
- M.L.M. Sprenger, *BAM Infra Asfalt*
- B.W. Sluer, *&NBSP Partners in Solutions BV* (tot 01-09-2023 *Boskalis Nederland BV*)
- E.A.C. Verkooijen, *Asfalt Kennis Centrum*

H.R. Stegeman, *KWS Infra BV* was lid van de taakgroep van januari 2023 tot juli 2023. Vanuit CROW waren M. van der Sluys en M.A. Wielink bij de taakgroep betrokken. Deze publicatie is door de taakgroep zelf inhoudelijk opgezet en uitgewerkt.

Zonder het enthousiasme en de grote inzet van de taakgroep zou het voorliggende resultaat niet tot stand zijn gekomen. Een woord van dank aan een ieder die hieraan heeft bijgedragen is dan ook op zijn plaats.

Inhoud

1 Inleiding 5

- 1.1 Achtergrond 5
- 1.2 Doel 5
- 1.3 Leeswijzer 6

2 Bouwstoffen 7

3 Vooronderzoek 11

- 3.1 Inleiding 11
- 3.2 Gradering mengsel 11
- 3.3 Schuimkarakteristiek bitumen 12
- 3.4 Procedure vooronderzoek 13

4 Voorbereiding en uitvoering 18

- 4.1 Afweging Mix-in-Place en Mix-in-Plant 18
- 4.2 Voorbereidende werkzaamheden 19
 - 4.2.1 Zandbed bij Mix-in-Plant uitvoering 19
 - 4.2.2 Zandbed en granulaat bij Mix-in-Place uitvoering 19
- 4.3 Temperatuur bij uitvoering 20
- 4.4 Mengen 20
 - 4.4.1 Mengen – Mix-in-Place aandachtspunten 20
 - 4.4.2 Mengen – Mix-in-Plant aandachtspunten 21
- 4.5 Transport en aanbrengen – Mix-in-Plant 21
- 4.6 Verdichten 21
- 4.7 Afwerken 22
- 4.8 Afwalsen 22
- 4.9 Berijdbaarheid CBIS fundering na aanleg 22

5 Dimensionering 23

- 5.1 Ongebonden gebonden fundering 23
- 5.2 Licht gebonden fundering 24
- 5.3 Gebonden fundering 24
- 5.4 Ontwerpparameters 24
 - 5.4.1 Ontwerpparameters ongebonden/licht gebonden funderingen 24
 - 5.4.2 Stijfheid 24
 - 5.4.3 Vermoeiing 25
 - 5.4.4 Dwarscontractiecoëfficiënt 26
 - 5.4.5 Treksterkte en breukrek 26
 - 5.4.6 Druksterkte 26
 - 5.4.7 Verbrijzelingsweerstand 26

6 Procescontrole, keuren en toetsen gereed product 27

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De fundering is zonder meer van grote betekenis voor de gebruikswaarde en de levensduur van een weg. Geen asfaltwegdek, betonverharding, natuursteenbestrating of klinkerweg zal zich goed gedragen zonder een goed samengestelde en uitgevoerde fundering.

De fundering ondersteunt het wegdek en heeft tot doel de verkeersbelastingen over te dragen op de ondergrond. Voor deze ondersteunende functie spelen stijfheid, sterkte en weerstand tegen permanente vervorming (spoorvorming) van de fundering een belangrijke rol.

In de wegebouw worden verschillende soorten funderingsmaterialen toegepast. In deze publicatie staat de schuimbitumenstabilisatie centraal. Een schuimbitumenstabilisatie is een mengsel van mineraal aggregaat, cement en schuimbitumen. Een grote variëteit aan mineraal aggregaat kan worden toegepast, variërend van lava, menggranulaat tot gefreesd asfalt.

In de huidige Standaard RAW Bepalingen is een gebonden fundering opgenomen die qua samenstelling lijkt op een schuimbitumenstabilisatie, namelijk AGREC (asfaltgranulaatemulsiecement). Bij AGREC wordt echter de viscositeit van het bindmiddel verlaagd door toepassing van een emulgator. Bij schuimbitumenstabilisatie wordt dit bereikt door het verschuimen van het bindmiddel.

Funderingen kunnen op verschillende wijzen worden geclassificeerd. Een schuimbitumenstabilisatie is een fundering die, door de toepassing van schuimbitumen, nauwelijks gevoelig is voor scheurvorming. De fundering is tevens flexibel en heeft een goede weerstand tegen permanente vervorming (spoorvorming). In den lande wordt dit type fundering met behulp van verschillende afkortingen aangeduid:

- CBIS of CEBIS (cement bitumen stabilisatie)
- CBIG (cement bitumen gestabiliseerd)
- BSM (bitumen stabilized material, een afkorting afkomstig uit Zuid-Afrika)

Voor deze publicatie heeft de taakgroep besloten de afkorting CBIS te hanteren.

De Best Practice Schuimbitumenstabilisatie is het resultaat van de wens van marktpartijen om de kennis en ervaring in Nederland met schuimbitumenstabilisaties in een publicatie vast te leggen. Dit in analogie met de Best Practice AGRAC (Asfaltgranulaatcement) die enkele jaren geleden in opdracht van Rijkswaterstaat en Bouwend Nederland is opgesteld.

De in dit document gestelde 'Best Practice' is de bereikte consensus ten tijde van opstellen. Verdere onderzoeken en aan te vullen praktijkervaringen zullen moeten aantonen of de hier gestelde BP gestand kan worden gedaan of dat deze in de toekomst met nieuwe inzichten bijgewerkt moet worden.

In de Best Practice Schuimbitumenstabilisatie wordt tevens invulling gegeven aan de wens om te komen tot een functionele benadering van gebonden funderingen. Dit is in lijn met de koers uitgezet in de Richtlijn Functionele eisen wegfunderingen (CROW-publicatie 205) en het Handboek funderingsmaterialen in de wegebouw (CROW-publicatie 341).

1.2 Doel

Deze publicatie geeft een overzicht van de huidige ervaring en kennis met schuimbitumenstabilisaties in Nederland. Tevens fungeert de publicatie als basis voor de herziening van hoofdstuk 80.2 Gebonden Funderingen uit de Standaard RAW-Bepalingen. De publicatie is bedoeld voor wegbeheerders, wegbouwkundige ontwerpers en aannemers.

1.3 Leeswijzer

Deze publicatie omvat 6 hoofdstukken. In deze hoofdstukken worden de verschillende stappen beschreven van bouwstofkeuze tot kwaliteitsborging van het gerede product in de baan.

Hoofdstuk 2 gaat in op de bouwstoffen die in een schuimbitumenstabilisatie kunnen worden toegepast. Aan de hand van het vooronderzoek (hoofdstuk 3) wordt de uiteindelijke samenstelling van een te realiseren schuimbitumenstabilisatie vastgesteld. Essentieel voor een geslaagde toepassing van een schuimbitumenstabilisatie is een goede voorbereiding van de uitvoering en de uitvoering zelf (hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 5 beschrijft de dimensionering van asfaltverhardingen voorzien van een schuimbitumenstabilisatie. Belangrijk hierbij zijn de mechanische en fysische eigenschappen van CBIS.

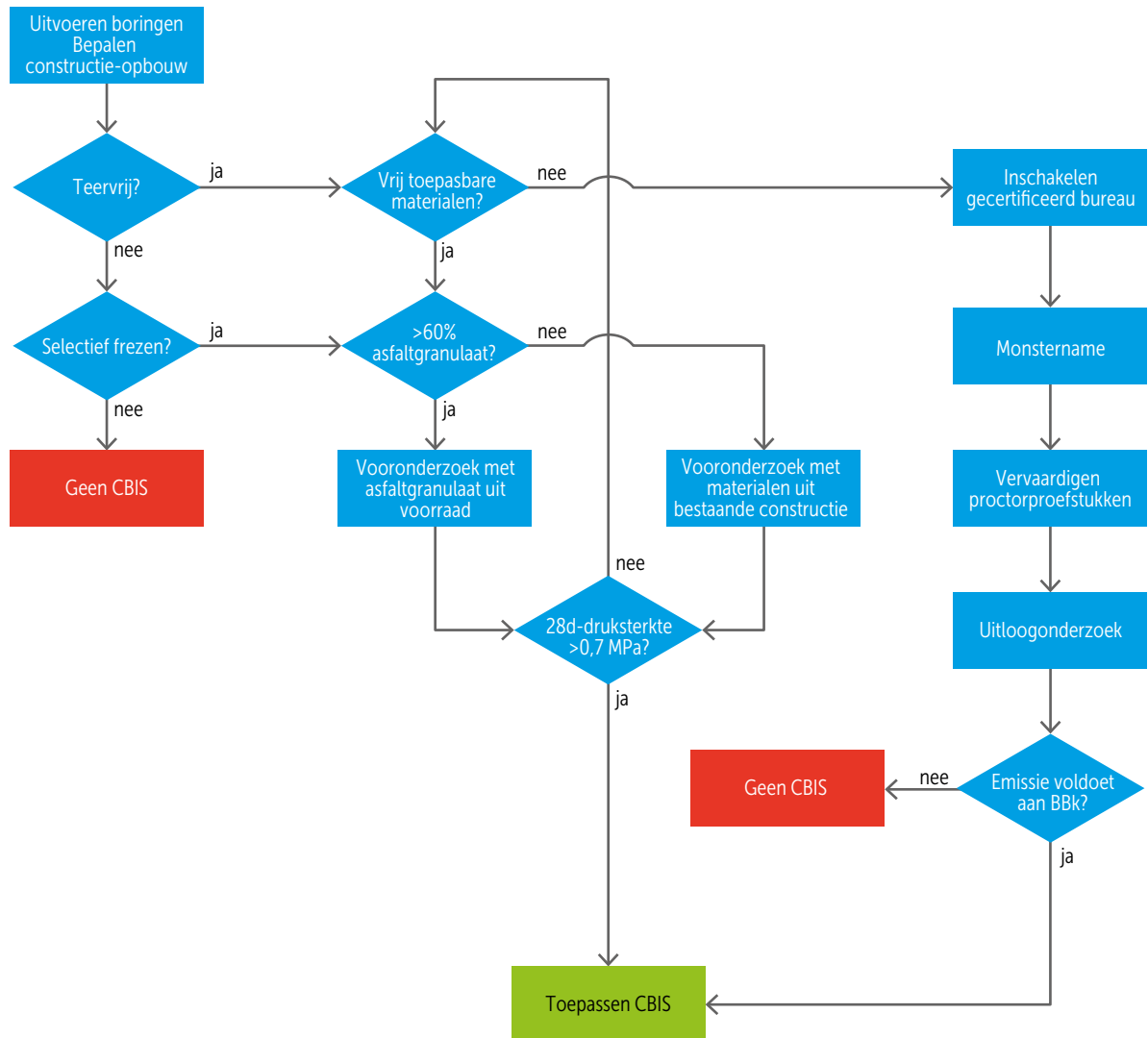
In hoofdstuk 6 wordt de procescontrole beschreven en het keuren en toetsen van het gerede product in de baan.

2 Bouwstoffen

Een schuimbitumenstabilisatie is een mengsel van aggregaat, cement en schuimbitumen. Een grote variëteit aan grondstoffen kan worden toegepast, van lava, menggranulaat tot asfaltgranulaat.

In deze paragraaf is het protocol beschreven voor het voorbereidend onderzoek dat nodig is voor de toepassing van een cement-bitumenstabilisatie. Afhankelijk van de eis of wens om de fundering aan te leggen met een milieuverklaring moet rekening worden gehouden met een voorbereidingstijd van twee tot zes maanden. In overleg met het bevoegd gezag kan worden afgeweken van het gepresenteerde protocol.

Onderstaand stroomschema kan worden doorlopen indien er sprake is van een bestaande asfaltverharding.



Stap 1 Aard en type vrijkomende materialen

Uitvoeren van boringen in bestaande constructie voor het bepalen van de bestaande constructie-opbouw. Een alternatief voor het uitvoeren van boringen is het frezen van één of meer proefsleuven. Het voordeel van proefsleuven is dat er dan freesmateriaal in de juiste gradering wordt verkregen voor het uitvoeren van het vooronderzoek.

Voor een enkelvoudig vooronderzoek (één samenstelling) is minimaal 120 kg monstermateriaal benodigd. Tevens moet een PAK-onderzoek worden uitgevoerd om te bepalen of de constructie teevrij is en moet worden vastgesteld of de eventueel aanwezige funderingsmaterialen vrij toepasbare materialen zijn.

Het PAK-onderzoek wordt uitgevoerd op het materiaal dat bij de boringen of het frezen/graven van proefsleuven is verkregen.

Voor het uitvoeren van het vooronderzoek is het uitermate bewerkelijk om boorkernen te verkleinen tot representatief asfaltgranulaat. In deze gevallen kan worden besloten om in het vooronderzoek asfaltgranulaat uit de standaard voorraad te gebruiken.

Stap 2 Milieuhygiënisch onderzoek

Besluit Bodemkwaliteit en Regeling Bodemkwaliteit

Het Besluit Bodemkwaliteit (BBK) en de bijbehorende regeling (RBK) van 2007 zijn met inhoudelijk beperkte wijzigingen opgenomen in de omgevingswet. Het BBK heeft weliswaar een groot aantal voorschriften verloren maar deze zijn onderdeel geworden van paragraaf 4.123 van het Besluit activiteiten leefomgeving (BAL). De RBK 2022 zoals de nieuwe regeling bodemkwaliteit onder de omgevingswet veelal wordt genoemd is vooral sterk uitgebreid aangaande de te overleggen bewijsmiddelen. Met ingang van 1 januari 2024 moet voor iedere partij die in een project wordt toegepast een zogenaamde Milieuverklaring bodemkwaliteit en vaak ook een Afleverbon worden afgegeven. Beide documenten moeten door een door de uitgever van die documenten geautoriseerde persoon worden ondertekend.

Paragraaf 4.123 BAL omvat de artikelen 4.1257 t/m 4.1264.

Eisen voor het toepassen van bouwstoffen

Allereerst is het van belang om te benadrukken dat een stabilisatie met schuimbitumen niet het primaire doel heeft om de erin aanwezige verontreinigingen vast te leggen. Een stabilisatie is dus niet een immobilisaat als bedoeld in artikel 4.1257 lid 3 onder d, zodat artikel 4.1258 ook niet van toepassing is op schuimbitumen stabilisaties. Alle overige artikelen uit paragraaf 4.123 BAL zijn wel van toepassing.

Om te beginnen is dat artikel 4.1259 lid 1 waarin de beschikbaarheid van de milieuverklaring en eventuele afleverbon tijdens en na afloop van het aanbrengen van de bouwstof wordt vereist. Ook in de toelichting bij dit besluit (BAL) en in een telefonische toelichting van IPLO is aangegeven, dat de milieuverklaring tijdens het aanbrengen al beschikbaar moet zijn. Dit is helaas een kip-ei verhaal, zodat geadviseerd wordt om altijd met het bevoegde gezag in overleg te gaan voordat met stabilisatiewerkzaamheden wordt begonnen.

De artikelen 4.1260 en 4.1261 BAL eisen, dat een toepassing functioneel moet zijn. Dat wil zeggen dat nut en noodzaak moeten worden aangetoond en dat er niet meer materiaal wordt aangebracht dan zinvol is. Artikel 4.162 stelt dat de bouwstof terugneembaar moet worden aangebracht, wat voor stabilisaties uiteraard altijd mogelijk is.

De bouwstof moet volgens artikel 4.1264 BAL, art 25d BBK en artikel 4.25 RBK 2022 aan de eisen voor de in bijlage A RBK 2022 genoemde stoffen voldoen. De leverancier moet tevens nagaan of er in het product nog andere schadelijke stoffen/eigenschappen aanwezig zouden kunnen zijn en zo ja, in welke mate die aanwezig zijn. Het gaat hier dus om niet in bijlage A RBK 2022 genoemde stoffen/eigenschappen.

Uitloogonderzoek

Met betrekking tot het uitloogonderzoek staan in principe twee methoden ter beschikking: de kolomproef en de diffusietest. In het algemeen wordt er om verschillende redenen voor de kolomproef gekozen.

De belangrijkste is, dat een schuimbitumenstabilisatie bestaat uit bitumen-omhulde kluitjes, min of meer ongebonden materiaal. Het is daarom, zeker in een zeer jong stadium, niet gegarandeerd dat het product

duurzaam vormgegeven is en een diffusietest kan doorstaan. Een andere reden vormen de kosten en tijdsduur van een diffusietest, die een veelvoud zijn van die van een kolomproefonderzoek. De regelgeving staat ook toe om vormgegeven bouwstoffen in een kolomproef te beoordelen (worst-case benadering zie artikel 4.8 lid 3 RBK 2022).

Vooronderzoek en bewijsmiddel

Aan het bevoegde gezag kunnen twee opties worden aangeboden;

Optie 1 Partijkeuring vooraf

- Indicatief bepalen van de geschiktheid van de aanwezige grondstoffen op basis van samenstelling en uitloging (CEN-test volgens NEN-EN 12457-2)
- Uitvoeren partijkeuring, waarbij de in de stabilisatie te verwerken lagen vooraf conform BRL 1000 worden bemonsterd en vervolgens in een civieltechnisch laboratorium onder toezicht van een erkende organisatie per duplo monster worden voorbehandeld, gemengd en tot proefstukken worden gevormd.
- Daarna worden de proefstukken van beide duplomonsters na rijping in een erkend laboratorium onderzocht op samenstelling en uitloging.

Optie 2 Partijkeuring achteraf

- Indicatief bepalen van de geschiktheid van de aanwezige grondstoffen op basis van samenstelling en uitloging (CEN-test volgens NEN-EN 12457-2)
- Indicatief beoordelen van samenstelling en uitloging van de in het civieltechnische vooronderzoek gedrukte proefstukken.
- Na het aanbrengen van de stabilisatie vaststellen of het vervaardigde product aan de eisen voldoet. De bemonstering uit de stabilisatie kan uit de nog onverdichte laag of direct na het verdichten worden uitgevoerd en moet door een erkend monsternemer worden uitgevoerd.
- De monsters kunnen tot proefstukken worden gevormd en mogen vervolgens rijpen maar ook onverdicht monstermateriaal kan worden gebruikt. De duplo monsters worden op samenstelling en uitloging onderzocht.
Het uitharden van de proefstukken is in dit geval van ondergeschikt belang, omdat ervanuit wordt gegaan, dat de proefstukken gebroken worden.

Milieuverklaring bodemkwaliteit

Voor de milieuverklaring bodemkwaliteit (MVB) op grond van partijkeuring moet paragraaf 4.1 van de Regeling Bodemkwaliteit 2022 (artikelen 4.1 t/m 4.11) worden gevolgd. Van de partijkeuring moet een rapport worden opgesteld dat voldoet aan de eisen van artikel 4.9 RBK 2022 en in de MVB moet naar dit rapport worden verwezen en moet bepaalde informatie worden overgenomen.

Bij een partijkeuring wordt de partijgrootte in de MVB vermeld en is geen aparte afleverbon vereist. Alleen bij samenvoegen van partijen of splitsen van partijen is dit wel noodzakelijk maar dat is voor in situ stabilisaties niet aan de orde. In de bijlage is een voorbeeld MVB op grond van partijkeuring opgenomen.

Wanneer er een nationale BRL wordt opgesteld en gecertificeerde stabilisaties op de markt worden gebracht, moet de MVB op grond van een certificaat (erkende kwaliteitsverklaring) worden uitgegeven samen met een afleverbon.

Disclaimer – Voornoemde is gebaseerd op de wet en regelgeving d.d. 01-02-2024. Wijzigingen en aanvullingen in de wet en regelgeving kunnen een andere werkwijze inhouden.

Stap 3 Vooronderzoek

Als bij stap 1 is vastgesteld dat de constructie teevrij is, kan worden gestart met het uitvoeren van het vooronderzoek voor het vaststellen van de toe te passen mengsamenstelling voor de cement-bitumenstabilisatie.

Arbitrair wordt gesteld dat bij toepassing minimaal 60% asfaltgranulaat in de cement-bitumenstabilisatie, het vooronderzoek kan worden uitgevoerd met (gefreest) asfaltgranulaat uit voorraad. Het vermalen van boorkernen uit het werk tot representatief asfaltgranulaat is namelijk zeer bewerkelijk. In de regel wordt ingezet op een bindmiddelsamenstelling bestaande uit 1,0% cement en 2,8% bitumen.

Indien er minder dan 60% asfaltgranulaat in de cement-bitumenstabilisatie zal worden toegepast, dan moet in het vooronderzoek gebruik worden gemaakt van de materialen die uit de bestaande constructie vrijkomen. Tevens moet hierbij worden beoordeeld of er een iets hoger bitumengehalte moet worden toegepast (bijvoorbeeld 3,0%).

Voor het uitvoeren van het vooronderzoek voor een cement-bitumenstabilisatie (CBIS) moet hoofdstuk 3 van dit document worden gevolgd.

Stap 4 Realisatie stabilisatie

Na uitvoering van het milieu hygiënisch onderzoek en het vooronderzoek kan het werk met de vastgestelde mengselsamenstelling worden uitgevoerd.

Doorlooptijden onderzoek

- Vooronderzoek zonder milieuverklaring: 2 maanden
- Vooronderzoek met milieuverklaring: 6 maanden

In deze doorlooptijden is de monsternamen inbegrepen. In geval er een extern bureau bij moet worden betrokken voor de milieuverklaring zijn de doorlooptijden nog wel afhankelijk van de agenda van het extern bureau. Een medewerker van dit bureau, een zogenaamde witness, moet zowel de monsternamen uit de weg als de proefstukvervaardiging in het laboratorium bijwonen.

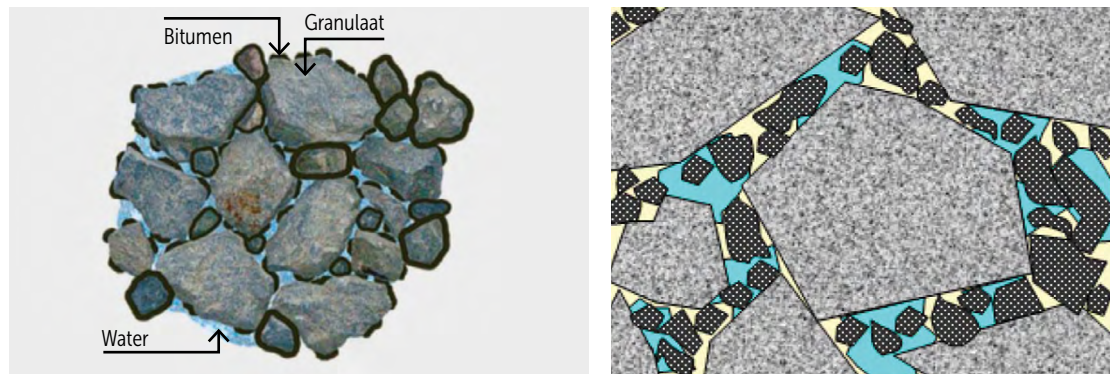
3 Vooronderzoek

3.1 Inleiding

De stabiliteit/binding van de funderingslaag wordt bereikt door het toevoegen van schuimbitumen in combinatie met een kleine hoeveelheid cement aan een granulaatmengsel.

De binding van de funderingslaag wordt bereikt doordat het schuimbitumen vooral de fijne fractie omhult. Het schuimbitumen slaat neer op de fijne fractie waardoor als het ware een mastiek wordt gevormd wat er voor zorgt dat de grovere mineraal/granulaat-fracties aan elkaar worden geplakt.

De mastiek zorgt voor een onderlinge verkleving van de grovere mineraal/granulaat-fracties waarbij de grove fracties niet volledig zijn omhuld (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Principe van 'verkleving' grove mineraalfracties.

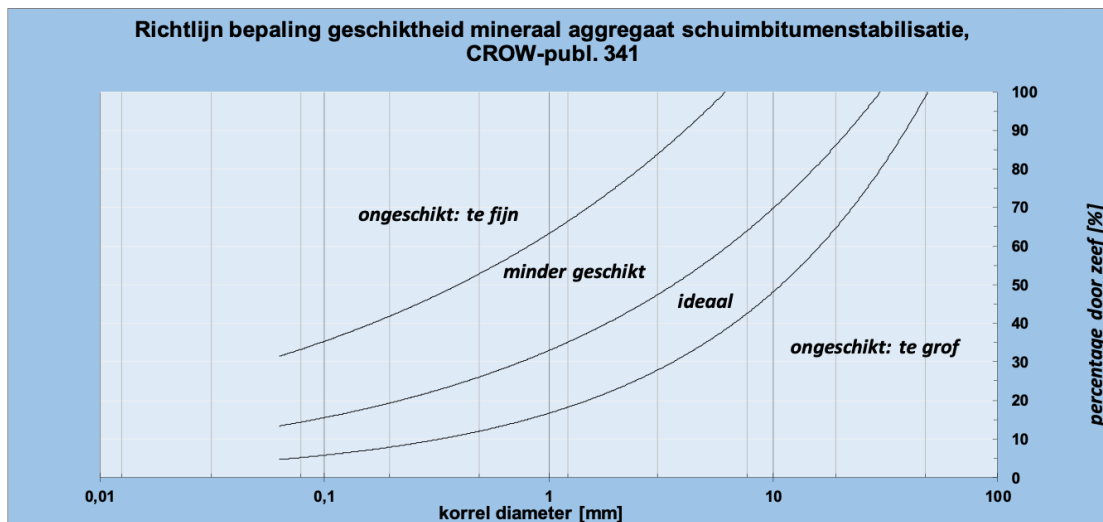
3.2 Gradering mengsel

Om tot een civieltechnische goed functionerende gestabiliseerde funderingslaag te komen is het van belang dat de korrelopbouw van de te stabiliseren materialen binnen vastgestelde graderingscurves valt.

In CROW publicatie 341, Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw, is een ontwerpgebied voor de meest geschikte samenstelling van aggregaten voor schuimbitumenstabilisaties weergegeven (zie tabel 3.1 en figuur 3.2).

Tabel 3.1 Ontwerpgebied samenstelling aggregaten voor schuimbitumenstabilisaties

Minder geschikt		Geschikt		Ongeschikt	
Korrel in mm	Percentage door zeef %	Korrel in mm	Percentage door zeef %	Korrel in mm	Percentage door zeef %
52		52		52	100
45		45		45	95
31,5		31,5		31,5	78
22,4		22,4	100	22,4	65
16		16	90	16	60
11		11	75	11	50
8	100	8	65	8	45
5,6	100	5,6	55	5,6	35
4	95	4	50	4	34
2	76	2	40	2	25
1	63	1	33	1	18
0,5	52	0,5	17	0,5	13
0,063		0,063	8	0,063	4



Figuur 3.2 Ontwerpgebied meest geschikte samenstelling van mineraal/granulaat mengsel.

Indien benodigd kan de gewenste samenstelling van de te stabiliseren materialen worden verkregen/benaderd door bijmenging van grove of fijne granulaten/mineralen.

De benodigde grove fractie kan worden verkregen door toevoeging van bijvoorbeeld asfalt- of menggranulaat. De fijne fractie door toevoeging van een zandsoort (geen grond!).

3.3 Schuimkarakteristiek bitumen

Voor het stabiliseren van een fundering middels cement-bitumenstabilisatie kan er voor gekozen worden om een pre-blend bitumen of standaard bitumen toe te passen.

Een pre-blend bitumen is een bitumen waar vanuit de leverancier van het bitumen een additief is toegevoegd om de schuimeigenschappen van het bitumen te verbeteren. Bij gebruik van een standaard penetratie bitumen zal tijdens de verschuiming een additief aan het schuimwater dienen te worden toegevoegd om hiermee de schuimeigenschappen op een gewent niveau te brengen. Het toepassen van een pre-blend bitumen of een standaard penetratie bitumen met separate toevoeging van een additief heeft eenzelfde invloed op de kwaliteit van het eindproduct mits een juiste dosering van additief en schuimwater wordt gekozen waarbij de gewenste eigenschappen (expansie en halfwaardetijd) worden behaald.

Eigenschappen van een goed en stabiel te verschuimen bitumen:

- Expansie ≥ 10 x (dimensieloos)
- Halfwaardetijd ≥ 10 (s)

Een juiste dosering van additief en water zullen bij een voldoende hoge temperatuur van het bitumen leiden tot deze gewenste eigenschappen.

Expansie is de volumetoename van bitumen tijdens het schuimen.

Halfwaardetijd is de tijdsperiode waarin het schuimvolume tot de helft is afgenomen.

In de meeste gevallen is bekend wat de juiste doseringen van additief en schuimwater moet zijn. (Deze zijn vaak op te vragen bij de betreffende leverancier van het additief).

Een controle op de schuimeigenschappen van het bitumen, bij de door de leverancier van het additief opgegeven dosering, bij aanvang van het laboratoriumvoorzonderzoek volstaat.

Hanteer hierbij de procedure zoals vermeld onder punt 5 van paragraaf 3.4.

In het geval dat de resultaten van bovenstaande controle niet aan de verwachtingen voldoen of de doseringen van additief en schuimwater niet bekend zijn, dient de schuimkarakteristiek te worden vastgesteld.



Figuur 3.3 Schuimbitumen uit laboratorium schuimunit.

Een werkvoorschrift hiervoor staat beschreven in het laboratorium handboek: *Wirtgen, BSM Cold Recycling Laboratory Handbook*.

3.4 Procedure vooronderzoek

Bij het vooronderzoek wordt de in het werk aan te brengen mengselreceptuur vastgesteld. Dit gebeurt in verschillende stappen met als doel gyrator-proefstukken te vervaardigen voor vaststelling van civieltechnische eigenschappen van de in het werk aan te brengen gestabiliseerde funderingslaag.

De civieltechnische eigenschappen welke worden vastgesteld en getoetst zijn:

- Indirecte treksterkte, ITSr (ratio)
- Marshall druksterkte (ratio)
- Druksterkte

De volgende stappen worden hierin doorlopen:

1	Monsternamen bouwstoffen, bij voorkeur conform AP-04 monsternamen protocol.
2	Stel aan de hand van de graderingen van de vrijgekomen bouwstoffen vast of <i>bij de voorgenomen mengverhouding van deze bouwstoffen in het werk</i> de gradering binnen de graderingseisen valt, zoals benoemd in paragraaf 3.2 Gradering Mengsel. Stel vast of het mogelijk is de eindgradering aan te passen door toevoeging van fijne dan wel grove fracties. Door toevoeging van zand of granulaten kan het zijn dat de gestabiliseerde laag hoger in de constructie komt te liggen. (wijziging van horizontaal alignement)
3	Bepaal middels RAW proef 10 de (verzwaarde) éénpuntsproctordichtheid van het te stabiliseren mengsel. Noteer hierbij de hoeveelheid water die is toegevoegd om op later moment vast te kunnen stellen hoeveel procent water is toegevoegd en hoeveel bij mengselvervaardiging dient te worden toegevoegd.
4	Indien benodigd dient eerst de hoeveelheid te doseren schuimwater te worden vastgesteld. Dit eventueel in combinatie met de te doseren hoeveelheid additief/schuimverbeteraar. In het geval dit bekend is uit eerdere onderzoeken dan wel opgave van leverancier volstaat een controle hierop alvorens de mengsels worden vervaardigd. Met deze controle kan eveneens de hoeveelheid te doseren schuimbitumen per tijdseenheid worden bepaald. (zie stap 5).

5	<p>Vaststelling hoeveelheid gedoseerd bitumen per tijdseenheid.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Weeg een groot blik (volume ≥ 20 liter) ■ Spuit hier vervolgens 5 seconde het schuimbitumen in ■ Weeg de gedoseerde hoeveelheid schuimbitumen ■ Herhaal dit minimaal 2 maal <p>Nu is bekend hoeveel gram schuimbitumen wordt gedoseerd in 5 seconden. Deze informatie is benodigd bij het vaststellen van de doseertijd (hoeveel seconden moet je schuimbitumen doseren) om het gewenste schuimbitumen percentage in het mengsel te verkrijgen. Moderne laboratorium-schuimbitumen-units zijn uitgerust met een trim-knop. Met deze trim-knop kan de hoeveelheid gedoseerde schuimbitumen per seconde worden afgesteld / gecorrigeerd.</p>
6	<p>Kies op basis van de aard van de te stabiliseren materialen de schuimbitumenpercentages welke in het vooronderzoek dienen te worden opgenomen.</p> <p>Uitgangspunt hierbij is een vaste receptuur voor 100% asfaltgranulaat wat 2,5 % (m/m) bindmiddel (schuimbitumen) nodig heeft. De aanwezigheid van andere bouwstoffen zoals puin, slakken en zand zullen dit percentage naar boven bijstellen afhankelijk van de hoeveelheid en porositeit. Het onderzoek dient met minimaal 2 schuimbitumenpercentages te worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt om dit met een onderling verschil van 1,0 % (m/m) uit te voeren. Wanneer 3 schuimbitumenpercentages in het onderzoek worden opgenomen kunnen de stappen worden verkleind naar 0,5 % (m/m) per stap. Houdt hierbij in het achterhoofd dat hoe lager het gedoseerde percentage is, des te meer spreiding er in de onderlinge resultaten zal zijn.</p>
7	<p>Het toegevoegde percentage vocht, vastgesteld bij de bepaling van de EPD-waarde (stap 3) dient te worden toegevoegd bij de vervaardiging van de schuimbitumen-mengsels.</p> <p>Dit percentage dient echter te worden verlaagd met het laagst gekozen percentage schuim-bitumen in het vooronderzoek. Dit om uittreding van vocht bij proefstukvervaardiging te voorkomen. Stel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ het laagste gekozen percentage schuimbitumen is 2,5 % (m/m). ■ toegevoegd vochtpercentage EPD bepaling is 4,0 % (m/m) <p>Toe te voegen vochtpercentage aan bouwstoffen in menger wordt $4,0 - 2,5 = 1,5$ % (m/m).</p>
8	<p>Vaststelling benodigde hoeveelheid materiaal per gyratortablet.</p> <p>De in stap 3 bepaalde EPD-waarde en bijbehorende vochtpercentage (stap 7) is bepalend voor de inweeg ter vervaardiging van een gyratortablet.</p> <p>Naast de correctie op het toe te voegen vochtgehalte bij vervaardiging van de mengsels is ook een correctie nodig op de in te wegen massa ter vervaardiging van de gyratortabletten.</p> <p>De bij stap 3 bepaalde EPD-waarde / <i>droge dichtheid</i> dient te worden verhoogd met 1,0 % (m/m). Dit door de toevoeging van cement. Deze zorgt voor een verhoging van de te behalen dichtheid.</p> <p>Stel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Het volume van een gyratortablet $\varnothing 100$ mm / hoogte 65 mm bedraagt $510,5 \text{ cm}^3$ ■ EPD-waarde bedraagt 1.985 kg/m^3, door toevoeging van cement wordt deze verhoogd naar 2.005 kg/m^3 ■ Vastgestelde vochtgehalte bedraagt 8,5 % (m/m) ■ Natte dichtheid komt hiermee op 2.175 kg/m^3 <p>De in te wegen massa wordt dan 1.110,5 gram.</p> <p>Voordat wordt overgegaan tot het afwegen van de benodigde hoeveelheid materiaal ter vervaardiging van het gyratortablet dient dit handmatig te worden afgezeefd over een 22,4 mm zeef. Hierdoor worden grove delen uit het te stabiliseren materiaal verwijderd en wordt voorkomen dat de korrelgrootte van het granulaire materiaal een negatieve invloed heeft op de dimensies van het proefstuk.</p> <p>Geadviseerd wordt om de inweeg van de benodigde massa's direct na vervaardiging van het mengsel uit te voeren en te bewaren in een af te sluiten plastic zak. Hiermee wordt uitdroging van het schuimbitumen mengsel voorkomen en zullen de dichtheden van de proefstukken minder spreiding vertonen.</p>

9 De vervaardiging van de gyratorproefstukken dienen conform de in Proef 62, § 3.2, Standaard RAW bepalingen 2020, beschreven instellingen te worden vervaardigd.

- verticale druk op proefstuk: 600 +/- 10 kPa
- aantal omwentelingen per minuut 30 +/- 2
- interne gyratorhoek 0,82 +/- 0,02°

De vervaardiging van de gyratortabletten wordt gestuurd op dichtheid.

Aantal benodigde gyratortabletten:

- ITSr 8 stuks Ø 100 mm, 65 mm hoog 4x nat / 4x droog
- Marshall druksterkte (ratio) 8 stuks Ø100 mm, 65 mm hoog 4x nat / 4x droog
- Druksterkte 3 stuks Ø150 mm 150 mm hoog



Figuur 3.5 Voorbeeld van een Marshall test.



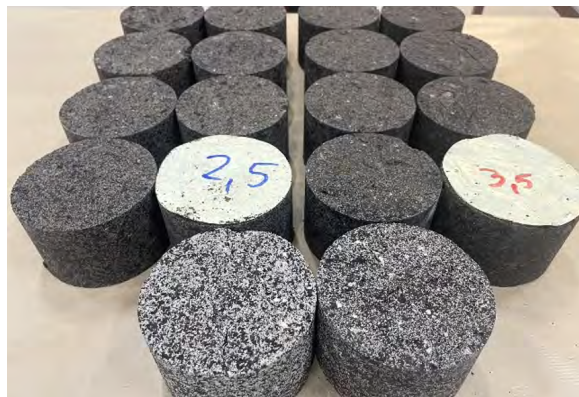
Figuur 3.6 Voorbeeld van onderzoek naar indirecte splijtsterkte (ITS).

Curing van proefstukken

Het vooronderzoek van CBIS duurt onder normale omstandigheden minimaal 28 dagen, exclusief monstername en voorbereiding. Bij elkaar moet rekening worden gehouden met een doorlooptijd van circa twee maanden voor een vooronderzoek van CBIS. Deze doorlooptijd kan aanzienlijk worden verkort door het versneld curen van de proefstukken [2,3].

Voor het versneld curen wordt het volgende protocol gehanteerd:

- 1 Na vervaardiging van de proefstukken dienen deze een nacht op het laboratorium aan de lucht te drogen. Plaats deze hiervoor op een vlakke ondergrond op de laboratoriumtafel.
- 2 Plaats vervolgens de proefstukken voor 72 uur in een oven op een geperforeerde plaat / rooster bij een temperatuur van 60 +/- 1 °C. Zorg voor voldoende ruimte tussen de proefstukken, dit bevordert het droogproces.
- 3 Schakel de oven na 72 uur uit en laat de proefstukken over de nacht, in een geopende oven (deuren open) afkoelen tot kamertemperatuur.



Figuur 3.7 Voorbeeld van proefstukken na curing.

Retainen van proefstukken:

Nadat de proefstukken zijn gecured dienen deze te worden opgedeeld in 3 groepen.

Te weten:

- 8 proefstukken t.b.v. ITSR-onderzoek
- 8 proefstukken t.b.v. Marshall druksterkte (ratio)
- 3 proefstukken t.b.v. druksterkte onderzoek

Voor zowel het ITSR onderzoek als ten behoeve van de Marshall druksterkte (ratio) dienen de proefstukken te worden opgedeeld in 2 keer 2 subgroepen.

- ITSR-onderzoek
 - droge groep bestaande uit 4 proefstukken
 - natte groep bestaande uit 4 proefstukken
- Marshall druksterkte (ratio)
 - droge groep bestaande uit 4 proefstukken
 - natte groep bestaande uit 4 proefstukken

Retainen:

Plaats de natte subgroepenproefstukken gedurende 24 uur onder water, op een geperforeerde bodemplaat, bij 25 +/- 2 °C. Na 24 uur retainen zijn de proefstukken gereed voor beproeving. Bepaal de diameter en hoogte van de proefstukken voordat deze worden getest.

De proefstukken behorende bij de 2 droge subgroepen worden bij een zelfde temperatuur bewaard/opgeslagen. Dit is tevens de testtemperatuur.

Normverwijzing en eistelling:

Watergevoeligheid

De watergevoeligheid (ITSR) van de proefstukken moet bepaald worden overeenkomstig NEN-EN 12697-12 methode A bij 25 +/- 2 °C. Bij de splijtproef moeten belastingsstrips worden toegepast die voldoen aan de bepalingen in NEN-EN 12697-23, onderdeel 5.2, tabel 2.

De splijtproef moet in afwijking van NEN-EN-12697-12 binnen 1 minuut na verwijdering uit het waterbad of de klimaatkamer worden uitgevoerd.

De gemeten indirecte treksterkte moeten worden uitgedrukt in MPa met een nauwkeurigheid van twee decimalen.

De waarden waaraan de resultaten dienen te voldoen zijn:

- ITS $\geq 0,15$ MPa
- ITSR $\geq 70,0$ %

Dit toetsingskader is alleen van toepassing indien er sprake is van versnelde curing van de proefstukken. De genoemde toetswaarde voor de ITS is gebaseerd op buitenlandse ervaring. Afhankelijk van de gekozen dimensioneringsmethode (zie tabel 5.1) dient een afwijkende toetswaarde te worden gehanteerd.

Marshall druksterkte ratio

De Marshallstabiliteit en ratio van de proefstukken moet bepaald worden overeenkomstig met NEN-EN 12697-34 2020 en bij 25 +/- 2 °C.

De proef moet binnen 1 minuut na verwijdering uit het waterbad of de klimaatkamer worden uitgevoerd. De gemeten Marshall stabiliteit moet worden uitgedrukt in (k)N, de Marshall druksterkte ratio is dimensieloos.

De waarden waaraan de resultaten dienen te voldoen zijn:

- Marshall stabiliteit ≥ 10 kN
- Marshall druksterkte ratio $\geq 70,0$ %

Dit toetsingskader is alleen van toepassing indien er sprake is van versnelde curing van de proefstukken.

Druksterkte

De bepaling van de druksterkte is een facultatief onderdeel van de vooronderzoeksprocedure.

De druksterkte van de cilindrische proefstukken dient te worden bepaald door middel van de drukproef conform NEN-EN 12390-3 (Druksterkte van proefstukken).

De waarde waaraan de resultaten dienen te voldoen is:

- Druksterkte $\geq 1,5$ MPa (geldend voor een gebonden fundering)

Dit toetsingskader is alleen van toepassing indien er sprake is van versnelde curing van de proefstukken.

De genoemde toetswaarde voor de druksterkte geldt voor een gebonden fundering. Afhankelijk van de gekozen dimensioneringsmethode (zie tabel 5.1) dient een afwijkende toetswaarde te worden gehanteerd.

4 Voorbereiding en uitvoering

Het succes van een schuimbitumenstabilisatie valt of staat met een goede voorbereiding en uitvoering. Op basis van kennis en ervaring opgedaan in de laatste jaren is onderstaand hoofdstuk opgesteld.

4.1 Afweging Mix-in-Place en Mix-in-Plant

De productie van CBIS kan op twee manieren plaatsvinden: Mix-in-Place en Mix-in-Plant. De beide technieken zijn volledig uitwisselbaar en de eindkwaliteit is gelijkwaardig. De kwaliteit wordt beïnvloed door de gekozen techniek, maar is afhankelijk van de ervaring en deskundigheid van het personeel. De keuze voor een techniek is project afhankelijk.

Korte beschrijving van Mix-in-Place:

Bij Mix-in-Place wordt granulaat in het cunet gemengd met behulp van een zelfrijdende stabilisatie frees die is uitgerust met een schuimbitumen systeem. Dit kan met aanwezig materiaal of geleverd granulaat. Na opmenging vindt er geen transport meer plaats van de CBIS en kan het direct verwerkt worden.

Korte beschrijving van Mix-in-Plant:

Bij Mix-in-Plant wordt de CBIS op een depot in de buurt van de locatie geproduceerd. De bouwstoffen worden gedoseerd in een menginstallatie en daar gemengd. Daarna vindt transport plaats naar de plaats van verwerking. Verwerking vindt plaats door het materiaal te storten op de onderbouw c.q. reeds aan-gebrachte CBIS en dan met een shovel op te pakken en in het stortfront te brengen.

Bij beide werkwijzen vindt vervolgens afwerking en verdichting plaats. Voor beide methoden zijn voor- en nadelen te noemen. Hieronder volgt een beperkte opsomming:

- Bij Mix-in-Plant kan de tijd tussen productie en verdichting toenemen doordat het transport en inbouwen in het cunet veel tijd in beslag neemt. Bij Mix-in-Place rijdt de trilrol achter de menger aan en wordt de verdichting binnen enkele minuten na het mengen gerealiseerd. Afhankelijk van het type cement kan dit extra aandacht vragen.
- bij Mix-in-Place is het gehalte aan bijgemengd zand gevoelig indien er zand van de onderbaan wordt meegemengd. De beheersing van de freesdiepte en de juiste afwerking van het zandbed hebben aandacht nodig;
- bij Mix-in-Plant is meer materiaaltransport nodig. Dit is van invloed op kosten, logistiek en MKI-waarde (Milieukostenindicator). De afzonderlijke materialen moeten eerst naar de plant worden getransporteerd en het gemengde materiaal moet daarna naar de plaats van verwerking worden gebracht. Bij Mix-in-Place zijn de toe te passen materialen al op de locatie aanwezig;
- bij Mix-in-Place treedt bij stevige wind stofvorming op door verwaaiing van cement. Vanaf windkracht 4 kan dit optreden. Het is sterk afhankelijk van type cement en strooidikte. Beheersing hiervan dient onderdeel te zijn van het werkplan.
- De spreidingen in de laagdikte van de CBIS kunnen bij Mix-in-Plant optreden wanneer de geprofileerde zandbaan gebruikt wordt als aanvoer route en wanneer de zandbaan onnauwkeurig is geprofileerd of te weinig verdicht;
- De spreidingen in de laagdikte van de CBIS kunnen bij Mix-in-Place optreden wanneer de granulaatbaan vooraf niet goed is verdicht en geprofileerd;
- Bij Mix-in-Plant is het lastiger om het vochtgehalte op niveau te houden, omdat er verschil kan optreden tussen zijkant en binnenkant van het depot. Bij Mix-in-Place is het gemakkelijker om nog water bij te mengen om het vochtgehalte op het gewenste niveau te krijgen.
- Bij Mix-in-Place is aandacht vereist voor de dosering en menging bij dwars- en langslissen.
- Bij Mix-in-Place rekening houden met meemengen van materiaal aan zijkanten.
- Bij Mix-in-Plant moet rekening gehouden met het tegengaan van ontmenging. Dit is zichtbaar in de vorm van 'grindnesten'.

De aannemer zal bij de keuze van de productiemethode dus rekening moeten houden met de specifieke omstandigheden van het werk. Soms kan het ook verstandig zijn om de beide methoden door elkaar toe te passen op een enkel project. De kwaliteit wordt niet bepaald door de uitvoeringstechniek maar door de deskundigheid van de verwerker.



Figuur 4.1 Voorbeeld van tussentijdse aanlegsituatie bij Mix-in-Place.

4.2 Voorbereidende werkzaamheden

4.2.1 Zandbed bij Mix-in-Plant uitvoering

Voor het aanbrengen van CBIS wordt nagegaan of het zandbed onder het juiste profiel ligt en de juiste verdichting, zoals opgenomen in het keuringsplan, heeft. De zandbaan wordt vlak voor het aanbrengen van de CBIS ingemeten om zodoende de onderzijde van de laagdikte te bepalen aan de hand van een in- en uitmeting.

Na profileren en verdichten van het zandbed kan deze niet meer bereden worden omdat spoorvorming in het zandbed voor dikte verschillen zorgt in de CBIS. De laatste fijnprofilering dient daarmee kort voor uitvoering van Mix-in-Plant CBIS uitgevoerd te worden.

4.2.2 Zandbed en granulaat bij Mix-in-Place uitvoering

Bij Mix-in-Place worden zand en granulaat vooraf aangebracht en zijn er twee manieren om de basismaterialen te verwerken.

Materialen direct hergebruiken

Er kan gekozen worden om de bestaande en reeds gefreesde, materialen direct te gebruiken om CBIS van te maken zonder uitname. Voordeel is het volledig wegvallen van transportbewegingen, goede bereikbaarheid en mogelijkheid tot inzetten als bouwweg voordat er CBIS van wordt gemaakt.

Het granulaat dient vlak voor het mengen van de CBIS ingemeten te worden om zodoende de onderzijde van de laagdikte te bepalen aan de hand van een in- en uitmeting. Eventueel benodigd zand welke niet direct onder de bestaande wegconstructie aanwezig is, kan boven op het granulaat worden aangebracht.

Om een goede inschatting te maken van mengdieptes en beschikbaar materiaal dienen er voldoende boringen gedaan te zijn in de voorbereiding om homogeniteit te waarborgen. Een richtwaarde is 1 boring per 2.000 m²,

Externe materialen of materialen via depot toepassen

De tweede manier van uitvoeren bij Mix-in-Place is het inbouwen van granulaat op een zandbed. De eisen voor het zandbed zijn gelijk aan die van Mix-in-Plant met als toevoeging dat er bij de afwerking van het zandbed rekening mee gehouden wordt dat het zandbed, afhankelijk van het percentage zand in het vooronderzoek, hoger wordt afgewerkt.

Daarna wordt het granulaat geprofileerd en verdicht aangebracht met dezelfde overhoogte als het zandbed. Hiervan dient een goede overdracht van verdichtingsmeting en hoogtemeting naar de verwerker van de CBIS gewaarborgd te zijn.

Korrelverdeling van asfaltgranulaat

Het komt voor dat vrijkomend asfaltgranulaat na sloopvriezen niet direct aan de daarvoor gestelde eisen aan de korrelverdeling voldoet. In het geval dat het materiaal te grof is, wordt het door middel van de zogenaamde 'down-cut'-techniek met een stabilisatiefrees behandeld, met als doel het te verkleinen.

4.3 Temperatuur bij uitvoering

Bij weefase 2 of hoger moet het werk worden onderbroken op de betreffende dag en de twee opvolgende dagen. Deze eis is gelijk aan de eis gesteld bij de verwerking van cementgebonden funderingen. Daarnaast zijn er voor CBIS nog aanvullende eisen.

De buitentemperatuur heeft invloed op het schuimproces. Als de temperatuur van het aggregaat te laag is, wordt het schuimbitumen niet goed verspreid over het mengsel. Daarom worden de werkinstructies nauwgezet gevolgd wanneer schuimbitumen wordt gebruikt bij lage temperaturen, met name wanneer de temperatuur van het materiaal vóór het mengen tussen 5 en 15 °C ligt. Er moet niet worden geschuimd wanneer de temperatuur van het aggregaat lager is dan 5 °C.

Indien op basis van de weersverwachting een buitentemperatuur wordt verwacht van meer dan 25 °C tijdens de uitvoering en de dagen direct daarna, worden er maatregelen getroffen om ongewenste vervorming van de gerealiseerde fundering te voorkomen. Dit betreft dan één of meer van de volgende maatregelen:

- Het pas na 1-3 dagen na verdichten van de fundering toelaten van (werk)verkeer, dus ook het aanbrengen van de eerste asfaltlaag op de fundering.
- Er wordt geen grotere laagdikte dan 90 mm als eerste asfaltonderlaag aangebracht en de volgende lagen worden niet aangebracht als de onderlaag nog niet tot minder dan 60 °C is afgekoeld.
- De werkzaamheden vinden geen voortgang indien de (verwachte) buitentemperatuur meer dan 32 °C is tijdens uitvoering.

4.4 Mengen

De mengkwaliteit is sterk afhankelijk van de gekozen menger en de instellingen van de menger. Dit is van toepassing bij Mix-in-Place en Mix-in-Plant.

Er kan in een project gekozen worden tussen een zelfrijdende stabilisatiefrees, batchmenger of continue menger. Binnen deze hoofdgroepen zijn er voldoende leveranciers van geschikt materieel. Controle op mengkwaliteit middels proefstukken en het opvolgen van de instructies van de leverancier moeten zorgdragen voor de juiste menging.

4.4.1 Mengen – Mix-in-Place aandachtspunten

Hoewel de mengfrees bij Mix-in-Place misschien met veel hogere snelheden kan werken, heeft de ervaring geleerd dat een optimale menging wordt bereikt bij voortgangssnelheden van circa 6 tot 10 meter per minuut, afhankelijk van de aard van het te mengen materiaal en de freesdiepte.

Sliertvorming van bitumen is een indicatie dat het meng- of schuimproces niet goed functioneert. De enige onschuldige vorm van sliertvorming die ontstaat is bij Mix-in-Place wanneer de rol uit de grond getrokken wordt en er achteruit gereden wordt over de baan om naar de volgende baan te gaan. Hierbij draait de rotor langzaam door en wordt de mengkamer vrijgemaakt van aangekoekt materiaal.

Bij de Mix-in-Place techniek moet aandacht besteed worden aan de overlap tussen 2 banen in lengterichting. Hier kan over- of onderbehandeling ontstaan. Een stabilisatie frees heeft de mogelijkheid om nozzles uit te zetten waardoor wel met overlap gemengd kan worden zonder risico op overbehandeling. Er geldt als algemene regel dat een kleine overbehandeling (in een beperkte strook bij de las twee keer behandeld) van de overlapping (met ongeveer 10cm) valt te prefereren boven onderbehandeling.

4.4.2 Mengen – Mix-in-Plant aandachtspunten

Het depotbeheer is van essentieel belang. Er kan verschil in vocht ontstaan tussen rand van het depot en binnin. Vaak zal aan de buitenzijde en onderaan een depot enige ontmenging ontstaan van het granulaat. Daarom dient schrapend van boven naar beneden een depot ontgraven te worden. De onderafdichting van een depot moet voldoende stevig en onderscheidend zijn zodat geen materiaal uit de ondergrond wordt meegenomen in de CBIS.

Een menginstallatie moet regelmatig gecontroleerd worden op juiste doseringen en schuimbeeld. Omdat het minder zichtbaar is wat er precies in de machine gebeurt kunnen storingen te laat worden opgemerkt.

Voor de start machine en leegraken van een bitumentank moeten protocollen worden gemaakt zodat geen materiaal in het werk wordt gereden waar de bitumen niet in zijn gemengd.

4.5 Transport en aanbrengen – Mix-in-Plant

De juiste korrelverdeling van het mengsel is belangrijk om de juiste eigenschappen te realiseren. Het is daarom van belang om bij Mix-in-Plant maatregelen te treffen om ontmenging te voorkomen in het tijdelijke depot en bij het laden van het mengsel. Tevens moet er aandacht aan worden besteed dat er bij het aanbrengen van het mengsel geen ontmenging plaatsvindt. Het 'over de kop' aanbrengen van het mengsel is een goede beheersmaatregel tegen ontmenging.

4.6 Verdichten

Het soort materiaal, de dikte van de te verdichten laag en de ondergrond bepalen het type en aantal walsen dat voor een project nodig is. Gewoonlijk worden er twee walsen gebruikt om het gemengde materiaal te verdichten. Direct na het aanbrengen of mengen wordt eerst een 'primaire' wals ingezet met een statische massa die afhangt van de dikte van de laag en die voorzien kan worden van een schapenpootrol. Deze primaire rol zorgt voor verdichting met hoge-amplitude-trillingen die doordringen tot de onderkant van de behandelde laag.

Bij Mix-in-Place moet het spoor tussen de banden van de menger als eerste worden verdicht voordat wordt geprofileerd. Wanneer hieraan niet wordt voldaan treedt er een brugwerking tussen de wielsporen op waardoor het materiaal in de wielsporen een hogere verdichting heeft dan tussen de wielsporen.

Het aantal walsgangen, slagkracht, volgorde van statisch en dynamisch verdichten is specifiek voor elk materiaal en ondergrond. Bij start van de werkzaamheden wordt samen met de laborant de project-gebonden verdichtingsstrategie bepaald.



Figuur 4.2 Voorbeeld van wals.

De impact van verdichting op het eindproduct moet niet onderschat worden en is bepalend voor de kwaliteit van de CBIS. Een schapenpoot trilwals is voor de 'kneedbare' CBIS een goede keus om de verdichting te verbeteren.

Als het materiaal tot de juiste hoogte is geprofileerd, wordt er een wals met gladde rol en een statische massa van 10-12 ton ingezet voor verdichting met lage-amplitude-trillingen van het bovenste gedeelte van de aangelegde laag. In specifieke gevallen kan een bandenwals worden ingezet.

De primaire wals is van essentieel belang voor verdichting in de onderste helft van de CBIS-laag.

4.7 Afwerken

Wanneer een tracklengte is gemengd en de eerste verdichting is afgerond, wordt het materiaal met bijvoorbeeld een grader geprofileerd tot de juiste hoogte. Vanwege de materiaaleigenschappen is het minder gevoelig voor scholvorming.

Om de dikte van de CBIS laag overal gelijk te houden is het van belang dat het afwerken van het granulaat en het afwerken van de CBIS, bij voorkeur, door dezelfde machine wordt uitgevoerd met hetzelfde model.

Omdat er altijd enige tijd zit tussen mengen, verdichten en profileren met de grader, droogt het materiaal aan de bovenkant uit. Dat wordt nog erger als er een schapenpootwals wordt gebruikt voor de primaire verdichting. Om laagvorming dan te voorkomen moet het oppervlak vochtig worden gehouden.

Ontspannen, zoals bij AGRAC, is niet nodig.

4.8 Afwalsen

Achter de grader wordt een trilwals met één gladde rol en een statische massa van rond de 10 ton ingezet om het bovenste gedeelte van de laag te verdichten. Deze wals werkt alleen in een trilmodus met lage amplitude. Daarna kan desgewenst het oppervlak lichtjes dicht worden gewalst met een bandenwals om een compact oppervlak te verkrijgen.

Het walsen met de bandenwals is alleen bedoeld voor het verbeteren van de conditie en kwaliteit van het oppervlak van de CBIS en het verhogen van de samenhang van het oppervlak.

4.9 Berijdbaarheid CBIS fundering na aanleg

Door de bitumineuze component in CBIS kan deze na verdichten direct beperkt worden belast door werkverkeer. Het heeft de voorkeur om pas na 1-3 dagen na het verdichten de bovenliggende verhardingsconstructie, bijvoorbeeld asfalt, aan te brengen. Indien in de periode direct na verdichten van de fundering uitzonderlijk hoge temperaturen worden verwacht wordt er pas minimaal drie dagen, na het verdichten, werkverkeer toegelaten op de fundering.

Indien werkverkeer wordt toegelaten moet worden voorkomen dat zware aslasten, zoals volle asfaltwagens, lang op één plek blijven staan. Dit geldt voor zowel direct op de CBIS fundering alsook op de eerste asfaltlaag welke is aangebracht op de CBIS.

5 Dimensionering

De mate waarin de bindmiddelen cement en bitumen aan het materiaal worden toegevoegd en de kwaliteit van het mengproces bepalen in hoeverre er sprake is van binding. Afhankelijk van de hoeveelheid bindmiddel en de kwaliteit van de menging worden categorieën binding onderscheiden, te weten: ongebonden, licht gebonden en gebonden. Het gedrag van het funderingsmengsel is bepalend voor het te verwachten maatgevende schademechanisme en daarmee voor de dimensionering van de verharding waarvan de fundering deel uit maakt. De mate van binding van het mengsel bepaalt daarmee ook de toe te passen dimensioneringsmethode.

Binnen de scope van dit document is een indeling in categorieën gemaakt gebaseerd op de mate van binding. Hierbij is onderscheid tussen de categorieën gemaakt op basis van de splijtsterkte van proefstukken van het materiaal. Voor elk van de categorieën is in onderstaand overzicht voor de mate van binding het maatgevende schadebeeld, de dimensioneringsmethode en de daaraan verbonden ontwerpparameters en voorwaarden gegeven.

Tabel 5.1 Categorisering binding fundering

Categorie binding fundering*	Maatgevend schade-mechanisme	Dimensionerings methode	Ontwerpparameters	Voorwaarde(n) <u>INFORMATIEF</u>
Ongebonden** ITS < 250 kPa (zie § 5.1)	Permanente deformatie	Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials (TG2), Sabita, Third Edition, august 2020, Ch. 5 Structural Design	1. c cohesie 2. ϕ (phi), inwendige wrijving 3. Spanningsverhouding 4. Vervormingsweerstand triaxiaal	Geen trekspanningen in de asfaltlaag of asfaltlagen (dunne asfaltconstructie) Druksterkte < 0,8 MPa (indicatief)
Licht gebonden 250 kPa < ITS < 500 kPa (zie § 5.2)	Vermoeiing Breuk Verbrijzeling / vervorming (toetsen)	Conform achtergrond-rapport OIA met OIA of lineair-elastisch meerlagen rekenprogramma	1. Stijfheid 2. Vermoeiingsweerstand 3. Dwarscontractie coëfficiënt 4. Treksterkte of breukrek 5. Druksterkte	0,8 MPa < Druksterkte < 1,5 MPa (indicatief)
Gebonden ITS > 500 kPa (zie § 5.3)	Vermoeiing Scheur-doorgroei	Conform achtergrond-rapport OIA met OIA of lineair-elastisch meerlagen rekenprogramma	1. Stijfheid 2. Vermoeiingsweerstand 3. Dwarscontractie-coëfficiënt 4. Treksterkte en breukrek	Druksterkte \geq 1,5 MPa (indicatief)

ITS: splijtsterkte van het geretaind proefstuk (kPa)

* Deze indeling is indicatief en niet bindend

** De term 'ongebonden' is voor een materiaal waaraan cement en bitumen is toegevoegd wellicht niet goed passend; de TG2 gebruikt hier de term 'niet-continue gebonden'.

Een belangrijke kanttekening is dat voor de dimensionering van verhardingsconstructies met licht gebonden en gebonden funderingsmaterialen de te hanteren veiligheidsfactoren en/of veiligheidsbenadering nog niet eenduidig zijn vastgesteld.

Voor de dimensionering van de verhardingen met dit type gebonden funderingen moeten, tot het moment dat er breed gedragen algemene uitgangspunten zijn vastgesteld, voor de te hanteren ontwerpparameters, de materiaaleigenschappen middels een vooronderzoek of typeonderzoek vastgesteld worden.

5.1 Ongebonden gebonden fundering

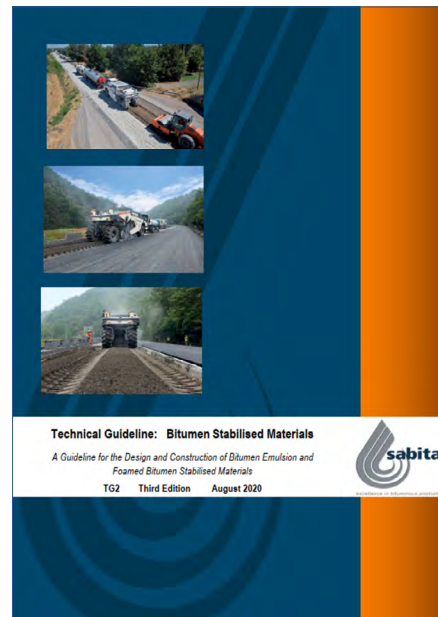
Voor de dimensionering van verhardingen met deze categorie ongebonden fundering wordt permanente vervorming in de fundering als ontwerpcriterium gehanteerd, waarbij de levensduur wordt bepaald door de tijd (aantal lastwisselingen) tot het bereiken van een bepaalde spoordiepte. Voor de bepaling van de weerstand tegen permanente vervorming van ongebonden funderingen kan gebruik gemaakt worden van de 'Zuid-Afrikaanse methode' zoals beschreven in Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials (TG2), Sabita, Third Edition, august 2020, Ch. 5 Structural Design.

Daarbij geldt dat de daarin toegepast empirische transferfuncties gebaseerd zijn op toepassing van voorkomende materialen en gebruiksomstandigheden in Zuid-Afrika. Op basis van praktische ervaringen en/of een uitgebreid validatieonderzoek moet blijken of deze transferfuncties ook geschikt zijn voor verantwoorde toepassing in Nederland. De toepassing en dimensionering van ongebonden funderingsmaterialen valt verder buiten de scope van dit Best Practice document.

5.2 Licht gebonden fundering

Voor de dimensionering van licht gebonden funderingen worden vermoeiing en breuk in de fundering als maatgevende criteria gehanteerd. Er dient aanvullend getoetst te worden op eventuele permanente vervorming of verbrijzeling aan de bovenzijde van de fundering.

Voor het vaststellen van de relatie tussen de in het laboratorium vastgestelde vermoeiingskarakteristiek en de in de praktijk werkelijke optredende vermoeiing moet nog onderzoek worden uitgevoerd om een gedragen veldkalibratiefactor ('lab-/veldfactor') vast te stellen.



Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials (TG2), Sabita, Third Edition, august 2020, Ch. 5 Structural Design.

5.3 Gebonden fundering

Voor de dimensionering van gebonden funderingen worden vermoeiing en breuk als maatgevende ontwerpcriteria gehanteerd. Voor de bepaling van de levensduur kan conform de richtlijnen in het achtergrondrapport van OIA gerekend worden met OIA of met een lineair-elastisch meerlagen rekenmodel met gebruik van toepasselijke waarden voor de breukrek of treksterkte, stijfheidmodulus en een vermoeiingsrelatie (Coëfficiënten C1 en C2 conform OIA).

5.4 Ontwerpparameters

In de onderstaande subparagrafen worden de in de categorie-indeling benoemde ontwerpparameters nader toegelicht. Naast de genoemde parameters vraagt ook het aspect watergevoeligheid aandacht. Indringend vocht kan de binding tussen mineraal aggregaat en mastiek/schuimbitumen nadelig beïnvloeden. De juiste voorzorgsmaatregelen zullen ertoe moeten leiden dat de watergevoeligheidsrisico's kunnen worden geëlimineerd. Een concreet te stellen voorwaarde aan de watergevoeligheid middels een minimale waarde voor de ITSR (verhouding tussen spijjtsterkte van wel – en niet geretainde proefstukken) wordt in dit Best Practice document niet gegeven; er is onvoldoende onderbouwing voor een concrete waarde en de in het laboratorium vast te stellen watergevoeligheid is mede afhankelijk van wijze van proefstukvervaardiging en methode van conditionering (curing).

De proeven (en proefcondities) ter bepaling van de ontwerpparameters alsmede de proefstukvervaardiging en conditionering worden beschreven in Hoofdstuk 3.

5.4.1 Ontwerpparameters ongebonden/licht gebonden funderingen

Voor de ontwerpparameters wordt verwezen naar Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials (TG2), Sabita, Third Edition, august 2020, Ch 5 Structural Design. Daarin zijn de relevante ontwerpparameters cohesie, hoek van inwendige wrijving en spanningsverhouding in detail beschreven.

5.4.2 Stijfheid

De stijfheidsmodulus van een funderingsmateriaal is een maat voor het elastische vervormingsgedrag. De stijfheidsmodulus vertegenwoordigt het lastspreidende vermogen van de fundering dan wel de bijdrage van de fundering aan de draagkracht van de verhardingsconstructie. Voor de bepaling van de stijfheid op materiaalniveau van gebonden funderingsmaterialen worden dynamische trek-, druk- of buigproeven gebruikt. Hierbij wordt de stijfheid bepaald aan de hand van de vierpuntsbuigproef (4PB) als leidend gezien.

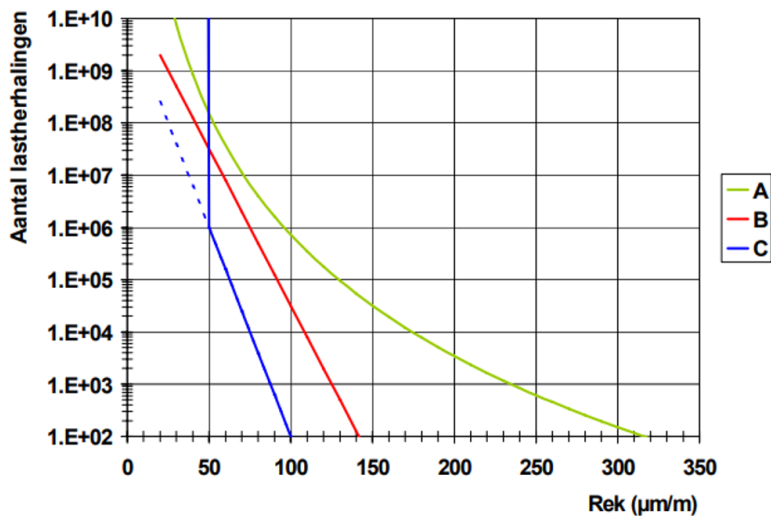
Indien de stijfheid bepaald wordt met de cyclische indirecte trekproef (CY-ITT) kan deze vertaald worden naar een stijfheid vierpuntsbuigproef (4PB) middels een correctiefactor. In het thesis-rapport *Analysis of asphalt concrete fatigue through energy methods* (R. Stegeman, 2020) wordt een correctiefactor gesteld van 18%.

5.4.3 Vermoeiing

Met het ontwerpcriterium voor vermoeiing onderin de gebonden fundering wordt beoogd dat de constructie voldoende weerstand heeft tegen het bezwijken van de gebonden fundering door de invloed van het passerend verkeer. Het merendeel van internationaal bekende dimensioneringsmodellen voor asfaltconstructies met een gebonden fundering hanteert de horizontale rek of de horizontale trekspanning onder in de fundering als toetscriterium voor vermoeiing. Deze aanpak is ook voor OIA overgenomen. OIA berekent zowel de horizontale rek onder in de fundering voor het gehele aslastspectrum als de maximale horizontale rek voor de incidenteel te verwachten maximale aslast middels de toepassing van een meerlagenmodel. Hierbij wordt uitgegaan van een fundering in ongescheurde toestand. In de software is de klassieke aanpak van de rek in beginsituatie gehanteerd. Via het gebruik van partiële veiligheidsfactoren kan veiligheid in het ontwerp worden ingebracht en wordt een correctiefactor over de ontwerpvermoeiingssterkte gezet.

In OIA kan de gebruiker een drempelwaarde voor het rekniveau onder in de gebonden fundering invullen. Bij rekwaarden onder deze drempelwaarde kan een onbeperkt aantal lastherhalingen worden toegelaten. Deze rek wordt vrije rek genoemd en aangeduid met ϵ_{∞} .

Figuur 5.1 toont enkele in de praktijk voorkomende vermoeiingslijnen (aangeduid met A, B en C). Bij materiaal C is $\epsilon_{\infty} = 50 \mu\text{m/m}$ als vrije rek gehanteerd. Als voor dit materiaal geen vrije rek is ingevoerd, dan is het verlengde deel van de vermoeiingslijn, zoals met de streepjeslijn is afgebeeld voor de lagere rekniveaus, van toepassing op alle rekniveaus ongeacht of deze hoog of laag zijn. Uiteraard kan deze 'long life' situatie voor de fundering door andere meer maatgevende ontwerpcriteria, bijvoorbeeld die voor het asfalt, worden overruled.



Figuur 5.1 Vermoeiingslijnen gebonden fundering.

De vermoeiingslijn, zoals bepaald onder laboratoriumcondities, moet worden beschreven door een van de volgende twee vergelijkingen:

$$\log N_{fat,f} = c_1 \cdot \log \epsilon_f + c_2$$

$$\log N_{fat,f} = c_1 \cdot \epsilon_f + c_2$$

waarin:

$N_{fat,f}$ = vermoeiingssterkte gebonden fundering in laboratoriumproef (lastherhalingen)

ϵ_f = maximale rek onder in gebonden fundering ($\mu\text{m/m}$)

$c_1 \dots c_4$ = regressiecoëfficiënten

Voor de bepaling van de vermoeiingsrelatie kan zowel de cyclische indirecte trekproef (CY-ITT) als de vierpuntsbuigproef (4PB) worden gebruikt met het uitgangspunt om minimaal twee rekniveaus te hanteren.

5.4.4 Dwarscontractiecoëfficiënt

Het Poissongetal is een maat voor de dwarscontractie. Wanneer een materiaal door een drukkracht wordt belast, zal dit materiaal in de normaalrichting verkorten en tegelijk loodrecht op de normaalrichting dikker worden. Dit verschijnsel wordt 'dwarscontractie' genoemd. Het Poissongetal is de verhouding van de vervorming loodrecht op de normaalrichting en de vervorming in de normaalrichting. Voor ongebonden steenachtige funderingsmaterialen wordt voor de dwarscontractiecoëfficiënt een waarde 0,35 aangehouden, voor de categorie (licht)gebonden materialen wordt een waarde van 0,25 voorgesteld.

5.4.5 Treksterkte en breukrek

Voor cement en bitumen gebonden funderingsmaterialen geldt net als voor cementgebonden en bitumineus gebonden materialen de maximale rek of trekspanning onder in de fundering als indicator voor het ontstaan van scheurvorming. De in het Keuzemodel wegconstructies (CROW Publicatie 189) gepresenteerde systematiek gaat er van uit dat bij een gebonden fundering de horizontale rek of de horizontale spanning onder in de fundering onder de (waarschijnlijk slechts eenmalig voorkomende) zwaarste aslast niet groter mag zijn dan de toelaatbare rek (breukrek) of spanning (treksterkte). Deze toelaatbare rek of spanning is gedefinieerd als de breukrek of treksterkte die slechts in vijf procent van de gevallen wordt onderschreden. De breukrek of treksterkte kan tijdens de directe trekproef worden bepaald door de rek bij bezwijken te registreren. In de praktijk wordt de breukrek meestal met de directe trekproef, de indirecte trekproef of een buigproef bepaald, waarbij de belasting monotoon (dus met een constante toename van de belasting) wordt opgevoerd tot het moment waarop bezwijken optreedt.

In diverse literatuur wordt gerefereerd aan een relatie tussen buigtreksterkte en splijtsterkte. Hoewel in de praktijk verschillen tussen vastgestelde waarden voor buigtreksterkte en splijtsterkte waar te nemen valt is er echter geen breed gedragen concrete relatie vast te stellen. Binnen dit Best Practice document wordt daarom zo'n relatie niet beschreven.

5.4.6 Druksterkte

De druksterkte wordt samen met de stijfheidsmodulus gebruikt om gebonden materiaal te classificeren in termen van kwaliteit van het product. Hoewel een hoge druksterkte gepaard gaat met een hoge stijfheidsmodulus, bestaat tussen deze beide eigenschappen geen directe relatie voor gebonden funderingen. Met andere woorden, een druksterkte kan niet worden omgerekend naar een bijbehorende stijfheidsmodulus. Beide materiaaleigenschappen moeten afzonderlijk worden bepaald. In de literatuur zijn niettemin tal van conversieformules van druksterkte naar stijfheid beschikbaar.

De druksterkte is een parameter die overwegend voor gebonden funderingsmaterialen van belang is. Bepaling van de druksterkte op tot binding gekomen zelfbindende materialen is niet altijd mogelijk omdat daarvoor de mate van binding vaak te gering is en geen bruikbare kernen uit de weg kunnen worden geboord. De druksterkte is een maat voor de kwaliteit van een gebonden funderingsmateriaal en een indicator die in sommige ontwerpberekeningen wordt gebruikt om te toetsen of de kans op verbrijzeling aan de bovenzijde van de fundering niet te groot is.

5.4.7 Verbrijzelingsweerstand

Voor het ontwerpcriterium 'verbrijzeling bovenop gebonden fundering' wordt de maximale verticale spanning aan de bovenzijde van de wegfundering als toetscriterium gehanteerd (Ontwerpinstrumentarium asfaltverhardingen (OIA), Achtergrondrapport. CROW rapport D1105, 2011).

Deze spanning wordt vervolgens getoetst aan de toelaatbare druksterkte van het materiaal. De druksterkte moet worden bepaald bij een temperatuur van 15 °C als de temperatuur invloed heeft op de grootte van de druksterkte.

In OIA wordt de drukspanning boven op de gebonden fundering getoetst aan de druksterkte van het funderingsmateriaal. De drukspanning onder een breedbandbelasting van 50 kN mag dan niet groter zijn dan 50% van de gerapporteerde druksterkte.

6 Procescontrole, keuren en toetsen gereed product

De mate waarop de fundering in de praktijk de eigenschappen heeft die in het vooronderzoek zijn vastgesteld en in het ontwerp zijn toegepast bepaalt of de fundering als verhardingslaag functioneert zoals gewenst. De wijze waarop, en omstandigheden waaronder, de CBIS fundering wordt aangelegd spelen daar een belangrijke rol in. Om de kwaliteit van de gerealiseerde fundering te kunnen borgen kunnen er tijdens de realisatie en na gereed komen controles, metingen en toetsen worden uitgevoerd (zie tabel 6.1 en 6.2).

De verwerkende partij kan op de kwaliteit van de te realiseren fundering sturen door tijdens de verwerking controles uit te voeren op enkele bepalende aspecten en de omstandigheden waaronder het materiaal verwerkt wordt. In tabel 6.1 en 6.2 (eerste 5 onderdelen) worden deze controles weergegeven als procesmetingen. Deze procesmetingen vallen (tenzij contractueel overeengekomen) onder de eigen verantwoordelijkheid van de verwerkende partij.

Om aan te tonen dat de gerealiseerde funderingslaag voldoet aan de gestelde eisen en normen dienen ook na gereed komen controles te worden uitgevoerd. De eisen en normen komen vanuit contractbepalingen en brancherichtlijnen. De resultaten dienen aan de betreffende eisen gecorreleerd te worden en van bewijsdocumenten voorzien te worden. In tabel 6.2 is een voorbeeld van een eindcontrole opgenomen in de vorm van de bepaling van de druksterkte (laatste onderdeel).

Tabel 6.1 Procesmetingen Cement- en (schuim)Bitumengebonden Stabilisatie

Onderdeel	Metten	Methode/ procedure	Registratie	Streefwaarde	Frequentie	Wanneer	Procedure bij Afwijking
Vooronderzoek	Schuimkarakteristiek bitumen	Zie paragraaf 3.3	Onderzoeksrapport	Zie paragraaf 3.3	Eenmalig	Voor aanvang	Andere bitumen kiezen en/of additief dosering aanpassen.
	Korrelgradering aggregaatmengsel	Zie paragraaf 3.2	Onderzoeksrapport	Zie paragraaf 3.2	Eenmalig	Voor aanvang	Samenstelling aanpassen
	Optimum vochtgehalte	Proef 9 RAW 2020	Onderzoeksrapport	Optimum vochtgehalte	Eenmalig	Voor aanvang	N.v.t.
	Benodigde hoeveelheid cement en bitumen	Zie hoofdstuk 3	Onderzoeksrapport	Druksterkte @ MPa na 28 dagen = afhankelijk van categorie-keuze in tabel 5.1	Minimaal 1 x en wanneer bouwstoffen wijzigen	Voor aanvang	N.v.t.
Verwerking	Weersgesteldheid	Zie paragraaf 4.3	Uitdraai weerbericht	Zie paragraaf 4.3	Minimaal 1 x per dagproductie	Vóór stabiliseren	Werk uitstellen
	Korrelgradering granulaatmengsel	Visueel	Registratieformulier	Resultaat vooronderzoek	Eenmalig	Voor aanvang	Korrelverdeling bepalen en eventueel extra freesgang
	Samenstelling funderingsmengsel	Hoogtemeting zandbed en granulaatlaag	Meetrapport	Ontwerphoogte +/- 2 cm	1x per 500 m ²	Voor aanvang	Hoogteligging aanpassen
	Laagdikte	Laagdikte d.m.v. meting in het werk	Foto laagdikte in dagrapport	Conform ontwerp	Minimaal 1 x per 2.000 m ²	Tijdens stabiliseren	Hermengen
	Schuimkwaliteit bitumen: halfwaardetijd	Visueel en meting	Registratieformulier	Vooronderzoek Halfwaardetijd	1 x bij start iedere nieuwe vracht bitumen	Tijdens stabiliseren	Vocht-bitumenverhouding schuim aanpassen
	Vochtgehalte gemengd product	Nucleair proef 8 RAW 2020	Laboratoriumrapport	Optimaal vochtgehalte (vooronderzoek)	Minimaal 5 x per dagproductie en 1 per 1.000 m ²	Tijdens stabiliseren	Waterdosering aanpassen

Tabel 6.2 Bedrijfscontroles/Keuringen Cement- en (schuim)Bitumengebonden Stabilisatie

Onderdeel	Keuren op	Methode/ procedure	Bewijsdocument	Norm / Eis	Frequentie	Wanneer	Procedure bij afwijking
Leverantie cement	Aanwezigheid KOMO certificaat	N.v.t.	Bewijs van Oorsprong	RAW 2020 80.23.02 lid 01	Eenmalig	Voor levering	Andere partij aanbieden
Leverantie bitumen	Aanwezigheid CE-prestatieverklaring	N.v.t.	Prestatieverklaring	NEN-EN 12591	Eenmalig	Voor levering	Andere partij aanbieden
Leverantie zand (indien van toepassing)	Aanwezigheid CE-prestatieverklaring	N.v.t.	Prestatieverklaring	NEN-EN-13043	Eenmalig	Voor levering	Andere partij aanbieden
Verwerken materiaal	Hoeveelheid cement, Gelijmatigheid	Visueel en weegbonnen	Registratieformulier	Vooronderzoek Gelijkmatische verdeling	Minimaal 1 x per dagproductie	Tijdens stabiliseren	Cementdosering aanpassen
	Dosering schuim-bitumen	Weegbonnen en registratie machine	Registratieformulier	Vooronderzoek	1 x bij start iedere nieuwe vracht bitumen	Tijdens stabiliseren	Schuimbitumen dosering aanpassen
	Verdichting CBIS	Nucleair proef 8 of proef 7 verzwaarde uitvoering	Laboratoriumrapport	Minimaal 98% Gem. per dag Minimaal 102%	Minimaal 5 x per dagproductie en 1 per 1.000 m ²	Tijdens stabiliseren	Naverdichten
Afwerken baan	Vlakheid	Rei van 3 m	Dagrapport	Vlakheid +/- 15 mm t.o.v. profiel	1 x 1.000 m ²	Na afwerken	Herprofilieren
Eindcontrole	Druksterkte	Bepalen druksterkte lab-geproduceerde proefstukken (specie afkomstig uit het werk).	Laboratoriumrapport	Druksterkte @ MPa na 28 dagen = afhankelijk van categorie-keuze in tabel 5.1	Minimaal 1 x per 2.000 m ²	28 dagen na productie	Uitvoeren valgewichtdeflectie-metingen voor het vaststellen van de stijfheid van de fundering. Uit de gemeten stijfheid kan <i>indicatief</i> een druksterkte worden berekend. Vuistregel is druksterkte (MPa) is stijfheid (MPa) gedeeld door 1.000.

Colofon

Best Practice Schuimbitumenstabilisatie

tekst

Taakgroep CBIS

vormgeving

Inpladi bv, Cuijk

