Voor de zekerheid: Asfaltwapening

Een onderzoek over de toepassing van verschillende soorten asfalt-wapening

Definitief

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 7 juni 2011

Hogeschool van Hall Larenstein
Velp, 2011

Verantwoording

Titel	:	Voor de zekerheid: Asfaltwapening
Subtitel	:	Een onderzoek over de toepassing van verschillende soorten asfaltwapening
Projectnummer	:	305296
Referentienummer	:	T&M<-1032034-JH/BB
Revisie	:	Definitief
Datum	:	7 juni 2011

Auteur(s)	:	B. (Bert) Bosscher en J. (Jeroen) Hummelink
E-mail adres	:	Bertbosscher@gmail.com / Jeroen.Hummelink@hotmail.com
Gecontroleerd door	:	N.V.T.
Paraaf gecontroleerd	:	N.V.T.
Goedgekeurd door	:	N.V.T.
Paraaf goedgekeurd	:	N.V:T.

Contact :

Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Hogeschool van Hall Larenstein
Larensteinselaan 26a
6882 CT Velp
Postbus 9001
6880 GB Velp
T: +31 26 369 56 95
F: +31 26 361 52 87
www.vanhall-larenstein.nl

Voorwoord

Het voor u liggende rapport over asfaltwapening is ontstaan als eindopdracht (afstudeeropdracht) voor de studierichting *Grond-, Weg- en Waterbouw* van de opleiding *Land- en Watermanagement* aan Hogeschool van Hall-Larenstein.

Vanwege onze interesse voor wegenbouw zijn wij op zoek gegaan naar een opdracht die daaraan gerelateerd is. Dit is bij Grontmij gelukt doordat wij via een eerdere externe schoolopdracht in contact zijn gekomen met dhr. H.P.M. (Bert) Thewessen. Vanwege zijn enthousiasme en kennis was het voor ons direct duidelijk dat dit een leerzame en leuke tijd zou gaan worden. Wij hadden de keuze uit 4 opdrachten, daaruit hebben wij asfaltwapening als onderwerp gekozen omdat hier nog veel 'onbekend' was en deze opdracht ook veel variatie in uit te voeren werkzaamheden heeft.

Dit onderzoek heeft plaats gevonden tussen februari 2011 en juni 2011, bij Grontmij Nederland te De Bilt. Grontmij is een advies- en ingenieursbureau met een grote diversiteit aan afdelingen binnen de grond-, weg- en waterbouw. Dit afstudeeronderzoek is uitgevoerd bij de afdeling Wegen.

Wij zijn er trots op dat dit rapport tot stand is gekomen. Dat was zeker niet gelukt zonder de begeleiding van Bert Thewessen en Peter van der Meer. Daarom willen wij allereerst Bert Thewessen bedanken voor alle tijd en energie die hij in ons heeft gestoken; om ons te verbeteren, dingen uit te leggen en mooie verhalen te vertellen. Verder willen wij Peter van der Meer bedanken voor zijn scherpe opmerkingen die een grote bijdrage hebben gehad aan de kwaliteit van dit rapport. Daarnaast willen wij iedereen van Grontmij bedanken voor de leuke en leerzame tijd. Tot slot, last but not least, gaat onze dank uit naar alle externe personen die wij hebben mogen raadplegen.

De Bilt, juni 2011
Bert Bosscher & Jeroen Hummelink

Inhoudsopgave

Voorwoord 3

Samenvatting 6

1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding onderwerp 7
1.2 Problematiek 7
1.3 Probleemstelling 7
1.4 Doelstelling en doelgroep 8
1.5 Globale werkwijze en randvoorwaarden 8
1.6 Leeswijzer 8

2 Asfaltwapening en haar vermeende toepassingsgebieden 9
2.1 Asfaltwapening 9
2.2 Mogelijke toepassingsgebieden asfaltwapening 10
2.2.1 Dwarsonvlakheid 10
2.2.2 ‘Afhangende kanten’ 11
2.2.3 Scheurreflectie 11
2.2.4 Reflectiescheuren vanuit de oude asfaltconstructie. 11
2.2.5 Scheuren ontstaan in de fundering 12
2.2.6 Diktereductie van de asfaltconstructie 12
2.2.7 Verbreding 12

3 Welke soorten asfaltwapening zijn er op de markt en wat zijn de verschillen 14
3.1 Basismateriaal 14
3.2 Categorieën wapeningen 14
3.2.1 Grid 14
3.2.2 SAMI 15
3.2.3 Nonwoven 15
3.2.4 Composiet 15
3.2.5 Patch 15
3.3 Leveranciers en productnaam 16
3.3.1 Ceco 16
3.3.2 S&P 16
3.3.3 Intercodam 16
3.3.4 Ten Cate 17
3.3.5 Tensar 17
3.3.6 Aat Baks Handelsonderneming 17
3.3.7 Citeko 17
3.3.8 BituNed 17
3.4 Eigenschappen 18
3.4.1 E-modulus (kN/mm^2 of 1.000 MPa) 18
3.4.2 Breukrek (%) 19
3.4.3 Treksterkte (kN / m) 19
3.4.4 Maaswijdte (mm) 20
3.4.5 Verankering 21
3.4.6 Verticale krachtopname 22
3.4.7 Rolafmeting 22
3.5 Eigenschappen uitvoering 24
3.5.1 Bevestiging 24
3.5.2 Onderlaag 26
3.5.3 Bochten 26
3.5.4 Bitumen 27

3.5.5 Overrijden wapening 27
3.5.6 Minimale overlaging 27
3.5.7 Overlap 28
3.5.8 Rand 28
3.5.9 Opbreken 28
3.6 Interviews leveranciers 30

4 Ervaring met asfaltwapening bij verhardingsadviseurs, aannemers en wegbeheerders 34
4.1 Adviseurs 34
4.2 Aannemers 36
4.3 Wegbeheerders 38

5 Categorieën asfaltwapening in toepassingen 42
5.1 Categorie-indeling asfaltwapening 42
5.2 Reflectiescheuren vanuit de oude asfaltconstructie 43
5.3 Reflectie uit gebonden fundering 44
5.4 Verbreding 44
5.5 ‘Afhangende kanten’ 45

6 Toepassing rapport in de praktijk 46
6.1 Case 1: Advies voor N337, een weg met dwarsscheuren 46
6.1.1 Essentiële eigenschappen 46
6.1.2 Optionele eigenschappen 47
6.1.3 Detaillering advies 48
6.1.4 Evaluatie 48
6.2 Case 2, wegen industrieterrein Werkendam 48
6.2.1 Historie 49
6.2.2 Analyse van het schadebeeld 49
6.2.3 Analyse van de faalmechanismes 50
6.2.4 Conclusie falen asfaltwapening 50
6.2.5 Nieuw advies 50
6.2.6 Evaluatie 50

7 Conclusies en aanbevelingen 52
7.1 Conclusies 52
7.1.1 Betrokken partijen 52
7.1.2 Toepassingsgebieden 52
7.1.3 Producten en eigenschappen 53
7.1.4 Advisering met asfaltwapening 53
7.2 Aanbevelingen 53

8 Bronvermelding 55

9 Begrippenlijst 56

Bijlage 1: Overzicht leveranciers en eigenschappen van verschillende soorten asfaltwapening

Bijlage 2: Tabel T 31.19 CROW

Samenvatting

Er komt in toenemende mate meer vraag naar asfaltwapening in onderhoudsadviezen. Daarom willen wegenbouwkundig adviseurs weten wat de mogelijkheden zijn, in verschillende situaties. Deze wens heeft Grontmij vertaald naar een concrete opdracht die in dit rapport is uitgewerkt als afstudeeropdracht.
Er is onderzoek uitgevoerd naar de beschikbare soorten asfaltwapeningen en toepassingsgebieden. De benodigde informatie is behaald door een literatuurstudie uit te voeren en interviews te houden met betrokken partijen. Door de, vaak theoretische, informatie uit literatuur te combineren met praktijkervaringen is er geprobeerd om de optimale asfaltwapening te vinden, afhankelijk van de situatie.

Op de Nederlandse markt zijn ruim 20 soorten asfaltwapening beschikbaar. De grids zijn gemaakt van kunststof (polyester of polypropyleen), glasvezel, carbonvezel of staal; waarbij aan composieten een nonwoven van kunststof of glasvezel is toegevoegd. Elke soort asfaltwapening heeft unieke eigenschappen, de belangrijkste zijn de E-modulus en de treksterkte, deze hangen nauw samen met het materiaal van het grid. Verder is er tal van eigenschappen die invloed hebben op de (benodigde) verankering, zonder voldoende verankering kan de asfaltwapening niet functioneren.

Asfaltwapening is een grid (raster) of composiet (grid vastgemaakt een vlies ofwel ‘nonwoven’) die in de asfaltconstructie geplaatst kan worden. De asfaltwapening is dan in staat om trekkracht op te nemen die anders door het asfalt opgenomen zou moeten worden. Op die manier helpt asfaltwapening scheurgroei in de asfaltconstructie te vertragen.

Er is nog geen betrouwbare methode om met asfaltwapening te kunnen rekenen. Daarom wordt asfaltwapening als methode gezien om extra zekerheid te geven dat de beoogde ontwerpperiode gehaald wordt. Als een nieuwe wegconstructie ontworpen wordt dan zijn er betrouwbare programma’s om uit te rekenen hoeveel asfaltdikte nodig is voor de gewenste ontwerpperiode. Daarom wordt asfaltwapening voornamelijk ingezet bij onderhoudswerkzaamheden. De voornaamste toepassing van asfaltwapening is om scheurreflectie uit het oude asfalt te vertragen. Verder heeft asfaltwapening zin bij scheurenreflectie uit een gebonden fundering, scheuren door ´afhangende´ kanten of bij scheuren die ontstaan door ongelijkmatige zetting van een verbreding ten opzichte van de bestaande constructie.

Er is nog veel onzekerheid over asfaltwapening, de voornaamste reden hiervoor is dat er teveel onduidelijkheid is. Hiervan is een duidelijk beeld te schetsen, zo zijn:
- wegbouwkundig adviseurs geneigd om aan de zekere kant te gaan zitten met hun advies;
- wegbeheerders huiverig om asfaltwapening toe te passen waarmee zij nog geen ervaring hebben;
- aannemers geen voorstander van asfaltwapening vanwege gemaakte faalkosten.

Tijdens de interviews zijn een aantal andere zaken naar voren gekomen. Zo bleek dat een goede installatie van de asfaltwapening essentieel is om dit te laten functioneren. Verder werd duidelijk dat in de praktijk met vrijwel iedere soort asfaltwapening goede resultaten behaald zijn.

Bij de keuze voor een asfaltwapening moet er een aanname gedaan worden voor de optredende spanning in de asfaltconstructie. Aan de hand daarvan kan een bepaald type asfaltwapening gekozen worden, waarbij E-modulus, trekkracht, verankering en bevestiging een belangrijke rol spelen.

Dit rapport beschrijft de toepassingsgebieden en de eigenschappen van asfaltwapening en kan daarom gebruikt worden bij het ontwerp van een asfaltconstructie met asfaltwapening.

1 Inleiding

Door toegenomen verkeer en afnemend budget voor wegonderhoud wordt het moeilijker voor verhardingsadviseurs om een geschikte oplossing te vinden voor het aanleggen en onderhouden van wegen.
De meeste wegen zijn niet ontworpen voor het hedendaagse verkeer. Vaak voldoet de verhardingsconstructie niet aan het toenemende of veranderende verkeersaanbod. Dit leidt tot scheurvorming en binnendringend vocht in het asfalt, dat tot verdere achteruitgang kan leiden.
Complete reconstructie is de allerlaatste optie, en door de beperkte budgetten wordt onderhoud alleen op een klein aantal wegen uitgevoerd. Een nieuwe overlaging is dan slechts een tijdelijke oplossing, want de bestaande scheuren groeien weer snel tot aan de nieuwe asfaltoppervlakte, tenzij de adviseurs gebruik maken van asfaltwapening.

1.1 Aanleiding onderwerp

Omdat asfaltwapening steeds meer wordt toegepast is het van belang hierover meer kennis te hebben bij de adviseurs. Op dit moment wordt er in Nederland jaarlijks ongeveer 1.000.000 m^2 (=1 km^2) aan asfaltwapening toegepast. De grootste opdrachtgevers voor asfaltwapening zijn gemeentes en waterschappen, gezamenlijk beheren zij 80 tot 90% van het Nederlandse wegennet (808 km^2) [5].

Enkele specifieke voorbeelden waarbij asfaltwapening gebruikt is, zijn:

- Na 20 jaar vertonen de betonplaten op de A1 scheurvorming en zetting en moeten worden gerenoveerd. Tussen Hengelo en de Lutte is wegbreed stalen wapening aangelegd. 600.000 m^2 Stalen wapening is hier toegepast op de gebeukte betonweg.
- De betonnen autosnelweg A59 tussen Zonzeel en Terheijden (nabij Breda) kampte met ernstige schade door zowel langs- als dwarsscheuren in de rechterrijstrook. Hierbij is 130.000 m^2 stalen wapening verwerkt. Op de A59 nabij Drunen is 6.000 m^2 carbon wapening aangebracht, deels op een uitvullaag van asfalt en deels rechtstreeks op het beton, hierop zijn 2 lagen asfalt aangebracht.

1.2 Problematiek

Er is geen standaardprocedure beschikbaar over hoe om te gaan met asfaltwapening in adviezen. Daarom zijn uitgebrachte adviezen meestal gestoeld op informatie van leveranciers en eigen ervaring die men heeft met bepaalde soorten asfaltwapening.
Omdat deze kennis verspreid aanwezig is, is de informatie op dit moment niet op een toegankelijke wijze beschikbaar. Verder hanteren de leveranciers onderling verschillende proeven om de producteigenschappen te bepalen. Dit maakt het moeilijk om de eigenschappen onderling te vergelijken.

1.3 Probleemstelling

Om asfaltwapening goed in de praktijk te kunnen toepassen is het noodzakelijk om te weten wanneer asfaltwapening kan werken, en welke eigenschappen belangrijk zijn. Om hierop een antwoord te krijgen zijn hoofd- en deelvragen geformuleerd waarin deze aspecten aan bod komen.

Hoofdvraag:
Welk type asfaltwapening kan er in een bepaalde situatie het beste toegepast worden?

Deelvragen:

1. Wat is asfaltwapening en wat zijn de vermeende toepassingsgebieden?
2. Welke soorten asfaltwapening zijn er op de markt en wat zijn de verschillen?
3. Wat is de ervaring met asfaltwapening bij verhardingsadviseurs, aannemers en wegbeheerders?
4. Is het mogelijk een stroomschema op te stellen waarmee een afgewogen advies gegeven kan worden?

1.4 Doelstelling en doelgroep

Dit rapport heeft als doel om inzicht te geven in:

- de schadebeelden waarbij het zinvol kan zijn om asfaltwapening toe te passen;
- de verschillende soorten asfaltwapening die er op de Nederlandse markt zijn;
- welke eigenschappen van asfaltwapening van belang zijn;
- de ervaringen van gebruikers van asfaltwapening.

Dit rapport kan door wegenbouwkundig adviseurs van Grontmij gebruikt worden als naslagwerk of voor onderbouwing van adviezen.

1.5 Globale werkwijze en randvoorwaarden

Allereerst is er een literatuuronderzoek gedaan, daarbij zijn voornamelijk documenten van het CROW, OCW en A.H. de Bondt gelezen. De vermelding van gebruikte bronnen is in de tekst opgenomen tussen vierkante haken en verwijst naar de nummers in de bronvermelding. Vervolgens zijn er gesprekken gevoerd met achtereenvolgens: adviseurs, leveranciers, aannemers en wegbeheerders. Deze informatie is gerapporteerd en hierover is in sommige gevallen gelijk een waardeoordeel gegeven. Tot slot is de gerapporteerde informatie toegepast in situaties waarmee de wegbouwkundig adviseurs van Grontmij in de dagelijkse praktijk te maken hebben. Deze laatste stap was nodig om te controleren of de gerapporteerde informatie voldoende, en ook betrouwbaar is.
De actoren in dit onderzoek zijn: Grontmij, Hogeschool van Hall-Larenstein en studenten die dit onderzoek uitvoeren. Door deze actoren zijn randvoorwaarden opgesteld; samengevat zijn dat:

- overzichtelijk maken welke producten en leveranciers er op de markt zijn;
- duidelijk maken wat de verschillen zijn tussen de verschillende soorten asfaltwapening;
- een rapportage opstellen op Hbo-niveau.

Het volledige overzicht van randvoorwaarden is te vinden in het projectplan (paragraaf 2.1).

Gezien de beperkte tijd was het niet mogelijk om het kostenaspect mee te nemen. Daarom is dit volledig buiten beschouwing gelaten.

1.6 Leeswijzer

In dit rapport worden de opgestelde hoofd- en deelvragen achtereenvolgens behandeld.
In hoofdstuk 2 staat aangegeven wat asfaltwapening is en bij welke schadebeelden wordt gedacht dat asfaltwapening zin heeft. In hoofdstuk 3 is een overzicht te vinden van alle gangbare soorten asfaltwapening die er op de Nederlandse markt zijn. Verder staat hier wat de (belangrijke) verschillen zijn tussen de verschillenden soorten asfaltwapening. Hiervoor zijn onder andere gesprekken gevoerd met leveranciers, deze staan ook in dit hoofdstuk uitgewerkt. In hoofdstuk 4 staan de gebruikerservaringen van wegbouwkundig adviseurs, aannemers en wegbeheerders gerapporteerd. In hoofdstuk 5 wordt er gekeken welke soort asfaltwapening het meest geschikt is bij de verschillende schadebeelden. In hoofdstuk 6 worden praktijksituaties van Grontmij uitgewerkt. Tot slot bevat hoofdstuk 7 de conclusie en aanbevelingen.

2 Asfaltwapening en haar vermeende toepassingsgebieden

Asfalt wordt gebruikt in de wegenbouw als verhardingslaag voor wegen, parkeerplaatsen, start- en landingsbanen of in de waterbouw als bekleding van dijken. Er wordt bij wegtoepassingen onderscheid gemaakt in onder- tussen- en deklagen. De onderlagen verzorgen de krachtoverdracht op de ondergrond. De deklaag heeft als belangrijkste functie het leveren van de juiste functionele eigenschappen, zoals vlakheid, stroefheid, zichtbaarheid en waterafvoer.

Asfalt is een mengsel van aggregaten (stenen, zand en vulstof) met een bindmiddel (bitumen). Bitumen is de zwaarste fractie van aardolie. De kleur is donkerbruin tot zwart en het heeft grote hechteigenschappen. Bij temperatuurverhoging wordt het steeds vloeibaarder.
Voor de goede orde: bitumen is geen teer. Teer is een destillaat van steenkool of hout. Vanwege de kankerverwekkende eigenschappen is het gebruik van teer al sinds 1990 verboden.

Bij het dimensioneren van een asfaltverharding wordt de dikte van de constructie bepaald op basis van de eigenschappen van het asfaltmengsel, zwaarte en intensiteit van vooral het vrachtverkeer [6]; [12].

Op een zeker moment zal er schade beginnen op te treden aan de weg ten gevolge van het verkeer en klimatologische invloeden. Als een beginnende schade niet tijdig wordt gerepareerd zal het schadeproces sterk versnellen. Om de weg veilig te houden en hoge kosten van een complete reconstructie te voorkomen dient er tijdig onderhoud gepleegd te worden. De wegbeheerder voert meerdere malen per jaar inspecties uit om te constateren of er visuele schade is. Binnen het CROW is er een systematiek ontwikkeld [1] waarbij schades worden onderscheiden in verschillende groepen (zie tabel 1):

Tabel 1; schadegroepen volgens het CROW

Schadegroep	Schadebeeld	Oorzaak
Textuur	Rafeling (steenverlies)	Gebruik van de weg, weersinvloeden
Vlakheid	Dwarsonvlakheid (spoorvorming), oneffenheden, langsonvlakheid	(Zwaar) verkeer, asfalteigenschappen, slecht verdichten van fundering, variatie in de eigenschappen van de ondergrond
Samenhang	Scheuren	Vermoeiing van het asfalt, reflectie uit gescheurde fundering, door verbreding, invloed van vorst, (reflectie van) langslassen.
Verhardingsrand	Randschade	Schades door schadegroep vlakheid of samenhang maar dan aan de rand (0,25 m)
Diversen	Dwarsscheuren, dwarslassen	Dwarsscheuren ontstaan door materiaalkrimp of reflectie vanuit de fundering. Lassen ontstaan door warm asfalt tegen afgekoeld asfalt aan te draaien.

Voor ieder schadebeeld is er een andere onderhoudsmaatregel optimaal. Omdat dit onderzoek zich richt op asfaltwapening wordt er ingegaan op schadebeelden waarbij toepassing van asfaltwapening zin heeft.

2.1 Asfaltwapening

Asfaltwapening is een inlage in de asfaltconstructie die als doel heeft het vertragen of voorkomen van scheurdoorgroei.



Figuur 1: Voorbeeld van (onder spanning) aanbrengen asfaltwapening

Asfaltwapening is ontstaan vanuit de grond- en funderingswapening. Door de jaren heen hebben leveranciers van asfaltwapening onderzoek laten uitvoeren en hun producten doorontwikkeld. Tegenwoordig zijn er vele soorten asfaltwapening op de markt, die onder andere verschillen wat betreft materiaal, vorm en manier van aanhechting. In hoofdstuk 3 zal in worden gegaan op de verschillende soorten asfaltwapening die er verkrijgbaar zijn.

2.2 Mogelijke toepassingsgebieden asfaltwapening

Zoals gezegd heeft asfaltwapening als doel het vertragen of voorkomen van scheurdoorgroei. Asfaltwapening is hiertoe in staat door trekkrachten op te nemen die het asfalt niet kan hebben. Daarom moet de asfaltwapening wel altijd in de trekzone van de asfaltconstructie geplaatst worden. De trekzone is het gedeelte waar de trekspanning optreedt. Er wordt soms beweerd dat asfaltwapening meer toepassingen heeft, hieronder staan alle mogelijke toepassingsgebieden beschreven. Als een toepassingsgebied voor dit onderzoek niet relevant wordt geacht dan staat dat er direct bij vermeld, inclusief redenering.

2.2.1 Dwarsonvlakheid

Dit schadebeeld is zichtbaar als spoorvorming (figuur 2). Dit kan meerdere oorzaken hebben, de meest voorkomende oorzaak is dwarsonvlakheid ten gevolge van het asfaltmengsel. Deze kan ontstaan doordat het asfaltmengsel niet goed samengesteld is (bijvoorbeeld te veel bitumen) waardoor de bovenste lagen vervormen door toedoen van zwaar (vracht)verkeer. Verder kan het zijn dat het asfalt niet goed verdicht is na het aanbrengen. Een andere oorzaak is dwarsonvlakheid die ontstaat vanuit de ondergrond. In dat geval zal de weg in veel gevallen op een ondergrond van klei of veen liggen en dun zijn [10].

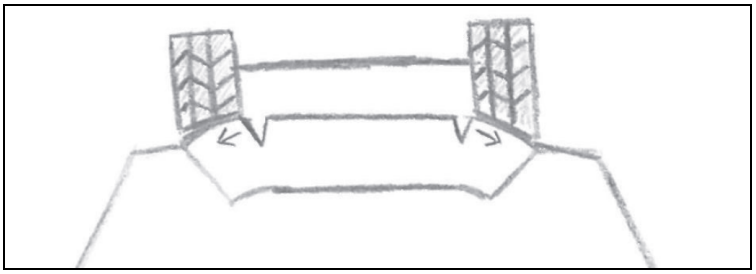
Dit is geen relevant toepassingsgebied van asfaltwapening omdat de meeste dwarsonvlakheid een verkeerd asfaltmengsel als oorzaak heeft en daar kan een asfaltwapening niets aan veranderen. Als de dwarsonvlakheid ontstaat in de fundering zou asfaltwapening wel kunnen werken. Maar dan moet de asfaltwapening wel in de trekzone (In dit geval onder het midden, daar treedt trekspanning op) van de constructie komen. Het is economisch dan niet meer rendabel om tot zo diep het oude asfalt te verwijderen en inclusief een asfaltwapening weer aan te brengen.



Figuur 2: voorbeeld van spoorvorming

2.2.2 'Afhangende kanten'

Dit komt voornamelijk bij plattelandswegen en dijken voor. Als er geen draagkrachtige ondergrond is en er veel verkeer over de rand van de verharding rijdt, treden er extra trekspanningen op in de bovenkant van de constructie (figuur 3). De weg wil als het ware gaan 'hangen' aan de zijkant waardoor er langscheuren kunnen ontstaan. Als er niets aan gedaan wordt dan kan het asfalt zelfs uiteengedreven worden [2].



Figuur 3: Schematisatie van 'afhangende kanten'

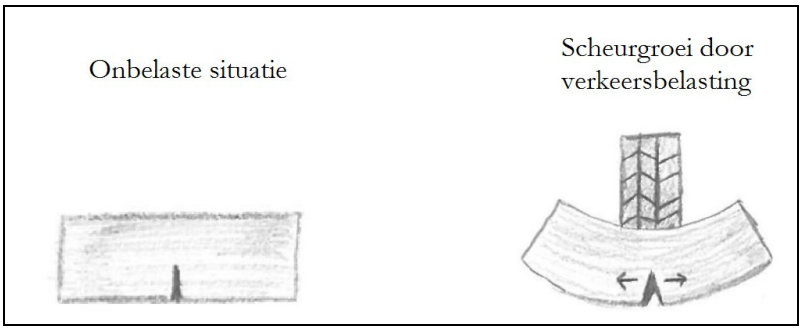
2.2.3 Scheurreflectie

Scheurreflectie kan plaatsvinden als een nieuwe asfaltlaag over een gescheurde constructie aangebracht wordt. De scheuren kunnen vervolgens relatief snel doorgroeien in de overlaging omdat er al een 'begin' is waardoor beweging plaatsvindt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

- reflectiescheuren vanuit de oude asfaltconstructie;
- reflectiescheuren vanuit de fundering.

2.2.4 Reflectiescheuren vanuit de oude asfaltconstructie.

Wanneer een voertuig over de weg rijdt, oefenen de wielen krachten uit op de wegconstructie, hierdoor buigt de wegconstructie door (figuur 4). Op de lange duur is het asfalt niet meer in staat voldoende weerstand tegen deze kracht te bieden en begint het te scheuren (figuur 5). Dit verschijnsel wordt vermoeiing genoemd. Het is te vergelijken met een paperclip, die kan een aantal keer doorgebogen worden voordat de paperclip breekt. De scheuren beginnen onderin de asfaltconstructie omdat daar de mate van doorbuiging het grootst is. Dit zijn vaak langsscheuren die in de rijsporen voorkomen.
Een andere manier waardoor een asfaltconstructie kan scheuren is door uitdroging van de natuurlijke ondergrond. Dit kan voorkomen in gebieden met zware klei. Op warme dagen kunnen volwassen populieren ±1,5 m^3 water per dag onttrekken (vooral populieren onttrekken veel water). Doordat het vocht verdwijnt, neemt het volume van de ondergrond af en kan de klei gaan scheuren. Deze scheuren kunnen na verloop van tijd reflecteren naar de asfaltconstructie [9]; [11].



Figuur 4: Schematisatie van onbelaste en belaste situatie



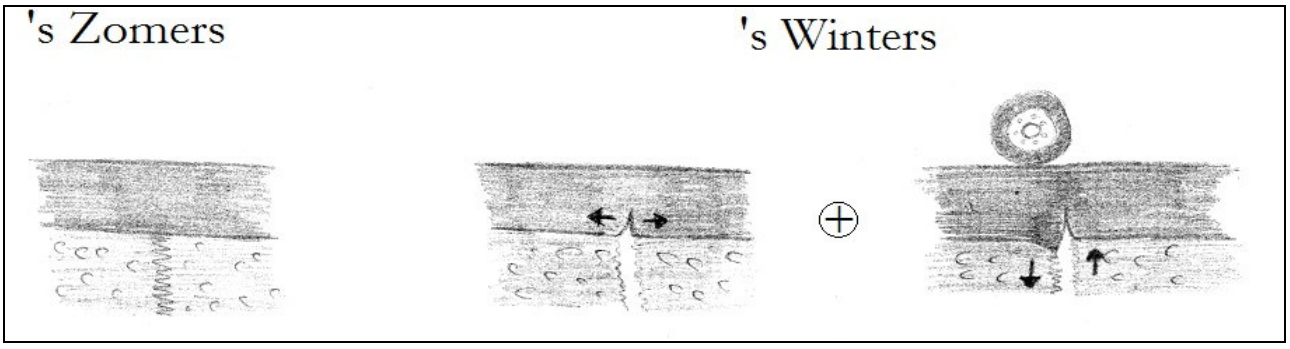
Figuur 5: voorbeeld van scheuren door vermoeiing

2.2.5 Scheuren ontstaan in de fundering

Door verhardingskrimp scheurt een gebonden fundering vrijwel direct na aanleg. De scheuren zijn dwars op de rijrichting en komen op regelmatige afstand voor. Door seizoensinvloed en verkeersbelasting reflecteren deze op den duur naar de oppervlakte van de asfaltconstructie (figuur 6). Door de seizoensinvloed ontstaan er schommelingen in de temperatuur, wat veroorzaakt dat de scheuren open en dicht gaan door uitzetten en krimpen (figuur 7). Ondanks dat deze cyclus maar één keer per jaar plaats vindt zijn deze bewegingen zo extreem dat zij veel invloed uitoefenen op de constructie. Door verkeersbelasting wordt de scheurreflectie versneld.



Figuur 6: voorbeeld van scheurreflectie uit gebonden fundering



Figuur 7: Schematisatie van scheurreflectie uit een gebonden fundering

2.2.6 Diktereductie van de asfaltconstructie

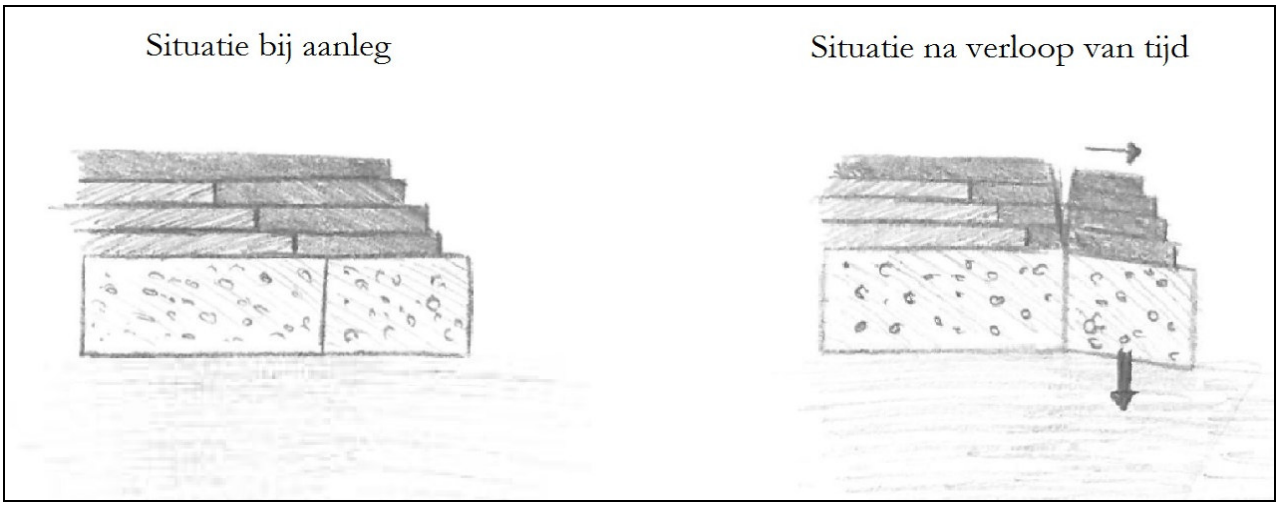
Als een asfaltconstructie een hoge stijfheid heeft, dan zal het asfalt weinig rekken. Daarom zal, in het geval dat stijfheid het enige verschil zou zijn tussen twee asfaltconstructies, de constructie met de hoogste stijfheid het langste meegaan. Dat wil zeggen dat voor dezelfde ontwerpperiode een dunnere asfaltconstructie volstaat. Hierdoor kan er bespaard worden op asfaltgebruik, dit is onder andere in het kader van duurzaamheid interessant: elke ton asfalt die er minder gebruikt wordt bespaart ongeveer 12 kilo CO_2 uitstoot.

Dit is geen relevant toepassingsgebied van asfaltwapening omdat er nog geen betrouwbare manier van rekenen met asfaltwapening bestaat. De onzekerheid bij asfaltadviseurs, wegbeheerders en aannemers is daarom te groot om asfaltwapening toe te passen. Alleen in situaties waar de gewenste overlagingsdikte zonder asfaltwapening niet gehaald kan worden wordt er voor extra zekerheid asfaltwapening toegepast. Soms kan in verband met ‘vaste’ hoogtes in de omgeving zoals opritten of trottoirbanden de gewenste overlagingsdikte niet aangebracht worden. In dat geval wordt er noodgedwongen gekozen voor diktereductie

2.2.7 Verbreding

Hierbij treedt schade op als er restzetting plaatsvindt ter plaatse van de verbreding (dat is voornamelijk bij veen en klei ondergrond). Deze restzetting wordt veroorzaakt als het eigengewicht van de nieuwe constructie meer is dan de grond die eerst ter plaatse van de verbreding zat. Door de restzetting onder de nieuwe wegconstructie ontstaat er een ‘hoogteverschil’ tussen de oude en nieuwe constructie. Hierdoor treden er

op de grens tussen het oude en nieuwe gedeelte trekspanningen op, aan de bovenkant van het asfalt (figuur 8). Als de spanning te groot wordt kan het asfalt niet meer uitrekken en ontstaat er een langsscheur [2].



Figuur 8: Schematisatie scheurgroei bij een verbreding

3 Welke soorten asfaltwapening zijn er op de markt en wat zijn de verschillen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op asfaltwapening. Er zijn 4 basismaterialen waarvan asfaltwapening gemaakt wordt, te weten staal, kunststof, glasvezels en carbonvezels. In dit hoofdstuk worden de verschillende soorten asfaltwapening en leveranciers besproken. Voor de Nederlandse markt zijn op dit moment 8 leveranciers die asfaltwapening leveren. De informatie is beschikbaar gekomen door de literatuur, productfolders en door het houden van interviews met leveranciers.

3.1 Basismateriaal

Asfaltwapening wordt al 30 jaar in Nederland toegepast. Gedurende die periode zijn er ontwikkelingen geweest in de basismaterialen waarvan de asfaltwapening gemaakt wordt. Een stalen asfaltwapening wordt het langst toegepast, de eerste weg in Nederland met stalen wapening stamt uit 1981. Daarnaast is kunststof een veel gebruikt materiaal dat vanuit de funderingswapening is doorontwikkeld naar asfaltwapening. Een wapening van glasvezel bestaat sinds ongeveer 1995. De laatste ontwikkeling is asfaltwapening van carbonvezels dit is sinds 2005 op de Nederlandse markt. Deze producten worden onderstaand nader toegelicht.

Staal

Staal is een product dat als erts wordt gewonnen. Vaak wordt het staalproduct gemaakt door verschillende soorten staal te combineren. Dit wordt veelal gedaan voor de sterkte van het eindproduct. De staalsoorten die voor asfaltwapening gebruikt worden zijn of met alleen zink of met zink en aluminium gecoat.

Kunststof

Kunststof is een verzamelnaam voor vele verschillende soorten. Als asfaltwapening zijn er twee kunststoffen die gebruikt worden, te weten polypropyleen en polyester.

Glasvezel

Gesmolten glas wordt uiteengetrokken in vezels van 8 – 24 µm. Voor asfaltwapening worden zeer veel glasvezels gecombineerd tot één dikke bundel waardoor de totale sterkte toeneemt. Vervolgens wordt de asfaltwapening gemaakt van deze bundels.

Carbonvezel

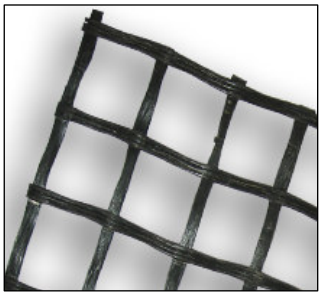
Carbonvezels (5 – 10 µm) worden gemaakt uit acrylvezels die door middel van pyrolyse bij een temperatuur van 3000°C verkoold worden. Pyrolyse is een proces waarbij materiaal ontleed wordt door verhitting zonder zuurstof. Welke scheikundige reactie hierbij plaats vindt is niet duidelijk, daarvoor is het een te ingewikkeld proces. Voor asfaltwapening worden zeer veel carbonvezels gecombineerd tot één dikke bundel waardoor de totale sterkte toeneemt. Vervolgens wordt de asfaltwapening gemaakt van deze bundels.

3.2 Categorieën wapeningen

Asfaltwapeningen zijn gemaakt van verschillende basismaterialen, mede hierdoor hebben ze allemaal een verschillende toepassing. In de literatuur worden er meerdere termen gebruikt als benaming voor asfaltwapening, zoals: net, weefsel, gewoven net of grid. Eenduidige definities zijn niet te geven, daarom worden alle soorten asfaltwapening in dit onderzoek grid genoemd.

3.2.1 Grid

Een grid bestaat uit een maasstructuur (figuur 9), deze is meestal vierkant maar kan ook rechthoekig of een zeskant zijn. Een grid kan eventueel gebitu-



Figuur 9: Grid

mineerd zijn om een goede hechting met het asfalt te krijgen. Het bitumen smelt wanneer er met asfalt overlaagd wordt. Een grid kan bestaan uit staal, kunststof, glasvezel, carbonvezel [4]; [14].

3.2.2 SAMI

Dit is de afkorting van Stress Absorbing Membrane Interlayer. Dit is een verzamelnaam voor tussenlagen met een zeer lage elasticiteitsmodulus, die schuifspanningen mogelijk maakt zonder dat de samenhang van de bestaande constructie en overlaging verloren gaat. Als er een SAMI toegepast wordt, gaat de overlaging onafhankelijk van de bestaande constructie functioneren. Door een SAMI toe te passen wordt scheurdoorgroei geremd, waardoor de overlaging minder dik hoeft te zijn dan in een situatie zonder SAMI. Een SAMI alleen wordt in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten, maar het zou als alternatief gebruikt kunnen worden. Een wapening in combinatie met een SAMI wordt wel meegenomen, zie composiet [13].

3.2.3 Nonwoven

Dit is een product dat goede absorberende eigenschappen heeft, in de literatuur wordt dit ook wel vlies, doek of vilt genoemd (figuur 10). Het bestaat uit in willekeurige richting in elkaar gedraaide vezels. In het verleden werd dit veel gebruikt om op een goedkope manier een asfaltconstructie waterdicht te maken of om een SAMI-effect te realiseren door het te doordrenken met bitumen. Tegenwoordig wordt een grid vaak gebruikt in combinatie met een nonwoven (composiet) om de aanleg van het grid te vereenvoudigen. Er bestaan verschillende gewichtsklassen in de nonwoven, van 20 tot 140 gram/m^2. Het gewicht dat gekozen wordt hangt af van de toepassing: ter vereenvoudiging van de aanleg (lichte nonwoven gewenst) of om een SAMI-effect te krijgen (zware nonwoven noodzakelijk). Hier wordt in paragraaf 3.4.5 op teruggekomen. [4]; [14].



Figuur 10: Nonwoven

3.2.4 Composiet

Een composiet bestaat uit een nonwoven met een grid (figuur 11). In de toepassingen van composieten wordt de nonwoven gebruikt om de wapening te hechten. Maar dit is niet de enige functie van de nonwoven, [4].

- Bij glasvezelwapeningen wordt ook een nonwoven toegepast om de wapening te beschermen tegen het breken van de vezels. Dit kan van toepassing zijn als er met zwaar (werk) verkeer over de asfaltwapening gereden moet worden.
- Het geeft een waterdichte afsluiting van onderliggende lagen, waardoor er om die reden geen versnelde schade plaatsvindt.
- Leveranciers geven aan dat er dankzij de nonwoven een SAMI-effect optreedt.



Figuur 11: Composiet

De aanleg gaat door eerst de onderlaag met een hoeveelheid bitumen(emulsie) in te spuiten alvorens de composiet uit te rollen. Als de composiet uitgerold is dan wordt het bitumen geabsorbeerd in de nonwoven. Op het moment dat de asfaltlaag er overheen komt wordt het bitumen door het gewicht van het asfalt door de nonwoven heen geperst waardoor het zowel aan de onder- als overlaag hecht. Bij een composiet moet er altijd op gelet worden dat deze niet ‘open’ ligt tijdens regen, in plaats van bitumen wordt er dan regenwater geabsorbeerd. Materialen waar een nonwoven van gemaakt wordt zijn: polyester, polypropyleen en glasvezel

3.2.5 Patch

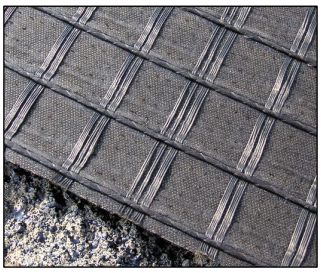
Dit is een combinatie van glasvezelwapening en een soort ‘dakleer’. Door het zogenoemde dakleer geeft dit een soepele laag in een asfaltconstructie (SAMI). De patch is een speciaal gemaakte wapening die in kleine toepassingen te verwerken is, wanneer er sprake is van enkele scheuren of aparte toepassingen, zoals overlaging van asfalt op een betonnen fietspad. Hierbij wordt vaak op de dwarsnaden een strook (patch) wapening geplaatst. Deze moet dan het krimpen en uitzetten van het beton opvangen zodat het asfalt niet door scheurt. Een patch wordt in dit rapport buiten beschouwing gelaten omdat dit onderzoek zich richt op asfaltwapening die integraal is toe te passen [4].

3.3 Leveranciers en productnaam

In deze paragraaf wordt ingegaan op de leveranciers en producten die er op de Nederlandse markt zijn. Er is gedurende dit onderzoek gemerkt dat namen van leveranciers of producten onbekend zijn bij gebruikers, of onterecht door elkaar gebruikt worden. Als voorbeeld: er wordt regelmatig gezegd dat er ergens een Tensar-asfaltwapening toegepast is, hiermee wordt dan in 99% van de gevallen Tensar AR-G bedoeld. Echter Tensar levert ook een glasvezel wapening (Glasstex). Zo zijn er meer voorbeelden. Om die verwarringen uit de wereld te helpen worden de meest voorkomende misverstanden in deze paragraaf genoemd. Behalve dat wordt ook de (on)bekende product- of leverancierspecifieke informatie gegeven. Verder staat er vermeld of de leverancier wel of geen vaste onderaannemer heeft die kan zorgen voor het aanbrengen van de asfaltwapening. Een vaste onderaannemer heeft ervaring met de aanleg van bepaalde producten, daarom is de kans dat de aanleg goed gaat groter.
De gebruikte bronnen om deze paragraaf tot stand te brengen zijn de interviews met leveranciers en de websites van de leveranciers.

3.3.1 Ceco

Dit is een leverancier van allerlei geokunststoffen waaronder één asfaltwapening, genaamd HaTelit (figuur 12). Dit is een flexibele wapening bestaande uit polyester (PET) vezels die gebitumineerd zijn. Voor het aanbrengen is HaTelit voorzien van een nonwoven, bestaande uit polypropyleen (PP) die smelt bij ± 160 graden, de temperatuur van asfalt bij aanbrengen. In het geval van asfaltwapening is het product HaTelit bekender dan de leverancier Ceco. Deze wapening wordt alleen geleverd maar niet aangebracht.



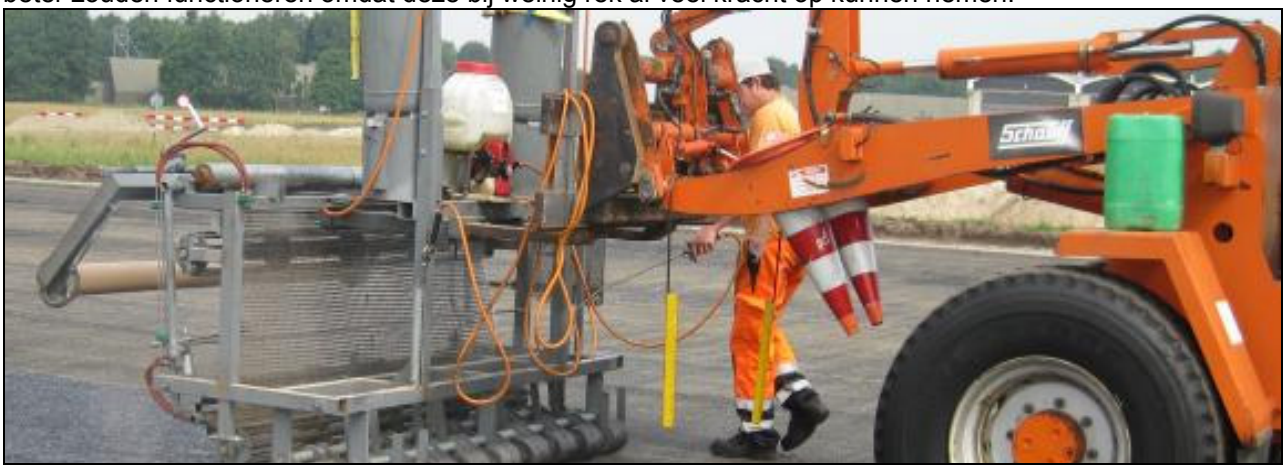
Figuur 12: HaTelit

3.3.2 S&P

Dit is een leverancier van materialen voor uiteenlopende toepassingen. Als asfaltwapening leveren zij met bitumen omhulde grids van glasvezels (Glasphalt) of carbonvezels (Carbophalt). Carbophalt is een combinatie van glasvezels in de lengterichting van de rol en carbonvezels in de breedterichting van de rol. Hierin levert S&P verschillende varianten, te weten de G & GV

G: Een grid bestaande uit glas- of carbonvezels met brandfolie.
GV: Een grid bestaande uit glas- of carbonvezels, verlijmd op een nonwoven van 20 gr/m2.

De categorie G grids worden tijdens het uitrollen op de weg met een brander verwarmd hierbij smelten bitumen waardoor er een goede hechting behaald kan worden. S&P heeft patent op asfaltwapening die aangebracht wordt door middel van vastbranden (figuur 13). Hier is een speciale afrolmachine voor nodig, deze is van S&P te huren of te kopen. Indien gewenst kan S&P de aanleg door een ervaren onderaannemer laten verzorgen.
In het verleden leverde S&P ook een polyester grid, hier is S&P van afgestapt omdat glas- & carbon grids beter zouden functioneren omdat deze bij weinig rek al veel kracht op kunnen nemen.



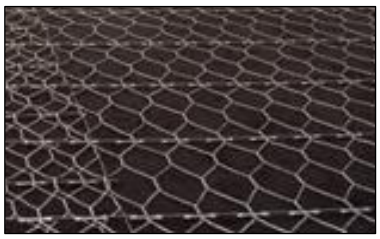
Figuur 13: Aanbrengen van S&P wapening door middel van branden

3.3.3 Intercodam

Is een leverancier die onder andere asfaltwapening verkoopt, genaamd Bitufor. De stalen grids van Intercodam worden alleen verkocht in combinatie met aanleg verzorgd door een van de vier aangewezen onderaannemers. Tijdens het aanbrengen wordt de stalen wapening in een emulsieasfaltbeton (EAB) gegoten.

Emulsieasfaltbeton is een koud bereid mengsel van mineraalaggregaat, gemodificeerde bitumenemulsie, cement, water en eventueel pigment. De bedrijven die dit mogen verzorgen zijn: Rapid Asfalt, Coldmix, Possehl en Liessen Bitumen.

Bitufor bestaat uit een zeshoekig (op kippengaas lijkend) grid met iedere 24,5 cm een dwarsversteviging in de vorm van een getordeerde draad (figuur 14). De reden dat deze draad getordeerd is, is dat de draad op deze manier niet uit het grid getrokken kan worden. Het staal is bewerkt met een bezinal coating (bezinal bestaat uit 95% Zink en 5% Aluminium), dit geeft een beschermlaag aan het staal tegen oxideren, bijvoorbeeld wanneer het nog niet in asfalt verwerkt is.



Figuur 14: Mesh-Track

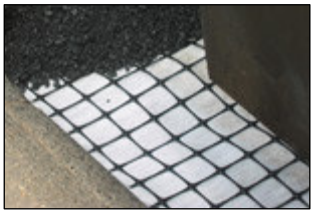
Tot ongeveer 1997 werd het stalen grid los verkocht (dus zonder verzorging van de aanleg) toen heette dat Mesh-Track. Tegenwoordig wordt Bitufor nog steeds door het gros van de mensen Mesh-Track genoemd, terwijl het inmiddels niet meer los verkrijgbaar is [8].

3.3.4 Ten Cate

Is een leverancier van geokunststoffen, als asfaltwapening levert Ten Cate Polyfelt PGM-G. Dit is een glasvezel wapening op een nonwoven van polyester. Polyfelt PGM-G is alleen te leveren inclusief installatie door Esha. Er is gedurende dit onderzoek door Ten Cate een nieuw product gelanceerd met extra diagonale draden, om de krachten meer te kunnen verdelen. Dit is niet meegenomen in dit onderzoek.

3.3.5 Tensar

Is een leverancier van geokunststoffen, als asfaltwapening levert Tensar Tensar AR-G (polyester) (figuur 15) en Glasstex (glasvezel). Zoals vermeld is Tensar voornamelijk bekend van het AR-G grid. Dit is het enige grid met starre hoekpunten (de hoeken zijn altijd 90°) dat op de markt is. Beide producten hebben een nonwoven ten behoeve van de aanleg. Tensar levert alleen de producten en de aanleg moet men zelf verzorgen.



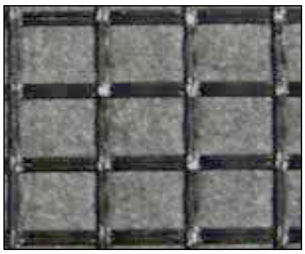
Figuur 15: Tensar AR-G

3.3.6 Aat Baks Handelsonderneming

Aat Baks Handelsonderneming bestaat sinds 2009 en levert asfaltwapening van staal, glasvezel en carbonvezel. AB-Mesh is een stalen wapening met dwarsversteviging in de vorm van een ronde draad. Dit staal heeft een zinkcoating ondergaan om het staal te beschermen tegen oxidatie. Daarnaast wordt Reforgrid geleverd, dit is een gebitumineerde glasvezelwapening. Reforgrid is eventueel ook verkrijgbaar in combinatie met een nonwoven, dan heet het Reforgrid combi. Verder wordt er een carbon asfaltwapening geleverd, genaamd Geonet. Deze bestaat in de lengte van de rol uit glasvezels en in de breedte van de rol uit carbonvezels die volledig gebitumineerd zijn.

3.3.7 Citeko

Citeko is een leverancier van producten in de civiele techniek, hun asfaltwapening is Bitutex. Dit product bestaat uit een grid van glasvezel of polyester. Door toevoeging van een polyester nonwoven heet het product Bitutex Composite. Wanneer er bij een glasvezelgrid een nonwoven van glasvezels wordt toegevoegd heeft dit de naam Bitutex Stargrid (figuur 16). De nonwoven van glasvezels (GLU) is een gepatenteerd systeem van Citeko. Het voordeel hiervan is dat het zonder complicaties te frezen is. Bij een nonwoven van kunststof kan het zijn dat deze er in te grote stukken ‘uitgetrokken’ wordt. Alle grids hebben een bitumen coating ondergaan. Asfaltwapeningen van Citeko worden geleverd, het aanbrengen dient door de aannemer te gebeuren.



Figuur 16; Bitutex Stargrid

3.3.8 BituNed

BituNed levert meerdere producten voor de GWW, waaronder glasvezelwapening genaamd Glasgrid. Verder levert Bituned de Glasgrid ook met nonwoven, genaamd Compogrid. De producten van BituNed zijn eventueel leverbaar inclusief aanbrengen door een vaste onderaannemer.

In tabel 2 is een overzicht opgenomen van de leveranciers met producten die zij leveren. Verder is er vermeld uit welke materialen de wapeningen bestaan.

Tabel 2: Overzicht leveranciers en producten

Leverancier	Productnaam	Materiaal wapening	Materiaal nonwoven	Gewicht nonwoven	Aanleg door leverancier
				Gram / m^2	
Ceco	HaTelit	Polyester	Polypropyleen	20	Niet mogelijk
Intercodam	Bitufor	Staal	-	-	Verplicht
Ten Cate	PGM-G	Glasvezel	Polypropyleen	140	Verplicht
S&P	Glasphalt G	Glasvezel	-	-	Optioneel
	Glasphalt GS		Polypropyleen	20	
	Carbophalt G	Glas- met carbon vezel	-	-	
	Carbophalt GS		Polypropyleen	20	
Tensar	ARG	Polypropyleen	Polyester	130	Niet mogelijk
	Glasstex	Glasvezel	Polypropyleen	210	
Aat Baks Handelson-derneming	AB-Mesh	Staal	-	-	Niet mogelijk
	Geonet	Glas- met carbon vezel	Polyester	100[1]	
			-	-	
	Reforgrid	Glasvezel	Polyester	100[1]	
			-	-	
Citeko	Bitutex glas	Glasvezel	-	-	Niet mogelijk
	Bitutex Stargrid glas		Glasvezel	40	
	Bitutex Composite glas		Polyester	60 / 140	
	Bitutex polyester	Polyester	-	-	
	Bitutex Composite poly-ester		Polyester	60 / 140	
Bituned	Glasgrid	Glasvezel	-	-	Optioneel
	Compogrid		Polypropyleen	120[2]	

[1], Standaard, maar afwijkend gewicht is mogelijk.
[2], Aanname op basis van totaal gewicht wapening

3.4 Eigenschappen

In deze paragraaf worden de belangrijke eigenschappen genoemd die door de leveranciers opgegeven worden. Om een beeld te krijgen wordt eerst een algemene omschrijving per eigenschap gegeven. Vervolgens staan de verschillende waardes per product opgesomd in tabel 3. Deze tabel is onderdeel van de overzichtstabel uit bijlage 1.

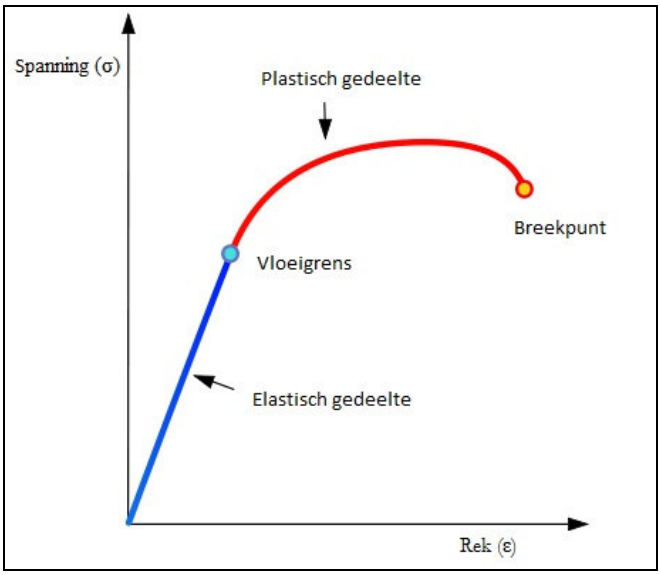
3.4.1 E-modulus (kN/mm^2 of 1.000 MPa)

Om de E-modulus uit te leggen is het eerst van belang te weten dat een materiaal elastisch & plastisch kan vervormen. Voor beide soorten van vervorming is een spanning nodig. Er treedt altijd eerst een elastische vervorming op en daarna kan een plastische vervorming volgen. Bij een elastische vervorming keert het materiaal weer in oorspronkelijke staat terug zodra de spanning verdwijnt. Bij een plastische vervorming heeft er een blijvende vervorming plaatsgevonden.

Voor de E-modulus is het elastische deel van belang. Dit is een verhouding tussen de optredende spanning (σ) en relatieve verlenging, ofwel rek (ε). Als deze in een grafiek tegenover elkaar uitgezet worden ontstaat er een lineaire lijn, hoe steiler die lijn loopt des te hoger de E-modulus is. (zie figuur 17)

Een materiaal met een hoge E-modulus kan bij weinig rek al veel spanning opnemen. Daarom is de E-modulus een belangrijk eigenschap die een asfaltwapening heeft. Hoe hoger de E-modulus van een asfaltwapening is, des te beter. Bij een hoge E-modulus is ook meer verankering vereist als bij een lage E-modulus. Dat is omdat een hoge E-modulus al direct spanning opneemt waardoor het los wil ‘schieten’.

De E-modulus is door de leveranciers opgegeven en loopt uiteen per materiaal: carbonvezel 240 kN/mm^2, staal 200 kN/mm^2, glasvezel ±73 kN/mm^2 en kunststof ±10 kN/mm^2. Ter vergelijking, ongescheurd asfalt heeft een E-modulus van 5 tot 15 kN/mm^2. Een kunststof asfaltwapening heeft een hogere breukrek als asfalt, daarom zal een kunststof asfaltwapening pas ‘gaan werken’ als het asfalt scheurt.



Figuur 17: Voorbeeld spanning-rekdiagram

3.4.2 Breukrek (%)

Zoals het woord breukrek al zegt is dit het moment waarop de maximale rek bereikt is en de asfaltwapening breekt. Vanaf dat moment kan de asfaltwapening geen spanning meer opnemen.

Het breekpunt kan soms direct na het elastische gedeelte zitten, dan spreekt men over een bros materiaal (glasvezel & carbon). Asfaltwapening van taai materiaal (staal & kunststof) heeft eerst een plastische vervorming voordat het breekt (figuur 17).

Voor brosse materialen geldt des te hoger de breukrek is, hoe beter dit is. Dat is omdat er geen plastische vervorming plaats vind, maar het materiaal direct breekt en dus niet meer 'werkt'. In het geval van staal en kunststof zegt de breukrek niets omdat deze vele malen hoger is dan de breukrek van asfalt.

Glasvezel- en carbonvezelgrids hebben een breukrek van ±3-4% respectievelijk ±1,5%.
Omdat de breukrek voor taaie materialen minder relevant is, is door de leveranciers geen breukrek opgegeven

3.4.3 Treksterkte (kN / m)

Alle leveranciers geven een treksterkte op, vaak bij verschillende rekpercentages. Dit is niet de juiste term, hier wordt namelijk de trekkracht van de wapening per strekkende meter mee bedoeld. Omdat alle leveranciers praten over treksterkte wordt er in dit onderzoek met de term treksterkte doorgegaan en niet met trekkracht.
Treksterkte is de hoeveelheid kracht die per meter asfaltwapening opgenomen wordt, dit hangt nauw samen met de rek. Op het moment dat er aan een wapening 'getrokken' wordt, verandert de hoeveelheid spanning.
Voor glasvezel en carbonvezel is het zo dat naarmate het grid meer uitrekt de spanning in de wapening toeneemt totdat deze breekt (breukrek).
Als er aan een kunststof grid 'getrokken' wordt neemt de spanning toe (tot boven de 10% rek) en daar is de spanning maximaal. Dit materiaal zal dan nog niet breken maar verder uitrekken en steeds minder kracht opnemen (plastische vervorming).
Een stalen grid heeft een complex verloop van de treksterkte; die uitleg voert te ver voor dit rapport.

De treksterkte wordt op verschillende manieren bepaald, voor alle kunststoffen en carbon geldt dat dit gaat volgens de ISO 10319. Bij glas grids gebeurd dit op verschillende manieren:

Ten Cate	ISO 10319
Bituned	ISO 10319
Tensar	BS EN ISO 3341:2000
Aat Baks	Onbekend
S&P	ISO 10319

Het is niet duidelijk geworden op welke manier de treksterkte van stalen grids wordt bepaald. Op die vraag zijn de volgende antwoorden gegeven:
'Deze worden in het laboratorium doormiddel van gecertificeerde apparatuur bepaald. In de meeste gevallen worden daarvoor speciaal ingelichten trekbanken gebruikt.' (Aat Baks Handelsonderneming)
'Deze wordt onafhankelijk getest met de daarvoor geldende normen.' (Intercodam)

Deze antwoorden laten de exacte manier van testen open. Het is mogelijk dat hier een 'eigen' testmethode voor bedacht is, maar het zou ook een ISO-norm kunnen zijn.

Uitleg ISO 10319:
Volgens deze norm worden kunststoffen uit de geotechniek getest. Dit gaat door 5 proefstukken van 20 cm breedte en 10 cm lang in lengte- en breedterichting te testen in een trekbank. Hieruit komen de volgende gegevens: [7].

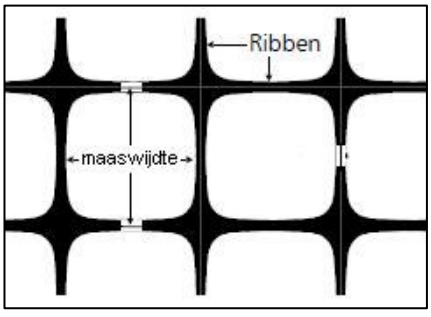
- Maximale treksterkte (kN / m)
- Rek bij maximale treksterkte (%)
- Treksterkte bij: 2%, 5% en 10% rek (kN / m)

Uitleg BS EN ISO 3341:2000
De glasvezel wapening van Tensar wordt getest volgens BS EN ISO 3341:2000, hierbij wordt de treksterkte van een vezel getest. Vervolgens wordt theoretisch bepaald wat de treksterkte van één strekkende meter grid is door het aantal aanwezige vezels te vermenigvuldigen met de waarde van die ene vezel.

De treksterkte wordt door veel mensen, ten onrechte, als belangrijkste eigenschap van asfaltwapening gezien. Niemand weet namelijk hoeveel trekkracht er optreedt in de asfaltconstructie, en dus valt daarom niet te zeggen hoeveel trekkracht een asfaltwapening nodig heeft. Bovendien is de benodigde treksterkte afhankelijk van de E-modulus en breukrek. Als de asfaltwapening een hoge E-modulus heeft in combinatie met een lage breukrek (bijvoorbeeld carbon), dan is er veel treksterkte nodig om te voorkomen dat de asfaltwapening breekt. Door de hoge E-modulus wil de asfaltwapening namelijk veel spanning (en dus trekkracht) opnemen.
Voor carbonvezel asfaltwapening is alleen een 200 kN / m, kunststof is 20 tot 50 kN / m en staal 32 tot 50 kN / m. Voor glasvezel is er keuze uit veel verschillende uitvoeringen, van 50 kN / m tot 240 kN / m. De praktijk heeft uitgewezen dat in veel situaties een uitvoering van 50 kN / m voldoet. De reden waarom er soms voor een sterkere uitvoering gekozen wordt, is vooral omdat dan extra zekerheid gewenst is. Niet van alle soorten asfaltwapening wordt de treksterkte op dezelfde manier bepaald. Alleen als de treksterkte volgens dezelfde methode bepaald is, kan er onderling vergeleken worden welke asfaltwapening de meeste trekkracht heeft. ISO10319 zal naar verwachting een lagere waarde geven dan BS EN ISO 3341:2000.
De treksterkte kan verschillen in de lengte- en dwarsrichting van de asfaltwapening. Dit is gedaan omdat er vaak maar in één richting (haaks op een scheur) grote trekkrachten optreden in het asfalt.

3.4.4 Maaswijdte (mm)

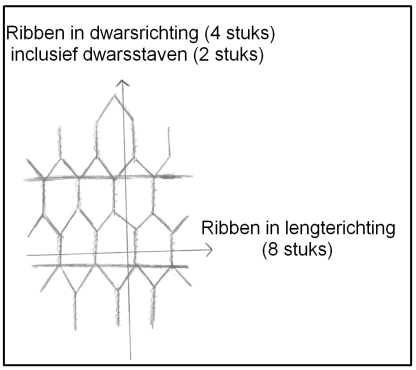
De maaswijdte is de afstand die er tussen de ribben zit (figuur 18). De meeste asfaltwapeningen hebben een maaswijdte van 12,5 tot 65 mm. Vooral voor de aanleg en verankering maakt de maaswijdte uit. Bij de aanleg heeft een composiet hechting door middel van een nonwoven, een grid heeft hechting door contactoppervlak van ribben met asfalt. Door een kleinere maaswijdte te nemen zijn er meer ribben en daarom is er meer contactoppervlak waardoor de hechting beter wordt. Dit zelfde geldt voor de verankering, bij kleine mazen is er meer contactoppervlak waardoor de verankering beter is. De stalen grids hebben een afwijkende maaswijdte, namelijk ±110 x 80 mm. De dwarsstaven van Bitufor zitten 245 mm uit elkaar, die van AB-mesh 160 mm. Aldus Aat Baks is dit gedaan vanwege een betere spreiding van spanning.



Figuur 18: Maaswijdte

Bijna alle asfaltwapeningen hebben vierkante mazen. Hierop zijn stalen grids (6-kant) en het carbon Geonet van Aat Baks uitzonderingen. Het carbonvezelgrid van Aat Baks (Geonet) heeft rechthoekige mazen. De reden hiervan is niet bekend.
Bij de stalen grids bestaat onduidelijkheid wat precies de ribben zijn, het grid bestaat namelijk uit een zeskant met extra dwarsstaven. Een misverstand is dat de trekkracht alleen via de dwarsstaven opgenomen

wordt en het 'kippengaas' alleen bedoeld is om de dwarsstaven op onderlinge afstand te houden. Het kippengaas is namelijk van het zelfde soort staal gemaakt en heeft in de lengterichting meer ribben dan in de dwarsrichting. Mogelijk is er in de dwarsrichting extra versteviging toegevoegd om dit verschil te compenseren (zie figuur 19).



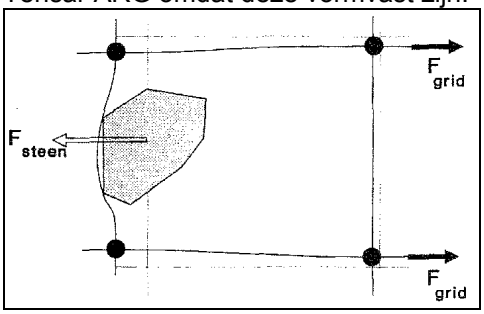
Figuur 19: Voorbeeld van stalen grid

3.4.5 Verankering

Om te voorkomen dat de asfaltwapening losgetrokken wordt is er verankering nodig in het asfalt. Voor de verankering is het nodig dat de asfaltwapening in de asfaltconstructie vast zit. Hoe beter de asfaltwapening vast zit, des te minder de verankeringslengte hoeft te zijn om niet losgetrokken te worden door de optredende kracht. Op het moment dat de asfaltwapening losgetrokken wordt dan werkt de asfaltwapening niet meer.

De meeste soorten asfaltwapening hebben verankering door middel van hechting van het grid met het asfalt. De optimale situatie is om niet meer bitumen te spuiten als dat er nodig is om het grid (en de asfaltoverlaging) te laten hechten. Bij composieten is er vaak extra bitumen nodig omdat de nonwoven volledig verzadigd moet zijn om met de onder- en overlaag te hechten. Hierdoor ontstaat er een 'glijlaag' aan de onderkant van het grid waardoor het grid minder interactie heeft met de onderlaag. Daarom geldt dat geen, of een zo licht mogelijke nonwoven voor de verankering het beste is.

Verankering kan ook door middel van 'interlocking' (figuur 20). Interlocking wil zeggen dat de ribben achter de steenslag blijven haken en het grid daardoor klem zit. Dit is alleen van toepassing bij stalen grids en Tensar ARG omdat deze vormvast zijn.



Figuur 20: Interlocking

1. Zeer goede verankering

Betreft: Alle grids, HaTelit (Ceco), Carbophalt GV en Glasphalt GV (S&P), ARG (Tensar)

Grids hebben een zeer goede verankering omdat er geen extra bitumen nodig is. HaTelit, Carbophalt GV en Glasphalt GV hebben een zeer lichte nonwoven van polypropyleen. Deze nonwoven smelt bij het aanbrengen, daarom is daar ook geen extra bitumen voor nodig ten behoeve van de hechting.

De stalen grids en ARG van Tensar hebben verankering door middel van interlocking, daardoor is de verankering ook zeer goed.

2. Goede verankering

Betreft: Geonet en Reforgrid (Aat Baks), Bitutex Stargrid en Bitutex Composite met nonwoven van 60 gram / m^2 (Citeko)

Bij een composiet met een nonwoven van 20 tot 100 gram / m^2 is er enige extra bitumen nodig om de nonwoven te doordrenken. Hierdoor gaat een deel van de verankering van het grid met de onderlaag verloren.

3. Minst goede verankering

Betreft: PGM-G (Ten Cate), Glasstex (Tensar), Bitutex Composite met nonwoven van 140 gram / m^2 (Citeko) en Compogrid (Bituned)

Bij een composiet met een zware nonwoven (>100 gram / m^2) is er veel extra bitumen nodig om de nonwoven te doordrenken. Door deze relatief dikke bitumenlaag waarop het grid ligt is er geen of zeer weinig interactie tussen het grid en de onderlaag. Door de dikke bitumenlaag kan de wapening eenvoudig van de onderlaag losgetrokken worden, de verankering vindt vrijwel alleen aan de overlaging plaats.

De grens van 100 gram / m^2 is gekozen omdat leveranciers die aangeven geen SAMI-effect te willen bereiken, kiezen voor een nonwoven van >60 gram, en leveranciers die juist geen SAMI-effect willen kiezen voor een nonwoven van <40 gram.

3.4.6 Verticale krachtopname

Alle soorten asfaltwapening zijn ontworpen om horizontale krachten op te nemen. Bij de meeste schadebeelden treden voornamelijk horizontale krachten op, maar er kunnen ook verticale krachten (afschuifkracht) plaatsvinden. Dit kan bijvoorbeeld op een dijk voorkomen waar het talud afschuift.
Een stalen grid kan ook verticale krachten opnemen. De andere soorten asfaltwapening kunnen geen verticale kracht opnemen. Maar vanwege de hoge breukrek van de kunststof asfaltwapening wordt verwacht dat deze het asfalt nog wel bij elkaar kan houden als het afschuift.

De opname van verticale krachten is ingedeeld met ++ en -- om het verschil aan te geven.

++ goed in opnemen krachten
\+ matig in opnemen van de krachten
\- slecht in opnemen van krachten
-- zeer slechte krachtopname

3.4.7 Rolafmeting

Dit is de standaardafmeting waarin de rollen leverbaar zijn. Alle soorten asfaltwapening zijn op maat te bestellen, of te maken door middel van zagen. Op een recht stuk weg is een brede rol ideaal omdat er dan sneller gewerkt kan worden als met bijvoorbeeld 2 smalle rollen. In bochten is een smalle rol beter te verwerken omdat het verschil in afstand tussen de binnen- en buitenbocht kleiner is. Het gevolg van een smalle rol kan wel zijn dat er vaker een overlapping nodig is in dwarsrichting.
De breedte van de rollen asfaltwapening varieert tussen de 0,95 en 5,00 meter. Voor de exacte rolafmetingen per product, zie tabel 3.

Tabel 3: Eigenschappen asfaltwapening

Leverancier	Productnaam	Treksterkte	E-modulus	Breukrek[2]		Verticale krachten	Maaswijdte	Verankering	Standaard rol-breedte	Rollengte
		Lengte x Dwars		Lengte	Dwars					
		kN / m	kN / mm^2	%		++ / --	mm	++ / --	m	m
Ceco	HaTelit	50 x 50	3[1]	-	-	-	40 x 40	++	5,0	150
Intercodam	Bitufor	32 x 32 / 40 x 50	200	-	-	++	118 x 80	++	2,0 / 3,0 / 3,3 / 4,0	50
Ten Cate	PGM-G	75 x 75 / 145 x 145 / 240 x 240	81	3	3	--	40 x 40	--	0,95 / 1,9 / 3,8	75 / 100
S&P	Glasphalt G	120 x 120	73	3,5	3,5	--	20 x 20	++	0,95 / 1,95	50
	Glasphalt GS							+	1,95	50
	Carbophalt G	120 x 200	240	3,5	1,5	--	20 x 20	++	1,95	50
	Carbophalt GS							+	1,95	50
Tensar	ARG	20 x 20	11,8	-	-	-	65 x 65	++	3,8	50
	Glasstex	50 x 50 / 100 x 100	80	3	3	--	40 x 40	--	1,0 / 1,5 / 2,0 / 3,0	100
Aat Baks Handelson-derneming	AB-Mesh	40 x 40 / 40 x 50	200	-	-	++	100 x 80	++	2,0 / 3,0 / 4,0	50
	Geonet	120 x 200	240	2	1,5	--	40 x 18,5	+	1,0 - 5,0	50 / 100
								++		
	Reforgrid	50 x 50 / 100 x 100 / 120 x 120 / 200 x 100 / 200 x 200	73	3	3	--	12,7 x 12,7 / 25,4 x 25,4 [3]	+	2,0	50
								++		
Citeko	Bitutex glas	50 x 50 / 100 x 100 / 100 x 200 / 120 x 120 / 120 x 200	73	3	3	--	20 x 20 / (30 x 30[4])	++	2,2	100
	Bitutex Stargrid glas						30 x 30	+	2,2	100
	Bitutex Composite glas	50 x 50 / 100 x 100					20 x 20 / 30 x 30	--	2,2	100
	Bitutex polyester	50 x 50	3[1]	-	-	-	30 x 30	++	2,2	100
	Bitutex Composite poly-ester							--		
Bituned	Glasgrid	50 x 50 / 100 x 100 / 100 x 200	69	3	3	--	12,5 x 12,5	++	1,5	60 / 100 / 150
	Compogrid						25 x 25[4]	--		

[1], Geen opgave door leverancier, maar aanname van internet

[2], Breukrek, dit is bij kunststof en staal niet relevant omdat de breukrek >10%bedraagt. Hierbij is het asfalt al gescheurd.

[3], Maaswijdte, Reforgrid is met alle treksterkten in 2 maaswijdten te leveren.

[4], Maaswijdte, voor treksterkte 50 x 50 geldt deze maaswijdte.

3.5 Eigenschappen uitvoering

Bij aanleg van asfaltconstructies waarin asfaltwapening wordt aangebracht is de uitvoering van essentieel belang. Onderstaand worden belangrijke uitvoeringsaspecten toegelicht, eerst de eigenschap zelf waarna de eigenschap wordt uitgelegd. Dit wordt opgesomd in tabel 4.

3.5.1 Bevestiging

Een goede bevestiging van de asfaltwapening aan de onderlaag is belangrijk. Als er geen goede bevestiging is dan kan de asfaltwapening gaan opbollen of plooien door het werkverkeer (asfaltauto's en spreidmachine). Als er daadwerkelijk plooien in de asfaltwapeningen komen tijdens het overlagen dan kunnen er meerdere problemen ontstaan, zoals:

- Slechte hechting ter plaatse van de plooien omdat er te weinig bitumen is voor de dubbel geslagen asfaltwapening
- Holle ruimte tussen de asfaltwapening en het asfalt, dit kan tot scheurvorming leiden tijdens het verdichten.

Daarom is het belangrijk dat de asfaltwapening onder spanning aangebracht wordt en vast blijft liggen op het moment dat er (werk)verkeer overheen rijdt. Vooral scherp sturen en optrekken / remmen verhoogt het risico dat de asfaltwapening los komt. Elke soort asfaltwapening wordt door middel van een speciale afrolmachine of evenaar (figuur 21) onder spanning aangebracht op een bitumenlaag. De manier waarop deze vervolgens vast gelegd wordt kan verschillen (zie tabel 4).

Tabel 4: manier van bevestigen per product

Leverancier	Productnaam	Nonwoven	Bevestigingen door middel van	Waardering ++ / --
Ceco	HaTelit	ja	Afrollen d.m.v. evenaar in een bitumenlaag	+
Intercodam	Bitufor	nee	Afrollen d.m.v. evenaar en vastzetten in EAB	++
Ten Cate	PGM-G	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
S&P	Glasphalt G	nee	Vastbranden met een speciale afrolmachine in een bitumenlaag	++
	Glasphalt GS	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
	Carbophalt G	nee	Vastbranden met een speciale afrolmachine in een bitumenlaag	++
	Carbophalt GS	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
Tensar	ARG	ja	Afrollen d.m.v. evenaar in een bitumenlaag	--
	Glasstex	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
Aat Baks Handelsonderneming	AB-Mesh	nee	Afrollen d.m.v. evenaar en vastzetten in EAB	++
	Geonet	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
		nee	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag en afwalsen	-
	Reforgrid	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
		nee	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag en afwalsen	-
Citeko	Bitutex glas	nee	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag, afwalsen en afstrooien	-
	Bitutex Stargrid glas	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
	Bitutex Composite glas	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
	Bitutex polyester	nee	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag, afwalsen en afstrooien	-
	Bitutex Composite polyester	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+
Bituned	Glasgrid	nee	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag en afstrooien	-
	Compogrid	ja	Afrollen met een afrolmachine in een bitumenlaag	+

Alle producten zijn ingedeeld op basis van hoe goed deze te bevestigen zijn.

1. Zeer goed te bevestigen

Betreft: Stalen grids, Carbophalt G en Glasphalt G (S&P)
Stalen grids worden door middel van EAB vastgelegd, als de EAB aan de gestelde eisen voldoet zal het stalen grid dan goed vast liggen. De exacte eisen zijn te vinden in de Bituforbrochure, globaal moet de EAB bestaan uit: ±87% zand/gebroken grind, 12% gemodificeerde bitumenemulsie en 1% cement.
Carbophalt G en Glasphalt G worden afgerold door middel van een speciale afrolmachine met branders. Voordat de asfaltwapening op de onderlaag komt wordt het grid verhit waardoor de bitumenomhulling gaat kleven. Vervolgens wordt deze onder spanning op het asfalt gelegd en direct vastgedrukt door kleine walsrollen van de afrolmachine. Door deze behandeling zit de wapening optimaal vast aan de onderlaag.

2. Goed te bevestigen

Betreft: alle composieten, met uitzondering van Tensar AR-G
Bij een composiet absorbeert de nonwoven het bitumen waardoor het geheel vast zit aan de onderlaag. Op warme dagen is het risico dat het bitumen door de nonwoven heen komt als er (werk)verkeer overheen rijdt. Er is dan kans dat de nonwoven aan de banden blijft plakken. Om dit tegen te gaan zou afgestrooid kunnen worden met gebroken steenslag.

3. Minder goed te bevestigen

Betreft: Alle grids, met uitzondering van Carbophalt en Glasphalt (S&P)
Bij grids is er relatief weinig contactoppervlak om te kunnen hechten aan de onderlaag. Daarom is de kans bij grids groter dat deze door werkverkeer los raakt. De grids vastwalsen zou kunnen helpen om een betere hechting te realiseren. Na het aanbrengen van de asfaltwapening dit afstrooien met fijne steenslag voorkomt dat de bitumenomhulling van het grid aan de banden plakt. Zoals in tabel 4 te zien, voor sommige producten is een van deze behandelingen volgens de leverancier vereist. Vooral bij glasvezel verhoogt dit wel de kans op beschadiging, echter is hier geen harde uitspraak over te doen wegens gebrek aan informatie over beschadiging bij aanleg.

4. Slecht te bevestigen

Betreft: Tensar AR-G
Omdat Tensar AR-G een ‘stug’ product is (relatief dikke ribben en starre hoekpunten) wil dit terug keren in de rolvorm. Aannemers en wegbeheerders geven aan dat Tensar AR-G lastig te bevestigen is.

Een aantal leveranciers kan zorgen voor een vaste onderaannemer die de aanleg verzorgt. Deze aannemer heeft veel ervaring met het aanleggen van asfaltwapening en daarom is de kans groter dat het goed wordt aangebracht.

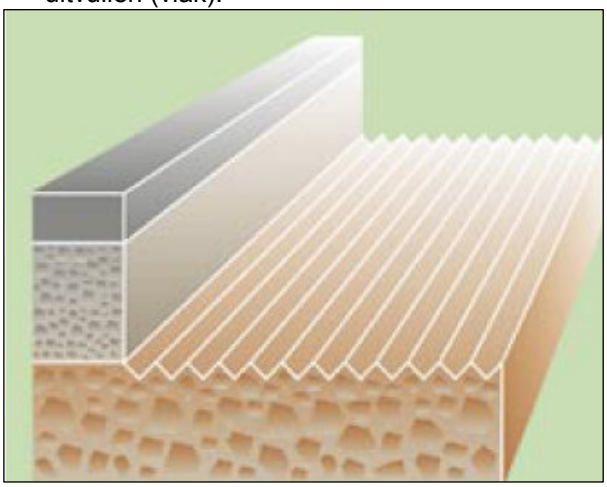


Figuur 21: Aanbrengen met een evenaar

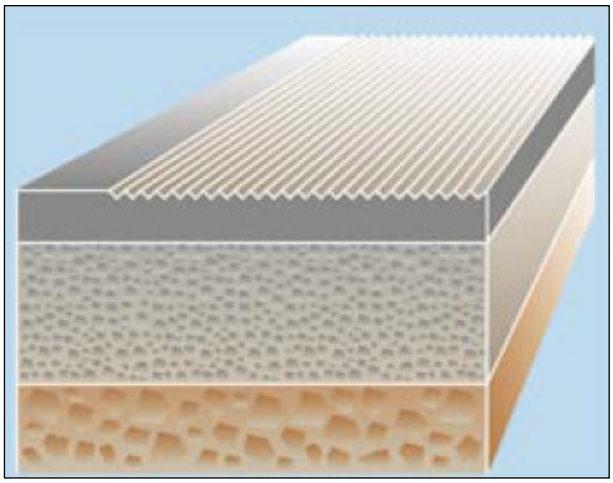
3.5.2 Onderlaag

Asfaltwapening wordt altijd bovenop een laag asfalt aangebracht. Het verschilt per asfaltwapening wat voor behandeling de onderlaag nodig heeft, dit kan zijn:

- normaal frezen (4 – 7 mm hoogte van de 'ribbels');
- fijn frezen (maximaal 3 mm hoogte van de 'ribbels');
- uitvullen (vlak).



Figuur 22: Normaal gefreesd oppervlak



Figuur 23: fijn gefreesd oppervlak

Voor stalen grids geldt dat deze vanwege de extra haakweerstand het beste op een normaal gefreesd profiel aangebracht kunnen worden. Over ondergrond waarop de asfaltwapening van andere soorten materiaal aangebracht dient te worden spreken de leveranciers elkaar tegen (zie tabel 6). Daarom is er op basis van materiaal geen indeling te maken voor de behandeling die de onderlaag nodig heeft. De voornaamste argumenten waarom normaal frezen niet goed is zijn:

- grote kans op beschadiging van de asfaltwapening;
- weinig contactoppervlak tussen de asfaltwapening en onderlaag, dus minder hechting.

In het geval dat er normaal gefreesd wordt (figuur 22), is er voor elke soort asfaltwapening extra bitumen nodig in vergelijking met een fijn gefreesde (figuur 23) onderlaag of uitvullaag. Extra bitumen aanbrengen, variërend van 0,2 tot 0,5 kg / m^2, lijkt sterk op een 'uitvullaag van bitumen'.

Vanwege de minimale kans op beschadiging en de beste verankering (i.v.m. het grootste contactoppervlak) zou een uitvullaag optimaal zijn. Of dit daadwerkelijk nodig is, is onbekend. Er zijn namelijk meer aspecten die hierbij meetellen, zoals de hoeveelheid verkeer dat er over de asfaltwapening heen rijdt en de aanwezigheid van een nonwoven die het grid beschermt.

3.5.3 Bochten

Er kunnen bochten voorkomen in het tracé van de asfaltwapening. Bij scherpe bochten is het dan nodig om een nieuwe aanzet te maken. Hierbij moet de 'oude' rol afgeknipt worden. Voor stalen grids zal dit lastiger zijn als voor de overige materialen, deze zullen naar verwachting gelijkwaardig zijn.
Bij flauwe bochten kan de asfaltwapening 'door de bocht heen getrokken' worden met de normale afrolmachine. Ondanks dat een asfaltwapening door de bocht heen getrokken kan worden is het wel mogelijk dat er problemen optreden. Omdat de buitenbocht langer dan als de binnenbocht bestaat de kans dat de asfaltwapening in de binnenbocht dubbel ligt. Dit is onder andere afhankelijk van de breedte van de rol, bij een brede rol is het verschil tussen de binnen- en buitenbocht groter dan bij een smallere rol (zie tabel 3 voor standaard rolbreedtes). Er valt onderscheid te maken tussen grids, composieten en starre producten.

1. Grids

Grids vormen de minste problemen als deze door een bocht gelegd moeten worden. Bij een composiet vormt de nonwoven namelijk het voornaamste probleem.

2. Composieten (exclusief Tensar ARG)

Om een composiet aan te bevestigen is er een exacte hoeveelheid bitumen gespoten om de nonwoven volledig te doordrenken. Als de composiet in de binnenbocht dubbel ligt, dan is daar niet genoeg bitumen aanwezig voor de hechting. Dit moet opgelost worden door de composiet ter plaatse van de plooi in te snijden, en daar extra bitumen te spuiten.

3. Starre producten

Dit betreft Tensar AR-G en de stalen grids. Deze vallen niet door bochten heen te trekken zoals bij grids en composieten wel lukt, dat is omdat deze producten nauwelijks kunnen vervormen. Hierbij is het nodig om een nieuwe aanzet te maken.

3.5.4 Bitumen

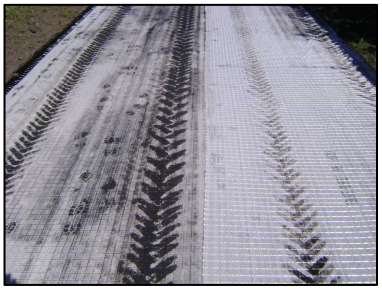
Voor het aanbrengen van een asfaltwapening is een laag met bitumen nodig, dit bitumen wordt op het wegdek gespoten waarna het moet 'omslaan' (een proces waarbij het begint te kleven en water verdampt). Omslaan is in het werk te zien als de kleur van bruin naar zwart verandert. Zonder asfaltwapening is er circa 0,3 tot 0,4 kg / m^2 bitumen nodig.

Er zit voornamelijk verschil in de hoeveelheid bitumen die nodig is door het wel of niet gebruiken van een nonwoven. Voor composieten wordt er voor het aanbrengen circa 1 – 2 kg / m^2 gespoten, dit is nodig om de nonwoven te doordrenken. Als de onderlaag normaal gefreesd is dan kan er ook extra bitumen gebruikt worden om de holle ruimte op te vullen. Bij de aanleg van Bitufor wordt geen bitumen aangebracht, dit wordt aangebracht met EAB ongeveer 17 kg/m^2. Bij gebitumineerde grids (dus zonder nonwoven) is een kleine hoeveelheid aan bitumen nodig, circa 0.25 – 0.5 kg / m^2.
Er valt geen uitspraak te doen over hoeveel bitumen nodig is bij verschillende wapeningen. Afhankelijk van de onderlaag wordt dit aangegeven door de leverancier.

3.5.5 Overrijden wapening

Het berijden van de wapening wanneer deze op de onderlaag is aangebracht. Wegbeheerders vinden het soms belangrijk dat een weg zo min mogelijk afgesloten is voor omwonenden, openbaar vervoer of bedrijven. De beste oplossing is om asfaltwapening direct te overlagen. Als dit niet mogelijk is kan overrijden van asfaltwapening als gevolg hebben dat:

- de wapening beschadigt;
- de wapening los raakt door scherp sturen of remmen / optrekken.



Figuur 24: nonwoven na belasting

Als asfaltwapening overreden wordt dan moet dit wel altijd met lagere snelheid en is het belangrijk om niet scherp te sturen of hard te remmen / optrekken.
De leveranciers geven op dat stalen- en carbonvezelgrids altijd bereden mogen worden, en een kunststof grid nooit Er zijn 6 leveranciers van glasvezelgrids. De helft van die leveranciers zegt dat zijn product overrijdbaar is, de andere helft zegt dat zijn product niet overrijdbaar is. Er is geen duidelijke reden aan te geven waarom de één wel en de ander niet overrijdbaar zou zijn.

Bij stalen wapening is overrijden geen probleem omdat deze in de EAB vast ligt, afhankelijk van de weersomstandigheden kan het verkeer er dan na 30 – 60 minuten overheen rijden. Een nonwoven wordt op bitumen aangebracht, deze moeten dan geabsorbeerd worden. Wanneer er overheen gereden wordt dan drukt de nonwoven zich in het bitumen (figuur 24) die dan erdoor zichtbaar wordt.
Bij de overige soorten asfaltwapening is overrijden (door ander verkeer als noodzakelijk werkverkeer) in principe niet toegestaan. Het risico is groot dat 'normaal' verkeer geen rekening houdt met aangepast rijgedrag waardoor de kans op losraken groter is.
Soms is het 'noodgedwongen' nodig dat (zeer beperkt) bestemmingsverkeer over de asfaltwapening moet rijden. Dan zal een wegbeheerder waarschijnlijk niet per definitie kiezen voor een stalen grid. Werkverkeer kan ook over een kunststof-, glasvezel- of carbonvezelgrid rijden en daarom zou een 'melkwagen' dit ook moeten kunnen. Dit kan wel, maar voor de zekerheid kan er dan beter gekozen worden voor fijn frezen of uitvullen van de onderlaag, of een zware nonwoven (>100 gram / m^2) ter bescherming van de ribben.

3.5.6 Minimale overlaging

Er is altijd een bepaalde overlagingsdikte nodig om de asfaltwapening goed vast te leggen en er aan de oppervlakte niets van te merken. Als een asfaltwapening dikke hoekpunten of ribben heeft dan is dit bij een dunne overlaging voelbaar voor het passerende verkeer.
Bij de meeste soorten asfaltwapening is de minimaal benodigde overlaging ongeveer 40 mm. Bij stalen wapening en Tensar AR-G zijn de ribben dikker en daarom is daar minimaal 60 mm overlaging nodig. Carbophalt (S&P) kan met een overlaging van 20 mm aangebracht worden. Het nadeel van asfaltwapening direct onder de deklaag is dat die mee gefreesd wordt als de deklaag vervangen wordt.

3.5.7 Overlap

Er zit een maximale breedte aan de afmeting van de rol; als de weg breder is dan één rol wapening zijn hier twee of meer rollen nodig. Om de krachten over te kunnen brengen wordt de wapening in de lengte en breedte met een bepaalde overlap aangebracht. Het aanbrengen van bitumen moet op de overlap extra gebeuren, anders komt de asfaltwapening los te liggen.

De meeste soorten asfaltwapening hebben volgens de leverancier een overlap nodig als er meerdere rollen nodig zijn (80 – 300 mm ´haaks´ op de scheur en ±50 mm in de andere richting). Alleen bij Glasphalt GV en Carbophalt GV is geen overlap nodig volgens S&P. Bij Polyfelt PGM-G (Ten Cate) steken de ribben uit ten opzichte van de nonwoven, alleen de ribben moeten elkaar overlappen.
Bij de stalen grids en Tensar AR-G is er in de lengterichting een koppelstuk nodig om de grids te verbinden, in de breedte is geen verbinding nodig maar wel overlap. Dit is nodig omdat deze asfaltwapening in de lengterichting op spanning getrokken moeten worden.

Er is altijd een overlap (of koppelstuk) nodig om te voorkomen dat er delen asfalt ongewapend zijn. Bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat een overlap niet precies ter plaatse van de scheur zit. Als er ter plaatse van de scheur een overlap is, dan is er weinig verankeringslengte. De benodigde overlap (en dus verankeringslengte) is dan volgens de leveranciers namelijk tussen de 80 en 300 mm. In het geval dat er scheuren ter plaatse van de overlap zit is de minimale verankeringslengte nodig als overlap.

3.5.8 Rand

Als een composiet tot de rand wordt gelegd (of daarbuiten) dan bestaat de kans dat de nonwoven vocht absorbeert, met als gevolg dat dit ten koste gaat van de hechting. Daarom is het belangrijk dat een composiet altijd 5 tot 10 cm van de rand ligt.
Als een stalen grid uitsteekt kan dit problemen opleveren tijdens bermonderhoud, namelijk dat de maaimachine het grid raakt.
Anderzijds kan het bij veel randbelasting nodig zijn dat de wapening tot aan de rand ligt. In zo´n situatie kan er beter niet gekozen worden voor een composiet.

3.5.9 Opbreken

Het opbreken (figuur 25) van de meeste soorten asfaltwapening kan met de frees gebeuren, mits de frees minimaal 3 centimeter onder de asfaltwapening door gaat. Dit is nodig om de asfaltwapening te fragmenteren tot delen van <40 mm zodat het freesasfalt hergebruikt kan worden. Het aandeel wapening mag in het freesasfalt maximaal 0,25% (massa / massa) bedragen. Als dit aandeel meer is dan is het nodig dat de partij gemengd, of gezeefd wordt.

De massaverhouding tussen asfalt en asfaltwapening hangt af van het gewicht van asfalt en asfaltwapening. Asfalt heeft een soortelijk gewicht van ±2400 kg / m^3, en asfaltwapening verschilt tussen 0,1 tot 0,5 kg / m^2. In tabel 5 staat aangegeven wat de minimale freesdiepte moet zijn, afhankelijk van het gewicht van de asfaltwapening. Het gewicht van carbonvezel- en kunststofgrids is ±0,3 kg / m^2. Glasvezel varieert tussen 0,2 en 0,5 kg / m^2, dit is afhankelijk van de treksterkte (veel treksterkte = veel vezels = veel gewicht).

Tabel 5: Minimale frees diepte bij een bepaald gewicht asfaltwapening per m^2

Gewicht asfaltwapening (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Freesdiepte (cm)	2	4	6	8	9

Alle soorten asfaltwapening zijn ingedeeld in categorieën op basis van hoe eenvoudig deze op te breken zijn. Er kan dankzij asfaltwapening vertraging ontstaan doordat de frees schoongemaakt moet worden. Bijvoorbeeld als de asfaltwapening aan de beitels blijft hangen, of als de toevoer naar de transportband van de laadinrichting verstopt raakt. Bovendien moeten de grote stukken in de asfaltcentrale er uit gezeefd worden. [3]

1. Probleemloos opbreken

Betreft alle glas- en carbonvezelgrids, de glas- en carbonvezelcomposieten met een zeer lichte nonwoven (<40 gram / m^2) en Stargrid van Citeko. Die laatste hoort er bij omdat er niet verwacht wordt dat er problemen ontstaan als een glasvezel nonwoven opgebroken wordt. Mits er minimaal 3 cm onder de asfaltwapening gefreesd wordt kan levert dit geen problemen op om de asfaltwapening te fragmenteren.

2. Eenvoudig opbreken

Betreft alle composieten met een nonwoven van >40 gram / m^2 met uitzondering van Tensar ARG en Bitutex PET met een nonwoven van 140 gram/m^2. Vanwege de zware nonwoven is het mogelijk dat de frees hier grotere stukken in één keer uittrekt. Hierdoor is er risico dat de toevoer naar de transportband verstopt raakt.

3. Moeilijk opbreken

Tensar AR-G, vanwege het stugge materiaal en de starre hoekpunten is de kans groot dat hier problemen door ontstaan. Er kunnen grote stukken doorkomen (30 x 30 cm) met als gevolg dat de toevoer naar de transportband verstopt raakt. Bovendien heeft Tensar ARG de neiging om de beitels te blijven hangen.

Bitutex PET met een nonwoven van 140 gram/m^2. Dit is moeilijk te frezen omdat de wapening bestaat uit relatief stug materiaal en bovendien een zware nonwoven heeft. Door het stugge materiaal blijven stukken asfaltwapening aan de beitels hangen. Er is ook grote kans dat door te weinig fragmentatie de toevoer naar de transportband verstopt raakt.

4. Niet op te breken d.m.v. frezen

Een grid van staal kan niet gefreesd worden. De frees kan vast komen te zitten of zelfs kapot gaan door het staal. Het stalen grid wikkelt zich om de freesrol, dit is een geleidelijk proces waardoor schade voorkomen kan worden als de frees op tijd stopt.
Door middel van een grondradar kan nauwkeurig bepaald worden waar het stalen grid ligt. Vervolgens is het de bedoeling dat de frees hier iets boven blijft (1-2 cm) waarna het stalen grid er met een kraan uitgetrokken wordt.



Figuur 25: Frezen asfalt verharding

Tabel 6: Eigenschappen uitvoering

Leverancier	Productnaam	Onderlaag	Bitumen[1]	Bevestiging	Berijdbaar[3]	Overlaging	Overlap breedte	Opbreken
			kg / m2	++ / --	Ja / Nee	mm	mm	++ / --
Ceco	HaTelit	Frezen	0,3	+	Nee	40	150	+
Intercodam	Bitufor	Frezen	EAB, 17[2]	++	Ja	50	300	--
Ten Cate	PGM-G	Frezen	1,2	+	Ja	40	100	-
S&P	Glasphalt G	Frezen	0,3	++	Ja	40	100	++
	Glasphalt GS	Frezen	0,5	+	Ja	40	niet	+
	Carbophalt G	Frezen	0,3	++	Ja	20	100	++
	Carbophalt GS	Frezen	0,5	+	Ja	20	niet	+
Tensar	ARG	Fijn frezen	1,3 - 1,7	--	Nee	60	130	--
	Glasstex	Fijn frezen	1,4	+	Nee	40	100	-
Aat Baks	AB-Mesh	Frezen	EAB, 17[2]	++	Ja	50	300	--
Handelson-derneming	Geonet	Fijn frezen	0,3	+	Ja	40	100	+
		Frezen	0,3	-	Ja	40	100	+
	Reforgrid	Fijn frezen	0,3	+	Ja	40	100	+
		Frezen	0,3	-	Ja	40	100	+
Citeko	Bitutex glas	Uitvullaag	0,5	-	Nee	50	80	++
	Bitutex Stargrid glas	Frezen	0,5	+	Nee	50	80	+
	Bitutex Composite glas	Frezen	1,2	+	Nee	50	80	+
	Bitutex polyester	Uitvullaag	0,5	-	Nee	40	80	+
	Bitutex Composite poly-ester	Frezen	1,2	+	Nee	40	80	+
Bituned	Glasgrid	Uitvullaag	0,2	-	Nee	50	150	+
	Compogrid	Frezen	1	+	Nee	50	25	-

[1], Bitumen, bij normaal frezen is er circa 0,2 tot 0,5 kg/m2 meer bitumen nodig t.o.v. fijnfrezen of uitvullen

[2], Bitumen, bij een stalen wapening worden geen bitumen gebruikt, maar deze wordt vastgelegd door een laag EAB.

[3], Berijdbaar, opgave volgens leverancier. Wij verwachten dat alleen staal berijdbaar is.

3.6 Interviews leveranciers

Gedurende dit onderzoek zijn 6 leveranciers van asfaltwapening gesproken. Het doel van deze gesprekken was om informatie krijgen over de leveranciers, producteigenschappen, toepassingsgebieden en manier van verwerken. De geraadpleegde leveranciers zijn:

1. Tensar
2. Intercodam (leverancier van Bitufor)
3. S&P (leverancier van Carbophalt/Glasphalt)
4. Aat Baks Handelsonderneming
5. Ten Cate (leverancier van Polyfelt)
6. Ceco (leverancier van HaTelit)

In sommige gevallen zijn de producten bekender dan de leverancier. Ten behoeve van het leesgemak is er voor gekozen om in deze paragraaf achter een aantal leveranciers hun meest bekende product tussen haakjes te vermelden.
Als er in de onderstaande tekst een leverancier wordt genoemd, dan betreft de bijbehorende uitspraak al zijn producten. Als er een productnaam genoemd wordt dan gaat de uitspraak alleen over dat ene product.

Er is aan alle leveranciers gevraagd wat de toepassingsgebieden van hun asfaltwapening zijn, daarbij kwam het volgende naar voren:

- Reflectiescheuren (uit het oude asfalt, of uit een gebonden fundering)

Elke leverancier zegt dat asfaltwapening zin heeft in het geval van reflectiescheuren.

- Wegverbreding

In het geval van een wegverbreding zegt ook elke leverancier dat asfaltwapening zinvol is.

- ‘Afhangende kanten’

Dit kan voornamelijk optreden bij polderwegen en dijken. Als er geen draagkrachtige ondergrond is en er veel verkeer over de rand van de verharding rijdt, treden er extra trekspanningen op in de bovenkant van de constructie. De weg wil als het ware gaan 'hangen' aan de zijkant waardoor er langscheuren kunnen ontstaan.
Hierbij is het afhankelijk van de situatie of asfaltwapening zin heeft. Het kan zijn dat de ondergrond of fundering afschuift, in deze situatie treedt er teveel verticale kracht op waardoor asfaltwapening geen zin heeft, aldus alle leveranciers. In het geval dat de constructie slechts een klein beetje gaat ´hangen´ ten gevolge van een slappe ondergrond beweren alle leveranciers (m.u.v. S&P (Carbophalt / Glasphalt), dit is onbekend) dat asfaltwapening dan wel zin heeft. Vooral Intercodam en Aat Baks zeggen in deze situatie met hun stalen asfaltwapening de constructie te kunnen versterken, want staal kan afschuifkrachten opnemen. De overige leveranciers geven aan dat hun asfaltwapening geen verticale krachten op kan nemen maar het is toch beter dan niets.

- Diktereductie

Met uitzondering van Ceco (HaTelit) geven alle leveranciers aan dat er door toepassing van asfaltwapening minder asfalt gebruikt kan worden. De diktereductie bedraagt tussen de 20% en 50%, afhankelijk van de soort asfaltwapening. Ceco zegt dat door middel van asfaltwapening toe te passen er alleen extra zekerheid is dat de asfaltconstructie gedurende de ontwerpperiode scheurvrij blijft.

- Spoorvorming

Tensar en S&P (Carbophalt/Glasphalt) beweren dat asfaltwapening zin heeft bij spoorvorming, deze moet dan wel ontstaan zijn vanuit de fundering. Ten Cate (Polyfelt) en Ceco (HaTelit) geven aan dat asfaltwapening in ieder geval geen zin heeft bij spoorvorming. Intercodam (Bitufor) en Aat Baks zijn niet gevraagd over dit schadebeeld.

Logischerwijs geven leveranciers aan dat asfaltwapening in veel situaties zinvol is. Echter dit is niet in alle situaties het geval. Bij reflectiescheuren zal iedere soort asfaltwapening iets kunnen toevoegen. Bij een verbreding (waar restzetting optreedt) heeft asfaltwapening ook zin om de scheurgroei te vertragen. Door de restzetting gaat de verbreding in ieder geval zakken, dit kan door asfaltwapening vertraagd worden. In het geval van 'Afhangende kanten' zou asfaltwapening ook een toegevoegde waarde kunnen hebben. Als de ondergrond of fundering afschuift kan geen enkele asfaltwapening werken. In het geval van alleen kleine verzakking waar de ondergrond naar de zijkant 'gedrukt' wordt, heeft asfaltwapening wel zin om scheurvorming te voorkomen.
Diktereductie of het tegengaan van dwarsonvlakheid wordt door ons niet als mogelijk toepassingsgebied gezien. Dit is omdat asfaltwapening volgens ons in deze situaties te weinig effect heeft (zie hoofdstuk 2.2.6 en 2.2.1).

Alle leveranciers geven aan dat het succes van een asfaltwapening valt of staat met de aanleg. Het is belangrijk dat de asfaltwapening een goede hechting heeft met de onder- en overlaag en dat ze er zonder plooien in ligt. Op het moment dat er geen goede hechting is dan kunnen er 2 losse lagen ontstaan, hierdoor neemt de sterkte van de constructie af. Op het moment dat de asfaltwapening er geplooid in ligt dan ontstaat er behalve een probleem met de hechting een 'springplank' waardoor er niet goed verdicht kan worden.
Intercodam (Bitufor) en Ten Cate (Polyfelt) kiezen ervoor om hun asfaltwapening in alle gevallen aan te laten leggen door vaste onderaannemers. Dit is omdat zij het idee hebben dat als de installatie aan een aannemer overgelaten wordt er vaak onnodig fouten worden gemaakt, waarvan de asfaltwapening dan onterecht de schuld krijgt. Bovendien hebben zij de ervaring dat de aannemers het fijn vinden dat deze specialistische taak uit handen genomen wordt.
S&P (Carbophalt/Glasphalt) laat het aan de aannemer over of hij het zelf wil aanleggen of dat S&P daarvoor moet zorgen. Zij zijn van mening dat al hun soorten asfaltwapening eenvoudig te installeren zijn. Echter voor het type 'G' is er een afrolmachine met branders nodig, en er is geen enkele aannemer die deze machine in huis heeft. Deze machine kan dan gehuurd worden. S&P heeft wel de indruk dat een aannemer niet altijd de instructiehandleiding opvolgt of dat hij onder slechte weersomstandigheden asfaltwapening aanlegt.
Aat Baks kan niet zorgen voor het aanbrengen van zijn asfaltwapening. Er zijn wel zaken waar volgens hem door de aannemer op gelet moet worden:

- Geen stalen wals, maar een bandenwals gebruiken voor het afwalsen van de asfaltwapening

- Indien er kleef nodig is voor de hechting van de asfaltwapening moet deze omgeslagen zijn voordat de asfaltwapening uitgerold wordt.
- Bij AB-Mesh 1 cm EAB (+- 17kg/m2) voor optimale interactie tussen onder- en overlaag. Bovendien moet de EAB voldoen aan de gestelde eisen, die te vinden zijn in de Bituforbrochure.

Tensar heeft in het verleden KOAC opdracht gegeven om onderzoek te doen op locaties waar Tensar AR-1 of Tensar AR-G toegepast is. Hieruit is naar voren gekomen dat op locaties waar scheuren gereflecteerd zijn een foutieve installatie heeft plaatsgevonden. Daarom geeft Tensar ook aan dat de installatie zeer belangrijk is. Tensar kan zelf niet de aanleg verzorgen.
Ceco beweerd dat HaTelit zeer eenvoudig is aan te leggen, zij hebben de ervaring dat aanleg door de aannemer niet vaak fout gaat. Om die redenen heeft Ceco er voor gekozen om de aanleg nooit zelf te verzorgen.

Het is slim van de leveranciers om te zeggen dat de installatie belangrijk is. Als er toch schade optreedt, kunnen zij zeggen dat dit komt doordat de aannemer hun asfaltwapening niet goed geïnstalleerd heeft. Achteraf is het namelijk moeilijk te bepalen waardoor de asfaltwapening gefaald heeft.
Er wordt gedacht dat een goede installatie essentieel is voor goed resultaat. Daarom doet een leverancier er goed aan om zijn eigen product te installeren, omdat hij daar ervaring mee heeft. Een leverancier kan ook zijn product zodanig ontwerpen dat het eenvoudig te installeren is, dan is de kans ook kleiner dat een aannemer de fout in gaat.
Gedurende dit onderzoek is naar voren gekomen dat aannemers de aanleg van HaTelit, Carbophalt G en Glasphalt G (grid met brandfolie) als simpel ervaren. Daarentegen wordt, mede door de starre hoekpunten, Tensar als lastig ervaren. Zie hiervoor paragraaf 4.2.

Over de diepte in de constructie waar de asfaltwapening het beste kan liggen zijn de meeste leveranciers het eens. In het geval dat scheuren van onderaf komen kan de asfaltwapening het beste zo diep mogelijk. Ten Cate geeft als aanvulling dat als de scheuren van onderaf komen en de asfaltwapening bovenin de constructie komt dan kan er beter voor alleen een nonwoven gekozen worden (SAMI-effect). Omdat er bovenin dan toch geen trekkrachten optreden heeft een asfaltwapening daar geen zin.
Bij een verbreding is de optimale situatie om de asfaltwapening over meerdere ‘traptreden’ te leggen. De scheur ontstaat dan van boven en groeit naar beneden. Alleen Tensar beweert dat de asfaltwapening dan juist beter onderin ter plaatse van het knikpunt geplaatst kan worden.
Over de minimale dekking zijn alle leveranciers het eens, in de productfolder staat aangegeven wat de minimale overlaging is, maar aangeraden wordt altijd iets extra overlagingsdikte (2 - 4 cm). Dit heeft te maken met:

- Onnauwkeurigheid bij de aanleg van de asfaltwapening (opbollen, overlap).
- Onnauwkeurigheid van de overlagingsdikte (als dit afwijkt dan kan het zijn dat ribben voelbaar worden voor het verkeer, of dat een asfaltwapening losschiet in verband met te weinig dekking).
- Het in de toekomst vervangen van de deklaag waarbij de asfaltwapening moet blijven liggen.

Over de verankeringslengte in het geval van plaatselijke scheuren zijn de leveranciers het redelijk eens. Alle leveranciers geven een waarde op van tussen de 0,5 en 1 meter. Intercodam met Bitufor en S&P met Carbophalt zeggen dat deze producten beter niet op plaatselijke scheuren toegepast kan worden. Dit is omdat er dan scheuren precies naast de asfaltwapening kunnen komen door een te groot verschil in stijfheid. De lengte die de verankering moet hebben in het geval van verbreding verschild behoorlijk per leverancier. In tabel 7 staat aangegeven hoeveel meter de verankering moet zijn.

Tabel 7: Verankeringslengte verschillende asfaltwapeningen

Leverancier	Verankering oude gedeelte (m)	Verankering nieuwe gedeelte (m)
Tensar	0,5	0,5
Intercodam (Bitufor)	Minimaal de verbredingsafmeting	Minimaal de verbredingsafmeting
S&P (Carbophalt/Glasphalt)	1	2 – 2,5
Aat Baks	1	2 – 2,5
Ten Cate (Polyfelt)	1	1
Ceco (HaTelit)	0,5	0,5

Er zijn twee leveranciers die beweren dat de verankeringlengte in het nieuwe gedeelte over een breedte van 2 tot 2,5 meter moet zitten. Dan rijden de voertuigen niet met één wiel over de oude constructie en met het andere wiel over een ongewapend stuk nieuwe constructie. Als dat gebeurt dan ontstaat de scheur naast de asfaltwapening omdat de krachten niet goed verdeeld worden.
Volgens de andere leveranciers is 1 meter of minder aan beide kanten van de verbreding voldoende.

Qua hoogte in de asfaltconstructie kan de asfaltwapening altijd het beste zo dicht mogelijk bij de (verwachte) scheur geplaatst worden. Dat is omdat daar de meeste trekkracht optreedt; daarom zal asfaltwapening daar het meeste effect hebben. In het geval dat scheur van bovenaf begint is de enige uitzondering dat de asfaltwapening beter niet onder de deklaag geplaatst kan worden, omdat de deklaag in de toekomst vervangen zal worden.
In het geval van plaatselijke scheuren is 1 meter verankeringslengte voldoende, er is namelijk geen enkele leverancier die hier slechte ervaring mee heeft.
In het geval van een verbreding (waar restzetting optreedt) heeft de asfaltwapening 0,5 - 1 meter verankeringslengte nodig.
Er wordt door de leveranciers geen onderscheid gemaakt tussen een glasvezel grid met 100kN trekkracht of 200kN trekkracht. Dit is onlogisch, een grid met 200kN heeft meer verankering nodig dan een grid met 100kN trekkracht. Een composiet met dikke nonwoven (>100 gram) zal ook een langere verankeringslengte nodig hebben dan een grid. Door de dikke nonwoven is er veel bitumen nodig waardoor de composiet makkelijker uit de constructie getrokken kan worden.
Als het niet mogelijk is de asfaltwapening minimaal 0,5 meter in de oude constructie te verankeren, dan kan er getwijfeld worden of asfaltwapening wel zinvol is. De asfaltwapening heeft dan mogelijk te weinig verankering om niet losgetrokken te worden.

4 Ervaring met asfaltwapening bij verhardingsadviseurs, aannemers en wegbeheerders

Tijdens dit onderzoek zijn er een aantal partijen geraadpleegd die te maken hebben met asfaltwapening. In totaal zijn 9 instanties gesproken, die te verdelen zijn in de categorieën: wegenbouwkundig adviseurs, aannemers en wegbeheerders.
Van ieder gesprek is een uitwerking te vinden in het rapport *Zoveel mensen, zoveel meningen* [15]. In dit hoofdstuk is per categorie uitgewerkt wat de gedeelde en tegenstrijdige meningen zijn. Vervolgens is er een waardeoordeel gegeven over deze meningen, dat is terug te vinden binnen de kaders.

4.1 Adviseurs

Er zijn drie adviseurs gesproken over de ervaring die zij hebben met asfaltwapening. Het doel hiervan was voornamelijk om een goed beeld te krijgen van de toepassingsgebieden en benodigde gegevens voor een verhardingsadvies. De gesproken adviseurs zijn medewerkers van:

- Grontmij De Bilt
- Grontmij Assen
- Dura-Vermeer

Er is gevraagd met welke soorten asfaltwapening iedere adviseur bekend is. In tabel 8 staan alle leveranciers en de meeste van hun producten. Omdat niet altijd de exacte productnaam bekend was bij iedere adviseur staat er soms ‘glasvezel grid’. Het is dan onbekend wel product hier exact mee bedoeld is. In de laatste kolom staat bij hoeveel adviseurs deze asfaltwapening bekend is. Indien een product niet in de tabel staat, was dit product niet bekend bij de adviseurs.

Tabel 8: bekendheid leveranciers en producten bij adviseurs

Leverancier	Product	Bekend bij 1, 2 of 3
Tensar	AR-G	3
	Glasstex	3
S&P	Carbophalt G (grid met brandfolie)	3
	Glasphalt G (grid met brandfolie)	3
	Carbophalt GV (grid met nonwoven)	1
	Glasphalt GV (grid met nonwoven)	1
Ten Cate	PGM-G (nonwoven incl. glasvezel)	3
Intercodam	Bitufor	3
Ceco	HaTelit	2
Bituned	Glasgrid	2
Aat Baks	Reforgrid (glasvezel grid)	1
	AB-Mesh (staal)	1
Citeko	Bitutex (glasvezel grid)	1

Iedereen is bekend met minimaal 1 kunststof, glasvezel, carbonvezel en stalen asfaltwapening. Onderscheid tussen de verschillende soorten wordt vooral gemaakt op basis van materiaal en niet op basis van de leverancier. 2 adviseurs geven aan dat het belangrijk is dat een product goed aan te brengen moet zijn, anders dan kan een product niet functioneren.
Twee adviseurs houden met hun advies rekening met toekomstige onderhoudsmaatregelen. De een doet dit door in het advies een wapening niet onder de deklaag te adviseren i.v.m. het vervangen daarvan. Een ander geeft aan Bitufor liever niet te adviseren omdat het opbreken daarvan moeilijk gaat.

Bij Bitufor mag de ondergrond normaal gefreesd zijn, hierdoor is er meer haakweerstand. Bij kunststof, glasvezel en carbonvezel is een uitvullaag nodig, op die manier is er betere hechting en is er geen kans dat de ribben beschadigen. Er is een adviseur die de opmerking maakt dat een kunststof ook wel op een fijn gefreesde ondergrond kan. Een andere adviseur zegt dat fijn frezen niet geadviseerd wordt omdat er in Nederland maar één fijnrolfrees is. In plaats daarvan is er door langzaam te rijden met een grove frees ook een bijna gelijkwaardig resultaat te halen.

Over het algemeen kan gezegd worden dat de adviseurs op de hoogte zijn van de beschikbare producten en leveranciers. Over Aat Baks en zijn producten was de meeste onduidelijkheid, dit kan komen omdat hij pas sinds 2 jaar bezig is. Tensar AR-G is een van de bekendste producten, dit kan komen omdat:

- het bedrijf al lang bestaat;
- er veel aan promotie gedaan wordt (beursen / congressen);
- er regelmatig discussie is of dit product wel functioneert.

Omdat er zoveel onduidelijkheid is over asfaltwapening zou het kunnen zijn dat vaak Tensar AR-G wordt voorgeschreven vanwege de bekendheid in plaats van het resultaat.
Een stalen grid kan het beste op een normaal gefreesde ondergrond geïnstalleerd worden. Dat is omdat er haakweerstand ontstaat door de oneffenheden van de freesbeitels op de ondergrond.
Voor de andere soorten asfaltwapening is een zo vlak mogelijke ondergrond ideaal omdat er dan meer contactoppervlak is (betere verankering). De meest vlakke ondergrond wordt behaald door een uitvullaag toe te passen, dit heeft echter als nadeel dat de asfaltwapening hoger in de constructie komt. Daarom is een fijn gefreesde ondergrond optimaal.

Er is ook gevraagd naar de situaties waarin asfaltwapening voorgeschreven wordt. Alle adviseurs geven aan dat asfaltwapening vooral gebruikt wordt om scheurreflectie te vertragen. Verder zeggen zij dat er asfaltwapening gebruikt wordt als extra zekerheid op het moment dat een benodigde asfaltdikte niet aangelegd kan worden. Dit kan bijvoorbeeld zijn vanwege banden, viaducten of opritten. Bij een wegverbreding zeggen ook alle adviseurs dat asfaltwapening toegepast wordt, echter er is één adviseur die twijfelt over de zin daarvan. Hij denkt dat het alleen zin heeft wanneer de verbreding meer dan 1,5 – 2 meter is en dat dan alleen de las dichtgehouden kan worden. Er is één adviseur die zegt dat Bitufor gebruikt kan worden in het geval dat de weg op een slechte fundering ligt. Asfaltwapening kan ook toegepast worden in freesvakken. De wapening kan dan helemaal onderin gelegd worden (zo dicht mogelijk bij de bron van de scheur) of eerst het freesvak uitvullen en daaroverheen een wapening. Het voordeel van de laatste optie is dat er aan de zijkanten van het freesvak geen scheuren doorslaan omdat de las dan overlapt is met de asfaltwapening.

In het geval van scheurreflectie is asfaltwapening in ieder geval zinvol.
Omdat er geen betrouwbare manier van rekenen met asfaltwapening bestaat, schrijven adviseurs geen asfaltwapening voor om minder asfalt te gebruiken. Als wegens een omstandigheid de gewenste overlagingsdikte niet gehaald kan worden, dan wordt asfaltwapening wel toegepast als extra zekerheid om de ontwerpperiode te halen.
Bij een verbreding heeft asfaltwapening alleen zin als er restzetting plaatsvindt. Vlak naast een weglichaam is de natuurlijke ondergrond al voor een groot deel mee geklonken. Daarom heeft asfaltwapening bij een smalle verbreding (<1 meter) waarschijnlijk geen zin omdat de zetting al plaatsgevonden heeft.
Als een scheur gefreesd wordt dan heeft het geen zin om het freesvak eerst uit te vullen en vervolgens de asfaltwapening over de lassen van het freesvak heen te leggen. De asfaltwapening kan dan beter onderin het freesvak gelegd worden, op die manier wordt de scheurdoorgroei direct vertraagd. De kans dat de lassen doorslaan is in het geval van zorgvuldige aanleg klein, helemaal als de lassen meer als 5 cm overlaagd worden. En als de overlagingsdikte minder dan 5 cm is dan heeft een asfaltwapening te weinig dekking.

Alle adviseurs zeggen dat een asfaltwapening het beste zo diep mogelijk in de constructie geplaatst kan worden. Er is een adviseur die zegt dat als scheuren van bovenaf komen (zoals bij een verbreding) de asfaltwapening beter zo hoog mogelijk in de constructie kan komen. Bij de andere twee adviseurs is er niet specifiek naar gevraagd.
Alle adviseurs zeggen dat er geen dimensioneringsprogramma is voor asfaltwapening. Er is een adviseur die zegt wel eens in BISAR (programma om asfaltconstructies te berekenen) een asfaltwapening te simule-

ren. Dit doet hij door een flinterdunne asfaltlaag met de E-modulus van asfaltwapening in te voeren. Of de uitkomst klopt weet hij echter niet.
Alle adviseurs geven aan dat hun advies met asfaltwapening stoelt op een visuele schade-inspectie, een valgewichtdeflectie meting (meting voor stijfheid van een bestaande constructie) en gegevens over de verkeersintensiteit. Omdat het niet duidelijk is wat voor krachten er optreden in de asfaltconstructie, wordt een wapening op basis van gevoel en ervaring geadviseerd. Alle adviseurs kiezen er voor om een advies uit te brengen dat aan de veilige kant zit, als er twijfels zijn dan wordt er snel gekozen voor een sterkere soort.
Er is een adviseur die zegt dat er niet vaak teruggekoppeld wordt of een advies goed geweest is. Vaak is dat omdat het de eerste jaren altijd wel goed gaat; als er vervolgens na een jaar of 8 schade ontstaat dan komt een wegbeheerder niet terug bij de adviseur. Bij de andere twee adviseurs is wel iets bekend, in beide gevallen was er slechte hechting. De eerste was dat er een wapening met nonwoven gebruikt is. Deze rollen hadden een aantal weken buiten gestaan en in die tijd was de nonwoven doordrenkt met vocht waardoor ze de bitumenemulsie niet meer op kon nemen. Het tweede geval betrof Bitufor die niet goed hechtte en daardoor begon te ‘klapperen’.

4.2 Aannemers

Op het moment dat BAM, Dura-Vermeer en KWS benaderd werden, werd er verwacht dat deze bedrijven hier niet veel tijd en energie in zouden willen steken. Echter het tegendeel bleek waar, er is uitgebreid de tijd genomen voor alle vragen. Behalve Grontmij zitten blijkbaar ook aannemers met het probleem dat er veel onduidelijkheid is op het gebied van asfaltwapening en zij willen ook duidelijkheid. Dit heeft te maken met het feit dat aannemers in het verleden veel faalkosten hebben gemaakt.

Alle gesproken aannemers weten welke verschillende producten en leveranciers er in de markt zijn. Het valt op dat bij elke aannemer een ander type asfaltwapening de voorkeur heeft. Voor de eerste aannemer zijn dit, in het geval van glas en carbon, de gebitumineerde grids met brandfolie van S&P. De reden hiervoor is dat deze eenvoudig aan te brengen zijn, goed hechten en eventueel ook door de leverancier geïnstalleerd kunnen worden. In het geval van kunststof wordt er door dezelfde aannemer liever met HaTelit als Tensar gewerkt omdat deze goedkoper en makkelijker aan te brengen is. De tweede aannemer heeft ook HaTelit als favoriet, dit kent volgens hen geen complicaties bij de installatie. De laatst gesproken aannemer maakt bij voorkeur gebruik van Polyfelt, de reden hiervoor is dat Ten Cate ook de installatie kan verzorgen en adviseren op het moment dat er een keuze gemaakt moet worden. Er is bij de gesproken aannemers zeer duidelijk naar voren gekomen dat er met Tensar slecht gewerkt kan worden (stug materiaal en te dikke nonwoven). Staal is niet besproken, over de verwerking zijn geen positieve of negatieve dingen gehoord.

Als er in een RAW-bestek een specifiek type asfaltwapening van een leverancier voorgeschreven staat dan is het verplicht om de tekst ‘of gelijkwaardig’ toe te voegen. Dat wil zeggen dat er door de aannemer een alternatief ingediend mag worden dat gelijkwaardig is. Er is door alle aannemers gezegd dat de term ‘gelijkwaardig’ niet te onderbouwen valt op basis van producteigenschappen die een leverancier opgeeft, zij weten dat de proeven voor producteigenschappen niet onderling vergelijkbaar zijn. Zoals genoemd heeft iedere aannemer een favoriete soort asfaltwapening. Als er een andere soort voorgeschreven staat wordt vaak hun favoriete soort asfaltwapening als alternatief ingediend. Deze alternatieven worden door de opdrachtgever wel vergeleken op basis van een vergelijking van producteigenschappen. Er wordt gedacht dat er bij opdrachtgevers in veel gevallen te weinig kennis aanwezig is om dit met gegronde argumenten af te wijzen. In vrijwel alle gevallen wordt het alternatief geaccepteerd.

De keuze van een favoriet product wordt gebaseerd op basis van hoe goed het te verwerken is. Pas daarna komt het argument dat het effect heeft voor het beoogde doel. De voorkeur gaat duidelijk uit naar producten met eenvoudige installatie (S&P met brandfolie & HaTelit) of die door de leverancier geïnstalleerd kunnen worden. Tensar is volgens de aannemers slecht te verwerken.
Er worden door een aannemer vaak alternatieven ingediend die goedkoper of makkelijker te verwerken zijn. Omdat de opdrachtgever niet genoeg kennis heeft, worden deze vaak goedgekeurd op basis van vergelijkbare producteigenschappen, ondanks dat dit niet genoeg zegt. Voor een volledige vergelijking moeten meer aspecten meegenomen worden (bijvoorbeeld verankering of testmethode van de wapening).

De meest voorkomende toepassingsgebieden van asfaltwapening zijn reflectiescheuren en verbredingen. In het geval van ‘polderwegen’ (smalle berm, langs een sloot) denken twee aannemers dat asfaltwapening ook zin heeft. De derde heeft niet het idee dat het dan zinvol is om asfaltwapening toe te passen, opsluiting zal meer zin hebben. Alle aannemers zijn het er over eens dat asfaltwapening niet constructief werkt, er kan dus geen asfalt bespaard worden door asfaltwapening toe te passen. Overigens wordt er gezegd dat het bij

een verbreding ook zeer afhankelijk van de hoeveelheid zetting die nog plaats gaat vinden of asfaltwapening wel zin heeft.

De onderlaag waarop de asfaltwapening aangebracht wordt kan uitgevuld, fijn gefreesd of normaal gefreesd zijn. Door twee aannemers wordt er gezegd dat deze ondergrond haakweerstand moet kunnen bieden, dat wil zeggen in ieder geval geen uitvullaag (asfaltwapening kan gaan glijden). Echter een te normaal gefreesde ondergrond is niet goed in verband met beschadiging tijdens het aanbrengen van het asfalt. Er is een situatie genoemd waarbij op een normaal gefreesde ondergrond glasvezelstrengen geknapt zijn door werkverkeer. De derde aannemer beweert dat er juist een vlakke ondergrond nodig is zodat er geen schade ontstaat aan de asfaltwapening op het moment dat de spreidmachine of de asfaltauto's er overheen rijden.

Alle aannemers zijn het er mee eens dat het aanbrengen van asfaltwapening aandacht en ervaring vergt om het goed te doen. Daarbij komt dat de weersomstandigheden niet altijd meezitten en veel projecten in korte tijd klaar moeten. Al met al kost goede aanleg vaak meer tijd dan er voor beschikbaar is, daarom is goede afstemming tussen de leggers van asfaltwapening en de asfaltploeg van belang. Volgens twee aannemers zit hier vaak een probleem, in de praktijk wordt er vaak te weinig rekening met elkaar gehouden. Alle aannemers laten min of meer blijken dat asfaltwapening niet tot zijn recht komt op het moment dat er verkeerde installatie plaatsvindt. Een onderdeel van goede installatie is dat de asfaltwapening bij aanleg al hecht met de onderlaag; is dit niet het geval dan ontstaan er problemen met het werkverkeer dat over de asfaltwapening rijdt (opbollen).

Er zijn leveranciers die behalve het leveren van asfaltwapening ook de aanleg kunnen verzorgen. Er zijn ook leveranciers die alleen het pakket 'leveren & aanbrengen' verzorgen. De gesproken aannemers kiezen er allen het liefst voor om de aanleg van asfaltwapening door de leverancier te laten verzorgen, omdat het al meermaals fout is gegaan als zij het zelf deden. Hierbij komen uiteraard extra kosten kijken, om goedkoper te kunnen inschrijven kiest een aannemer er soms voor om toch zelf de aanleg te doen. Dit is afhankelijk van de moeilijkheid, naarmate er meer bochten en obstakels zijn, wordt het moeilijker.

Er is een aannemer die beweert dat Tensar AR-G weer gaat opbollen op het moment dat het afgerold wordt. Verder zijn de knooppunten ± 3 keer zo dik als de ribben, hierdoor kan er holle ruimte onder de ribben ontstaan.

Over de werking van Carbophalt verschillen de meningen. Één aannemer verwacht dat dit product zich in de toekomst zal bewijzen. Dit is omdat het product bij weinig rek al veel kracht op kan nemen en door eenvoudig installatie een goede hechting heeft.
Een andere aannemer beweert dat dit een product is voor hele specifieke toepassingen. Omdat het zoveel kracht bij weinig rek op kan nemen, vergeleken met asfalt, zullen de scheuren direct naast het Carbophalt naar boven komen.

Op basis van de besproken toepassingsgebieden wordt gedacht dat asfaltwapening in het geval van reflectiescheuren, wegverbreding en 'afhangende kanten' zin heeft.
Alle aannemers beweren dat diktereductie niet mogelijk is. Omdat aannemers niet graag zien dat er minder asfalt gedraaid wordt, kan aan de betrouwbaarheid van deze uitspraak getwijfeld worden. In het geval van overlaging wordt wel verwacht dat er diktereductie plaats kan vinden omdat asfaltwapening scheurremmend werkt.
Er wordt gedacht dat asfaltwapening het beste op een fijn gefreesde ondergrond aangebracht kan worden. Door de asfaltwapening aan te brengen op een grove ondergrond ontstaat er haakweerstand. Echter als de ondergrond te grof is dan kan de asfaltwapening beschadigd worden tijdens aanleg. Op het moment dat er een uitgevulde ondergrond is dan vindt er geen haakweerstand plaats.
Goede installatie van de asfaltwapening is belangrijk om het beoogde doel te bereiken; er wordt gedacht dat als er iets fout gaat dit vaak komt door gebrek aan tijd, ervaring of afstemming met de asfaltploeg. Daarom is het in complexe situaties (veel bochten en obstakels) goed als de leverancier zelf voor aanleg zorgt.
Er mag geconcludeerd worden dat Tensar AR-wapening een product is wat bij aannemers niet in de smaak valt vanwege de problemen met aanleg. Bij andere soorten asfaltwapening worden niet zulke grote problemen verwacht, hoewel er onderscheid in te maken valt (zoals eerder gezegd).
Bij asfaltwapening van carbon en staal moet er rekening gehouden worden met de verankeringslengte zodat de spanning verdeeld kan worden (i.v.m. de lage rek). Zonder voldoende verankering zal de asfaltwapening losschieten en de scheur hier onderdoor gaan en aan de zijkant reflecteren.

Alle aannemers zijn het eens over de verankeringslengte, deze varieert tussen de 0,5 en 1 meter aan weerskanten van de scheur. Één aannemer heeft ervaring met een glasvezelwapening die aan beide zijden de scheur 1 meter overlapte en toch op de rand begon te scheuren. De andere aannemers hebben deze ervaring niet.

Alle aannemers hebben de indruk dat de hechting tussen asfaltwapening en onder- en overlaag niet altijd van begin af aan goed is. Na een hete zomer en de nodige belasting zal in veel gevallen de hechting wel goed zijn, twee aannemers hebben deze ervaring. De andere aannemer heeft de indruk dat de boor tijdens het boren de asfaltwapening los 'rukt' doordat de asfaltwapening veel stugger is.

Twee aannemers hebben in het verleden geprobeerd om carbon- en glasvezels toe te voegen aan het asfaltmengsel met als doel het versterken van de constructie (zoals bij beton). Dit experiment heeft echter tot niets geleid, er bleek in beide gevallen te weinig hechting tussen de vezels en het asfalt.

Geen enkele aannemer zegt in het verleden bijgehouden te hebben waar asfaltwapening is toegepast om te kijken hoe dit op termijn functioneert. Onlangs is een van de aannemers wel begonnen met een systeem waarin dit bijgehouden gaat worden (GIS-database). Een andere aannemer geeft wel aan dat met het oog op de D&C-contracten interessant is om hier onderzoek naar te doen.

Over het opbreken van asfaltwapening zijn de meningen van de gesproken aannemers redelijk het zelfde. Staal valt in ieder geval niet te frezen en levert grote problemen op als de frees hier toch in komt. Een non-woven of kunststof (vooral Tensar) levert nog wel eens problemen op als ze door de frees niet direct kapot gaan. Dit kan komen doordat er slechte hechting is en de asfaltwapening er 'uitgetrokken' wordt, of doordat het materiaal erg stug is. De andere soorten asfaltwapening kunnen wel zonder problemen gefreesd worden. Het is belangrijk dat de frees altijd tot onder de asfaltwapening gaat en een dikke laag meeneemt (3 cm onder de wapening). Als reden hiervoor wordt gezegd dat er zo geen grote stukken asfaltwapening overblijven en dat er een juiste verhouding van asfaltwapening en freesasfalt is (aandeel wapening in het freesasfalt maximaal 0,25% (massa/massa). Dit is allebei van belang om zonder problemen hergebruikt te kunnen worden. Als er te grote stukken asfaltwapening in het freesasfalt zitten kunnen die er uit gezeefd worden of moet het freesasfalt als afval afgevoerd worden. Op het moment dat er teveel asfaltwapening door het freesasfalt zit moet dit opgemengd worden zodat de verhouding weer goed is.

De verankering moet aan beide zijden van een scheur tussen de 0,5 en 1 meter zijn.
Op het moment dat er een boorkern genomen wordt vlak na de aanleg kan het zo zijn dat er geen hechting is ter plaatse van de asfaltwapening. Dit kan komen omdat het bitumen waarschijnlijk wegens kou niet goed gehecht is aan de asfaltwapening. Na een zomer en belasting zou het kunnen zijn dat er alsnog hechting plaats heeft gevonden.
Er moet tijdens het frezen van asfaltwapening rekening mee gehouden worden dat er een dikke laag meegenomen wordt en de frees tot 3 cm onder de asfaltwapening reikt. Dit is ten behoeve van een juiste verhouding tussen asfaltwapening en freesasfalt (aandeel wapening mag maximaal 0,25% (massa/massa) zijn) en om er voor te zorgen dat de asfaltwapening volledig fijn gemaakt wordt. Staal mag absoluut niet gefreesd worden.

4.3 Wegbeheerders

Er zijn drie wegbeheerders geraadpleegd die ervaring hebben met asfaltwapening. Te weten de wegbeheerders van:

- gemeentecombinatie BEL (Blaricum, Eemnes en Laren);
- gemeente Loppersum;
- gemeente Winsum.

Er is gevraagd naar de soorten asfaltwapening waarmee zij bekend zijn en met welke zij daadwerkelijk ervaring hebben. Dit is in tabel 9 weergegeven:

Tabel 9: Bekendheid wegbeheerders met producten

Product	Ervaring	Kennis
Bitufor	3 / 3	3 / 3
Glasgrid (naam onbekend)	2 / 3	3 / 3
HaTelit	1 / 3	3 / 3
Tensar AR-G	1 / 3	3 / 3
Carbongrid	0 / 3	3 / 3
AB-Mesh	0 / 3	2 / 3

Er is van veel producten kennis bij de gesproken wegbeheerders, maar lang niet alle producten worden toegepast. Alleen Bitufor en een glasgrid worden tegenwoordig op grote schaal toegepast. Bij incidentele schade worden ook Tensar en HaTelit toegepast.

Niemand heeft op de locaties waar Bitufor toegepast is last van scheurvorming (dit is maximaal 8 jaar oud). Er is wel een gemeente die 5 cm asfaltoverlaging over de Bitufor heeft liggen en zegt dat de ribben van de Bitufor voelbaar zijn als er overheen gereden wordt. Er is een andere gemeente die ook 5 cm overlaging heeft, deze zegt die ervaring niet te hebben.
Met een glasgrid hebben 2 wegbeheerders ervaring, tot nu toe (4 jaar oud) is er nog geen last van scheurvorming.
HaTelit is bij één wegbeheerder wel eens toegepast, hier is na 6 jaar nog geen schade opgetreden. Toch verwacht deze wegbeheerder niet dat HaTelit in de toekomst blijft werken. Omdat de knooppunten niet star zijn zal de constructie gaan doorhangen zegt hij. Bij starre hoekpunten (Tensar AR-G en stalen grids) kunnen de minerale delen opgesloten worden waardoor een stevige constructie ontstaat, zoals het stapelen van biljartballen in een driehoek.
Tensar AR-G is vroeger (ongeveer 15 jaar geleden) wel op grote schaal toegepast bij één wegbeheerder, maar dit product functioneerde niet omdat er geen goede aanleg mogelijk was.

Met carbonvezelwapening heeft nog niemand ervaring toch is dit product wel bij iedereen bekend. De redenen hiervoor zijn dat er niet afgeweken wil worden van Bitufor of dat er te weinig kennis van carbonvezelwapening is. Er zijn wel wegbeheerders die open staan om dit product eens te proberen.
Met AB-Mesh heeft niemand ervaring, er zijn wel twee gemeentes die hier van gehoord hebben. De ene gemeente ziet AB-Mesh als de oude Mesh-Track (zonder getordeerde dwarsstaaf en zonder vaste onderaannemers die voor aanleg zorgen). Daarom ziet hij AB-Mesh niet als gelijkwaardig aan Bitufor. De andere gemeente ziet het wel als een gelijkwaardig product en zou het wel eens toe willen passen in verband met kostenbesparing.

In het geval van integrale toepassing zeggen twee van de drie wegbeheerders open te staan voor alternatieven, de andere wil alleen maar Bitufor. De wegbeheerders zeggen het belangrijk te vinden om zekerheid te hebben, zij vinden het belangrijk dat er een groot bedrijf achter zit en er projecten zijn waar die soort asfaltwapening met succes toegepast is. Omdat vergelijken van de verschillende soorten asfaltwapening moeilijk is, wordt dit op basis van ‘gevoel’ gedaan. In sommige gevallen is overrijdbaarheid wel een belangrijke eigenschap die asfaltwapening moet hebben omdat een weg niet te lang afgesloten mag zijn.
Overigens wordt er bij freesvakken door geen wegbeheerder moeilijk gedaan over een alternatief.

Er is bij de wegbeheerders zeer duidelijk naar voren gekomen dat zij zekerheid willen hebben en zo min mogelijk overlast voor de bewoners willen veroorzaken. Daarom is bij alle wegbeheerders Bitufor een product waar zij graag mee werken. Bitufor heeft zich op de lange termijn al bewezen en is daarom een soort asfaltwapening die zeker werkt. Omdat er overheen gereden kan worden, hebben bewoners minimaal overlast van de aanleg. Toch staan wegbeheerders wel open voor alternatieven, het is dan wel belangrijk dat de leveranciers referentieprojecten hebben, goede service bieden of zelfs garantie geven.

Er zijn uiteenlopende redenen om asfaltwapening toe te passen, de voornaamste is om scheurreflectie (uit ondergrond, fundering of asfaltconstructie) te voorkomen of vertragen. Alle wegbeheerders zeggen last te hebben van teerhoudend asfalt wat zij liever willen laten liggen in verband met de hoge stortkosten.
Er zijn twee wegbeheerders die Bitufor toepassen tegen spoorvorming, dit is vooral van toepassing bij smalle plattelandswegen. Zij zeggen dat hier soms zwaar of breed verkeer komt zoals melkauto’s, vrachtauto’s die bieten komen laden en natuurlijk de tractoren van de boeren zelf.

In het geval van wegen die last van afschuiving hebben (dijken / polderwegen) wordt er door twee wegbeheerders Bitufor toegepast. De derde zegt dat asfaltwapening dan niet werkt. Er is door een wegbeheerder al eens een glasgrid toegepast in een fietspad boven op een dijk, dit ging niet goed. Volgens hem was er mogelijk te weinig verankeringlengte om afschuiving te voorkomen op het moment dat er onderhoudsvoertuigen overheen reden.
Er zijn twee wegbeheerders die aangeven asfaltwapening toe te passen in het geval dat zij niet de hoogte in kunnen vanwege aansluitingen / trottoirbanden. Van de derde wegbeheerder is dit onbekend.
Eén wegbeheerder zei dat er in een situatie eigenlijk een volledige reconstructie nodig was. Maar in plaats daarvan is er Bitufor (figuur 26) gebruikt om minder overlast voor aanwonenden te veroorzaken.
Binnen de bebouwde kom zegt één wegbeheerder nooit asfaltwapening toe te passen. Een ander zegt dat hij dit wel doet, maar geen Bitufor (omdat er nog wel eens een kabel of leiding gelegd moet worden) en van de derde is dit niet bekend.

Alle wegbeheerders geven aan dat zij ervaring hebben dat als er integraal een composiet door de aannemer aangelegd wordt, het wel eens fout is gegaan. Er rijdt dan werkverkeer overheen en dan blijkt dat de hechting niet altijd voldoende is. De asfaltwapening blijft dan aan de banden plakken en daardoor ontstaan er plooien. Er is een wegbeheerder die goede ervaring heeft met Polyfelt PG-M (van Ten Cate), dit wordt door de leverancier geïnstalleerd. Met de aanleg van Bitufor heeft niemand problemen ondervonden, er is ook altijd goede hechting.



Figuur 26: EAB aanbrengen op staal

Alle wegbeheerders proberen zo veel mogelijk over een lange termijn te kijken. Door een asfaltwapening toe te passen is het soms mogelijk om over een periode van 10 – 20 jaar voordeliger uit te zijn. Er wordt gezegd dat in veel gevallen het budget er niet voor is om de eenmalige investering te doen. Eén wegbeheerder zegt bij incidentele schades geen Bitufor toe te willen passen. Het wordt snel vergeten en als er dan gefreesd wordt dan kan dit grote problemen opleveren. Een andere wegbeheerder zegt hier geen rekening mee te houden, dit is omdat iedere asfaltwapening nadelen heeft.

Er zijn twee wegbeheerders die bijhouden waar er asfaltwapening toegepast wordt. Eén wegbeheerder heeft alles op tekening staan, en de andere zegt dat het in een wegbeheerprogramma staat maar niet op tekening. De derde heeft alles wel in zijn hoofd zitten maar verder niet ingetekend of ergens (makkelijk) terug te vinden.

Het meest genoemde toepassingsgebied van asfaltwapening is om scheurreflectie te voorkomen of vertragen, hier voldoen meerdere soorten asfaltwapening aldus de wegbeheerders. Bitufor wordt door de wegbeheerders als een soort haarlemmerolie gezien. Zij passen het toe wanneer er last is van spoorvorming, afschuiving of zelfs als er eigenlijk een complete reconstructie nodig is. Tot nu toe (max. 8 jaar ervaring) is er bij geen van de wegbeheerders schade opgetreden.
Vooral in het geval dat een weg eigenlijk gereconstrueerd zou moeten worden zou een weg lang afgesloten zijn; als Bitufor hier als alternatief toegepast kan worden bespaard dit veel overlast. Echter binnen de bebouwde kom en bij incidentele schade wordt niet gedacht dat het goed is om Bitufor toe te passen. In de bebouwde kom moet er in verband met kabels en leidingen bijna altijd wel een keer een sleuf gegraven worden. Voor plaatselijke toepassing is Bitufor niet geschikt omdat niet alle wegbeheerders exact bijhouden waar de asfaltwapening ligt. Dit kan bij toekomstig onderhoud grote problemen opleveren.

5 Categorieën asfaltwapening in toepassingen

In dit hoofdstuk worden de verschillende soorten asfaltwapening uit hoofdstuk 3 gekoppeld aan de relevante toepassingsgebieden uit hoofdstuk 2.

In onderstaande volgorde zullen de toepassingsgebieden behandeld worden:
1. Reflectie uit de oude asfaltconstructie
2. Reflectie uit de fundering
3. Verbreding
4. 'Afhangende kanten'

5.1 Categorie-indeling asfaltwapening

Er is een categorie-indeling gemaakt van de in hoofdstuk 3 genoemde producten (tabel 10). Omdat de basismaterialen onderling niet vergelijkbaar zijn is iedere materiaalsoort in een aparte categorie ingedeeld.

Tabel 10: Categorie indeling asfaltwapeningen

Categorie	Leverancier	Product	Overrijdbaar	Nonwoven	Aanleg door
Kunststof grid	Ceco	HaTelit	Nee	20 g / m^2	Aannemer
	Citeko	Bitutex PET	Nee	-	Aannemer
		Bitutex PET Composite	Nee	60 / 140 g / m^2	Aannemer
	Tensar	AR-G	Nee	130 g/m^2	Aannemer
Glasvezel grid	Aat Baks	Reforgrid	Ja	- of 100 g / m^2	Aannemer
	Bituned	Glasgrid	Nee	-	Aannemer of leverancier
		Compogrid	Nee	120	Aannemer of leverancier
	Citeko	Bitutex glas	Nee	-	Aannemer
		Bitutex glas Composite	Nee	60 / 140 g / m^2	Aannemer
		Bitutex glas Stargrid	Nee	40 g / m^2 (van glasvezel)	Aannemer
	S&P	Glasphalt G	Ja	-	Aannemer of leverancier
		Glasphalt GV	Ja	20	Aannemer of leverancier
	Ten Cate	PGM-G	Ja	140 g / m^2	Leverancier
	Tensar	Glasstex	Nee	130 g / m^2	Aannemer
Carbonvezel grid	Aat Baks	Geonet	Ja	20 g / m^2	Aannemer
	S&P	Carbophalt G	Ja	-	Aannemer of leverancier
		Carbophalt GV	Ja	20 g / m^2	Aannemer of leverancier
Stalen grid	Aat Baks	AB-Mesh	Ja	EAB	Aannemer
	Intercodam	Bitufor	Ja	EAB	Leverancier

Voor ieder toepassingsgebied worden 1 of meerdere categorieën als mogelijkheid genoemd. Daarna kan er, afhankelijk van de situatie een product bij gezocht worden. Daarbij kan er rekening worden gehouden met de volgende aspecten:

1. Of de asfaltwapening overrijdbaar moet zijn

Met overrijdbaarheid is nog geen rekening gehouden omdat er in de uitvoering gekozen kan worden om de asfaltwapening direct met asfalt te overlagen. Op die manier blijft de periode dat er niet overheen gereden kan worden beperkt tot minimaal.

2. Of een nonwoven gewenst is

Sommige asfaltwapeningen zijn leverbaar met een nonwoven, de nonwoven heeft voor- en nadelen:
Voordelen:

- meer kans op goede bevestiging;
- waterafsluitende laag (in het geval van een zware nonwoven (>100 gram/m2);
- bescherming van de ribben (voornamelijk van toepassing in het geval van glasvezel).

Nadelen:

- hoe zwaarder de nonwoven, hoe minder hechting;
- zeer gevoelig voor neerslag tijdens de uitvoering;
- moeilijkere aanleg in bochten vergeleken met een grid.

Bijkomend effect van een zware nonwoven is dat een SAMI ontstaat, dit kan een voor- of nadeel zijn.

3. Of de aanleg verzorgd moet worden door de leverancier

Bij sommige leveranciers kan de aanleg door een vaste onderaannemer verzorgd worden, de kans dat de aanleg dan goed gaat is groter.

4. Zwaar verkeer

In het geval van glasvezelgrids is het bij een aantal leveranciers mogelijk om een uitvoering te kiezen die meer treksterkte heeft. Bij de interviews is niet naar voren gekomen dat een asfaltwapening niet functioneerde door een gebrek aan treksterkte. Aldus Ten Cate voldoet in bijna alle gevallen een 50kN uitvoering, terwijl zij ook een sterkere uitvoering kunnen leveren. De reden dat wegbeheerders kiezen voor een zwaardere uitvoering heeft vaak te maken met extra zekerheid. Als er volgens RAW-standaard 2010, tabel 31.19 (bijlage 2) sprake is van intensief belaste weg zou er voor de zekerheid een uitvoering van >50kN gekozen worden.

5.2 Reflectiescheuren vanuit de oude asfaltconstructie

In deze situatie worden scheuren bedoeld die ontstaan zijn door verkeersbelasting (vermoeiing) of uitdroging van de natuurlijke ondergrond. Deze scheuren zitten van onder tot boven in de oude constructie. Asfaltwapening kan bij een overlaging toegepast worden om scheurdoorgroei in de overlaging te vertragen of voorkomen.
Eerst moet er gekeken worden of de toepassing van asfaltwapening integraal of plaatselijk is. Bij plaatselijke toepassing vallen grids van carbonvezel en staal af omdat de stijfheid van deze materialen te hoog is. Bij plaatselijke toepassing is er relatief weinig verankeringslengte waardoor de asfaltwapening losgetrokken kan worden. Als dit gebeurd dan zullen de scheuren aan de zijkant van de asfaltwapening ontstaan.
In deze situatie blijven kunststof- en glasvezelgrids over als mogelijkheid.

Bij integrale toepassing moet er gekeken worden of er kabels of leidingen aanwezig zijn in het tracé van de asfaltwapening. Als er kabels of leidingen liggen dan is een stalen grid niet gewenst. Dit is namelijk lastig op te breken als er onderhoud gepleegd moet worden aan de kabels of leidingen.
Als er kabels of leidingen in het tracé liggen blijven kunststof, glasvezel en carbonvezel grids over als mogelijkheid.

Als er geen kabels of leidingen liggen zouden alle soorten asfaltwapening in deze situatie kunnen voldoen.

De asfaltwapening kan in het geval van reflectiescheuren altijd het beste zo diep mogelijk in de constructie geplaatst worden omdat daar de grootste trekspanning optreedt.

5.3 Reflectie uit gebonden fundering

Bij een gebonden fundering zitten de scheuren op regelmatige afstand van elkaar, die afstand varieert ongeveer van 30 tot 60 meter. Deze scheuren zijn ontstaan door verhardingskrimp en gaan werken door seizoensinvloed. In de winter gaat de scheur open (krimp) en in de zomer is de scheur gesloten.
Omdat de afstand tussen de scheuren groot is, hoeft wapening alleen ter plaatse van de scheuren aangebracht te worden. Een stalen grid is dan geen optie omdat het risico te groot is dat er later problemen door ontstaan als er onderhoud gepleegd wordt.
Een carbonvezelgrid zou in deze situatie wel toegepast kunnen worden, mits er genoeg verankeringslengte aangebracht wordt (1 tot 1,5 meter). Op die manier is de kans kleiner dat de asfaltwapening losgetrokken wordt en de scheuren aan de zijkant van de asfaltwapening komen.
Het is onbekend hoeveel spanning in deze situatie optreedt maar er wordt gedacht dat geen enkele asfaltwapening die scheur dicht kan houden. Daarom zal de spanning verminderd moeten worden door een SAMI op de scheur toe te passen (uitleg SAMI in §3.2.2). Over de SAMI komt een laag asfalt waarop vervolgens een asfaltwapening bevestigd kan worden. De asfaltwapening is nodig omdat de SAMI de spanning wel vermindert maar niet volledig neutraliseert waardoor de scheur na verloop van tijd alsnog door zal groeien in de overlaging. Deze verminderde spanning kan waarschijnlijk wel door asfaltwapening worden opgevangen.
Omdat verwacht wordt dat de spanning ondanks de SAMI nog steeds groot is, zal een asfaltwapening met veel treksterkte nodig zijn (>100kN). In dat geval blijft asfaltwapening van glasvezel en carbonvezel over.
Bij een asfaltwapening van carbonvezel bestaat het risico dat deze breekt vanwege de extreem hoge stijfheid. In dat geval zou het zinvol zijn om een zware nonwoven toe te passen zodat de asfaltwapening in een SAMI ligt. De ribben hebben dan alleen interactie met de overlaging en niet meer met de gescheurde onderlaag die ’s winters ‘toch wel’ open gaat.
Daarom is in deze situatie een carbonvezel composiet of een glasvezel wapening mogelijk.

Opmerkingen:

- Als er gekozen wordt voor een carbon grid dan moet er op gelet worden dat de carbonvezels in de lengte van de weg komen te liggen (haaks op de beweging waardoor er trekkracht opgenomen kan worden).
- De wapening kan het beste aangebracht worden op het moment dat de scheur dicht zit omdat er alleen bij het openen van de scheur trekspanning optreedt. Als de scheur open staat op het moment dat de wapening aangebracht wordt, ligt de wapening niet meer strak als de scheur gesloten is. In het geval dat de wapening niet strak ligt kan ze uiteraard geen trekkracht opnemen.

5.4 Verbreding

Zoals in hoofdstuk 2 vermeldt treedt deze schade op als er restzetting plaatsvindt ter plaatse van de verbreding (dat is voornamelijk bij veen- en kleiondergrond). Deze restzetting wordt veroorzaakt als het eigengewicht van de nieuwe constructie meer is dan het gewicht van de grond die eerst ter plaatse van de verbreding zat. Door de restzetting onder de nieuwe wegconstructie ontstaat er een ‘hoogteverschil’ tussen de oude en nieuwe constructie. Hierdoor treden er op de grens tussen het oude en nieuwe gedeelte trekspanningen op aan de bovenkant van het asfalt. Als de spanning te groot wordt kan het asfalt niet meer uitrekken en ontstaat er een langsscheur.
De beste oplossing is om de grond vooraf te laten zetten door bijvoorbeeld een overhoogte aan te brengen of verticale drainage toe te passen. Als dit niet gedaan wordt dan kan er asfaltwapening toegepast worden. Er wordt niet verwacht dat asfaltwapening het zakken van de nieuwe constructie tegen kan houden, maar wel vertragen. Zolang de grond blijft zetten dan zal er altijd na verloop van tijd een scheur ontstaan. Door een wapening met veel trekkracht en een hoge E-modulus toe te passen kan de zetting het meest vertraagd worden.
Een stalen grid kan maximaal 40kN/m trekkracht opnemen, dat is duidelijk minder dan een grid van glas- of carbonvezels (200kN/m). Ondanks dat de treksterkte niet op een vergelijkbare manier bepaald is wordt er gedacht dat een grid van glas- of carbonvezels meer trekkracht kan opnemen dan staal. Daarom kan in het geval van een verbreding het beste voor een glasvezel- of carbonvezelasfaltwapening met een zo hoog mogelijke treksterkte gekozen worden.
De verankeringslengte zal minimaal 0,5 meter moeten zijn omdat het anders losgetrokken kan worden en dan zal een asfaltwapening geen zin hebben. Een verankering van 1 meter in de oude en nieuwe constructie wordt aangeraden om zeker te zijn dat de wapening door de enorme trekkracht niet losgerukt wordt.
Omdat in deze situatie de meeste trekkracht aan de bovenkant van de asfaltconstructie optreedt, kan de wapening bovenin de constructie het maximale effect geven. Maar de deklaag zal gedurende de levensduur van de constructie meerdere keren vervangen worden, als de wapening dan kapot gefreesd wordt, is dit

kapitaalvernietiging. Op basis van die afweging kan de asfaltwapening het beste één laag onder de deklaag geplaatst worden.

5.5 'Afhangende kanten'

Zoals in hoofdstuk 2 vermeld, treedt dit schadebeeld op bij polder- en dijkwegen. De oorzaak van deze schade is dat er geen draagkrachtige ondergrond is, in combinatie met veel randbelasting. De zijkant van de weg gaat 'hangen' waardoor er extra trekspanning optreedt in de bovenkant van de asfaltconstructie. In zo'n situatie kan asfaltwapening een oplossing zijn.
Eerst moet er gekeken worden of de toepassing van asfaltwapening integraal of plaatselijk is. Bij plaatselijke toepassing vallen grids van carbonvezel en staal af omdat de stijfheid van deze materialen te hoog is. Bij plaatselijke toepassing is er relatief weinig verankeringslengte waardoor de asfaltwapening losgetrokken kan worden. Als dit gebeurd dan zullen de scheuren aan de zijkant van de asfaltwapening ontstaan.
De asfaltwapening van kunststof en glasvezel blijven over, beide categorieën zijn in deze situatie geschikt.

Bij integrale toepassing kan er behalve van kunststof en glasvezel ook gebruik worden gemaakt van een carbonvezel of stalen grid. In het geval dat er kabels of leidingen onder het asfalt zitten wordt een stalen grid echter niet geadviseerd omdat een stalen grid lastig op te breken is. Als er geen kabels of leidingen liggen heeft een stalen grid de voorkeur omdat dit door de jaren heen bewezen heeft voor deze toepassing te functioneren.

Omdat in deze situatie de meeste trekkracht aan de bovenkant van de asfaltconstructie optreedt, kan de wapening zo hoog mogelijk in de constructie het maximale effect geven. Maar de deklaag zal gedurende de levensduur van de constructie meerdere keren vervangen worden; als de wapening dan kapot gefreesd wordt, is dat kapitaalvernietiging. Op basis van die afweging kan de asfaltwapening in deze situatie het beste één laag onder de deklaag geplaatst worden.

6 Toepassing rapport in de praktijk

In dit hoofdstuk worden twee cases uitgewerkt.
De eerste case betreft een situatie in Overijssel (N337) waarbij dwarsscheuren t.g.v. een gebonden fundering naar de oppervlakte gereflecteerd zijn. Er wordt gekeken of er met behulp van voorgaande hoofdstukken een onderbouwd advies over asfaltwapening gegeven kan worden.
De tweede case betreft een situatie in Werkendam waar asfaltwapening is voorgeschreven, maar waarbij deze niet gefunctioneerd heeft. Er wordt gekeken wat de mogelijke oorzaken hiervan zijn en wat een goed alternatief is.

6.1 Case 1: Advies voor N337, een weg met dwarsscheuren

Deze case gaat over een praktijksituatie waarbij onlangs aan Grontmij is gevraagd advies te geven voor groot onderhoud. Het betreft de N337 en een parallelweg tussen Wijhe en Herxen te Overijssel. Een wegenbouwkundig adviseur van Grontmij heeft de huidige toestand beoordeeld doormiddel van een visuele inspectie en boringen.

N337, betreft KM 16.700 tot 19.000
De verhardingsconstructie bestaat uit ca 180 mm asfalt op een ca 180 mm dikke fundering van zandcementstabilisatie. De verharding vertoont diverse dwarsscheuren (over de gehele breedte van de weg, red.) met een onderlinge afstand van 30 à 50 m1. De dwarsscheuren zijn ontstaan door krimpscheuren in de stijve zandcement fundering. Deze krimpscheuren zijn in de loop der jaren doorgegroeid naar het oppervlak. Vrij uitzonderlijk dat in het geval van de N337 de scheurwijdte fors is. De dwarsscheuren staan zelfs zover open dat in de winter sprake is van hoogteverschillen ('trapjesvorming').

Analyse van de situatie
Deze situatie komt sterk overeen met de beschrijving uit subparagraaf 2.2.5. De scheur is in de stijve fundering van zandcementstabilisatie ontstaan door verhardingskrimp. Na verloop van tijd is de scheur gereflecteerd naar de oppervlakte van het asfalt. Dat reflecteren is gebeurd door seizoens- en verkeersinvloed. Volgens de aangeleverde gegevens is de scheurwijdte in dit geval vrij fors.
Zoals in paragraaf 5.3 vermeld is er bij scheurreflectie uit een gebonden fundering in ieder geval een 'aparte' SAMI nodig om de spanning te reduceren zodat de asfaltwapening niet breekt (§3.2.2). De keuze voor één bepaalde soort asfaltwapening hangt van product specifieke eigenschappen af, dit is onderstaand uitgewerkt. Niet alle eigenschappen komen aan bod, dat is omdat daar geen onderscheid in te maken valt. Bijvoorbeeld als er keuze is uit 2 soorten van glasvezel dan is de E-modulus geen relevante eigenschap meer.

6.1.1 Essentiële eigenschappen

Materiaal wapening
Bij scheurenreflectie uit een gebonden fundering treedt veel trekkracht op, daarom is een asfaltwapening van kunststof niet voldoende. Daarnaast wordt de asfaltwapening lokaal toegepast, omdat stalen grids in de toekomst problemen op kunnen leveren met onderhoudsmaatregelen vallen deze af (§5.3).
Voor zowel glasvezel- als carbonvezelasfaltwapening is geen bezwaar om deze toe te passen. Onderstaand wordt met deze categorieën doorgegaan.

Rek bij breuk
Scheuren die 'werken' door seizoensinvloed kunnen niet dichtgehouden worden door een asfaltwapening. In deze situatie is de scheurwijdte van de fundering 'vrij fors', daarom zal een carbonvezelasfaltwapening waarschijnlijk breken (breukrek van 1,5%).

Glasvezelasfaltwapening heeft een breukrek van 3%, daarom blijft asfaltwapening van glasvezel over als oplossing (§3.4.2).

6.1.2 Optionele eigenschappen

Wel of geen nonwoven

Een nonwoven heeft voordelen (bevestiging, waterafsluitende laag en bescherming van de ribben), maar ook nadelen (slecht voor de verankering, gevoelig voor neerslag tijdens de uitvoering en moeilijker aan te leggen in bochten). Onderstaand staan deze voor- en nadelen uitgewerkt:

- Bevestiging

Een nonwoven kan dienen om de bevestiging te vereenvoudigen. Als er een composiet toegepast wordt is er een maximaal contactoppervlak met de ondergrond waardoor de kans kleiner is dat (werk)verkeer de wapening lostrekt (§3.5.1).

Deze eigenschap is minder van belang omdat er nauwelijks werkverkeer overheen komt, er is relatief weinig asfalt nodig (en dus ook weinig vrachtauto's) en er is geen spreidmachine nodig voor dit werk.

- Waterafsluitende laag

Een nonwoven is dankzij het geabsorbeerde bitumen waterdicht. Dit kan nuttig zijn als een constructie van onder tot boven gescheurd is, dankzij de nonwoven kan het water dan niet doorlopen naar de fundering (gevolg is verlies van draagkracht).

Dit is hier niet van toepassing omdat de schade niet door vochtindringing is ontstaan en er bovendien al een waterafsluitende laag ligt (de SAMI)

- Bescherming van de ribben

Door een nonwoven toe te passen ligt het grid op een 'kussen'. Als er dan verkeer over de asfaltwapening rijdt worden de ribben minder makkelijk beschadigd door de druk van de banden.

Dit is hier niet nodig omdat er een uitvullaag aangebracht wordt, er zijn dus geen scherpe delen in de onderlaag, zoals freesribbels. Bovendien zal de asfaltwapening nauwelijks bereden worden omdat er weinig werkverkeer is.

- Slecht voor de verankering

Glasvezelgrids hebben verankering doormiddel van hechting met de onder- en/of overlaag. Hoe beter de hechting is, des te minder hoeft de verankeringslengte te zijn om niet losgetrokken te worden. Een composiet heeft aan de onderkant een nonwoven. Door de nonwoven komt er een scheidende laag tussen het grid en het asfalt waardoor het grid minder hechting heeft aan de onderlaag. Daarom is voor de verankering een nonwoven niet gewenst (§3.4.5).

- Gevoelig voor neerslag

Als het regent kan er met een nonwoven niet gewerkt worden. De nonwoven absorbeert de regen en daarom is er in de nonwoven geen ruimte meer voor het bitumen waardoor er geen hechting is.

- Moeilijker aan te leggen in bochten

Niet van toepassing omdat er geen bocht in het tracé zit.

In dat geval blijven alleen de grids van glasvezel over:

- Carbophalt G en Carbophalt GV (de nonwoven smelt weg) van S&P
- Reforgrid van Aat Baks Handelsonderneming
- Bitutex glas van Citeko
- Glasgrid van Bituned

Maaswijdte

De maaswijdte is van belang voor de verankering omdat de ribben moeten hechten aan het asfalt. Door een kleinere maaswijdte te kiezen zijn er meer ribben per strekkende meter waardoor het contactoppervlak tussen het grid en het asfalt toeneemt (§3.4.4). In dat geval blijven Reforgrid van Aat Baks Handelsonderneming (12,7 x 12,7 mm) en Glasgrid van Bituned (12,5 x 12,5 mm) over.

Verankeringslengte

Vanwege het toepassen van een grid (dus zonder nonwoven) met kleine maaswijdte is de verankering optimaal. Zoals in §3.6 (interviews leveranciers) en §4.2 (interviews aannemers) vermeld, is 0,5 tot 1 meter verankeringslengte voldoende. Omdat in deze situatie veel trekkracht optreedt, is 1 meter verankering nodig. Reforgrid van Aat Baks Handelsonderneming heeft een rolbreedte van 2 meter, Glasgrid van Bituned heeft een rolbreedte van 1,5 meter. Daarom blijft Reforgrid van Aat Baks Handelsonderneming over als enig product.

6.1.3 Detaillering advies

Treksterkte

Dit is een belangrijke eigenschap omdat er grote trekkracht optreedt, aldus §5.3 is minimaal 100 kN / m^1. Reforgrid is leverbaar in een 200 kN / m^1 uitvoering, omdat er veel trekkracht optreedt, kan daar het beste voor gekozen worden.

Bitumen

Er wordt een uitvullaag aangebracht, dit is een vlakke ondergrond en daarom kan met 0,3 kg / m2 bitumen voldaan worden.

Het is aan te bevelen het repareren van de dwarsscheuren uit te voeren op het moment dat de scheur in de fundering gesloten is, omdat alleen bij open gaan trekkrachten optreden. Dit is het geval na een warme periode (’s zomers).

Geadviseerd wordt om eerst de volledige deklaag te frezen (ca. 30mm). Ter plaatse van de dwarsscheuren tot op de zandcement fundering het asfalt getrapt infrezen. Van bovenaf gezien hebben de treden een breedte nodig van: 3,0 m1, 2,0 m1, 0,5m1. Vervolgens kan de volgende constructie aangebracht worden (constructie van onder naar boven):

- SAMI; breedte 0,50m^1
- 50 mm asfalt; breedte 0,50m1
- Reforgrid zonder nonwoven van Aat Baks Handelsonderneming; breedte 2,00m1
- 50 mm asfalt; breedte 2 meter
- 50 mm asfalt; breedte 3 meter
- 35 mm asfalt over het hele oppervlak

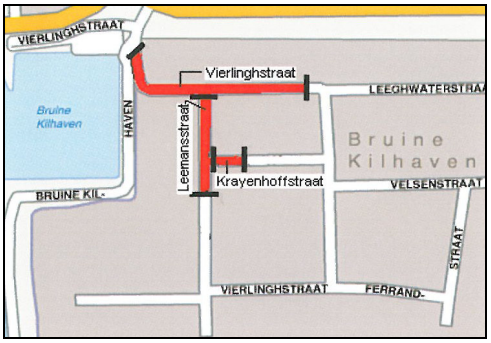
6.1.4 Evaluatie

Het was goed mogelijk om een advies te geven over welke soort asfaltwapening in deze situatie optimaal is. In hoofdstuk 2, 3 en 4 was voldoende informatie beschikbaar om het advies te kunnen onderbouwen. Er kan nog wel optimalisatie plaats vinden, in ieder geval te weten op de volgende punten:

- Aangeven welke eigenschappen, per situatie, het meest belangrijk zijn. Zo ontstaat er een soort van stappenschema, de eerste stap is de belangrijkste eigenschap. Dan vallen er direct een aantal soorten asfaltwapening af die in ieder geval niet toegepast kunnen worden.
- In de tabel met producten en eigenschappen de mogelijkheid inbouwen om producten en eigenschappen uit te vinken. Dan is het mogelijk om de producten die nog over zijn eenvoudig onder elkaar te zetten voor een vergelijking.

6.2 Case 2, wegen industrieterrein Werkendam

Deze case beslaat de Vierlinghstraat en Leemansstraat op industrieterrein Bruine Kilhaven te Werkendam (figuur 27). In 2007 is er groot onderhoud gepleegd aan deze wegen, waarbij asfaltwapening is toegepast. Ondanks dat vertonen beide wegen op dit moment (3 jaar later) alweer schade in de vorm van dwarsscheuren en craquelé(figuur 28). In deze case wordt gekeken waarom de schade ondanks de asfaltwapening zo snel teruggekeerd is en wordt een nieuwe oplossing aangedragen. Om deze case uit te werken is gebruik gemaakt van het onderhoudsadvies 2007 en bijlagen, gemaakt door Grontmij.



Figuur 27: Overzicht wegen Werkendam



Figuur 28: Vierlinghstraat

6.2.1 Historie

Door naar het verleden van de weg te kijken is te zien dat de weg is aangelegd eind jaren 1970. Hierbij is een laag asfalt aangebracht van 70mm, die begin jaren 1980 is aangevuld met ongeveer 60mm. Vanaf 1998 tot 2004 zijn er diverse onderhoudsmaatregelen geweest om craquelé weg te werken.
Er is in 2006 een onderzoek gestart naar de gesteldheid van de weg, hierbij zijn boringen uitgevoerd die aantoonden dat er ongeveer 13cm asfalt aanwezig is. Bij deze boringen is een teeronderzoek gedaan waaruit is gekomen dat alle asfalt teervrij is.

Schadebeeld

De aanwezige schade in 2007 was Craquelé op de rijbaan en rond kruisingen waren er dwarsscheuren te zien. Er is in 2007 groot onderhoud uitgevoerd aan de wegen waarbij er 7cm gefreesd is. Hierna is een glasvezel (Compogrid CG100, BituNed) asfaltwapening aangebracht met daarop 7cm asfalt.
In 2010 is er zichtbare schade aan het oppervlak waargenomen. Omdat dit na 3 jaar is roept dit vragen op bij de opdrachtgever, deze vraagt zich af of de wapening wel gewerkt heeft en of het asfaltmengsel wel goed is geweest. Hierna wordt nog onderzoek gedaan wat aan zal tonen om welke reden het asfalt is bezweken na 3 jaar.

6.2.2 Analyse van het schadebeeld

De aanwezige schade in 2007 was craquelé op de rijbaan, en rond de kruisingen waren er dwarsscheuren te zien. In 2007 is groot onderhoud uitgevoerd aan beide wegen. Daarbij is eerst 7 cm gefreesd, een Compogrid CG100 van BituNed aangebracht en vervolgens overlaagd met 7 cm asfalt. Compogrid is een glasvezelcomposiet met een nonwoven van 120 gram / m^2, heeft een trekkracht van 100 kN / m, een E-modulus van 69 kN / mm^2 en een breukrek van 3% (bijlage 1).
In 2010 is er zichtbare schade aan het oppervlak waargenomen. Omdat dit 3 jaar na het groot onderhoud is, roept dit vragen op bij de opdrachtgever. Deze vraagt zich af of de wapening wel gewerkt heeft, en of het asfaltmengsel wel goed is geweest. Er is nog geen wegenbouwkundig inspecteur van Grontmij ter plaatse geweest om de schade te bekijken.

Scheuren vanuit het oude asfalt.
Boringen hebben uitgewezen dat sommige scheuren van onder tot boven in de asfaltconstructie zaten. Omdat destijds 7 van de 13 cm gefreesd is, zijn er scheuren blijven zitten in de resterende 6 cm. De scheuren in het oude asfalt zouden gereflecteerd kunnen zijn in de overlaging (§2.2.4).

Scheuren ontstaan in de fundering
De asfaltconstructie ligt op een fundering van AVI-slakken. Omdat dit een gebonden fundering is, zou het kunnen zijn dat daarin dwarsscheuren zijn ontstaan door krimp ten gevolge van temperatuurdaling (seizoensinvloed). Deze scheuren kunnen doorgegroeid zijn naar de oppervlakte (§2.2.5).

Verticale krachten
Verticale krachten kunnen zijn opgetreden doordat een fundering van AVI-slakken zeer afwisselend bindt. Op het moment dat er alleen lokaal binding plaats vindt, dan is het bij wijze van spreke te vergelijken met een fundering van klinkers. Deze ‘klinkers’ kunnen verticaal onafhankelijk van elkaar bewegen waardoor het patroon van de ‘klinkers’ reflecteert naar de oppervlakte.

6.2.3 Analyse van de faalmechanismes

Als in deze situaties de juiste asfaltwapening op de goede manier is toegepast dan zou na 3 jaar de schade niet gereflecteerd mogen zijn. Daarom is hier mogelijk een fout gemaakt wat betreft de asfaltwapening of installatie, onderstaand worden een aantal mogelijkheden genoemd die deze fout kunnen zijn.

Verticale krachten

Een asfaltwapening van glasvezel is niet in staat om verticale krachten op te nemen. Als de schade is ontstaan door verticale krachten is het de verkeerde soort asfaltwapening geweest (§3.4.6).

Geen hechting met het asfalt

Als er geen hechting is van het grid met het asfalt dan werkt de asfaltwapening niet. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor de korte termijn waarin de scheuren weer aan de oppervlakte zijn verschenen.

- Als de asfaltwapening in de regen is aangebracht, dan heeft de nonwoven het regenwater geabsorbeerd in plaats van het bitumen (§3.2.4).
- Als de asfaltwapening niet goed aangelegd is. Als de asfaltwapening niet strak afgerold is dan ontstaan er plooien in de wapening. Dan is er niet genoeg bitumen om de wapening te laten hechten. Te weinig bitumen kan natuurlijk ook een oorzaak zijn als er geen plooien in de wapening zitten (§3.5.1).

Asfaltwapening niet in de trekzone

De trekzone van de asfaltconstructie bevindt zich in dit geval onderin, terwijl de asfaltwapening in het midden van de constructie zit. Asfaltwapening kan pas werken als het in de trekzone zit, mogelijk dat in deze situatie de asfaltwapening daarom niet voldoende heeft gewerkt (§2.2).

Asfaltwapening beschadigd tijdens aanleg

Omdat de bedrijven van dit industrieterrein niet zonder ontsluiting kunnen is er mogelijk over de asfaltwapening heen gereden. Het zou kunnen zijn dat de asfaltwapening door het zware verkeer dusdanig beschadigd is dat deze al kapot was voordat de asfaltoverlaging aangebracht is.

6.2.4 Conclusie falen asfaltwapening

De keuze voor Compogrid van BituNed met 100 kN / m trekkracht is in deze situatie op zich geen verkeerde keuze, mits goed aangebracht. Op het gegeven advies valt daarom niet veel aan te merken, het enige is de diepte in de constructie. De asfaltwapening had beter dieper in de constructie kunnen zitten omdat daar de trekzone zit.

De meest reële oorzaak is dat de asfaltwapening niet gehecht heeft aan het asfalt. Als er zonder asfaltwapening 7 cm asfalt aangebracht zou zijn dan zou na 3 jaar waarschijnlijk nog geen schade zichtbaar zijn. Als de asfaltwapening geen hechting heeft gehad met het asfalt dan is de overlaag een losliggende laag van 7 cm. De kans dat deze is bezweken door het zware verkeer is aanwezig. Het beste is om een boring uit te voeren op een scheur. Deze boring geeft dan antwoord op de vraag of de asfaltwapening aan het asfalt gehecht heeft.

Mocht dit wel het geval zijn dan is tevens zichtbaar of de asfaltwapening nog heel is, of dat de scheur het gevolg is van reflectie uit het oude asfalt.

Als er geen hechting heeft plaatsgevonden dan had er achteraf beter voor gekozen kunnen worden om de aanleg door de leverancier te laten verzorgen.

6.2.5 Nieuw advies

Indien de asfaltwapening geen hechting heeft met het asfalt moet dit er in ieder geval uit gefreesd worden. Zoals in §3.5.9 vermeld, is het nodig om minimaal 3 cm onder de asfaltwapening te frezen. Omdat er dan nog maar 3 cm asfalt over blijft kan er beter voor gekozen worden om alle asfalt te frezen en opnieuw aan te brengen. Omdat de fundering niet bezweken is (althans in 2007) en de constructie uit de jaren ’70 stamt, kan er vanuit gegaan worden dat 13 cm nieuw asfalt voldoende is.

6.2.6 Evaluatie

Het is lastig om zonder foto’s, rapportage van een inspectie of boorgegevens uitspraken te doen over de oorzaak waarom de asfaltwapening gefaald heeft. Toch is er wel een vermoeden ontstaan dat hier sprake is van geen hechting, dit komt voornamelijk door de geraadpleegde personen (§3.6 en H4). De praktijk heeft namelijk uitgewezen dat dit vaker de oorzaak is van een falende asfaltwapening. In de literatuur is hier echter weinig over geschreven, er wordt daar namelijk altijd uitgegaan van situaties waarbij de hechting goed is. Dat geeft aan dat het belangrijk is geweest om behalve literatuuronderzoek uit te voeren ook personen te raadplegen.

Dat de oorzaak van deze schade eventueel veroorzaakt zou kunnen zijn door de fundering van AVI-slakken is in dit rapport niet eerder genoemd, dhr. Thewessen heeft deze oorzaak aangedragen. Omdat de scheuren ontstaan zijn door verticale kracht is daar met behulp van dit rapport wel een juiste soort asfaltwapening (staal) voor te vinden.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Asfaltwapening is een grid (raster) of composiet (grid vastgemaakt aan een nonwoven) die in de asfaltconstructie geplaatst kan worden. Hiermee kan scheurontwikkeling in de asfaltconstructie voorkomen of vertraagd worden. Op de Nederlandse markt is er keuze uit ruim 20 soorten asfaltwapening, die gemaakt kunnen zijn van kunststof, glasvezel, carbonvezel of staal.

In dit rapport is er gestreefd om de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden:
Welk type asfaltwapening kan er in een bepaalde situatie het beste toegepast worden?

Deze vraag is voortgekomen uit de behoefte van Grontmij om meer duidelijkheid te krijgen over asfaltwapening.

7.1.1 Betrokken partijen

Er zijn gedurende dit onderzoek aannemers, verhardingsadviseurs en wegbeheerders geraadpleegd. Aan hen is op een indirecte manier de onderzoeksvraag voorgelegd, met als doel er achter te komen welke argumenten zij voeren om hun keuze te onderbouwen.

- Verhardingsadviseurs vinden het belangrijk dat hun advies klopt. Omdat er over asfaltwapening nog teveel onduidelijkheid is, kiezen zij er voor om een advies uit te brengen dat aan de zekere kant is.
- Aannemers vinden het belangrijk dat een asfaltwapening eenvoudig aan te leggen is, of dat de aanleg via de leveranciers verzorgt kan worden. In het verleden zijn namelijk veel faalkosten gemaakt omdat het aanbrengen van asfaltwapening niet goed is gegaan.
- Wegbeheerders wegen zwaar aan betrouwbaarheid. Wanneer één bepaalde soort asfaltwapening bewezen heeft te werken, willen zij geen risico meer lopen met een andere soort asfaltwapening.

Het moge duidelijk zijn dat iedereen door zijn eigen bril naar asfaltwapening kijkt, het zwaartepunt van de afweging wordt op één aspect van asfaltwapening gelegd. Omdat iedereen het zwaartepunt van de afweging op een ander aspect legt is het wel duidelijk geworden waarom de behoefte bij Grontmij bestaat om hier duidelijkheid in te krijgen.

7.1.2 Toepassingsgebieden

Er is uitgezocht in welke situaties het zinvol is om asfaltwapening toe te passen. Er bleken 4 relevante toepassingsgebieden te zijn voor asfaltwapening, te weten:

- scheurreflectie uit oud asfalt voorkomen of vertragen;
- scheurontwikkeling bij ‘afhangende’ kanten voorkomen of vertragen;
- scheurontwikkeling bij een rijbaanverbreding voorkomen of vertragen;
- scheurreflectie uit een gebonden fundering vertragen.

Hierbij heeft asfaltwapening zin omdat het de trekspanning, die zorgt voor scheurontwikkeling in de asfaltconstructie, kan opnemen. Er zijn ook vermeende toepassingsgebieden waarbij het niet zinvol is om asfaltwapening toe te passen, dit zijn:

- diktereductie van de asfaltconstructie;
- spoorvorming.

Bij diktereductie van de asfaltconstructie heeft asfaltwapening geen zin omdat er geen betrouwbare manier is om met asfaltwapening te rekenen. De enige reden waarom hier asfaltwapening wel toegepast zou kunnen worden is als wegens omstandigheden de gewenste asfaltdikte niet gehaald kan worden. Asfaltwape-

ning wordt dan gezien als extra zekerheid, om de berekende ontwerpperiode te halen. Bij spoorvorming heeft asfaltwapening vaak geen zin omdat dit bijna altijd het gevolg is van een verkeerd asfaltmengsel.

7.1.3 Producten en eigenschappen

De laatste 'betrokken partij' die gesproken is, dat zijn de leveranciers van asfaltwapening. Ook aan hen is de onderzoeksvraag indirect voorgelegd, zij waren in staat om aan te geven wat de belangrijke eigenschappen van asfaltwapening zijn. De meningen hierover liepen uiteen, maar meestal waren er goede argumenten. Nadat de eigenschappen zijn beschreven; is naar voren gekomen dat er twee belangrijke randvoorwaarden, en twee belangrijke eigenschappen zijn.

De randvoorwaarden aan asfaltwapening om te kunnen functioneren:

- goede bevestiging van asfaltwapening moet mogelijk zijn;
- de asfaltwapening moet voldoende verankerd kunnen worden. Hiervoor spelen meerdere factoren een rol, de belangrijkste factor is de toepassing van een nonwoven. Als een composiet toegepast wordt gaat dit ten koste van de hechting tussen het grid en het asfalt.

De belangrijkste eigenschappen aan asfaltwapening zijn:

- E-modulus; dit heeft invloed op de mate van versterking van het asfalt
- treksterkte; dit bepaald hoeveel trekkracht er maximaal opgenomen kan worden door de asfaltwapening. Er zijn meerdere methodes om de treksterkte te bepalen, daarom moet er uitgekeken worden met onderling vergelijken van treksterktes.

Het verschilt per leverancier of er aan productontwikkeling gedaan wordt. Zo zijn sommige leveranciers continu bezig met het verbeteren van hun producten, andere leveranciers kopiëren dit, en tot slot zijn er ook leveranciers die al sinds 'jaar en dag' ongeveer dezelfde producten leveren.
Bijna alle leveranciers leveren een asfaltwapening van glasvezel, dit is qua materiaaleigenschappen 'de gulden middenweg'.

7.1.4 Advisering met asfaltwapening

Dit onderzoek kan gebruikt worden bij de advisering met asfaltwapening. Alle eigenschappen van asfaltwapening zijn beschreven, er is vermeld wanneer een eigenschap van belang is en wat de gewenste 'waarde' is. Omdat er veel eigenschappen zijn om rekening mee te houden en iedere situatie anders is, is het niet gelukt om een antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

Tijdens dit onderzoek is wel naar voren gekomen dat het gebruik van asfaltwapening niet vaak mis gaat. Echter of de asfaltwapening in die situatie daadwerkelijk nodig was, is ook niet te zeggen. Als het gebruik van asfaltwapening mis gegaan is, dan is dit vaak te wijten aan slechte bevestiging. Daarom is het belangrijk om tijdens het ontwerp al rekening te houden met de uitvoering, dat wil zeggen de keuze voor een product dat eenvoudig te bevestigen is.

7.2 Aanbevelingen

1. Onderzoeken welke krachten optreden in een gewapende asfaltconstructie

Om de benodigde eigenschappen van een asfaltwapening te kunnen bepalen is het nodig om te weten welke krachten er optreden in de asfaltconstructie. Nu wordt er op basis van gevoel een wapening gekozen.

2. Uniforme proeven ontwikkelen om de treksterkte te bepalen

Als er een proef ontwikkeld kan worden om van alle materialen de treksterkte op een gelijke manier te bepalen, wordt er een beter beeld verkregen bij het onderling vergelijken. Op dit moment worden producten wel onderling vergeleken, maar omdat er soms verschillende proeven zijn is dit niet altijd te vergelijken.

3. Een methode ontwikkelen om te rekenen met asfaltwapening

Er zijn verschillende programma's beschikbaar om met asfalt te rekenen. Echter is in deze programma's nog geen mogelijkheid om ook met asfaltwapening te rekenen. Hierdoor is het effect van de asfaltwapening op de asfaltconstructie nog niet aan te tonen. Dit terwijl er leveranciers zijn die beweren veel asfaltreductie te kunnen behalen met asfaltwapening.

4. Onderzoek uitvoeren naar de kosten van asfaltwapening
In dit onderzoek is er geen tijd overgebleven om naar de kosten van asfaltwapening te kijken. Terwijl voor een wegbeheerder het budget maatgevend kan zijn voor het type asfaltwapening dat zij kunnen toepassen. Het liefst naar de lifecyclekosten, maar dat zal op dit moment nog lastig gaan omdat onduidelijk is hoelang een asfaltwapening mee gaat.

5. Onderzoek naar alternatieven van asfaltwapening
Behalve asfaltwapening zijn er meer manieren om scheurgroei te vertragen, zoals een extra laag asfalt of een SAMI. Mogelijk dat in een aantal situaties een alternatief beter kan werken, of economisch voordeliger is.

8 Bronvermelding

1. CROW publicatie 146b ‘Handleiding globale visuele inspectie’, (2005)
2. CROW publicatie 295 ‘Wegverhardingen op slappe bodem’, (2010)
3. CROW publicatie 95 ‘Geen vrees voor de frees’ (1995)
4. CROW publicatie 69 ‘Asfaltwapening zin of onzin’ (1993)
5. http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/default.aspx?DM=SLNL&PA=70806ned&D1=0-1%2c8%2c14&D2=0%2c5-16&D3=a&HDR=G2&STB=G1%2cT&VW=T
6. http://www.asfaltnet.com/Static/18726/ASFALT
7. http://www.centexbel.be/files/PDF_files/geosynthetics/en-iso-10319-2008-wide-with-tensile-test.pdf
8. http://www.latexfalt.com/emulsie_asfalt_beton.html
9. http://www.lenntech.nl/water-consumptie.htm
10. http://www.vbwasfalt.nl/cms/Media/Blad%20Asfalt%202009-2/2009%202%20Verhardingsontwerp%20(1).pdf
11. http://www.vbwasfalt.nl/cms/Media/Publicaties%20en%20video/Asfalt_Onderhoudstechnieken%20september%202005.pdf
12. http://www.wegenbouw.be/pdf/wegeninasfalt.pdf
13. Onderzoek naar het effect van Stress Absorbing Membrane Interlayers (SAMI’s) bij overlaging van verhardingen – Dr.Ir. A.A.A. Molenaar / ing. J.H.H. Verhoeven in opdracht van T.H. Delft, 1984
14. Toepassing van asfaltwapeningen en scheurremmende lagen (1999)
15. “zoveel mensen zoveel meningen” rapportage interviews asfaltwapening. B. Bosscher en J. Hummelink, 2011

Achtergrond literatuur:

- A. H. de Bondt, Required properties of reinforcing products, september 1999.
- A. H. de Bondt, Research on geogrids in asphalt pavements, september 2009.
- CROW Ede, asfaltwapening 13 jaar praktijkervaring op de A6, juni 2006.
- EMPA akademie, Auswirkungen von geotextilien auf den schichtverbund bei bitumenhaltigemhocheinbau auf betonstrassen, 15-Mei-2007
- NGO, lastspreiding geokunststoffen, januari 2000.
- OCW mededelingen 3/1995, Scheurremmende tussenlagen.
- OCW renoveren gescheurde wegdekken door tussenlaagsystemen, sterrebeek 23-november-2000.
- OCW toepassen asfaltwapening en scheurremmende lagen, 1999.
- TBU instituut, test reports, juni 1996.
- TH Delft, onderzoek naar effect van SAMI’s bij overlaging verharding, oktober 1984.

Internet:

- http://www.aat-baks.com/Marktsegmenten/Asfaltwapening/ABMeshStaal/tabid/93/language/nl-NL/Default.aspx
- http://www.bituned.nl/nl/asfaltwapening.html
- http://www.cecobv.nl/pagina8.html
- http://www.citeko.com/pages/technieken/asfaltwapening.php
- http://www.intercodaminfra.com/grond-weg-en-waterbouw/asfalt-fundatie-en-graslandwapening/
- http://www.sp-reinforcement.nl/producten/spasfaltwapening
- http://www.tencate.com/4004/TenCate/Geosynthetics/eu/nl/nl-TenCate-Geosynthethics-Europe/Producten/TenCate-Polyfelt-PGM-en-PGM-G
- http://www.tensar.nl/asfaltwapening.asp

9 Begrippenlijst

Ter verduidelijking van een aantal gehanteerde begrippen wordt hier een overzicht weergegeven. Dit zodat voor enkele begrippen niet door het hele rapport gebladerd moet worden.

Trekzone	Gedeelte van de constructie waar trekspanning optreedt
Bitumen	Bitumen is een residu van de aardolieraffinage en wordt gebruikt als de 'lijm' in asfalt
SAMI	Afkorting van ***S**tress **A**bsorbing **M**embrane **I**nterlayer*. Dit is een laag van gemodificeerd bitumen die in staat is spanning op te nemen die ontstaat in de onderliggende laag
EAB	Afkorting van ***E**mulsie **A**sfalt **B**eton*. Dit is een soort asfalt die in-situ geproduceerd wordt, bestaande uit minerale bestanddelen, gemodificeerde bitumenemulsie en water. Dit wordt onder andere gebruikt om stalen asfaltwapening vast te leggen.
Treksterkte	Met dit begrip wordt eigen trekkracht bedoeld, maar omdat leveranciers altijd een treksterkte opgeven is deze term gebruikt.
Ribben	Onderdeel van het grid (raster), dit zijn de strengen die het raster vormen.
Gebitumineerd	Hierbij zijn de wapeningen vooraf ingespoten met bitumen. Dit gebeurt in de fabriek bij fabricage van het product.
PP	Afkorting van ***P**oly**p**ropyleen*, wordt gebruikt als grid en als nonwoven.
PET	Afkorting van ***P**oly**e**ster*, wordt gebruikt als grid en als nonwoven.
VGD meting	Afkorting van ***V**alg**e**wicht **d**eflectie meting*. Met deze meting wordt van wegen de restlevensduur vastgesteld, door middel van een gewicht te laten vallen en de reflectie te meten op een bepaalde afstand.
Grid	Een raster van strengen. Die krachten kunnen opnemen vanuit de asfaltverharding
Nonwoven	Willekeurig in elkaar gedraaide vezels.
Zwaar verkeer	Dit geeft de verkeersintensiteit aan die over de weg komt, zie hiervoor bijlage 2. Met zwaar verkeer wordt hier een intensief belaste (IB) weg bedoeld
Omslaan	Dit is een proces dat bij bitumen optreedt. Hierbij verandert de kleur van bitumen van bruin naar zwart (glans naar dof). Dit wordt ook wel uitfluxen of breken genoemd.

Bijlage 1

Overzicht leveranciers en eigenschappen van verschillende soorten asfaltwapening

Bijlage 2 Overzicht leveranciers en eigenschappen van verschillende soorten asfaltwapening

Tabel T 31.19 CROW

Tabel T 31.19 *Relatie categorie-indeling vrachtauto-intensiteit, toepassingsgebied en mengseleigenschappen*

categorie vrachtauto-intensiteit	vrachtauto-intensiteit (VA)	indicatie toepassingsgebied wegtype-indeling volgens CROW-publicatie 147 Wegbeheer	categorie-indeling mengseleigenschappen:		
			onderlaag	tussenlaag	deklaag
IB	VA > 250 en v = 15 km/h	intensief belaste verharding voor locaties met langzaam rijdend (bij een rijsnelheid < 15 km/uur) en stilstaand zwaar verkeer	OL-IB	TL-IB	DL-IB
				TDL-IB	
				TLZ-IB	
A	VA ≤ 50	fietspad/woonerf	OL-A	TL-A	DL-A
B	50 < VA ≤ 2500	buurtontsluitingsweg / wijkstraat / wijkontsluitingsweg / auto(snel)weg / provinciale weg	OL-B	TL-B	DL-B
				TDL-B	
				TLZ-B	
C	VA > 2500	auto(snel)weg/ provinciale weg	OL-C	TL-C	DL-C
				TDL-C	
				TLZ-C	

DL = Categorie eigenschappen voor een asfaltbetonmengsel voor deklagen.
OL = Categorie eigenschappen voor een asfaltbetonmengsel voor onderlagen.
TL = Categorie eigenschappen voor een asfaltbetonmengsel voor tussenlagen.
TDL = Categorie eigenschappen voor een asfaltbetonmengsel voor tussenlagen toegepast als tijdelijke deklaag.
TLZ = Categorie eigenschappen voor een asfaltbetonmengsel voor tussenlagen onder een zeer open asfaltbeton deklaag.
VA = Vrachtautointensiteit in aantal vrachtauto's per etmaal per richting.

N.B.: De in tabel T 31.19 gegeven relaties zijn gebaseerd op de toepassing van de asfaltmengsels zoals deze in het verleden volgens de Standaard RAW Bepalingen 2005 (versie oktober 2005) werden voorgeschreven in standaard constructies met standaard laagdikten.
Bij het ontwerp van asfaltconstructies voor bijzondere toepassingen kunnen eigenschappen van de toe te passen asfaltmengsels voorgeschreven worden die zijn afgeleid uit de ontwerpberekeningen.

Grontmij T&M<-1032034-JH/BB revisie, Definitief