

Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen

Dienst Grote Projecten en Onderhoud, oktober 2014

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Toepassingsgebied	5
3	Begripsbepalingen	5
3.1	Asfaltverhardingen	5
3.2	Ontwerplevensduur of ontwerpperiode	5
3.3	Structurele schade	5
4	Bepalen ontwerpbelasting	6
4.1	Verwacht aantal vrachtwagenassen gedurende de ontwerpperiode	6
4.1.1	Aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting	6
4.1.2	Gemiddeld aantal assen per vrachtwagen	6
4.1.3	Aantal werkdagen per jaar	6
4.1.4	Correctiefactor voor het aantal rijstroken per rijrichting	6
4.1.5	Groefactor voor de verkeersbelasting	7
4.1.6	Ontwerpperiode	7
4.2	Karakteristiek aantal vrachtwagenassen gedurende de ontwerpperiode	7
4.3	Aslastspectrum	8
4.4	Bandspectrum	9
4.5	Categorie vrachtauto-intensiteit	9
4.6	Snelheid vrachtverkeer	9
4.7	Afwijkingen tussen voorspelde en werkelijke verkeersbelasting	10
5	Ontwerp verharding	11
5.1	Fundering	11
5.1.1	Funderingsmaterialen	11
5.1.2	Laagdikten standaard funderingsmaterialen	12
5.1.3	Asfaltdekking	12
5.2	Asfaltconstructie	12
5.2.1	Opbouw asfaltconstructie	12
5.2.1.1	Ongefaseerd ontwerp	13
5.2.1.2	Gefaseerd ontwerp	13
5.2.1.3	Alternatieven voor de laagopbouw	13
5.2.2	Functies en vereiste eigenschappen van de asfaltlagen	13
5.2.2.1	Onderlagen	13
5.2.2.2	Tussenlagen	14
5.2.2.3	Deklagen	16
6	Dimensionering verharding	20
6.1	Schematisering constructie	20
6.1.1	Schematisering tot lineair elastisch meerlagensysteem	20
6.1.2	Ondergrond	20
6.1.2.1	Karakteristieke stijfheidsmodulus	20
6.1.2.2	Karakteristieke vervormingsrelatie	21
6.1.2.3	Dwarscontractiecoëfficiënt	21
6.1.3	Fundering	21
6.1.3.1	Karakteristieke stijfheidsmodulus	21
6.1.3.2	Dwarscontractiecoëfficiënt	22
6.1.3.3	Laagdikte fundering	22
6.1.4	Asfaltconstructie	22
6.1.4.1	Karakteristieke stijfheidsmodulus	23
6.1.4.2	Dwarscontractiecoëfficiënt	24
6.1.4.3	Karakteristieke vermoeiingssterkte asfalt	24
6.1.4.4	Praktijk - shiftfactor of 'healingsfactor'	26

6.2	Berekening levensduur, dimensionering en toetsingen	27
6.2.1	Rekenwaarden ontwerpparameters	27
6.2.2	Berekening kritieke rek- en stuikwaarden	28
6.2.3	Berekenen van het verbruik van vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand door verkeer tijdens ontwerpperiode	28
6.2.3.1	correctie voor versporing	29
6.2.3.2	correctie voor randeffect	29
6.2.4	Toetsen verbruik vermoeiingssterkte / vervormingsweerstand aan toelaatbare waarde	29
6.3	Gebruik van computerprogramma's	30
7	Ontwerpdetails	31
7.1.1	Naden	31
7.1.2	Hechting tussen asfaltlagen	31
7.1.3	Homogeniteit verhardingsconstructie in dwarsrichting	32
7.1.4	Gootconstructies	32
7.1.5	Uitstroomconstructies	32
8	Aanvullende ontwerpeisen	33
8.1	Interacties	33
8.2	Eisen aan de bepaling van de functionele eigenschappen	33
8.3	Aantonen geschiktheid materialen en technieken	33
8.3.1	Funderingen	33
8.3.2	Asfaltbeton	34
8.3.3	Deklagen (geen asfaltbeton)	34
8.3.4	Asfalt op kunstwerken	35
8.3.5	Conserveer- en reparatiemiddelen	35
8.3.6	Naadbehandelingsmethoden	35
8.3.7	Rafelingcorrigerende maatregelen	36
8.4	Hergebruik	36
9	Begrippen	37
10	Referenties	39

1 Inleiding

Deze Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen dienen als verificatiemethode voor het wegbouwkundig ontwerp van nieuwe asfaltverhardingen. De hiervoor benodigde berekeningen worden in principe gedaan met het Ontwerp Instrumentarium Asfaltverhardingen (in het vervolg genoemd OIA [1]) van CROW. Belangrijk verschil met de in het verleden toegepaste rekenprogrammatuur is dat OIA toe laat de asfaltverharding in meerdere lagen onder te verdelen waarbij per asfaltlaag de mengspecifieke eigenschappen uit het typeonderzoek kunnen worden gehanteerd. Verder ontwerpt OIA in aansluiting op NEN-EN-1990 Eurocode 0 [2] met karakteristieke waarden voor de ontwerpparameters in combinatie met partiële veiligheidsfactoren en niet meer met verwachtingswaarden in combinatie met een overall veiligheidsfactor.

Deze Specificaties geven de kaders aan binnen welke OIA voor Rijkswaterstaatswerken moet worden toegepast. Tevens geven deze specificaties een globale toelichting op de methodiek van OIA en geven zij aan welke gegevens op de aan te leveren uitgebreide uitdraai van OIA vermeld moeten zijn en welke aanvullende gegevens nodig zijn om het verhardingsontwerp te kunnen toetsen. Daarnaast gaan deze Specificaties in op een aantal niet in de berekeningen tot uiting komende ontwerpdetails en aanvullende ontwerpisen, geven zij een aantal 'best practice' regels en geven zij aan hoe de geschiktheid van materialen en uitvoeringsmethoden moet worden aangetoond. De betreffende specificaties zijn ook toepasbaar voor onderhoud aan bestaande verhardingen. 'Best practice' regels omschrijven werkwijzen die op basis van ervaring als risico-arm worden beschouwd. Afwijken van dergelijke regels is niet verboden maar dit moet wel worden vermeld en gemotiveerd in de ontwerpnota. Dit kan leiden tot extra risicobeheersing van opdrachtgeverszijde.

2 Toepassingsgebied

Deze specificaties zijn gericht op asfaltverhardingen voor wegen in het beheer van het Rijk, maar kunnen desgewenst ook van toepassing verklaard worden op asfaltverhardingen voor het onderliggend wegennet. Voor speciale situaties (zoals verzorgingsplaatsen) kan ook van (delen van) deze specificaties gebruik worden gemaakt maar zullen aanvullende ontwerpuitgangspunten moeten worden meegegeven.

3 Begripsbepalingen

3.1 Asfaltverhardingen

Asfaltverhardingen worden gedefinieerd als wegverhardingen die een of meer lagen van asfaltbeton bevatten die een substantiële bijdrage levert/leveren aan het draagvermogen.

3.2 Ontwerplevensduur of ontwerpperiode

De ontwerplevensduur is voor asfaltverhardingen gedefinieerd als periode in jaren waarbinnen, met de in de vraagspecificatie gegeven betrouwbaarheid

- geen grotere structurele schade optreedt dan de eveneens in de vraagspecificatie gegeven toelaatbare schade, en
- geen overschrijding van de vervormingsweerstand van de ondergrond optreedt.

De ontwerplevensduur wordt in OIA de ontwerpperiode genoemd.

3.3 Structurele schade

Structurele schade wordt gedefinieerd als scheurinitiatie in dragende asfaltlagen. De omvang van de schade wordt uitgedrukt als percentage van de weglengte waarover scheurinitiatie in een of beide rijsporen is opgetreden. De maximale omvang wordt door RWS zodanig gekozen dat nog versterkende onderhoudsmaatregelen mogelijk zijn, en kan dus gezien worden als een interventieniveau voor de structurele schade in plaats van een reconstructieniveau. De ontwerplevensduur is hiermee in feite de levensduur waarna de verharding moet worden versterkt.

4 Bepalen ontwerpbelasting

De ontwerpbelasting voor asfaltverhardingen wordt in het CROW - ontwerpprogramma OIA [1] beschreven middels

- het te verwachten totale aantal vrachtwagenassen gedurende de ontwerpperiode;
- een aslastspectrum dat de procentuele verdeling beschrijft van de te verwachten vrachtwagenassen over een aantal aslastklassen;
- een bandenspectrum dat de procentuele indeling beschrijft van de vrachtwagenbanden binnen een aslastklasse naar vier onderscheiden bandtypen (enkellucht, dubbellucht, breedband, super breedband). In OIA [1] wordt voor elke aslastklasse uitgegaan van hetzelfde bandenspectrum.

De in de berekening aangehouden verkeersgegevens staan op de uitdraai van OIA [1] onder Verkeer en kunnen worden vergeleken met de gegevens uit de Vraagspecificatie.

4.1 Verwacht aantal vrachtwagenassen gedurende de ontwerpperiode

Het te verwachten totale aantal vrachtwagenassen wordt berekend uit:

$$n_{\text{totaal}} = V \cdot a_{\text{vw}} \cdot W \cdot F_r \cdot G \cdot t \cdot F_v \quad (3.1)$$

waarin:

n_{totaal}	=	<i>totaal aantal vrachtwagenassen met aslast groter dan 20 kN gedurende de ontwerpperiode;</i>
V	=	<i>aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting (-)</i>
a_{vw}	=	<i>gemiddeld aantal assen met belasting groter dan 20 kN per vrachtwagen</i>
W	=	<i>aantal werkdagen per jaar (-)</i>
F_r	=	<i>correctiefactor voor het aantal rijstroken per rijrichting (-)</i>
G	=	<i>groefactor (-)</i>
t	=	<i>ontwerpperiode (jaren)</i>
F_v	=	<i>Correctiefactor snelheid vrachtverkeer (-)</i>

4.1.1 Aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting

Het aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting V wordt meegegeven in de Vraagspecificatie.

4.1.2 Gemiddeld aantal assen per vrachtwagen

Voor het gemiddeld aantal assen a_{vw} per vrachtwagens wordt 3,5 aangehouden tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie.

4.1.3 Aantal werkdagen per jaar

Voor het aantal werkdagen per jaar W wordt 270 aangehouden tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie.

4.1.4 Correctiefactor voor het aantal rijstroken per rijrichting

Aangezien wordt uitgegaan van de vrachtwagenintensiteiten per rijrichting maar de rechter rijstrook maatgevend is voor het ontwerp, dient op deze vrachtwagenintensiteiten een correctiefactor te worden toegepast als het vrachtverkeer zich over meerdere rijstroken kan verdelen.

In tabel 4.1 zijn de correctiefactoren F_r weergegeven die daarvoor moeten worden aangehouden, tenzij in de Vraagspecificatie andere waarden zijn genoemd. In het geval van een permanent inhaalverbod voor vrachtwagens geldt voor F_r de waarde 1,00.

Tabel 4.1 Correctiefactor voor het aantal rijstroken

Aantal rijstroken	F_r
Enkelbaansweg Doelgroepstrook	1,00
Twee rijstroken	0,95
Drie rijstroken of meer	0,90

4.1.5 Groeifactor voor de verkeersbelasting

De groeifactor voor de verkeersbelasting G gedurende de ontwerperperiode t wordt berekend volgens:

$$G = \frac{\left(1 + \frac{g}{100}\right)^t - 1}{\frac{g}{100} \cdot t} \text{ voor } g \neq 0, \text{ of } G = 1 \text{ voor } g = 0 \quad (3.2)$$

waarin

- G = groeifactor verkeer (deze is anders gedefinieerd dan in voorgaande versies van deze Specificaties) (-)
 g = jaarlijkse groei van het zware verkeer zoals aangegeven in de Vraagspecificatie (%/jaar)
 t = ontwerperperiode; deze wordt gelijk gesteld aan de in de vraagspecificatie vereiste ontwerplevensduur voor de verharding of bovenbouw (jaren)

4.1.6 Ontwerperperiode

De ontwerplevensduur of ontwerperperiode t (zie par. 3.2) bedraagt 20 jaar tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie.

4.2 Karakteristiek aantal vrachtwagenassen gedurende de ontwerperperiode

In het ontwerpprogramma OIA [1] wordt zoals vermeld in de Inleiding, niet meer gewerkt met verwachte ontwerpparameters maar met karakteristieke ("veilige") waarden. De verkeersbelasting wordt, zoals beschreven in dit hoofdstuk, bepaald door een aantal parameters (vrachtwagenintensiteit, groei, gemiddeld aantal assen, verdeling over rijstroken, aslastspectrum, bandspectrum) die allemaal een bepaalde mate van onzekerheid hebben, afhankelijk van de wijze waarop ze zijn bepaald. Zeker als de parameters overwegend geschat worden, kan de onzekerheid van de verkeersbelasting hoog zijn. Het is echter omslachtig om per parameter de bijbehorende onzekerheid in rekening te brengen. In het geval van aslast- en bandspectra (zie par. 4.3 en 4.4) is deze onzekerheid bovendien lastig getalsmatig te beschrijven omdat dit geen enkelvoudige parameters zijn.

Om reden van eenvoud wordt de onzekerheid in de verkeersgegevens verdisconteerd in een enkelvoudige onzekerheidsfactor F_{herkomst} waarmee het totale aantal vrachtwagenassen over de ontwerperperiode wordt vermenigvuldigd¹.

In tabel 4.2 is deze factor gegeven afhankelijk van de herkomst van de gegevens. De aan te houden factor is de standaardkeuze RWS voor primaire wegen tenzij in de Vraagspecificatie anders vermeld.

Tabel 4.2 Onzekerheidsfactor verkeer F_{herkomst}

Herkomst gegevens	Onzekerheidsfactor
Schatting	2,0
Telling op nabij wegvak	1,8
Standaardkeuze RWS primaire wegen	1,75
Telling met classificatie op nabij wegvak	1,7
Telling op wegvak	1,6
Telling met classificatie op wegvak	1,5
Aslastmeting op nabij wegvak	1,4
Aslastmeting op wegvak	1,2

Het karakteristieke aantal vrachtwagenassen wordt dus berekend uit:

$$n_{\text{kar,totaal}} = n_{\text{totaal}} \cdot F_{\text{herkomst}} \quad (3.3)$$

waarin:

- F_{herkomst} = onzekerheidsfactor afhankelijk van de herkomst, en daarmee de betrouwbaarheid, van de verkeersgegevens

¹ Deze factoren zijn overigens wel gebaseerd op een variantie-analyse uitgaande van gebruikelijke onzekerheden in de afzonderlijke verkeersparameters.

4.3 Aslastspectrum

De procentuele verdeling van de te verwachten vrachtwagenassen over een aantal aslastklassen wordt in OIA [1] beschreven aan de hand van een aslastspectrum. Tandem- en tridemassen worden verdisconteerd als 2 resp. 3 afzonderlijke assen.

In OIA [1] is een aantal standaard aslastspectra aanwezig. Deze zijn door de gebruiker niet te wijzigen. De gebruiker kan wel zelf aslastspectra toevoegen. Tabel 4.3 geeft als voorbeeld het standaardspectrum van OIA [1] voor zwaar verkeer.

In de aslastspectra van OIA [1] kan ook een waarde voor een extreme aslast worden opgegeven in het veld 'Maximale aslast' (in de standaard aslastspectra is deze ook vast ingevuld). De kans op optreden van een dergelijke extreme aslast is moeilijk te bepalen maar zal toenemen met de duur van de ontwerperperiode.

Tabel 4.3 Voorbeeld aslastspectrum OIA [1]

Bereik	Rekenwaarde	%
20-40	30	20,18
40-60	50	30,56
60-80	70	26,06
80-100	90	12,54
100-120	110	6,51
120-140	130	2,71
140-160	150	1,00
160-180	170	0,31
180-220	190	0,12
200-220	210	0,03

Deze extreme aslast is van belang om het risico op eenmalige overbelasting te kunnen bepalen. Dit risico speelt vooral bij cementgebonden materialen. Bij Rijkswaterstaat worden van de cementgebonden funderingen echter alleen asfaltgranulaatcement en asfaltgranulaatemulsiecement (zie par.5.1) toegepast welke rekentechnisch worden behandeld als lichtgebonden funderingen. Genoemde extreme aslast is daarom normaliter minder belangrijk in werken van RWS.

Tabel 4.4 geeft een aantal aslastspectra in gebruik bij Rijkswaterstaat. Deze zijn aangepast ten opzichte van de vorige versie van deze Specificaties omdat de onderscheiden aslastklassen gewijzigd zijn. Hiervan dient het zware aslastspectrum te worden aangehouden tenzij in de Vraagspecificatie anders aangegeven.

Tabel 4.4 Enkele door RWS gehanteerde aslastspectra

Aslast-klasse (kN)	Aslastspectrum		
	Licht	Middelzwaar	Zwaar
	Aandeel aslastklasse in spectrum (%)	Aandeel aslastklasse in spectrum (%)	Aandeel aslastklasse in spectrum (%)
20 - 40	27,0	23,3	15,6
40 - 60	32,5	30,7	27,1
60 - 80	19,5	21,1	28,1
80 - 100	11,9	12,6	14,6
100 - 120	6,60	8,16	8,75
120 - 140	1,95	3,19	4,60
140 - 160	0,45	0,79	1,04
160 - 180	0,08	0,11	0,13
180 - 200	0,02	0,05	0,08
200 - 220	0	0	0

4.4 Bandspectrum

OIA [1] werkt met een bandenspectrum, zijnde de procentuele verdeling van de vrachtwagenbanden over vier onderscheiden bandtypen (enkellucht, dubbellucht, breedband, super breedband). Hierbij wordt voor alle aslastklassen dezelfde verdeling gehanteerd.

Tabel 4.5 geeft als voorbeeld het standaardspectrum uit OIA [1]. Het aan te houden bandspectrum is gelijk aan dit standaardspectrum tenzij in de Vraagspecificatie anders aangegeven.

Tabel 4.5 Bandenspectrum

Band	%
EL	39,00
DL	38,00
BB	23,00
SB	0,00

4.5 Categorie vrachtauto-intensiteit

Sinds de invoering van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3] wordt gerekend met de volgende categorieën voor de vrachtauto-intensiteit (VA):

- A: 50 of minder vrachtauto's per etmaal per rijrichting
- B: 51 t/m 2500 vrachtauto's per etmaal per rijrichting
- C: meer dan 2500 vrachtauto's per etmaal per rijrichting
- IB: intensief belaste verhardingen (opstelstroken, kruispunten en dergelijke) met langzaam rijdend (< 15 km/u) en stilstaand zwaar verkeer en meer dan 250 vrachtauto's per etmaal per rijrichting.

Deze indeling wijkt af van de in de Standaard RAW Bepalingen 2005 [4] gehanteerde verkeersklassen welke waren gebaseerd op het aantal standaard aslasten per werkdag per rijrichting.

De categorie voor de vrachtauto-intensiteit is in alle gevallen van belang voor de keuze van geschikte asfaltmengsels met betrekking tot vochtbestendigheid en spoorvormingsweerstand; deze eigenschappen kunnen niet in de dimensionering worden verdisconteerd.

Verder is de categorie voor de vrachtauto-intensiteit van belang voor de keuze van materialen in het geval van voorgeschreven maatregelen (engineering & construct).

4.6 Snelheid vrachtverkeer

In OIA [1] kan een snelheid voor het vrachtverkeer worden ingevoerd. Indien het contract daarvoor geen waarde noemt dient 80 km/u te worden aangehouden. Indien het contract een enkelvoudige andere waarde vermeldt dient die waarde te worden toegepast.

Indien de snelheid van het vrachtverkeer sterk varieert kan in het contract een procentuele verdeling van het vrachtverkeer zijn aangegeven over de snelheidsklassen volgens tabel 4.6. Door de aangegeven percentages per snelheidsklasse te vermenigvuldigen met de bijbehorende correctiefactor en het geheel te sommeren volgt (na deling door 100%) de in formule 3.1 te gebruiken correctiefactor F_v waarmee de variërende snelheden worden gecorrigeerd naar de bij deze werkwijze aan te houden ontwerpsnelheid van 80 km/u.

Tabel 4.6 Correctiefactor voor de snelheid van het vrachtverkeer

Snelheid	F_v
20 km/h	1,76
40 km/h	1,33
60 km/h	1,12
80 km/h	1,00

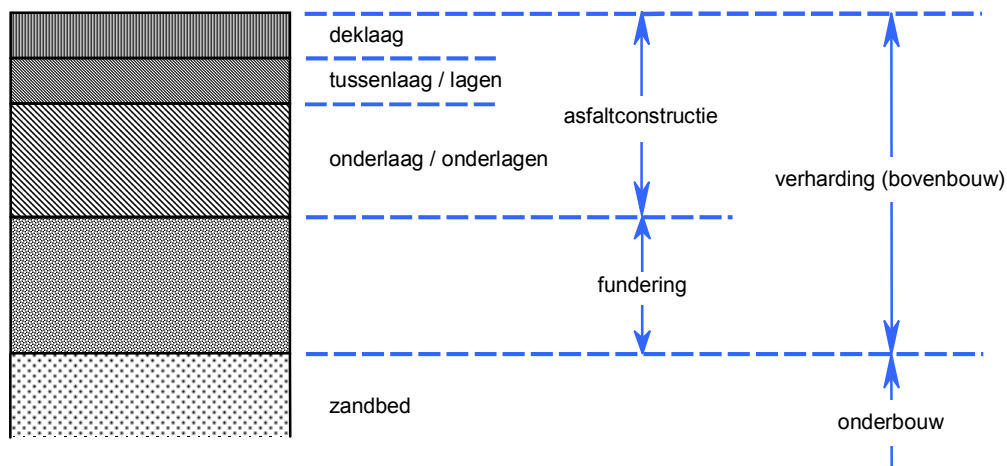
4.7 Afwijkingen tussen voorspelde en werkelijke verkeersbelasting

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de verkeersbelasting wordt beschreven door een groot aantal parameters. Deze kennen allemaal een bepaalde onzekerheid. Het is omslachtig om al deze onzekerheden afzonderlijk te verdisconteren. Daarom worden deze onzekerheden doorvertaald naar een enkele onzekerheidsfactor die op de verkeersintensiteit wordt toegepast (zie par.4.2).

Omdat RWS op deze wijze in de Vraagspecificatie van haar contracten vastlegt dat veiligheid in het ontwerp moet worden ingebouwd tegen overschrijding van de verwachte verkeersbelastingen, draagt RWS het risico voor afwijkingen binnen de aangegeven onzekerheidsfactor over aan de opdrachtnemer. Slechts voor zover de verkeersbelasting meer afwijkt van de voorspellingen dan is afgedekt door genoemde onzekerheidsfactor, kan opdrachtnemer zich daarop beroepen. Afwijkingen in het aslast- of bandspectrum (zie par. 4.3 en 4.4) ten opzichte van de in het contract genoemde spectra en afwijkingen in voertuigsnelheid/snelheden ten opzichte van de in het contract genoemde snelheid/snelheden kunnen daartoe eenvoudig worden terugvertaald naar een afwijking in het totaal aantal vrachtwagenassen door de voorgeschreven spectra en snelheid/snelheden in de berekeningen te voeren en de vrachtwagenintensiteit zodanig te bepalen dat dezelfde ontwerpdikte wordt berekend als met het afwijkende aslastspectrum en/of bandspectrum.

5 Ontwerp verharding

Een asfaltverharding bestaat normaliter uit meerdere lagen asfalt op een funderingslaag (zie figuur 4.1). Incidenteel wordt geen funderingslaag toegepast wordt (voor zeer lichtbelaste verhardingen) slechts een laag asfalt toegepast met daarop een oppervlakbehandeling of een conserveerlaag. De verharding wordt gedragen door de onderbouw² van de weg (zie par.6.1.2).



Figuur 4.1 Opbouw van een wegconstructie met asfaltverharding

5.1 Fundering

5.1.1 Funderingsmaterialen

Voor de fundering kan een keuze gemaakt worden uit de in tabel 5.1 opgenomen standaard materialen. Deze worden zonder meer geacht geschikt te zijn indien wordt voldaan aan de desbetreffende technische bepalingen in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3].

Zoals te zien in deze tabel worden van de gebonden funderingen bij Rijkswaterstaat alleen asfaltgranulaatcement type A1 en asfaltgranulaatemulsiecement toegepast. Deze worden rekentechnisch behandeld als lichtgebonden materialen (zie par.6.1.3).

Funderingen van hoogovenslakkenmengsel worden niet meer toegepast in verband met de onderhoudsgevoeligheid op langere termijn ten gevolge van spatten.

Niet - standaard funderingsmaterialen dienen voorafgaande aan toepassing in Rijkswaterstaatswerken een validatietraject te doorlopen onder auspiciën van RWS GPO (zie par 8.3). Normaliter is een dergelijk validatietraject in het kader van een contract niet mogelijk vanwege de doorlooptijd en zal het buiten een contractueel kader moeten worden doorlopen.

Tabel 5.1 Standaard funderingsmaterialen

soort fundering	materialen	minimale asfaltbeton dekking	Vracht-auto--intensiteit
Ongebonden materialen	Metselwerk-granulaat	120 mm	alle
Licht-gebonden materialen ¹	Menggranulaat	120 mm	alle
	Hydraulisch menggranulaat	120 mm	alle
	Betonggranulaat	120 mm	alle
	Fosforslakken-mengsel	120 mm	alle
Cement-gebonden materialen	Asfaltgranulaat-cement type A1	120 mm	A
		140 mm	B, C, IB
	Asfaltgranulaat-emulsiecement	120 mm	A
		140 mm	B, C, IB

¹ in CROW ontwerpprogramma OIA [1] aangeduid als "zelfbindende funderingen"

²) gedefinieerd als "het geheel van aardebaan inclusief verbeterde ondergrond en alle toegevoegde voorzieningen, voorzover deze dienen om binnen de gestelde eisen en randvoorwaarden te voorzien in een oplegvlak voor de verharding"

Met name voor asfaltgranulaatcement geldt dat het materiaal gevoelig is voor plaatwerking en scheurvorming. Om deze redenen mogen deze materialen niet worden toegepast op een slappe ondergrond (berekende restzettingsverschillen na 10.000 dagen van meer dan 5 cm over 25 m en/of een ondergrondstijfheid van minder dan 75MPa, bepaald zonder bovenbelasting door een of meer verhardingslagen). Daarnaast moeten deze funderingen altijd worden ontspannen of moeten zij te worden voorzien van een scheurremmende tussenlaag (SAMI) bestaande uit polymeergemodificeerde bitumen in een hoeveelheid van ten minste 3,0 kg/m².

Er moet rekening mee worden gehouden dat de binding van met name de lichtgebonden funderingen meestal pas na enige tijd wordt bereikt; direct na aanleg is de stijfheid vaak nauwelijks hoger dan die van de ongebonden materialen. Tevens zijn lichtgebonden materialen gevoelig voor overbelasting; deze kan vooral optreden in de bouwfase (werkverkeer of openstelling voor wegverkeer van een niet-afgebouwde verharding) en kan leiden tot blijvende schade aan en/of het niet op sterkte komen van de fundering.

Een aantal van de in tabel 5.1 genoemde lichtgebonden materialen wordt ook wel (in afwijking van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]) toegepast in een niet-standaard sortering 4/31,5 als dreineerlaag in een wegconstructie met een kritische waterhuishouding. Deze materialen dienen dan als ongebonden steenachtig materiaal te worden beschouwd omdat de bindende componenten voornamelijk in de fijne fractie voorkomen. Er wordt dan de lagere stijfheidsmodulus van metselwerkgranulaat aan toegekend (zie par.6.1.3).

5.1.2 Laagdikten standaard funderingsmaterialen

De laagdikten van de in tabel 5.1 genoemde funderingen moeten aan de volgende voorwaarden voldoen:

- te allen tijde geldt een minimum laagdikte van 200 mm
- bij toepassing van een fundering van asfaltgranulaatcement, asfaltgranulaatemulsiement of fosforslakken mag niet met een grotere laagdikte worden ontworpen dan 250 mm.
- genoemde laagdikten vertegenwoordigen de karakteristieke laagdikte (85% betrouwbare ondergrenswaarde voor de gemiddelde laagdikte) in het werk

5.1.3 Asfaltdekking

Bij toepassing van een fundering dient ten minste een laagdikte aan asfaltbeton en eventueel SMA te worden toegepast conform tabel 5.1. Deze ten minste benodigde laagdikte, de asfaltdekking, prevaleert als conform hoofdstuk 5 een kleinere dikte aan asfaltbeton en eventueel SMA wordt berekend en heeft als doel de kans op scheurdoorslag vanuit de fundering te beperken bij licht belaste verhardingen die rekentechnisch zeer dun zouden uitvallen. In tabel 5.1 is deze asfaltdekking weergegeven voor verschillende funderingsmaterialen. Voor asfaltgranulaatcement en asfaltgranulaatemulsiement is de vereiste asfaltdekking afhankelijk van de vrachtauto-intensiteit. Deklagen die niet bestaan uit asfaltbeton of SMA worden niet geacht een significante bijdrage tegen scheurdoorgroei te leveren en daarom niet meegeteld in de asfaltdekking.

5.2 Asfaltconstructie

5.2.1 Opbouw asfaltconstructie

De asfaltconstructie bestaat uit een aantal lagen waaraan verschillende functies worden toegekend. Onderscheid wordt gemaakt in deklagen, tussenlagen en onderlagen (zie figuur 4.1). In het navolgende wordt de laagopbouw besproken voor een ongefaseerd ontwerp en een gefaseerd ontwerp (dat wil zeggen een ontwerp waarbij de verharding pas na meer dan een half jaar na openstelling zal worden afgebouwd) en worden alternatieven voor de laagopbouw aangegeven.

5.2.1.1 Ongefaseerd ontwerp

Een ongefaseerd ontwerp bestaat normaliter uit (gezien van onderen naar boven):

- een of meer onderlagen
- een tussenlaag en
- een deklaag, aangebracht uiterlijk een half jaar na openstelling voor verkeer.

Daarbij geldt dat een tussenlaag die 's winters aan verkeer wordt onderworpen de kwaliteit moet hebben van een tijdelijke deklaag (zie par. 5.2.2.2).

5.2.1.2 Gefaseerd ontwerp

Bij een gefaseerd ontwerp wordt de definitieve deklaag pas aangebracht wanneer de verharding reeds meer dan een half jaar onder verkeer heeft gelegen. Hierbij

- kan het verkeer in de eerste fase worden toegelaten op een tussenlaag, indien het aanbrengen van de definitieve deklaag maximaal 2 jaar na openstelling plaatsvindt. Ook hier geldt dat een tussenlaag die 's winters aan verkeer wordt onderworpen de kwaliteit moet hebben van een tijdelijke deklaag (zie par. 5.2.2.2). Na afbouw met de deklaag is de laagopbouw dan gelijk aan die van een ongefaseerd ontwerp.
- moet ook in de eerste fase een volwaardige deklaag worden aangebracht. Indien de verharding later wordt afgebouwd dan 2 jaar na openstelling. De uiteindelijke laagopbouw is dan mede afhankelijk van de vraag of de deklaag uit de eerste fase bij afbouw wordt gehandhaafd (een dichte deklaag wordt normaliter gehandhaafd; een zeer open deklaag moet worden verwijderd

Bij een gefaseerd ontwerp kan de uiteindelijke laagopbouw dus als volgt zijn (gezien van onderen naar boven):

- een of meerdere onderlagen
- een tussenlaag uit de eerste fase
- eventueel een dichte deklaag uit de eerste fase indien gehandhaafd, en/of
- eventueel een extra tussenlaag (profileerlaag), aangebracht in de tweede fase
- de definitieve deklaag van de tweede fase

5.2.1.3 Alternatieven voor de laagopbouw

In de lagere vrachtauto-intensiteiten wordt de asfaltconstructie ook wel in zijn geheel uit één onderlaagmateriaal (AC base, zie par.5.2.2.1) opgebouwd. Om de gewenste oppervlakeigenschappen te verkrijgen moet dan wel een oppervlakbehandeling of een conserveerlaag worden toegepast.

5.2.2 Functies en vereiste eigenschappen van de asfaltlagen

5.2.2.1 Onderlagen

De onderlagen fungeren als trekzone in de verharding bij het spreiden van de belasting naar de onderliggende lagen. Hiertoe moeten de onderlagen duurzaam stijf en scheurvrij blijven. Dit stelt onder meer eisen aan het vermogen van het materiaal om langdurig spanningswisselingen op te (vermoeiingsweerstand) en mee te vervormen met enige ongelijkmatige zetting. Onderlagen mogen echter niet gevoelig zijn voor blijvende vervorming onder verkeersbelasting. Daarnaast moeten onderlagen bestand zijn tegen vocht dat zich op diverse manieren een weg kan zoeken in de verharding. Tijdens de uitvoering moeten de onderlagen ook kunnen fungeren als werkvloer voor het aanbrengen van de overige asfaltlagen.

In onderlagen van asfaltverhardingen wordt uitsluitend asfaltbeton toegepast. Dit materiaal wordt doorgaans aangeduid als 'AC' gevolgd door een aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal, de aanduiding 'base' en een aanduiding van de bitumen grade (bijvoorbeeld 'AC 22 Base 40/60'). Meestal wordt ook de categorie-indeling voor de functionele eigenschappen toegevoegd (OL-A, OL-B, OL-C, OL-IB), corresponderend met de categorie voor de vrachtauto-intensiteit VA (zie par.4.5).

Tabel 5.2 Waarden functionele eigenschappen asfaltbeton in onderlagen

eigen- laag	eigen- schappen	HRmin	HRmax	water- gevoelig- heid	stijfheid min*.	stijfheid max.	weerstand tegen vervorming	weerstand tegen vermoeiing*
Onderlaag	OL-A	Vmin2,0	Vmax7	ITSR70	4500	Smax11000	Fcmax1,4	ϵ 6-100
	OL-B				5500	Smax14000	fcmax0,8	ϵ 6-80
	OL-C				7000		fcmax0,4	ϵ 6-90
	OL-IB				7000		fcmax0,2	ϵ 6-90

* in situaties met ontwerp vrijheid gelden hier geen vaste minimumwaarden; de vereiste waarden zijn afhankelijk van het ontwerp.

De eisen aan de functionele eigenschappen van onderlagen zijn weergegeven in tabel 5.2. Deze zijn in overeenstemming met de eisen genoemd in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. De waarden voor deze eigenschappen moeten per mengsel worden vastgesteld conform proef 62 "typeonderzoek van asfalt" van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Op de uitdraai van OIA [1] verschijnt automatisch een melding als de toegepaste asfaltmengsels niet de functionele eigenschappen conform tabel 5.2 hebben.

Tabel 5.2 geeft voor de onderlagen in grijze tekst ook de minimumwaarden voor de stijfheid en vermoeiingssterkte uit de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. In geval van voorgeschreven maatregelen moet ook aan genoemde minimumwaarden worden voldaan. Deze moeten dan terug te vinden zijn op de bij de asfaltmengsels te leveren Declaration of Performance (DoP).

In situaties met ontwerp vrijheid heeft de ontwerper ruimte om de specifieke vermoeiings- en stijfheidseigenschappen van het toe te passen mengsel in het ontwerp te gebruiken (in dat geval gelden genoemde minimumwaarden niet) en de dimensionering van de verharding daarop aan te passen (zie hoofdstuk 5). De specifieke eigenschappen van een asfaltmengsel zijn echter onvoldoende terug te vinden op een Declaration of Performance. Voor het beoordelen van een ontwerp moeten daarom naast de gebruikelijke informatieoverdracht conform artikel 31.23 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 ook de rapportage conform onderdeel 5 van proef 62 van genoemde Standaard bij het ontwerp gevoegd zijn alsmede de berekende coëfficiënten van de karakteristieke stijfheids- en vermoeiingsrelatie van het mengsel volgens par. 6.1.4.1 en 6.1.4.3.

"best practice"

Ten aanzien van onderlagen worden de volgende regels gezien als "best practice":

- toepassing van minimale dikten en maximale dikten conform tabel 5.3.

Tabel 5.3 Overzicht van de toepassing van onderlaagmengsels bij Rijkswaterstaat

soort mengsel	advies- dikte (mm)	minimale dikte (mm)	maximale ¹ dikte (mm)	toepassingsgebied Rijkswaterstaat
AC 16 base	40	60	70	
AC 22 base	70	60	90	
AC 32 base				

¹ Bij harde bitumina of gemodificeerde bitumina zijn soms grotere maximale laagdikten mogelijk

5.2.2.2 Tussenlagen

De tussenlaag moet vooral bestand zijn tegen blijvende vervorming en dient een goede overdracht van schuifspanningen van de deklaag naar de onderlaag te realiseren. Een tussenlaag onder zeer open asfalt dient ook duurzaam bestand te zijn tegen vochtinwerking. Een tussenlaag die wordt gebruikt als tijdelijke deklaag moet daarnaast gedurende langere tijd bestand zijn tegen directe verkeersbelasting en weersinvloeden en moet voldoen aan functionele eisen betreffende stroefheid (textuur) en remvertraging.

In tussenlagen van asfaltverhardingen wordt uitsluitend asfaltbeton toegepast. Dit materiaal wordt aangeduid als 'AC', gevolgd door een aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal, de aanduiding 'bind', en een aanduiding van de bitumen grade (bijvoorbeeld 'AC 16 bind 40/60'). Meestal wordt ook een categorie - aanduiding voor de vereiste functionele eigenschappen toegevoegd (TL-A, TL-B, TL-C, TL-IB, TDL-B, TDL-C, TDL-IB, TLZ-B, TLZ-C, TLZ-IB) corresponderend met de toepassing en de categorie voor de vrachtauto- intensiteit VA. TL staat daarbij voor deklagen die direct worden overlaagd met een dichte deklaag, TDL voor tussenlagen die als tijdelijke deklaag kunnen worden toegepast en TLZ voor tussenlagen die worden toegepast onder zeer open deklagen.

De eisen aan de functionele eigenschappen van tussenlagen zijn weergegeven in tabel 5.4. Deze zijn in overeenstemming met de eisen genoemd in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. De waarden voor deze eigenschappen moeten per mengsel worden vastgesteld conform proef 62 "typeonderzoek van asfalt" van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Op de uitdraai van OIA [1] verschijnt automatisch een melding als de toegepaste asfaltmengsels niet de functionele eigenschappen conform tabel 5.4 hebben.

Tabel 5.4 Waarden functionele eigenschappen asfaltbeton in tussenlagen

eigen- schap laag	categorie eigen- schappen	Hrmin	Hrmax	water- gevoelig- heid	stijfheid min*	stijfheid max.	weerstand tegen vervorming	weerstand tegen vermoeiing*
laag onder zeer open asfalt	TLZ-B	Vmin3,0	Vmax7	ITSR80	Smin5500	Smax14000	fcmax0,4	ε6-80
	TLZ-C						fcmax0,2	
	TLZ-IB							
tussenlaag	TL-A	Vmin2,0	Vmax7	ITSR70	Smin5500	Smax11000	fcmax0,4	ε6-100
	TL-B	Vmin3,0	Vmax10	ITSR60			Smax14000	fcmax0,2
	TL-C			ITSR70		ε6-80		
	TL-IB							
tussenlaag, tevens tijde- lijke deklaag	TDL-B	Vmin2,0	Vmax7	ITSR80	Smin5500	Smax14000	fcmax0,4	ε6-90
	TDL-C						fcmax0,2	
	TDL-IB							

* in situaties met ontwerp vrijheid gelden hier geen vaste minimumwaarden; de vereiste waarden zijn afhankelijk van het ontwerp.

Tabel 5.4 geeft voor de tussenlagen in grijze tekst ook de minimumwaarden voor de stijfheid en vermoeiingssterkte uit de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. In geval van voorgeschreven maatregelen moet ook aan genoemde minimumwaarden worden voldaan. Deze moeten dan terug te vinden zijn op de Declaration of Performance.

In situaties met ontwerp vrijheid heeft de ontwerper ruimte om de specifieke vermoeiings- en stijfheidseigenschappen van het toe te passen mengsel in het ontwerp te gebruiken (in dat geval gelden genoemde minimumwaarden niet) en de dimensionering van de verharding daarop aan te passen (zie hoofdstuk 5). De specifieke eigenschappen van een asfaltmengsel zijn echter onvoldoende terug te vinden op een Declaration of Performance. Voor het beoordelen van een ontwerp moeten daarom naast de gebruikelijke informatieoverdracht conform artikel 31.23 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 ook de rapportage conform onderdeel 5 van proef 62 van genoemde Standaard bij het ontwerp gevoegd zijn alsmede de berekende coëfficiënten van de karakteristieke stijfheids- en vermoeiingsrelatie van het mengsel volgens par. 6.1.4.1 en 6.1.4.3.

"best practice"

Ten aanzien van tussenlagen worden de volgende regels gezien als "best practice":

- toepassen minimale en maximale laagdikte conform tabel 5.5
- toepassen gradering 0/22 bij dikte > 50mm
- AC bind TDL maximaal 1 winter toepassen als tijdelijke deklaag
- AC bind TLZ maximaal 6 maanden toepassen als tijdelijke deklaag bij vrachtauto-intensiteit categorieën C en IB (niet over de winter)
- in een tijdelijke deklaag voor meer dan 1 jaar AC 0/16 bind TDL toepassen

Tabel 5.5 Overzicht van de toepassing van tussenlaagmengsels bij Rijkswaterstaat

Soort mengsel	Advies dikte (mm)	Minimale ¹ dikte (mm)	Maximale dikte (mm)	Toepassingsgebied Rijkswaterstaat
AC 11 bind TL	30	20	45	Bij vrachtauto-categorie B alleen als uitvullaag
AC 16 bind TL	40	25	60	Bij lagen < 50 mm; moet direct worden overlaagd
AC 22 bind TL	60	50	90	Standaard mengsel, direct overlagen, dikte ≥ 50 mm
AC 11 bind TDL	30	20	45	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 16 bind TDL	40	25	60	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 22 bind TDL	60	50	90	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 11 bind TLZ	30	20	45	Bij lagen < 40 mm en als tijdelijke deklaag
AC 16 bind TLZ	40	25	60	Bij lagen < 50 mm en als tijdelijke deklaag
AC 22 bind TLZ	60	50	90	Standaard mengsel voor categorie C en IB

¹ Bij harde bitumina of gemodificeerde bitumina zijn soms grotere maximale laagdikten mogelijk

5.2.2.3 Deklagen

De deklaag fungeert als het door het verkeer te berijden oppervlak en moet daarom duurzaam beantwoorden aan functionele eisen met betrekking tot stroefheid (textuur), remvertraging, vlakheid, lichtreflectie, geluidsreductie, rolweerstand, wintergedrag en waterberging/waterafvoer (uitsluitend voor open deklagen). Vertaald naar technische eisen betekent dit onder meer dat de deklaag duurzaam bestand moet zijn tegen blijvende vervormingen (spoorvorming, ribbelforming), trekspanningen (scheurvorming vanaf de bovenkant), polijsting, atmosferische invloeden en de inwerking van chemicaliën, sneeuwschuivers etc.

Deels zijn deze eisen door te vertalen naar eisen aan een aantal functionele eigenschappen van het mengsel (zie onder asfaltbeton) of eisen aan de samenstelling daarvan (zie onder steenmastiekasfalt en zeer open asfalt). Deels ook laten de eisen aan de deklaag (b.v. die met betrekking tot stroefheid en lichtreflectie) zich direct doorvertalen naar eisen aan de bouwstoffen. Zo geldt dat het grove aggregaat in deklagen ten behoeve van duurzame stroefheid een polijstgetal moet hebben van ten minste 58 (te bepalen volgens NEN-EN 1097-8) en dat het percentage gebroken oppervlak dient te voldoen aan categorie C100/0 in lid 4.1.7 van NEN-EN 13043 (te bepalen volgens NEN-EN 933-5). Voor deklagen van asfaltbeton op niet - autosnelwegen en tijdelijke deklagen dient het polijstgetal ten minste 53 te bedragen en dient het percentage gebroken oppervlak ten minste te voldoen aan categorie C95/1.

In deklagen van asfaltverhardingen kunnen meerdere soorten asfalt worden toegepast. De Standaard RAW - Bepalingen 2010 [3] onderscheiden asfaltbeton, steenmastiekasfalt en zeer open asfalt. Daarnaast onderscheidt Rijkswaterstaat duurzaam zeer open asfalt, dat het standaard open deklaagmengsel is voor rijbaanbrede toepassing, en tweelaags zeer open asfalt dat bedoeld is voor situaties waar extra geluidsreductie benodigd is. De Standaard RAW - Bepalingen 2010 [3] onderscheidt ook emulsieasfaltbeton, dat door Rijkswaterstaat echter alleen wordt toegepast als conserveerlaag of als onderhoudsmaatregel; het wordt voor het ontwerp niet als deklaag beschouwd en er wordt geen constructieve waarde aan toegekend. Verder bestaat er een aantal speciale deklagen zoals dunne asfaltdeklagen (geschikt voor toepassing op niet - autosnelwegen met maximumsnelheid van 80 km/u), dunne asfaltinlagen en combinatie-deklagen die hier niet verder worden besproken.

asfaltbeton

Asfaltbeton in deklagen wordt aangeduid als 'AC', gevolgd door een aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal, de aanduiding 'surf' en een aanduiding van de bitumen grade (bijvoorbeeld 'AC 16 surf 40/60'). Meestal wordt ook een categorie - aanduiding voor de vereiste functionele eigenschappen toegevoegd (DL-A, DL-B, DL-C, DL-IB) corresponderend met de categorie voor de vrachtauto-intensiteit VA.

De eisen aan de functionele eigenschappen van asfaltbetondeklagen staan in tabel 5.6. De waarden voor deze eigenschappen moeten per mengsel worden vastgesteld conform proef 62 "typeonderzoek van asfalt" van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Op de uitdraai van OIA [1] verschijnt automatisch een melding als de toegepaste asfaltmengsels niet de functionele eigenschappen conform tabel 5.6 hebben.

Tabel 5.6 Waarden functionele eigenschappen asfaltbeton in deklagen

eigen- schap laag	categorie eigen- schappen	HRmin	HRmax	water- gevoelig- heid	stijfheid min	stijfheid max.	weerstand tegen vervorming	weerstand tegen vermoeiing
deklaag	A	Vmin2,0	Vmax4	ITSR80	3600	Smax7000	Fcmax4,0	ϵ_6 -130
	B		Vmax6		Smin4500	Smax9000	fcmax1,4	ϵ_6 -115
	C				Smin5500	Smax11000	fcmax0,6	ϵ_6 -100
	IB						fcmax0,2	

* in situaties met ontwerp vrijheid gelden hier geen vaste minimumwaarden; de vereiste waarden zijn afhankelijk van het ontwerp.

Tabel 5.6 geeft voor asfaltbetondeklagen in grijze tekst ook de minimumwaarden voor de stijfheid en vermoeiingssterkte uit de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. In geval van voorgeschreven maatregelen moet ook aan genoemde minimumwaarden worden voldaan. Deze moeten dan terug te vinden zijn op de Declaration of Performance.

In situaties met ontwerp vrijheid heeft de ontwerper ruimte om de specifieke vermoeiings- en stijfheidseigenschappen van het toe te passen mengsel in het ontwerp te gebruiken (in dat geval gelden genoemde minimumwaarden niet) en de dimensionering van de verharding daarop aan te passen (zie hoofdstuk 5). De specifieke eigenschappen van een asfaltmengsel zijn echter onvoldoende terug te vinden op een Declaration of Performance. Voor het beoordelen van een ontwerp moeten daarom naast de gebruikelijke informatieoverdracht conform artikel 31.23 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 ook de rapportage conform onderdeel 5 van proef 62 van genoemde Standaard bij het ontwerp gevoegd zijn alsmede de berekende coëfficiënten van de karakteristieke stijfheids- en vermoeiingsrelatie van het mengsel volgens par. 6.1.4.1 en 6.1.4.3.

steenmastiëkasfalt

Steenmastiëkasfalt wordt aangeduid als SMA-NL, gevolgd door aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal (5, 8 of 11) en (voor de bovenmaten 8 en 11) een aanduiding A of B die het gehalte aan materiaal kleiner dan 2 mm aangeeft. Bij type B is dat gehalte lager dan bij type A. Hierdoor hebben SMA-NL8B en SMA-NL11B een wat grotere holle ruimte en is de weerstand tegen spoorvorming wat groter. Voor vrachtauto-intensiteiten C en IB (zie par. 4.5) moet daarom altijd type B worden toegepast.

Voor steenmastiëkasfalt bestaan alleen voor watergevoeligheid functionele eisen aan het mengsel; de overige eisen zijn samenstellingseisen (empirische eisen). Deze eisen staan voor de standaard SMA - mengsels in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3].

zeer open asfalt en duurzaam zeer open asfalt

Zeer open asfalt en duurzaam zeer open asfalt worden aangeduid als ZOAB, gevolgd door aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal (ZOAB 11, ZOAB 16). Bij standaard duurzaam zeer open asfalt wordt deze aanduiding gevolgd door een plusteken.

Voor zeer open asfalt en duurzaam zeer open asfalt bestaan eveneens alleen voor de watergevoeligheid van het mengsel functionele eisen; de overige eisen zijn samenstellingseisen (empirische eisen). Deze eisen staan voor de standaard ZOAB - mengsels in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Voor standaard duurzaam zeer open asfalt gelden dezelfde eisen behoudens dat het bitumengehalte 2 (waar nodig gecorrigeerd voor de dichtheid van het aggregaat conform NEN-EN13108-7 artikel 5.2.3) is verhoogd naar Bmin 5,2 en dat zodanige maatregelen tegen ontmenging dienen te zijn toegepast dat het verschil tussen het bitumengehalte onderin en bovenin de laag niet meer bedraagt dan 0,7%.

Tweelaags zeer open asfalt

Tweelaags zeer open asfalt wordt aangeduid als ZOABTW gevolgd door aanduiding van de bovenmaat van het toeslagmateriaal van de toplaag. Dit mengsel wordt niet beschreven in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Wel wordt het beschreven in de VBW - richtlijn tweelaags ZOAB [5].

"best practice"

Ten aanzien van deklagen worden de volgende regels gezien als "best practice"

- toepassen minimale en maximale laagdikte conform tabel 5.7
- AC 16 is minder geschikt voor vrachtauto-intensiteiten boven 8000 en voor vrachtauto-intensiteit categorie IB
- AC 11 niet toepassen voor vrachtauto-intensiteit categorie C
- AC 16 niet toepassen voor vrachtautocategorie IB tenzij gemodificeerd met polymeerbitumen
- gradering 0/16 toepassen voor vrachtauto-intensiteit categorieën C en IB
- bij vrachtauto-intensiteit categorie IB altijd ZOAB toepassen met steengrootte 16
- ZOAB 11 alleen op kunstwerken toepassen
- bij SMA gradering 11 en type B toepassen
- voor zeer dunne verhardingen waarbij toepassing van een deklaag van AC 16 bezwaarlijk is, bestaan de volgende opties:
 - toepassen van een dunnere AC 11 deklaag
 - toepassen van een nog dunnere AC 8 deklaag
 - toepassen van full - depth AC met een conserveerlaag van emulsieasfaltbeton of met een oppervlakbehandeling

De verschillende soorten deklagen van asfaltbeton, steenmestiekasfalt, zeer open asfalt en emulsieasfaltbeton en hun toepassingen staan in tabel 5.7. Waar gesproken wordt van een standaardmengsel moet er wel rekening mee worden gehouden dat daar indicenteel uitzonderingen (zogenaamde "technische uitzonderingen") op worden gemaakt indien toepassing technisch niet verantwoord is of tot bovenmatig hoge onderhouds- en/of aanpassingskosten zou leiden. Voor deze technische uitzonderingen wordt momenteel gewerkt aan een eenduidig afwegingskader.

Tabel 5.7 Overzicht van de toepassing van deklaagmengsels bij Rijkswaterstaat

Soort mengsel	Adviesdikte (mm)	Minimale dikte (mm)	Maximale ¹ dikte (mm)	Toepassingsgebied Rijkswaterstaat
AC 11 bind Tzoab	30	20	45	max. een half jaar als tijdelijke deklaag, niet in de winter
AC 16 bind Tzoab	40	30	60	max. een half jaar als tijdelijke deklaag, niet in de winter
AC 22 bind Tzoab	60	50	90	max. een half jaar als tijdelijke deklaag, niet in de winter
AC 11 bind Ttd	40	30	60	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 16 bind Ttd	40	30	50	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 22 bind Ttd	40	30	60	Indien niet direct kan worden overlaagd
AC 8 surf	20	15	30	Fietspaden, parallelwegen
AC 11 surf	30	20	50	O.a. voor kunstwerken (met ontwerp holle ruimte HR 4%)
AC 16 surf	40	30	60	Standaard mengsel, ook op kunstwerken (ontwerp HR 4%)
SMA-NL 5	25	15	30	Fietspaden, parallelwegen
SMA-NL 8A	25	15	30	Geen gangbaar mengsel binnen RWS
SMA-NL 8B	25	15	30	Geen gangbaar mengsel binnen RWS
SMA-NL 11A	40	30	60	Langere levensduur dan type B (dichtere structuur),
SMA-NL 11B	40	30	60	Minder kans op overvulling / spoorvorming dan bij type A
ZOAB 11	30	25	40	Bij toepassing van ZOAB op bestaande kunstwerken
ZOAB 16	50	50	60	Standaard mengsel hoofdwegen, maar niet bij opstelvakken
ZOAB 16 +	50	50	60	Standaard mengsel hoofdwegen, maar niet bij opstelvakken
Tweelaags ZOAB	70	70		Waar extra geluidsreductie nodig is

¹ Bij harde bitumina of gemodificeerde bitumina zijn soms grotere maximale laagdikten mogelijk

Technische levensduren van deklagen

Onder de technische levensduur van een deklaag wordt verstaan de tijdsduur waarna de deklaag niet meer voldoet aan de door Rijkswaterstaat gehanteerde grenswaarden voor onder meer rafeling, stroefheid en rijspoordiepte (voortkomend uit de deklaag zelf). De technische levensduur van deklagen kan niet middels (ontwerp)berekeningen worden vastgesteld. Kennis hierover komt veelal uit praktijkervaring; bij voldoende ervaring kan de verwachtingswaarde voor de technische levensduur gelijk gesteld worden aan het gemiddelde van de in de praktijk behaalde levensduren. Voor een aantal materialen is echter nog onvoldoende praktijkervaring beschikbaar om een (betrouwbaar) gemiddelde te kunnen vaststellen. De verwachtingswaarde is dan de gemiddelde levensduur die Rijkswaterstaat voorshands aanhoudt op basis van de laboratorium – en proefvakresultaten verkregen in het validatietraject voor het betreffende materiaal (dit is dus geen verwachtingswaarde in de statistische betekenis daarvan).

Tabel 5.8 geeft de verwachtingswaarde voor de technische levensduren van een aantal deklaagtypen. Verwachtingswaarden die voorshands worden aangehouden bij gebrek aan voldoende praktijkgegevens zijn dienovereenkomstig aangeduid. De in tabel 5.8 genoemde waarden gelden gezien het voorgaande alleen voor materialen die volgens par.8.3.2 t/m par.8.3.4 geschikt geacht worden.

Tabel 5.8 Verwachtingswaarden technische levensduren deklagen

Deklaag	- verwachtingswaarde technische levensduur
Deklagen van asfaltbeton (AC surf)	- Rechterrijstrook 11 jaar - overige rijstroken 17 jaar
Zeer open asfalt (ZOAB)	- rechterrijstrook 10 jaar, - overige rijstroken 15 jaar
ZOAB+	- rechterrijstrook 11 jaar; - overige rijstroken 17 jaar
Tweelaags ZOAB	- rechterrijstrook 9 jaar, - overige rijstroken 13 jaar
Steenlagasfaltbeton (SMA)	- rechter rijstrook 15 jaar - overige rijstroken 20 jaar
Tweelaags ZOAB-fijn	- rechterrijstrook voorshands 8 jaar, - overige rijstroken voorshands 12 jaar
DGD type A of type B	- rechterrijstrook voorshands 8 jaar; - overige rijstroken voorshands 12 jaar
Emulsieasfaltbeton (EAB)	- tot enkele jaren afhankelijk van de klimatologische en verkeersbelasting
Kunststofslijtlaag	- 20 jaar
Dunne asfaltinlage	- 7 jaar
ZOEAB	- 3 jaar
ZOAB 11 voor stalen brugdekken	- 5 jaar
Gietasfalt voor stalen brugdekken	- 10 jaar

6 Dimensionering verharding

Voor de dimensionering van de asfaltverharding is het Ontwerp Instrumentarium Asfaltverhardingen (OIA) van CROW de voorgeschreven verificatiemethode. De werking en achtergrond van dit programma is in het bijbehorende achtergrondrapport [1] beschreven. Hier wordt volstaan met weergeven van enkele hoofdlijnen. Het programma OIA moet voor werken van RWS in RWS - modus worden gebruikt. Dit kan worden gecontroleerd op de uitdraai van OIA onder Ontwerpinstellingen. Hiermee wordt een aantal rekenmethoden uitgesloten die naar oordeel van RWS niet relevant zijn of waarvan de betrouwbaarheid naar oordeel van RWS nog onvoldoende vaststaat. Tevens wordt het rekenen aan gebonden funderingen daarmee uitgesloten. Rijkswaterstaat past geen gebonden funderingen toe behalve asfaltgranulaatcement en asfaltgranulaatcemulsiement, welke rekentechnisch op dezelfde wijze worden behandeld als lichtgebonden funderingen met een beperkte stijfheidsmodulus.

6.1 Schematisering constructie

6.1.1 Schematisering tot lineair elastisch meerlagensysteem

De constructie wordt geschematiseerd als een lineair elastisch meerlagensysteem met de volgende uitgangspunten:

- de lagen strekken zich in horizontale richting oneindig uit
- per laag zijn de stijfheidsmodulus (Young's modulus) en dwarscontractiecoëfficiënt (Poisson-verhouding) constant
- de ondergrond strekt zich ook in verticale richting oneindig uit (een zogenaamd oneindige halfruimte)
- de lagen zijn volledig aan elkaar gehecht.

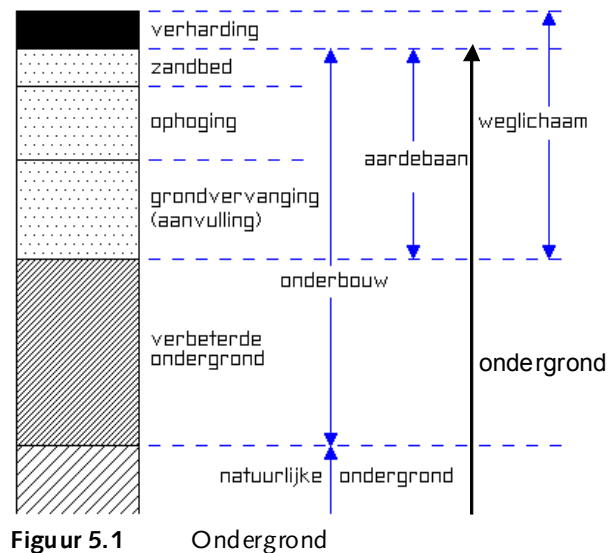
6.1.2 Ondergrond

De ondergrond van een weg bestaat (zie figuur 5.1) uit de natuurlijke ondergrond en de onderbouw. De onderbouw kan weer bestaan uit een verbeterde ondergrond, een aanvulling, een ophoging en een zandbed. Dit gehele systeem wordt voor het ontwerp geschematiseerd tot een lineair elastische halfruimte met equivalente stijfheidsmodulus.

6.1.2.1 Karakteristieke stijfheidsmodulus

Tabel 6.1 geeft een aantal indicatieve waarden voor de equivalente stijfheidsmodulus, welke er van uit gaan dat er op de natuurlijke ondergrond een zandpakket van tenminste 1 m dikte aanwezig is.

Genoemde waarden zijn conservatieve waarden die voor gebruik in het ontwerp worden beschouwd als karakteristieke waarden (85% betrouwbare ondergrenswaarde voor de gemiddelde equivalente ondergrondstijfheid). Naarmate zich op een natuurlijke ondergrond van klei of veen een dikkere zandophoging of -aanvulling bevindt zal de equivalente stijfheid van de ondergrond dichter naderen naar de stijfheidsmodulus van een zandondergrond.



Figuur 5.1 Ondergrond

Tabel 6.1 Karakteristieke stijfheidsmodulus ondergrond (indicatieve waarden)

natuurlijke ondergrond	E-modulus*
slappe klei	30 MPa
vaste klei	50 MPa
zand	100 MPa
goed gegradeerd zand	120 MPa
lemig fijn zand	150 MPa

*uitgaande van ten minste 1 m zandbed

De achtergrondrapportage van OIA [1] geeft richtlijnen voor het schatten van de stijfheid van de natuurlijke ondergrond op basis van de bij sonderingen gemeten conusweerstand of op basis van classificatie-eigenschappen.

De uiteindelijke keuze van de equivalente stijfheidsmodulus van de ondergrond is de verantwoordelijkheid van de ontwerper. In RWS contracten moet na aanleg van de verharding veelal aangetoond te worden dat de gerealiseerde stijfheidswaarde ten minste gelijk is aan de in het ontwerp gehanteerde karakteristieke waarde [6].

Opgemerkt wordt dat in de OIA [1] programmatuur de optie bestaat om het zandbed als onderfundering in te voeren (in het achtergrondrapport van OIA [1] gelijkgesteld aan zandbed). Indien hiervoor wordt gekozen wordt erop gewezen dat bij toetsing van de gerealiseerde constructie wordt gewerkt met een drielagensysteem waarin een eventuele onderfundering wordt verdisconteerd in een (qua deflectieprofiel) equivalente ondergrondstijfheid. Het is aan de ontwerper om na te gaan of daardoor afwijkingen kunnen ontstaan.

6.1.2.2 Karakteristieke vervormingsrelatie

De weerstand van de ondergrond tegen permanente vervorming wordt beschreven door een karakteristieke vervormingsrelatie (zie figuur 5.2). Deze relatie heeft in feite de aard van een vermoeiingswet: hij beschrijft niet het verband tussen lastherhalingen en vervormingen maar geeft alleen het aantal malen dat de ondergrond kan worden belast tot falen (zijnde een onacceptabele onvlakheid door ondergronddeformaties) optreedt. De relatie luidt:

$$\log(N_{\text{ond, kar}}) = C_1 + C_2 \cdot \log(\epsilon_{\text{ond}}) \quad (5.1)$$

waarin

ϵ_{ond} = stuik in ondergrond onder de beschouwde belasting ($\mu\text{m}/\text{m}$)

$N_{\text{ond, kar}}$ = toelaatbaar aantal stuikherhalingen (85% betrouwbare waarde) (-)

C_1 = 17,289

C_2 = -4,00

Dit toelaatbaar aantal stuikherhalingen wordt in het vervolg aangeduid als "vervormingsweerstand ondergrond". Hierbij moet dus bovenbeschreven betekenis van de relatie in gedachten worden gehouden.

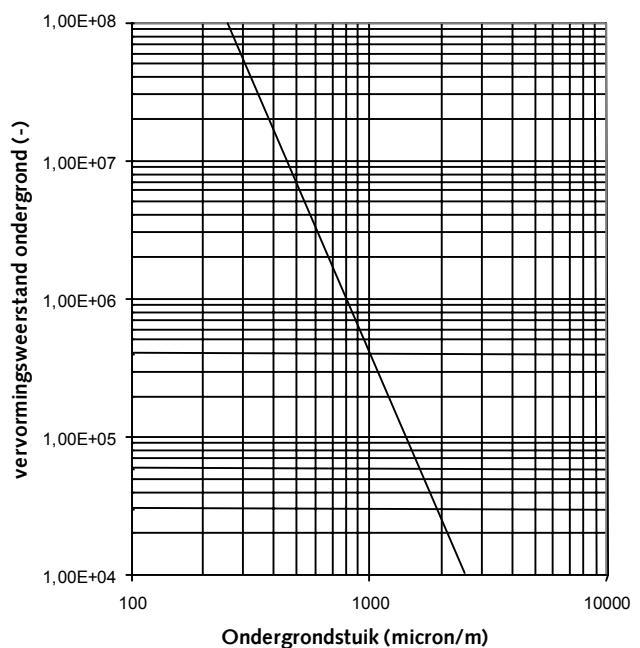
6.1.2.3 Dwarscontractiecoëfficiënt

Voor de dwarscontractiecoëfficiënt (ook wel Poissonverhouding) van de ondergrond dient een vaste waarde van 0,35 te worden aangehouden.

6.1.3 Fundering

6.1.3.1 Karakteristieke stijfheidsmodulus

Voor de standaard funderingsmaterialen uit par. 5.1.1 dienen in het ontwerp ten hoogste de in tabel 6.2 genoemde stijfheidsmoduli te worden aangehouden.



Figuur 5.2 Vervormingsrelatie ondergrond

Genoemde waarden zijn conservatieve waarden die voor gebruik in het ontwerp worden beschouwd als karakteristieke waarden (85% betrouwbare ondergrenswaarden voor de gemiddelde stijfheid in de constructie).

De in tabel 6.2 gegeven karakteristieke waarden zijn bij een zorgvuldige uitvoering eenvoudig te realiseren maar kunnen bij afwijkingen in de uitvoering alsnog onderschreden worden. Daarom moet na aanleg van de verharding veelal alsnog aangetoond worden dat de gerealiseerde stijfheidswaarde van een fundering tenminste gelijk is aan de in het ontwerp gehanteerde karakteristieke stijfheidswaarde [6].

De in tabel 6.2 weergegeven stijfheidsmoduli mogen worden toegepast voor laagdikten tot 300 mm (indien toegestaan op grond van het gestelde in par.5.1.2); bij laagdikten groter dan 300 mm mag alleen voor de bovenste 300 mm worden gerekend met de in tabel 6.2 genoemde stijfheidsmoduli en dient voor het overige een stijfheidsmodulus van ten hoogste 150MPa aangehouden te worden.

Tabel 6.2 Standaard funderingsmaterialen

soort fundering	materialen	karakteristieke stijfheidsmodulus
Ongebonden materialen	Metselwerkgranulaat	150 MPa
Lichtgebonden materialen ¹	Menggranulaat	400 MPa
	Hydraulisch menggranulaat	600 MPa
	Betongranulaat	600 MPa
	Fosforslakkenmengsel	1000 MPa
Cementgebonden materialen	Asfaltgranulaat-cement type A1	1200 MPa
	Asfaltgranulaat-emulsiecement	1200 MPa

¹ in CROW ontwerpprogramma OIA [1] aangeduid als "zelfbindende funderingen"

Er moet rekening mee worden gehouden dat de hogere stijfheid van lichtgebonden en gebonden funderingen meestal pas na enige tijd wordt bereikt; direct na aanleg is de stijfheid voor met name de lichtgebonden funderingen vaak nauwelijks hoger dan die van de ongebonden materialen.

Met een verbetering van de stijfheid door funderingswapening wordt in werken voor Rijkswaterstaat niet gerekend.

6.1.3.2 Dwarscontractiecoëfficiënt

Voor de dwarscontractiecoëfficiënt (ook wel Poissonverhouding) van de fundering dient een vaste waarde van 0,35 te worden aangehouden behalve voor funderingen uit asfaltgranulaatcement of asfaltgranulaatemulsiecement; hiervoor dient een vaste waarde van 0,20 te worden aangehouden.

6.1.3.3 Laagdikte fundering

Voor de laagdikte van de fundering geldt het gestelde in par.5.1.2.

6.1.4 Asfaltconstructie

De asfaltconstructie wordt in OIA [1] gemodelleerd als een aantal (maximaal 6) afzonderlijke lagen. Deze worden beschreven door de karakteristieke stijfheidsmodulus, de dwarscontractiecoëfficiënt en de karakteristieke vermoeiingsweerstand. Voor lagen van asfaltbeton volgen stijfheidsmodulus en vermoeiingsweerstand uit het type - onderzoek. Deze worden voor gebruik in OIA [1] vertaald naar karakteristieke stijfheids- en vermoeiingseigenschappen (zie par.6.1.4.1 en par. 6.1.4.3). Voor ZOAB en SMA worden deze eigenschappen niet uit het type - onderzoek verkregen omdat deze mengsels onder de Europese normering alleen empirisch (op recept) gespecificeerd kunnen worden. In OIA [1] kan de gebruiker hiervoor standaard waarden kiezen. Deze zijn mogelijk laag maar houden technisch gezien geen risico in.

6.1.4.1 Karakteristieke stijfheidsmodulus

De karakteristieke stijfheidsmodulus van asfaltbeton is afhankelijk van temperatuur en belastingsfrequentie en wordt gegeven door de volgende relatie:

$$\ln(E_{asf}) = C_1 + C_2 \cdot T_{fict} + C_3 \cdot T_{fict}^2 + C_4 \cdot T_{fict}^3 \quad (5.2)$$

waarin

E_{asf} = karakteristieke stijfheidsmodulus asfalt (MPa)

T_{fict} = fictieve temperatuur

C_2 = -0,018400

C_3 = -0,001098

C_4 = 0

C_1 = $\ln(E_{20^\circ\text{C},8\text{Hz}} - \Delta E_{20^\circ\text{C},8\text{Hz}}) + 0,80734$, waarin

$E_{20^\circ\text{C},8\text{Hz}}$ = mengselstijfheid bij 20°C en 8 Hz zoals verkregen bij het typeonderzoek conform proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3] (MPa)

$\Delta E_{20^\circ\text{C},8\text{Hz}}$ = reductie om gemiddelde stijfheid te vertalen naar karakteristieke stijfheidswaarde

De fictieve temperatuur T_{fict} is afhankelijk van de werkelijke asfalttemperatuur en de belastingsfrequentie en wordt berekend uit:

$$\frac{1}{T_{fict} + 273} = \frac{1}{T + 273} - \frac{1}{11242} \log\left(\frac{8\text{Hz}}{f}\right) \quad (5.3)$$

waarin

T = temperatuur asfalt (°C)

f = frequentie belasting (Hz)

In het ontwerpprogramma OIA [1] wordt uitgegaan van een vaste asfalttemperatuur van 20°C. Indien de belastingsfrequentie 8 Hz bedraagt, is de fictieve asfalttemperatuur dus ook 20°C; bij andere belastingsfrequenties krijgt T_{fict} een andere waarde. De belastingsfrequentie wordt berekend als:

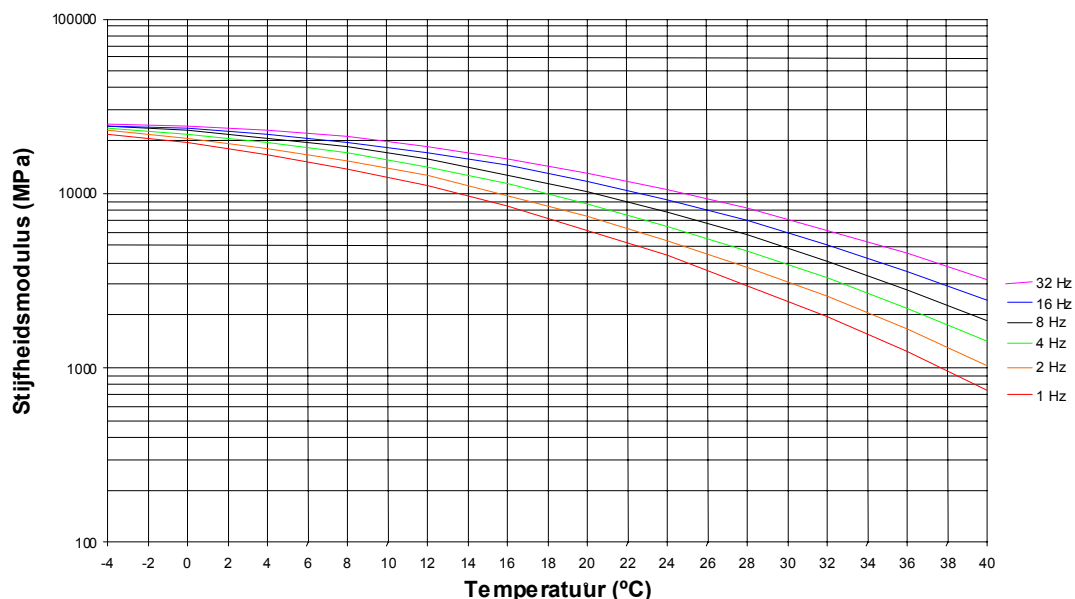
$$\log(f) = -0,6 - 0,5 \cdot h_{asf} + 0,94 \cdot \log(v) \quad (5.4)$$

waarin

f = frequentie belasting (Hz)

h_{asf} = dikte asfalt (m)

v = snelheid vrachtverkeer (km/u)



Figuur 5.3 Voorbeeld stijfheidsrelatie asfalt

De mengselstijfheid $E_{20^{\circ}\text{C},8\text{Hz}}$ bij 20°C en 8 Hz dient te worden vastgesteld conform proef 62 'typeonderzoek van asfalt' van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. De reductie waarmee deze stijfheid wordt vertaald naar een karakteristieke (85% betrouwbare) stijfheidsrelatie is afhankelijk van de mate van spreiding van de stijfheidswaarden in het typeonderzoek en de omvang van het stijfheidsonderzoek [7].

De coëfficiënten C_1 t/m C_4 moeten voor een definitief ontwerp bepaald zijn voor de toe te passen asfaltmengsels, op basis van de resultaten van het typeonderzoek. De bepaling van de coëfficiënten moet onderdeel zijn van de ontwerpnota. Indien in later stadium alsnog andere mengsels worden voorgesteld moeten de ontwerpberekeningen worden herzien. De coëfficiënten worden weergegeven op de uitdraai van OIA [1] onder Details van de Constructielagen en kunnen dus direct met de ontwerpnota vergeleken worden.

Voor het maken van een voorlopig ontwerp kan de karakteristieke stijfheidsrelatie eventueel worden bepaald op basis van de minimale stijfheid S_{\min} behorende bij een gekozen categorie van functionele eigenschappen (voor een definitief ontwerp is dat niet toegestaan). Daarbij zijn aanvullende aannamen nodig voor de spreiding in het stijfheidsonderzoek en de omvang van het onderzoek.

In tabel 6.3 is dit uitgewerkt voor de standaard categorieën eigenschappen uit de RAW 2010. De weergegeven stijfheidscoëfficiënt C_1 is berekend uit de S_{\min} voor de diverse categorieën van functionele eigenschappen (de coëfficiënten C_2 en C_3 hebben zoals reeds aangegeven een vaste waarde).

Tabel 6.3 Coëfficiënt C_1 per categorie eigenschappen van de RAW 2010

Categorie eigenschappen RAW 2010	C_1
OL-A	8,880970
OL-B	9,152256
OL-C, OL-IB	9,457092
TL-A	9,152256
TL-B	9,152256
TL-C, TL-IB	9,152256
TLZ-B, TLZ-C, TLZ-IB	9,152256
TDL-B, TDL-C, TDL-IB	9,152256
DL-A	8,551791
DL-B	8,880970
DL-C, DL-IB	9,152256

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- een spreiding van 600 MPa in gemeten stijfheden
- een mengsel wordt slechts een maal aan een stijfheidsonderzoek onderworpen, echter in combinatie met een vermoeiingsonderzoek (dus 18 balkjes)

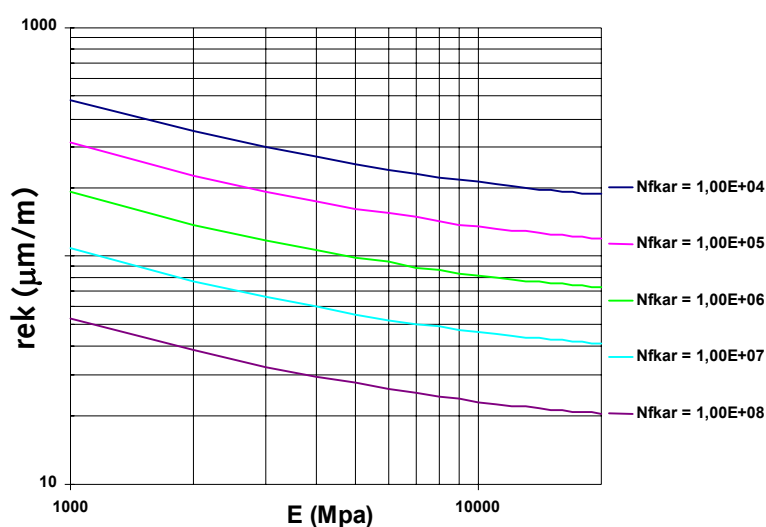
6.1.4.2 Dwarscontractiecoëfficiënt

Voor de dwarscontractiecoëfficiënt (ook wel Poissonverhouding) van asfalt wordt een vaste waarde van 0,35 aangehouden.

6.1.4.3 Karakteristieke vermoeiingssterkte asfalt

De karakteristieke vermoeiingssterkte van asfalt wordt beschreven door een relatie (zie figuur 5.4) die aangeeft hoeveel maal de berekende asfaltrek kan worden toegelaten bij een gegeven mengselstijfheid. Als het optredende aantal rekherhalingen groter is dan het opneembare aantal rekherhalingen zal er onder in de asfaltlaag initiatie van vermoeiingsscheuren optreden.

Deze scheuren zullen vervolgens doorgroeien naar de bovenzijde van de asfaltlaag ('propagatie').



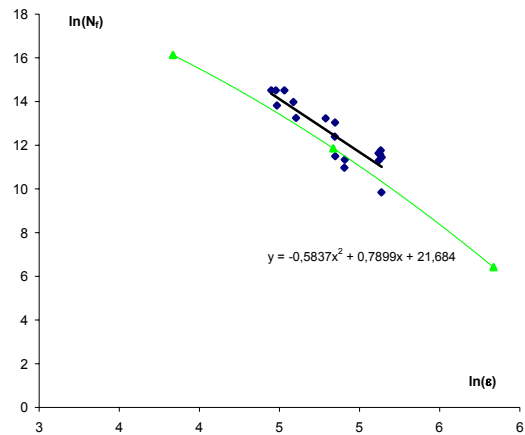
Figuur 5.4 Karakteristieke vermoeiingsrelatie asfalt

Deze karakteristieke vermoeiingsrelatie wordt afgeleid van de gemiddelde vermoeiingslijn zoals bedoeld in NEN-EN12697-24 annex D par.6.1 en vastgesteld conform proef 62 'typeonderzoek van asfalt' van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Deze is weergegeven in figuur 5.5 (bovenste lijn).

Op deze lijn wordt in drie punten een reductie bepaald [8], om te komen tot een karakteristieke (85% betrouwbare) waarde.

Deze reducties zijn afhankelijk van

- de mate waarin de meet - rekniveaus bij het onderzoek gespreid gekozen zijn
- de correlatiecoëfficiënt van de regressie R^2
- aantal herhalingen van het vermoeiingsonderzoek (normaliter eenmalig)



Figuur 5.5 Vermoeiingslijn uit typeonderzoek (boven) en daarvan afgeleiden karakteristieke lijn (onder)

Door deze drie karakteristieke punten wordt vervolgens een tweedegraadspolynoom (onderste lijn in figuur 5.5) bepaald conform

$$\ln(N_{fkar}) = a \cdot \ln^2(\varepsilon_{asf}) + b \cdot \ln(\varepsilon_{asf}) + c \quad (5.5)$$

Op basis van de aldus bepaalde coëfficiënten a, b en c wordt tenslotte de karakteristieke vermoeiingsrelatie bepaald als:

$$\ln(N_{fkar}) = C_1 + C_5 \cdot \ln(\varepsilon_{asf}) + C_2 \cdot \ln^2(E_{asf}) + C_3 \cdot \ln(E_{asf}) + C_4 \quad (5.6)$$

waarin

N_{fkar} = karakteristieke vermoeiingssterkte asfalt, afhankelijk van rekniveau en asfaltstijfheid

ε_{asf} = rek in asfalt ($\mu\text{m}/\text{m}$)

C_1 = $-(b^2 - 4ac) / (4a)$

C_2 = $-0,064449$

C_3 = $1,404363$

C_4 = $b/(2a) - C_2 \cdot \ln^2(S_{20^\circ\text{C}, 30\text{Hz}}) - C_3 \cdot \ln(S_{20^\circ\text{C}, 30\text{Hz}})$

C_5 = a

E_{asf} = stijfheidsmodulus asfalt [MPa]

Indien alleen een stijfheidsmodulus bij 20°C en 8 Hz beschikbaar is wordt deze benaderenderwijze omgewerkt naar de stijfheidsmodulus bij 20°C en 30 Hz door vermenigvuldiging met een standaard factor 1,2393.

Deze karakteristieke vermoeiingsrelatie heeft een wat andere vorm (zie figuur 5.4) dan de in het verleden gebruikte gemiddelde relatie. Belangrijk verschil is dat de afstand tussen lijnen van gelijke levensduur niet meer constant is maar toeneemt bij zeer hoge en lage rekniveaus (zie fig. 5.4). Dit hangt samen met het feit dat de betrouwbaarheid bij extrapolatie van de meetwaarden naar hogere of lagere rekniveaus zowel afhangt van de mate van spreiding van de meetwaarden rond de regressielijn als van de mate van extrapolatie.

De coëfficiënten C_2 en C_3 die de stijfheidsafhankelijkheid beschrijven kunnen uit een typeonderzoek niet meer worden bepaald omdat dit slechts bij een temperatuur wordt uitgevoerd. Hiervoor zijn derhalve standaard waarden afgeleid³ uit de klassieke F78 - karakteristiek.

³ De aangegeven waarden voor C_2 en C_3 zijn gelijk aan de constanten C_2 (0,33796) en C_3 (-7,3642) uit de oorspronkelijke F78 - karakteristiek gedeeld door de constante C_5 (-5,2438) uit de oorspronkelijke karakteristiek

De coëfficiënten C_1 t/m C_5 moeten voor een definitief ontwerp bepaald zijn voor de toe te passen asfaltmengsels, op basis van de resultaten van het typeonderzoek. De bepaling van de coëfficiënten moet onderdeel zijn van de ontwerpnota.

Indien in later stadium alsnog andere mengsels worden voorgesteld moeten de ontwerpberoeeningen worden herzien. De coëfficiënten worden weergegeven op de uitdraai van OIA [1] onder Details van de Constructielagen en kunnen dus direct met de ontwerpnota vergeleken worden.

Voor het maken van een voorlopig ontwerp kan de karakteristieke stijfheidsrelatie eventueel worden bepaald op basis van de minimale waarde voor ε_6 behorende bij een gekozen categorie van functionele eigenschappen (voor een definitief ontwerp is dat niet toegestaan). Hierbij kan dan voor de helling van de vermoeiingslijn (bovenste lijn in figuur 5.5) de waarde -4,8956 worden aangehouden. Daarbij zijn aanvullende aannamen nodig voor de spreiding van de rekniveaus bij het onderzoek, de correlatiecoëfficiënt en de omvang van het onderzoek.

In tabel 6.4 is dit uitgewerkt voor de standaard categorieën eigenschappen uit de RAW 2010. De weergegeven vermoeiingscoëfficiënt C_4 is berekend uit de ε_6 en de S_{min} voor de diverse categorieën van functionele eigenschappen.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- rekken verdeeld over drie rek niveaus zodat het hoogste rekniveau een levensduur van 10^4 lastherhalingen geeft, het laagste rekniveau een levensduur van $1,2 \cdot 10^6$ lastherhalingen en het middelste rekniveau daar op ln - schaal midden tussen ligt.
- een standaard helling van de vermoeiingslijn van - 4,8956
- een R^2 tussen 0,90 en 0,95
- een mengsel wordt slechts een maal aan een vermoeiingsonderzoek onderworpen

De overige coëfficiënten in formule 5.5 blijken voor deze standaard categorieën van eigenschappen een vaste waarde te hebben. Voor C_2 en C_3 is dit eerder aangegeven. Voor C_1 en C_5 wordt gevonden:

$$\begin{aligned} C_1 &= 39,176620 \\ C_5 &= -0,212611 \end{aligned}$$

Tabel 6.4 Coëfficiënt C_4 per categorie eigenschappen van de RAW 2010

Categorie eigenschappen RAW 2010	C_4
OL-A	-0,862430
OL-B	-0,695373
OL-C, OL-IB	-0,873694
TL-A	-0,918517
TL-B	-0,561842
TL-C, TL-IB	-0,695373
TLZ-B, TLZ-C, TLZ-IB	-0,695373
TDL-B, TDL-C, TDL-IB	-0,813156
DL-A	-1,056330
DL-B	-1,002192
DL-C, DL-IB	-0,918517

6.1.4.4 Praktijk - shiftfactor of 'healingsfactor'

Op de karakteristieke vermoeiingssterkte van asfalt wordt een correctie aangebracht om de gebleken discrepantie tussen laboratoriumgedrag en praktijkgedrag te overbruggen. Voor asfaltmengsels met paving grade bitumen of harde bitumen moet worden gerekend met een praktijk - shiftfactor SF conform:

$$SF = 1 + 0,0000419 \cdot V_b^{1,06} \cdot pen^{2,45} \text{ waarbij } SF \leq 4 \quad (5.7)$$

waarin

- SF = praktijk - shiftfactor op karakteristieke vermoeiingssterkte asfalt
- V_b = bitumengehalte 2 (waar nodig gecorrigeerd voor de dichtheid van het aggregaat conform NEN-EN13108-7 artikel 5.2.3) (%m/m 'in')
- pen = penetratiewaarde van de bitumen (10^{-1} mm)

Voor asfaltmengsels met gemodificeerde bitumina of additieven moet een waarde 1,0 worden aangehouden. Bij gebruik van asfaltgranulaat moet in formule 5.7 de penetratie van de gemengde pen_{mix} conform NEN-EN 13108-1 annex A worden aangehouden.

6.2 Berekening levensduur, dimensionering en toetsingen

Dimensioneringsberekeningen in OIA [1] bestaan in principe uit:

- omwerken van de karakteristieke waarden voor de ontwerpparameters naar rekenwaarden afhankelijk van het gewenste betrouwbaarheidsniveau (zie par.6.2.1)
- omwerken van de gewenste ontwerpperiode naar het bijbehorend totaal aantal aspassages (zie par.4.1)
- berekenen van het aantal aspassages n_{ij} per combinatie van aslastklasse i en bandtype j (zie par.4.3 en 4.4)
- berekenen van kritieke rek-, stuik- of spanningswaarden per combinatie van aslastklasse en bandtype (zie par.6.2.2)
- berekenen van het verbruik aan vermoeingssterkte of vervormingsweerstand door het totale verkeer tijdens de ontwerpperiode (zie par.6.2.3)
- toetsing van dit verbruik aan het toelaatbaar verbruik (zie par.6.2.4) en iteratief aanpassen van de asfaltdikte tot beide aan elkaar gelijk zijn (in OIA [1] kan worden aangegeven welke laag moet worden aangepast; normaliter is dat de onderste of de een na onderste asfaltlaag)

Berekeningen ter toetsing aan kritieke rek- en stuikwaarden in OIA [1] bestaan in principe uit

- het berekenen van kritieke rek-, stuik- of spanningswaarden voor een enkele zware aslast. Bij werken voor Rijkswaterstaat gaat het daarbij alleen om horizontale trekspanningen onder in zelfbindende funderingen omdat cementgebonden funderingen door RWS niet worden toegepast
- het toetsen van deze rek-, stuik- of spanningswaarden aan toelaatbare waarden (de horizontale trekspanning onderin een lichtgebonden fundering onder een dubbellucht wielstel met wiellast 50 kN wordt getoetst aan een vaste waarde van 128 kPa.).

Het resultaat is dus geen levensduur maar een uitspraak over al of niet bezwijken onder een enkele extreme aslast

6.2.1 Rekenwaarden ontwerpparameters

Bij deze berekeningen wordt niet direct gebruik gemaakt van de in voorgaande paragrafen genoemde karakteristieke stijfheden, laagdikten, vermoeingssterkte en vervormingsweerstand. Direct gebruik daarvan zou leiden tot veiligheid op veiligheid. Voor de berekening worden karakteristieke sterkteparameters (dikten, stijfheden, vermoeingsweerstand, vervormingsweerstand, treksterkte, breukrek) gedeeld door een zogeheten partiële factor. De karakteristieke vrachtwagenintensiteit wordt vermenigvuldigd met een partiële factor. Hierdoor worden de karakteristieke ontwerpparameters omgewerkt naar rekenwaarden voor de ontwerpparameters die het gewenste betrouwbaarheidsniveau opleveren. De partiële factoren zijn weergegeven in tabel 6.5. Alle asfaltlagen vallen daarbij onder constructielaag 1. Elke laag daaronder krijgt de partiële factor op basis van de plaats van die laag in de constructie. Als voorbeeld: in het geval van een constructie met asfalt, fundering, onderfundering en een ondergrond krijgt de ondergrond de partiële factor van constructielaag 4. Als de constructie bestaat uit asfalt rechtstreeks op de ondergrond, krijgt de ondergrond de partiële factor van constructielaag 2.

Tabel 6.5 Partiële factoren

Parameter	Partiële factor bij betrouwbaarheid van			
	85%	75%	70%	50%
Dikte constructielaag 1	0,971	0,966	0,964	0,953
Stijfheid constructielaag 1	0,868	0,849	0,843	0,820
Vermoeingssterkte constructielaag 1	0,925	0,790	0,744	0,592
Dikte constructielaag 2	0,924	0,922	0,922	0,919
Stijfheid constructielaag 2	0,906	0,863	0,846	0,775
Treksterkte onderzijde zelfbindende fundering	1,000	1,000	1,000	1,000
Breukrek onderzijde gebonden fundering	1,000	1,000	1,000	1,000
Verbrijzeling gebonden fundering	1,000	1,000	1,000	1,000
Dikte constructielaag 3	0,918	0,918	0,918	0,917
Stijfheid constructielaag 3	0,743	0,734	0,730	0,717
Stijfheid constructielaag 4	0,829	0,821	0,818	0,808
Vrachtwagenintensiteit	0,852	0,768	0,737	0,633

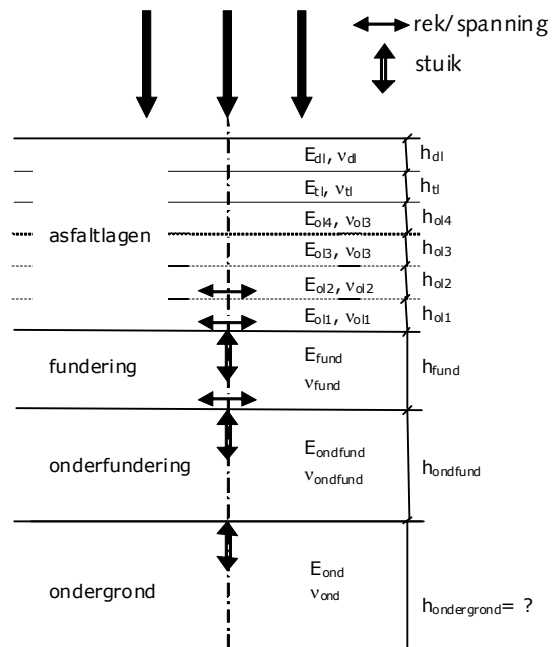
Deze partiële factoren zijn bepaald door middel van meer volledige probabilistische berekeningen (zie Annex C van NEN-EN 1990 Eurocode 0) die voor de ontwerp praktijk doorgaans te omslachtig en tijdrovend zijn. De factoren zijn berekend voor diverse betrouwbaarheidsniveaus. Voor Rijkswaterstaat geldt een betrouwbaarheidsniveau van 85% tenzij in de vraagspecificatie anders aangegeven. De aangehouden waarde kan op de uitdraai van OIA [1] worden gecontroleerd onder Ontwerpinstellingen.

6.2.2 Berekening kritieke rek- en stuikwaarden

In figuur 5.6 is aangegeven op welke locaties in de conform de voorgaande paragrafen gemodelleerde verharding de diverse rek/stuik/spanningswaarden worden berekend door OIA [1].

Daarbij moet aangetekend worden dat met deze rek-, stuik- en spanningswaarden zeker niet alle mogelijke schademechanismen kunnen worden geanalyseerd⁴.

Voor werken voor Rijkswaterstaat zijn hiervan alleen de schademechanismen vermoeiing onderin het asfalt, vervorming in onderfundering en ondergrond en overschrijding van de sterkte van zelfbindende funderingen van belang.



Figuur 5.6 Locaties kritieke rek, stuik en/of spanning in OIA

Andere schademechanismen worden beheerst door het beperken van de toepassing van gebonden funderingen en het uitsluitend toepassen van materialen en uitvoeringsmethoden waarvan de geschiktheid is aangetoond (zie par. 8.3).

Zoals uiteengezet in hoofdstuk 3 hanteert OIA [1] voor de verkeersbelasting een aslastspectrum en een bandspectrum. OIA [1] berekent bovengenoemde kritieke spanningen en rekken bij de enkele bandtypen altijd onder het midden van de band. Bij de dubbele wielstellen wordt de spanning of rek zowel midden tussen de wielen als in het hart van een wiel berekend en wordt de grootste waarde van beide genomen. Het contactvlak van de band en de bandcontactdruk worden daarbij berekend in afhankelijkheid van de aslast [1].

De berekende asfaltrekken worden gecorrigeerd voor een eventueel randeffect (zie par.6.2.3.2)

6.2.3 Berekenen van het verbruik van vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand door verkeer tijdens ontwerperperiode

Het totale verbruik van vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand gedurende de ontwerperperiode wordt als volgt berekend:

- berekenen van het aantal malen N_{ij} dat de verharding de betreffende combinatie kan dragen, door de berekende stuik- of spanningswaarden in te voeren in de desbetreffende vermoeiings- of vervormingsrelatie (zie par.6.1.4.3 en 6.1.2.2) en rekening houdend met versporingseffect, eventueel randeffect en praktijkfactor

⁴ Het effect van de (complexe) spanningssituatie bovenin de verharding op de levensduur van de deklaag kan met OIA bijvoorbeeld (nog) niet worden berekend. Evenmin kan het effect (reflectiescheurvorming) van spanningsconcentraties in het asfaltbeton boven krimp scheuren in rekening worden gebracht, of kan het feit dat de hoogste spanningen in een gebonden fundering optreden naast de krimp scheuren (belastinggeval 'plaatrand') worden verdisconteerd.

- berekenen van het verbruik van vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand per combinatie van aslastklasse en bandtype. Dit verbruik wordt berekend als n_{ij} / N_{ij} , ofwel het aantal assen in de betreffende combinatie van aslastklasse en bandtype gedeeld door het aantal malen dat de verharding de betreffende combinatie kan dragen
- sommeren van het verbruik aan vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand over alle aslastklassen i en bandtypen j (zie par. 6.2.4).

6.2.3.1 correctie voor versporing

De correctie voor het versporingseffect heeft betrekking op het gunstig effect op de levensduur doordat niet alle verkeer in hetzelfde spoor rijdt. De mate van versporend rijden wordt in het ontwerpprogramma OIA [1] beschreven door een frequentieverdeling (Laplaceverdeling) met een spreidingsbreedte afhankelijk van

- de rijstrookbreedte
- enkele of dubbele montage (dit heeft enig effect omdat met enige spoorvorming rekening wordt gehouden)
- rijnsnelheid vrachtverkeer

Door vergelijken van de berekende schade in de verharding bij niet-versporend rijden met de berekende schade bij versporend rijden volgens genoemde frequentieverdeling, wordt berekend met welke factor het verbruik aan vermoeiingssterkte wordt gereduceerd door het versporend rijden. Deze berekening wordt om redenen van rekensnelheid alleen gedaan voor de dubbellucht band en voor de breedband en alleen bij een aslast van 100 kN. De berekende reductie van de breedband wordt ook van toepassing geacht voor de enkellucht band en de voor de super breedband. Verder wordt per bandtype de reductie bij 100 kN ook van toepassing geacht voor de andere aslastklassen.

6.2.3.2 correctie voor randeffect

De correctie voor het randeffect heeft betrekking op het feit dat spanningen en rekken onder verkeer in de buurt van de rand van de verharding groter zijn dan berekend met het in OIA [1] gebruikte rekenmodel. Dit effect wordt in OIA [1] verdisconteerd door een correctie op de berekende asfaltrekken (zie par.6.2.2) welke wordt berekend afhankelijk van [1]:

- de (samengestelde) dikte en stijfheid van het asfaltpakket
- de samengestelde stijfheid van alle lagen onder het asfaltpakket (fundering, onderfundering, ondergrond)
- afstand bandrand tot rand verharding.

OIA [1] berekent de afstand band - rand verharding uit de rijstrookbreedte en de afstand kanstreep - rand verharding. Beide gegevens dienen dan ook bekend te zijn voor de dimensionering. De gebruikte waarden zijn op de uitvoer van OIA [1] terug te vinden onder het onderdeel Verkeer.

6.2.4 Toetsen verbruik vermoeiingssterkte / vervormingsweerstand aan toelaatbare waarde

Het over alle aslastklassen i en bandtypen j gesommeerde verbruik aan vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand (zie par. 6.2.4) moet gelijk zijn aan de toelaatbare waarde. In formulevorm:

$$\sum_{NL} \sum_{NB} \frac{n_{ij}}{N_{ij}} = M_t \quad (5.8)$$

waarin

n_{ij} = aantal aslastherhalingen in aslastklasse i en bandtype j

N_{ij} = vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand bij rekken resp. stuikwaarden voor aslastklasse i en bandtype j

NL = aantal aslastklassen

NB = aantal bandtypen

M_t = toelaatbaar Minergetal (toelaatbare verbruik aan vermoeiingssterkte of vervormingsweerstand)

Het toelaatbare verbruik aan vermoeiingssterkte van asfalt is gerelateerd aan het gewenste interventieniveau voor structurele schade (het percentage weglengte waarover initiatie van vermoeiingsscheuren mag zijn ontstaan bij eerste versterking van asfaltverhardingen).

Er bestaat echter geen directe koppeling tussen de schade-omvang en het totale verbruik aan vermoeiingssterkte omdat het laatste wordt berekend uit (karakteristieke waarden voor) de gemiddelde eigenschappen.

Dit verband kan wel afgeleid worden door uit te gaan van gebruikelijke spreidingen in verhardings-eigenschappen in een wegvak. Tabel 6.7 geeft dit verband voor enkele waarden van de toelaatbare structurele schade. In contracten van Rijkswaterstaat geldt een maximale toelaatbare schade van 15% tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie. De keuze kan op de uitdraai van OIA [1] worden gecontroleerd onder Ontwerpinstellingen.

Tabel 6.7 Relatie structurele schade - Minergetal asfalt

Structurele schade (%)	Verbruik vermoeiingssterkte (%)	Minergetal M_t (-)
5%	32%	0,32
10%	43%	0,43
15%	54%	0,54
20%	64%	0,64
25%	74%	0,74

Voor de vervormingsweerstand van de ondergrond geldt dat het toelaatbaar Minergetal gelijk is aan 1. Reden hiervan is dat het effect van spreiding al (empirisch) in de vervormingsrelatie voor de ondergrond is verdisconteerd (deze relatie geeft in feite aan wanneer de langsonvlakheid door de spreiding in de vervormingen onaanvaardbaar wordt).

Indien het berekende Minergetal te veel afwijkt van het toelaatbaar Minergetal M_t wordt de asfaltdikte aangepast en de berekening herhaald tot wel wordt voldaan.

Op de uitvoer van OIA [1] staat onder Constructie per laag het beschouwde schadecriterium alsmede een percentage dat aangeeft in hoeverre het toelaatbaar Minergetal is bereikt. Dit percentage wordt aangeduid als schade maar geeft dus noch de schade aan de weg, noch het Minergetal weer. Bijvoorbeeld: als op de uitdraai voor de schade honderd procent staat voor een asfaltlaag betekent dit dat (bij bijvoorbeeld een toelaatbare schade voor asfalt van 15%) het toelaatbare Minergetal 0,54 voor 100% bereikt is (zie tabel 6.7).

6.3 Gebruik van computerprogramma's

Opdrachtnemer moet bovenstaande berekeningen uitvoeren middels het Ontwerp Instrumentarium Asfaltverhardingen (OIA [1]) uitgegeven door CROW. Voor werken voor Rijkswaterstaat dient dat in "RWS - ontwerpmode" te worden toegepast.

7 Ontwerpdetails

7.1.1 Naden

De lagen asfalt waaruit de verharding wordt opgebouwd moeten zodanig worden aangebracht dat de horizontale afstand tussen een asfaltnaad en een dieper gelegen asfaltnaad nergens minder bedraagt dan 15 cm.

In de onderlagen of tussenlagen van een door vrachtverkeer zwaar belaste rechterrijstrook, mogen geen langsnaden worden gemaakt in de zone vanaf linkerkant deelstreep tot 30 cm naast rechterkant kantstreep, gezien in rijrichting, tenzij de langснаad wordt gemaakt in de zone van - 0,5 tot 0,5 vanaf hart rijstrook.

Langsnaden in deklagen moeten in een strakke lijn worden uitgevoerd evenwijdig aan de markering. In deklagen van de zwaarst belaste rijstroken mogen, tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie, geen langsnaden gemaakt worden in de zone van 0,5 m vanaf hart rijstrook tot de buitenzijde van de aan rechterzijde aangrenzende markering

In deklagen van overige rijstroken mogen, tenzij anders Vermeld in de vraagspecificatie, geen langsnaden gemaakt te worden in de zone van 0,5 m vanaf hart rijstrook tot en met een afstand van 0,20 m vanaf de aangrenzende markering. Laatstgenoemde maat mag eventueel zijn verruimd tot 0,30 m om een bestaande asfaltnaad te kunnen wegnemen.

Voor de vluchtstrook geldt dat een langснаad hier minstens 0,5 m vanaf de kantstreep moet zijn gelegen tenzij anders vermeld in de Vraagspecificatie of tenzij de vluchtstrook als spitsstrook wordt gebruikt; in dat geval wordt de naad niet verder dan 0,20 m vanaf de kantstreep gemaakt.. Langsnaden mogen echter niet dicht bij rand verhardingen of een andere langснаad gemaakt worden dan 1,5 m.

Constructielangsnaden in wegfunderingen bij wegverbredingen mogen niet binnen de invloedssfeer van de rijsporen van zwaarbelaste rijstroken gelegen zijn. Deze invloedssfeer is bepaald als het gebied tussen een lijn onder een hoek van 45 graden door binnenrand linker belijning (gezien in rijrichting) en een lijn onder een hoek van - 45 graden door buitenrand rechter belijning (idem). Een constructielangsvog in een gebied tussen -0,50 m en 0,50 m vanaf hart rijstrook is echter toegestaan waar voorgaande bepalingen zouden leiden tot volledige vervaging van een of meerdere stroken.

Waar langsnaden ontstaan tussen een nieuw aangebrachte laag van zeer open asfalt of duurzaam zeer open asfalt en een bestaande zeer open deklaag moet de bestaande zeer open deklaag worden geconserveerd (zie par.8.3.5). Ook bij de dwarsnaden over aan het begin en het einde van het werkvak dient de bestaande zeer open deklaag te worden geconserveerd, waarbij de conservering over een lengte van 25 m op de bestaande deklaag dient te worden voortgezet in verband met het berijden daarvan door werkverkeer. Ook overige door walsen bereden bestaande weggedeelten moeten worden geconserveerd. De waterdoorlatendheid van de zeer open deklaag moet gehandhaafd blijven en de stroefheid van de geconserveerde locaties moet over de levensduur van de nieuwe deklaag tenminste gelijk zijn aan de stroefheid van de nieuwe deklaag. De bestaande markering mag niet worden geconserveerd.

7.1.2 Hechting tussen asfaltlagen

Onvoldoende hechting gaat sterk ten koste van de levensduur van de verharding. Asfaltlagen moeten daarom duurzaam aan elkaar gehecht zijn door een juiste keuze en dosering van kleefmiddel. Indien bij het nemen van boorkernen lagen loslaten is dit een bewijs dat de hechting onvoldoende is. Bij toepassing van dunne asfaltdeklagen op, en dunne asfaltinlagen in bestaande open deklagen dienen deze laatste vooraf te worden gereinigd met een ZOAB-cleaner. Ook bij de vervanging van de toplaag van Tweelaags ZOAB moet de onderlaag worden gereinigd met een ZOAB-cleaner.

7.1.3 Homogeniteit verhardingsconstructie in dwarsrichting

Nieuwe wegverhardingen dienen over hun gehele breedte dezelfde laagopbouw en laagdikten te hebben en uit dezelfde mengsels te bestaan tenzij de Vraagspecificatie anders aangeeft.

Bij verbredingen van bestaande wegen gelden de volgende regels:

- het draagvermogen van een verbreding aan rechterzijde (gezien in rijrichting) moet ten minste gelijk zijn aan het vereiste draagvermogen van de naastliggende bestaande strook
- de dimensionering van de verbreding uitvoeren met OIA op basis van het referentiemengsel met de vermoeiingscoëfficiënten uit tabel 7.1 en de stijfheidscoëfficiënten uit tabel 7.2
- hierbij uitgaan van een ongebonden fundering (stijfheidsmodulus maximaal 150 MPa), tenzij dit leidt tot een grotere asfaltdikte dan de asfaltdikte van de te verbreden verharding; in dat geval kan een fundering met een hogere stijfheidsmodulus worden toegepast waarbij de asfaltdikte dan echter niet kleiner mag worden dan die van de te verbreden verharding
- per asfaltlaag een inkassing toepassen
- bij verbreding van een wegfundering een fundering van dezelfde soort uit tabel 5.1 toepassen
- aangetoond moet worden dat de eigenschappen van de feitelijk toe te passen asfaltmengsels ten minste gelijkwaardig zijn aan bovengenoemde voor de dimensionering aan te houden eigenschappen.

Tabel 7.1 OIA - coëfficiënten vermoeiingskarakteristiek referentiemengsel

$C_1 =$	39,176585
$C_2 =$	-0,064449
$C_3 =$	1,404363
$C_4 =$	-0,995008
$C_5 =$	-0,216957

Tabel 7.2 OIA - coëfficiënten stijfheidskarakteristiek referentiemengsel

$C_1 =$	9,541052131
$C_2 =$	-0,018400189
$C_3 =$	-0,001098345
$C_4 =$	0

De verhardingslagen worden aan de rand van de verharding trapsgewijs afgebouwd onder een hoek van 45°. Daarbij mag het hoogteverschil tussen bovenzijde deklaag en van een aansluitende berm niet groter zijn dan 7 cm. Waar de deklaag niet direct aansluit op de berm geldt het gestelde in par.7.1.4 en par.7.1.5.

7.1.4 Gootconstructies

Waar aan rand verharding een gootconstructie is voorzien moet deze worden uitgevoerd in asfaltbeton en moet deze tegelijk met het asfalteren van de verharding in één arbeidsgang worden aangebracht. Aan de bermzijde moet deze gootconstructie een waterdichte asfaltrug hebben met een hoogte van 60 tot 70 mm ten opzichte van het diepste punt van de goot, en met een breedte van ten minste 160 mm. De goot zelf moet op het diepste punt van de goot minstens 400 mm breed zijn. Het hoogteverschil tussen de deklaag en de goot dient ter plaatse van de aansluiting niet meer te bedragen dan 7 cm en dient te zijn afgebouwd onder een hoek van maximaal 45°. De randen van de asfaltrug dienen eveneens niet steiler te zijn dan 45°.

7.1.5 Uitstroomconstructies

Waar de verhardingsbreedte dat toelaat wordt bij open deklagen een uitstroomconstructie gerealiseerd bij zij- en middenbermen. Deze uitstroomconstructie voorkomt ingroei vanuit de berm en vergemakkelijkt het reinigen van de verharding. Dit uitstroomprofiel wordt gerealiseerd door de ZOAB-deklaag niet verder door te trekken dan tot 20 cm (lage zijde) resp. 10 cm (hoge zijde) vanaf rand verharding (bij tegenverkanting is de linkerzijde van de verharding de lage zijde). Het hoogteverschil tussen bovenzijde deklaag en bovenzijde uitstroomconstructie dient niet meer te bedragen dan 7 cm en dient te zijn afgebouwd onder een hoek van maximaal 45°.

8 Aanvullende ontwerpeisen

8.1 Interacties

Bij het ontwerp van de wegverhardingen inclusief het maken van materiaalkeuzen moet rekening worden gehouden met de effecten van:

- bodemgesteldheid en te verwachten zettingen;
- grondwater en capillaire stijghoogte
- aanwezige in aanbouw zijnde of te bouwen kunstwerken en tunnels;
- aanwezige of aan te leggen duikers en rioleringen;
- aanwezige, te verleggen of aan te leggen kabels, leidingen en mantelbuizen.

8.2 Eisen aan de bepaling van de functionele eigenschappen

Voor asfaltbeton dienen de functionele eigenschappen (stijfheid, vermoeiingsweerstand, weerstand tegen permanente vervorming, vochtbestendigheid) te worden vastgesteld met laboratoriumonderzoek conform proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. De aannemer is verplicht de juistheid van deze metingen aan te tonen op basis van periodiek ringonderzoek onder auspiciën van de VBW Asfalt.

8.3 Aantonen geschiktheid materialen en technieken

Van alle in de bovenbouw toe te passen materialen en technieken moet de geschiktheid vooraf zijn aangetoond. In deze paragraaf worden voor aan aantal materialen en technieken de voorwaarden genoemd waaronder zij zonder verdere validatie wegbouwkundig geschikt geacht worden (op de akoestische geschiktheid wordt in deze paragrafen niet ingegaan).

Materialen en technieken die niet aan de gestelde criteria voldoen of die niet in deze paragraaf zijn genoemd, kunnen worden toegepast indien zij met positief gevolg een validatietraject hebben doorlopen onder auspiciën van RWS DWW/DVS/GPO. Voor een materiaal dat als alternatief wordt aangeboden voor een van de materialen genoemd in par.8.3.1 t/m par.8.3.7 moet in dit validatietraject onder meer worden aangetoond dat de technische eigenschappen en technische levensduur (zie par.5.2.2.3 voor deklaagmaterialen) gelijkwaardig zijn. Bij het Steunpunt Wegenbouw van RWS GPO kan worden nagevraagd of een specifiek product reeds geschikt is bevonden.

8.3.1 Funderingen

De funderingsmaterialen zoals genoemd in tabel 5.1 en toegepast conform par.5.1 worden geschikt geacht indien voldaan aan de desbetreffende technische bepalingen in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3].

Voor zelfbindende materialen is een protocol in ontwikkeling [10]. Dit protocol behoeft echter nog nadere validatie en moet nog worden doorontwikkeld voor een groter spectrum aan materialen voordat het praktisch inzetbaar is.

8.3.2 Asfaltbeton

Asfaltbeton wordt geschikt geacht onder de volgende voorwaarden:

- toepassing geschiedt conform het bepaalde in par.5.2.2;
- voldaan wordt aan de desbetreffende technische bepalingen in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3];
- uit het typeonderzoek conform proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3] blijkt dat het materiaal de volgens voorliggende specificaties vereiste functionele eigenschappen heeft;
- bij toepassing in deklagen voldoen het polijstgetal en het percentage gebroken oppervlak aan het gestelde in par.5.2.2.3;
- bij gebruik van penetratiebitumen voldoen de mengseltemperaturen aan tabel 8.1. De genoemde maximale temperatuur mag nergens in de asfaltcentrale worden overschreden; de genoemde minimumtemperatuur geldt bij aflevering;
- bij gebruik van gemodificeerde bitumen of harde bitumen of toevoegingen aan de bitumen zijn de specifieke mengseltemperaturen gedocumenteerd en verklaard;
- bij voorgeschreven maatregelen (engineering & construct contracten) bedraagt de bitumengrade 40/60 en wordt in het asfaltbeton ten hoogste 50% asfaltgranulaat toegepast.

Tabel 8.1 — Begrenzungen mengseltemperatuur

penetratie bitumen	Temperatuur °C
20/30	160 tot 200
30/45	155 tot 195
35/50, 40/60	150 tot 190
50/70, 70/100	140 tot 180
100/150, 160/220	130 tot 170
250/330, 330/430	120 tot 160

De benodigde informatieverstrekking bestaat in dit geval uit

- de informatieoverdracht conform artikel 31.23 van de Standaard RAW Bepalingen 2010, alsmede
- de rapportage conform onderdeel 5 van proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2010, alsmede
- bij gebruik van gemodificeerde bitumen of harde bitumen of toevoegingen aan de bitumen, de verklaring van de afwijkende mengseltemperaturen;
- de berekende coëfficiënten van de karakteristieke stijfheids- en vermoeiingsrelatie van het mengsel volgens par. 6.1.4.1 en 6.1.4.3.

8.3.3 Deklagen (geen asfaltbeton)

De volgende deklagen worden geschikt geacht indien toegepast conform het bepaalde in par.5.2.2

- steenmastiekasfalt of zeer open asfalt met steenslag 3 dat voldoet aan de desbetreffende technische bepalingen in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3], waarbij ZOAB maximaal 1,5% eigen stof mag bevatten. Zeer open asfalt wordt daarbij door Rijkswaterstaat alleen geschikt geacht voor strookbreed onderhoud;
- duurzaam zeer open asfalt met steenslag 3 dat voldoet aan de technische bepalingen voor ZOAB in de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3], met dien verstande dat het bitumengehalte is verhoogd naar $B_{\min 5,2}$ (waar nodig gecorrigeerd voor de dichtheid van het aggregaat conform NEN-EN13108-7 artikel 5.2.3) en waarin zodanige maatregelen tegen afdruipen van bitumen zijn toegepast dat het verschil tussen het bitumengehalte in de onderste en de bovenste helft van de laag niet meer bedraagt dan 0,7%;
- tweelaags zeer open asfalt met steenslag 3 dat qua samenstelling, eigenschappen, toepassing en kwaliteitsborging voldoet aan de desbetreffende VBW Asfalt - richtlijn [5];
- combinatiedeklagen conform de Richtlijn Combinatiedeklagen van VBW Asfalt uit 2004 met een minimale laagdikte van 50 mm en een bovenmaat van het toeslagmateriaal van 16 mm;
- deklagen met een kunststof bindmiddel (kunststofslijtlagen) waarvan is aangetoond dat ze voldoen aan de eisen gesteld in BRL-9143.

Voor rijstrookbreed onderhoud is in plaats van duurzaam zeer open asfalt, zeer open asfalt conform Standaard RAW Bepalingen 2010 [3] geschikt. De levensduur/kostenverhouding van dit

materiaal is korter dan die van duurzaam zeer open asfalt, maar bij rijstrookbreed onderhoud is normaliter slechts een beperkte levensduur vereist en zijn de lagere kosten doorslaggevend.

Bij aanbieden van een deklaagmateriaal als Standaard RAW mengsel moet niet alleen worden aangetoond dat het mengsel voldoet aan de RAW - eisen maar moet ook worden aangetoond dat de bestanddelen (grof toeslagmateriaal, fijn toeslagmateriaal, vulstof, asfaltgranulaat, bitumen, afdruipremmende stof enz.) aan de bijbehorende eisen voldoen. De benodigde informatieverstrekking bestaat in dit geval uit

- de informatieoverdracht conform artikel 31.23 van de Standaard RAW Bepalingen 2010, alsmede
- de rapportage conform onderdeel 5 van proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2010

Van dunne asfaltdeklaagen moet de civieltechnische en akoestische geschiktheid in alle gevallen worden aangetoond middels laboratorium- en (semi)praktijkonderzoek. Voor de informatie die hiertoe aangeleverd moet worden, bevatten Rijkswaterstaatscontracten een vast format dat onderdeel uitmaakt van de Vraagspecificatie. Daarbij gelden als minimale voorwaarden dat dunne asfaltdeklaagen een laagdikte moeten hebben van ten minste 20 mm en een nominale korrelgrootte van maximaal 8 mm.

8.3.4 Asfalt op kunstwerken

Een asfaltverharding op een cementbetonnen of stalen dek van een kunstwerk wordt geschikt geacht als deze voldoet aan het gestelde in de Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken, Rijkswaterstaat Technisch Document RTD 1009:2012 [9]

8.3.5 Conserveer- en reparatiemiddelen

Als conserveermiddel is geschikt een bitumenemulsie met lage viscositeit die een verjongingsmiddel bevat waardoor het rafelingsproces sterk wordt vertraagd. Ten behoeve van de stroefheid dient het conserveermiddelen voldoende te worden afgestrooid.

Als conserveerlaag en als spoorvormingcorrigerende maatregel kan emulsieasfaltbeton worden toegepast. Dit materiaal wordt geschikt geacht als het voldoet aan de samenstellingseisen (empirische eisen) van de Standaard RAW Bepalingen 2010 [3]. Deze onderscheiden emulsieasfaltbeton (EAB) in korrelgradering (0/3, 0/6 of 0/8). Gradering 0/3 is alleen geschikt als conserveerlaag; graderingen 0/6 en 0/8 zijn ook geschikt als rijspoorvulling. In de conserverende functie wordt EAB soms toegepast in fase 1 van een gefaseerd ontwerp. Dit kan echter maximaal voor twee jaar worden gedaan en dient niet te geschieden voor vrachtauto-intensiteit categorie IB

Voor andere conserveer- en reparatiemiddelen moet de geschiktheid vóór toepassing zijn aangetoond onder auspiciën van RWS GPO. Hierbij zal onder meer aangetoond moeten worden dat deze producten gedurende de gehele gebruiksduur van de deklaag waarin of waarop worden toegepast tenminste even stroef zijn als die deklaag, geen ongewenst verkeersgeleidend effect hebben, niet het risico geven dat grote stukken worden uitgereden etc.

8.3.6 Naadbehandelingsmethoden

De duurzaamheid van asfaltnaden in deklaagen kan voldoende worden geborgd door het asfalt 'warm in warm' aan te brengen door gestaffelde verwerking of door toepassing van naadverwarming. Eventueel kan een asfaltnaad worden behandeld met conserveermiddel (zie par. 8.3.5). Naadafdekking mag niet worden toegepast tenzij wordt aangetoond dat de stroefheid daarvan gedurende de technische levensduur van de deklaag tenminste een SRT – waarde van 45 behoudt. Noot: indien de technische levensduur van een deklaag niet is aangegeven moet hiervoor tenminste 1,5 maal de garantieperiode aangehouden worden.

8.3.7 Rafelingcorrigerende maatregelen

De levensduur van open deklagen wordt wel verlengd door toepassing van zogenaamde rafelingcorrigerende maatregelen. Daarbij is het van belang dat de open deklaag voldoende geluidsreductie behoudt. Hiervoor wordt aangehouden dat de holle ruimte van het toe te passen materiaal ten minste 25% moet bedragen. Deze wordt bepaald volgens EN 12697-8, met inachtneming van de volgende bepalingen:

- uit de volle uitstroomopening van de menger worden speciemonsters genomen.
- voor het bepalen van dichtheid proefstuk dienen Marshall - proefstukken te worden bereid met een hoogte na verdichting van 61 - 66 mm. Hierbij dient de specie eerst in een "droogstoof" bij 110°C (+/-5°C) te zijn gedroogd tot constante massa. De verdichting tot een Marshall-proefstuk dient bij deze temperatuur te geschieden door éénmaal (1x) 25 slagen.
- het bepalen van dichtheid proefstuk geschiedt door middel van opmeting en weging conform EN 12697-6 procedure D
- het bepalen van dichtheid mengsel geschiedt in water conform EN 12697-5 procedure A.

8.4 Hergebruik

De te gebruiken methoden, bouwstoffen en mengselsamenstellingen mogen het toekomstig hergebruik van uitkomende materialen in wegconstructies niet belemmeren. Vrijkomend asfaltgranulaat moet waar van toepassing ook naar soort modificatie gescheiden ingezameld kunnen worden zonder dat ongewenste vermenging optreedt.

9 Begrippen

Begrip	Definitie
Asfaltbeton	asfalt conform NEN-EN13108-1 waarin het toeslagmateriaal continu wordt gegradeerd of 'gap - graded' is, waardoor een ineengrijpende structuur ontstaat.
Asfaltverharding	Wegverharding die een of meer lagen van asfaltbeton bevat welke een substantiële bijdrage levert/leveren aan het draagvermogen.
Bovenbouw	Gedeelte van de wegconstructie boven de Onderbouw. Synoniem met "verharding".
Breukrek	Karakteristieke waarde van rek in een gebonden materiaal onder eenmalige bezwijkbelasting.
Capillaire stijghoogte	Hoogte waarover water in de poriën van fijnkorrelig materiaal kan opstijgen boven het freatisch vlak.
Combinatiedeklaag	Een deklaag bestaande uit Zeer Open Asfalt met een hoog percentage holle ruimte (25 tot 30%), waarbij deze holle ruimte is gevuld met een (kunststof) gemodificeerde cementslurry.
Declaration of Performance.	Prestatieverklaring, door de producent te leveren conform Annex III van Verordening Bouwproducten, met daarin een tabel met de verklaarde waarden voor de essentiële eigenschappen zoals genoemd in Annex Za van de van toepassing zijnde productnorm.
Dichte Deklaag	Steenmastiekasfalt deklaag, Combinatiedeklaag, Emulsieasfaltbeton deklaag, deklaag van Asfaltbeton of deklaag van cementbeton
Dunne Asfaltdeklaag (DAD)	asfaltdeklaag met een dikte van 20 mm tot 30 mm, waarin het aggregaat doorgaans discontinu gegradeerd is zodat een steen - op - steencontact ontstaat alsmede een open oppervlaktetextuur. Dunne asfaltdeklaagen vallen veelal ofwel onder NEN-EN 13108-5 (SMA) ofwel onder NEN-EN 13108-7 (ZOAB)
Dunne Asfaltinlage	een asfaltinlage met een dikte van 20 tot 30 mm met een bovenmaat van het toeslagmateriaal van 8 mm en een holle ruimte van ten minste 12%.
Duurzaam Zeer Open Asfalt (DZOAB)	Zeer Open Asfalt waarvan de levensduur door toepassing van een verhoogd bitumengehalte en/of andere maatregelen met enkele jaren wordt verlengd ten opzichte van de levensduur van standaard zeer open asfalt
Dwarscontractiecoëfficiënt	Verhouding tussen de specifieke rekverandering loodrecht op en in de richting van een gegeven axiale spanningsverandering van een monster.
Emulsieasfaltbeton (EAB)	Een koud bereid mengsel van mineraalaggregaat (steenslag, brekerzand en stof), gemodificeerde bitumenemulsie, cement en water, dat in een continu mengproces op de weg met één en dezelfde machine wordt bereid en verwerkt.
Gootconstructie	Aansluitend aan of in de verharding aangebrachte verharde, open afvoer voor hemelwater. Deze wordt uitgevoerd in asfaltbeton en tegelijk met het asfalteren van de verharding in één arbeidsgang aangebracht.
Homogeniteit	Mate waarin de eigenschappen van het materiaal binnen dezelfde constructielaaag hetzelfde zijn.
Interventieniveau structurele schade nieuwe asfaltverhardingen	Over 15% van de lengte van een wegvak is de vermoeiingslevensduur van het asfalt bereikt of overschreden
Ontspannen	Techniek van aanbrengen van een onregelmatig en relatief fijnmazig (afmetingen schollen ca. 0,5 m ²) patroon van kleine scheurtjes tijdens de verhardingsfase van gebonden funderingen om latere negatieve effecten van scheurgroei te beheersen.
Ontwerplevensduur asfaltverhardingen	De periode in jaren waarna, met een zekerheid gelijk aan het opgegeven betrouwbaarheidsniveau, het Interventieniveau voor Structurele Schade niet wordt overschreden.
Open Deklaag	Zeer Open Asfalt, Duurzaam Zeer Open Asfalt, Tweelaags ZOAB, Rafelingcorrigerende Maatregel, Dunne Asfaltdeklaag of Dunne Asfaltinlage
Poissonverhouding	Zie dwarscontractiecoëfficiënt

Rafelingcorrigerende Maatregel	een behandeling van de deklaag die de rafeling in ernstklasse 1 of 2 opheft en gedurende een zekere periode het rafelingsproces vertraagt
Samenstelling	Materiaalsoorten of chemisch-mineralogische componenten van het mineraalaggregaatmengsel uitgedrukt in hun relatieve aandeel.
Spatten	Aan het wegoppervlak zichtbare plaatselijke opbolling overdwers als gevolg van het uitzetten van gebonden funderingen en het overschrijden van de druksterkte van funderingsmateriaal.
Standaard Duurzaam zeer open asfalt (ZOAB+)	Zeer Open Asfalt met steenslag 3 conform de Standaard RAW bepalingen 2010, waarbij het bitumengehalte is verhoogd naar Bmin 5,2 en waarin zodanige maatregelen tegen ontmenging zijn toegepast dat het verschil tussen het bitumengehalte onderin en bovenin de laag niet meer bedraagt dan 0,7%.
Steenmastiekasfalt (SMA)	'gap - graded' asfalt conform NEN-EN13108-5 met bitumen als bindmiddel, samengesteld uit een skelet van grof gebroken toeslagmateriaal gebonden met een mastiekmortel
Tweelaags zeer open asfalt (ZOABTW)	Een deklaag bestaande uit een combinatie van twee lagen zeer open asfalt met een onderlaag van een grove open gradering en een toplaag van een fijne open gradering
Uitstroomconstructie	Voorziening in een open deklaag tegen ingroei van vegetatie. Hierbij wordt een afstand van 20 cm (lage zijde verharding) of 10 cm (hoge zijde verharding) aangehouden tussen de rand van de deklaag (die dus niet aansluit op de berm) en de rand van de onderliggende asfaltlaag (die wel aansluit op de berm).
Vermoeiing	Verschijsel waarbij een materiaal bezwijkt als gevolg van een groot aantal lastherhalingen elk kleiner dan de bezwijksterkte.
Vervormingsweerstand ondergrond	Het aantal malen dat de ondergrond een belasting kan dragen tot falen (zijnde een onacceptabele onvlakheid door ondergronddeformaties) optreedt.
Vochtbestendigheid	Weerstand van een materiaal tegen verzwakking onder invloed van fysische inwerking van water in vloeibare of dampvorm.
Vochtgevoeligheid	Mate waarin mechanische eigenschappen zoals stijfheid en sterkte van een uit granulair materiaal bestaande laag wijzigen door de aanwezigheid van vocht of verandering van het vochtgehalte.
Vorstbestendigheid	Weerstand van korrelmateriaal tegen de gevolgen van bevriezing van water dat in de poriën aanwezig is.
Vorstgevoeligheid	mate waarin een granulair materiaal bij bevriezing water uit de omgeving aantrekt naar het vorstfront in het materiaal, met als het gevolg dat het volume en het vochtgehalte van het materiaal toenemen.
Zeer Open Asfalt (ZOAB)	asfalt met bitumen als bindmiddel conform NEN-EN13108-7 bereid om een zeer groot gehalte aan met elkaar verbonden poriën te hebben die de doorgang van water en lucht toelaten om het verdichte mengsel waterdoorlatende en geluidreducerende eigenschappen te verschaffen

10 Referenties

- [1] Achtergrondrapport Ontwerp Instrumentarium Asphaltverhardingen (OIA), Crow, 2011
- [2] NEN-EN-1990 Eurocode 0
- [3] Standaard RAW Bepalingen 2010
- [4] Standaard RAW Bepalingen 2005
- [5] VBW - richtlijn tweelaags ZOAB; juli 2002 (www.vbwasfalt.org)
- [6] Toetsingsprocedure gerealiseerde constructie flexibele verhardingen. RWS, IR-N-04.006, versie november 2008
- [7] Vereenvoudigde procedure voor het vaststellen van 85% betrouwbare karakteristieke stijfheidsrelaties voor gebruik in de standaard ontwerpprogramma's. Versie juni 2011. <http://www.crow.nl/vakgebieden/infrastructuur/wegaanleg/oia/materiaalgegevens>)
- [8] Vereenvoudigde procedure voor het vaststellen van karakteristieke vermoeiingsrelaties voor gebruik in de standaard ontwerpprogramma's. Versie juli 2011. (<http://www.crow.nl/vakgebieden/infrastructuur/wegaanleg/oia/materiaalgegevens>)
- [9] Richtlijn ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken. Rijkswaterstaat, RTD 1009, 1 mei 2012, versie 1.0
- [10] Development of an evaluation protocol for self cementing secondary road base materials. S. Akbarnejad, PhD thesis TU Delft, 2013
- [11] Handboek funderingsmaterialen in de wegenbouw. CROW publicatie 341, 2013.