

# Vergelijkende dimensioneringsbere

Bert Thewessen; Grontmij B.V.  
Robert de Goei en Mark Zuurmond; Hogeschool Van Hall-Larenstein

Met de keuze voor het opnemen van de functionele eigenschappen op de CE-markering is het mogelijk de waarden direct in te voeren

bij de dimensionering. Omdat het asfalt niet veranderd, moet

het berekeningsresultaat aansluiten op de jarenlange ervaringen.

Uit vergelijkende berekeningen blijkt dat het gebruik van deze

eigenschappen in de huidige dimensioneringsmethode met

nodige voorzichtigheid moet worden toegepast.

Sinds 1 maart 2009 zijn de Europese asfaltnormen van kracht en worden in Nederland continu gegradeerde asfaltmengsels op basis van functionele eigenschappen gespecificeerd. De functionele eigenschappen als stijfheid ( $S_{min}$ ) en de weerstand tegen vermoeiing ( $e_6$ ) worden rechtstreeks in een dimensioneringsprogramma toegepast. Met die CE-eigenschappen wordt de benodigde dikte van het asfalt berekend bij verschillende verkeersbelastingen en typen funderingen en ondergronden.

## Asfalt

Tot 2009 werd alleen gerekend met standaard eigenschappen voor de stijfheid van het asfalt (S78) en de weerstand tegen vermoeiing (F78). Na de invoering van de CE-markering worden deze eigenschappen per mengsel functioneel gespecificeerd. Feitelijk kunnen de berekeningen alleen voor een specifiek asfaltmengsel met bekende  $S_{min}$  en  $e_6$  worden uitgevoerd.

## Klassen

De Standaard 2005, wijziging mei 2008, beschrijft een aantal klassen van minimale eisen aan de functionele eigenschappen van asfaltmengsels. De voor het dikteontwerp belangrijke onderlagen worden in drie klassen ingedeeld: O-1B, O-2 en O-3. Bij de berekeningen zijn de

stijfheids- en vermoeiingseigenschappen van de tabel gehanteerd. Ook de eigenschappen van de oude S78/F78 karakteristiek zijn opgenomen.

## Weerstand tegen vermoeiing

De weerstand tegen vermoeiing ( $e_6$ ) geeft de toelaatbare rek in het asfalt aan die één miljoen ( $10^6$ ) keer mag optreden voordat "bezwijken" (scheurvorming) optreedt. Voor de dimensionering is het ook van belang om de maximaal toelaatbare asfaltrek te bepalen bij een afwijkende hoeveelheid (vracht)verkeer. In de meeste dimensioneringsprogramma's wordt daarbij gebruik gemaakt van de helling van de vermoeiingslijn. Deze helling maakt echter geen deel uit van de functionele CE-eigenschappen van asfaltmengsels. Deze helling vormt feitelijk een tussenstap in de bepaling van de weerstand tegen vermoeiing uit het type-test onderzoek. In deze berekeningen is de door RWS-DVS voorgestelde standaardwaarde van min 4,9 gehanteerd.

## Fundering

De funderingsmaterialen die bij de berekeningen gebruikt zijn, zijn menggranulaat (stijfheid 400 Mpa), betongranulaat (600 Mpa) en hoogovenslakken (1000 Mpa). De dikte van de fundering hangt af van de draagkracht van de ondergrond.

	$S_{min}$ [MPa]	$e_6$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
<b>S78/F78</b>	ca. 7.500	ca. 102
<b>O-1B</b>	7.000	100
<b>O-2</b>	5.500	80
<b>O-3</b>	4.500	60

*Klassen met hun eigenschappen*

## Ondergrond

Als ondergrond is gekozen voor veen (25 Mpa), vaste klei (50 Mpa), zand (100 Mpa) en goed gegradeerd zand (150 Mpa). Voor de eenvoud is geen zandbed meegenomen, hoewel dit in de praktijk wel wordt toegepast. Een zandbed verbetert de draagkracht van de ondergrond waardoor die in de richting van een volgende klasse ondergrond verschuift. Voor de resultaten maakt het al dan niet meenemen van een zandbed geen verschil.

## Verkeersbelasting en overige gegevens

Er is gerekend met zeven verschillende vrachtwagenintensiteiten, variërend van een woonstraat tot een auto(snel)weg. De keuze van de asfalteigenschappen is gedaan op basis van de voorstellen uit de Standaard 2005, wijziging 2008, waarbij de asfalteigenschappen zijn gekoppeld aan de vrachtwagenintensiteit. Afhankelijk van de intensiteiten zijn de in de tabel aangegeven waarden aangehouden voor de vrachtwagenschadefactor, rijbaanbreedte, aantal rijstroken, betrouwbaarheid e.d.

Vrachtauto intensiteit (VA) (per richting per werkdag)	Eigenschappen
> 2.500	O-1B
1000 < VA ≤ 2.500	O-1B
250 < VA ≤ 1.000	O-1B
1.000 < VA ≤ 250	O-1B
50 < VA ≤ 250	O-1B
5 < VA ≤ 50	O-2 / O-3
≤ 5	O-3

*Eigenschappen op basis van vrachtwagenintensiteit*

## Berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma CARE 2.20 van Rijkswaterstaat, één van de weinige program-

# Berekeningen met CE-gemarkeerd asfalt



ma's waarmee de stijfheids- en vermoeiings eigenschappen van asfalt kunnen worden aangepast. Naast berekeningen met de nieuwe CE-eigenschappen zijn deze ook met de oude eigenschappen S78/F78 uitgevoerd om de verschillen inzichtelijk te maken. Zoals uit de tabel valt af te leiden is de toename in benodigde asfaltdikte voor een asfaltmengsel met O-2 of O-3 eigenschappen aanzienlijk ten opzichte van berekeningen op basis van de oude S78/F78 eigenschappen. De verschillen op basis van de O-1B eigenschappen zijn kleiner. Dit effect is op alle soorten ondergrond hetzelfde.

Verskil t.o.v. S78/F78	Min.	Gem.	Max.
O-1B	+4%	+6%	+8%
O-2	+32%	+47%	+65%
O-3	+78%	+112%	+152%

Procentuele verschillen oud en nieuw

## Procentuele verschillen

Op basis van de CE-eigenschappen worden de lagen tussen de 4 en 152 procent dikker dan op basis van de S78/F78 eigenschappen. Een mengsel met O2

eigenschappen kan dus leiden tot 1,5 keer dikkere asfaltconstructie dan op basis van een "ouderwetse" berekening met S78/F78. Voor een mengsel met O-3 karakteristieken is dat zelfs twee keer zo dik. Dit is een bijzonder resultaat omdat het asfalt niet is veranderd. Vroeger specificeerden wij de mengsels op basis van Marshall eigenschappen en veronderstelden we de stijfheid (S78) en weerstand tegen vermoeiing (F78).

Met de komst van CE-gemarkeerd asfalt worden deze eigenschappen rechtstreeks gemeten. Als de gevonden resultaten juist zijn, betekent dit dat we ons vroeger rijk hebben gerekend en dat de werkelijke (functionele) eigenschappen slechter zijn dan werd aangenomen. Dit houdt in dat de verhardingen minder lang zouden meegaan dan op basis van dimensioneringsberekeningen werd aangenomen.

Zandondergrond			Fundering		
Verkeersklasse	Asfalt	Geen fundering	Menggranulaat	Betongranulaat	Slakken
1	S78/F78	87			
	O-3	181			
2A	S78/F78	131	87		
	O-2	183	138		
2B	O-3	251	207		
	S78/F78	182	148	125	
2C	O-2	248	210	187	
	S78/F78	223	183	159	110
3A	O-1B	233	192	167	117
	S78/F78	247	210	189	146
3B	O-1B	260	222	200	157
	S78/F78	284	249	229	190
4	O-1B	301	265	244	205
	S78/F78	333	297	278	241
	O-1B	356	319	298	261

Resultaten berekeningen asfaltdikte

Verkeersklasse	1	2A	2B	2C	3A	3B	4
<b>CE-eigenschappen</b>	O-3	O-2/3	O-2	O-1B	O-1B	O-1B	O-1B
<b>Randvoorwaarden</b>							
<b>Betrouwbaarheid (%)</b>	70	70	70	75	75	75	85
<b>Snelheid vrachtwagenverkeer (km/u)</b>	50	50	50	50	80	80	80
<b>Rijstrookbreedte (m)</b>	4,50	5,50	2,75	3,25	3,50	3,50	3,50
<b>Verkeersbelasting</b>							
<b>Aantal vrachtwagens per werkdag</b>	2*1	2*10	60	250	700	1800	4500
<b>Aantal werkdagen</b>	250	250	250	250	250	250	250
<b>Jaarlijkse groei (%)</b>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Vrachtwagenschadefactor</b>	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6	2	2
<b>Aandeel breedbanden (%)</b>	40	40	40	40	40	40	40
<b>Aantal rijstroken per richting</b>	1	1	1	1	1	2	3
<b>Ontwerpperiode (jaren)</b>	20	20	20	20	20	20	20

Ontwerpgegevens

### Levensduur

Bovenstaande laat zich inzichtelijk maken door een andere berekening. Allereerst wordt op de "oude" manier (S78/F78) de benodigde asfaltdikte berekend voor de komende 20 jaar. Met die dikte wordt bepaald wat de levensduur is als we de veronderstelde eigenschappen S78/F78 niet halen en "maar" O-1B, O-2 of O-3 eigenschappen. De constructies met veronderstelde S78/F78 eigenschappen zouden, op basis van de nu bekende O-3 eigenschappen, minder dan 1 jaar meegaan. Voor O-2 is dit minder dan 6 jaar. Deze (structurele) onderdimensionering komt echter niet overeen met onze decennia lange ervaring. Alleen de resultaten van een O-1B komen min of meer overeen.

Levensduur S78/F78 = 20 jaar	Min.	Gem.	Max.
<b>O-1B</b>	13	16	23
<b>O-2</b>	2	3,5	6
<b>O-3</b>	0,2	0,6	1,1

Levensduur bij nieuwe eigenschappen

### Standaard 2010

In de voorstellen voor de Standaard 2010 is O-3 (nu OL-A genoemd) qua

weerstand tegen vermoeiing aanmerkelijk beter dan in de oude RAW: 100 in plaats van 60. De eigenschappen van O-2 (nu OL-B) zijn niet gewijzigd.

De oude O-1B is in de voorstellen opgesplitst in een OL-C en OL-D die qua minimale stijfheid en weerstand tegen vermoeiing niet verschillen. De stijfheid is gelijk aan de oude O-1B, maar de weerstand tegen vermoeiing is slechter dan de oude O-1B (90 in plaats van 100).

Vrachtauto intensiteit (VA) (per richting per werkdag)	Eigenschappen
> 2.500	OL-C
50 < VA ≤ 2.500	OL-B
≤ 50	OL-A

Voorgestelde indeling vrachtauto intensiteit

De eerder geconstateerde verschillen tussen berekening en ervaring zullen voor een O-3 mengsel voor een groot deel worden opgelost. Voor een O-2 blijven de verschillen even groot en voor een O-1B worden de verschillen groter. Aanvullende berekeningen met de nieuwe cijfers kunnen hier uitsluitsel over geven. Hierbij moet worden opgemerkt dat ook de voorstellen voor de te kiezen eigenschappen afhankelijk van de ver-

keersintensiteiten wijzigen, waarbij het toepassingsgebied van een O-2/ OL-B breder wordt.

### Conclusies

Met de dimensionering op basis van de oude eigenschappen (S78/F78) is zo veel ervaring opgedaan dat niet kan worden geconcludeerd dat vroeger structureel te dun werd gedimensioneerd. Dit houdt in dat de dimensionering met de huidige eisen uit de Standaard 2005, wijziging mei 2008 en nieuwe eisen uit de Standaard 2010 nog niet aansluit bij die ervaringen en in de huidige dimensioneringsprogramma's met de nodige voorzichtigheid moet worden toegepast. In het nieuwe dimensioneringsprogramma OIA (Ontwerp Instrumentarium Asphaltverhardingen) zal een oplossing voor deze discrepantie tussen praktijk en theorie moeten worden gevonden.

	S <sub>min</sub> [MPa]	e <sub>s</sub> [µm/m]
<b>OL-A</b>	4.500	100
<b>OL-B</b>	5.500	80
<b>OL-C/D</b>	7.000	90

Voorgestelde eigenschappen