

Het verhardingsontwerp en

Bert Thewessen; Grontmij B.V.

Onderdeel van het verhardingsontwerp is de dimensionering waarin het materiaal en de laagdikte wordt vastgesteld. Met de invoering van de CE-markering worden andere, meer functionele, materiaaleigenschappen vastgesteld. Van het voorschrijven van een asfaltdikte met bepaalde eigenschappen kan daardoor worden overgestapt naar het opgeven van een levensduur en een verkeersbelasting. Dit geeft de inschrijver meer ruimte voor de afweging tussen kwaliteit en kosten van het toe te passen asfalt.

Een van de onderdelen van het verhardingsontwerp is het dikteontwerp van de asfaltconstructie. Het dikteontwerp is gebaseerd op het voorkomen van scheurvorming in de sporen van het (vracht)verkeer. Alleen dit onderdeel van het verhardingsontwerp komt hier aan bod, inclusief de gevolgen van de invoering van CE-gemarkeerd asfalt op het dikteontwerp. Dit artikel is een vervolg op het in Asfalt 2-2009 verschenen artikel waarin is ingegaan op de duurzaamheid.

Structurele scheurvorming

De dimensionering van asfaltconstructies gaat als volgt:

1. Bepaal de hoeveelheid en zwaarte van het optredend (vracht)verkeer.
2. Bereken met de vermoeiingsrelatie van het asfalt de toelaatbare doorbuiging (rek) van het asfalt.
3. Bepaal de draagkracht van de ondergrond.
4. Maak een keuze voor een funderingsmateriaal en -dikte.
5. Bereken de benodigde asfaltdikte.

De hoeveelheid en zwaarte van het vrachtverkeer en de draagkracht van de ondergrond is een gegeven en kan niet worden beïnvloed. De materiaaleigenschappen van het asfalt, te weten de vermoeiingsrelatie en de stijfheid, zijn mede bepalend voor het dikteontwerp.

Materiaaleigenschappen asfalt "vroeger"

Vóór de invoering van de CE-markering werd gebruik gemaakt van vaste materiaaleigenschappen van het asfalt zoals dat in de onderlagen wordt toegepast (GAB en STAB). De samenstelling van deze mengsels is gebaseerd op de 'Eisen Rijkswaterstaat 1978'. In dat jaar heeft een belangrijke aanpassing van de samenstelling van asfaltmengsels plaatsgevonden. Voor die tijd had Rijkswaterstaat nogal wat problemen met spoorvorming op het hoofdwegennet. Om dit te ondervangen is de hoeveelheid bitumen in de asfaltmengsels met een half tot één procent teruggeschoefd. Hierdoor werden de mengsels stabiel en stijver maar nam de weerstand tegen vermoei-

ing echter aanzienlijk af. Voor deze aangepaste mengsels zijn de eigenschappen bepaald:

- Vermoeiing: F78 relatie ('F' van het Engelse Fatigue en 78 van 1978);
- Stijfheid: S78 relatie (feitelijk de 'S' van het Engelse Stiffness).

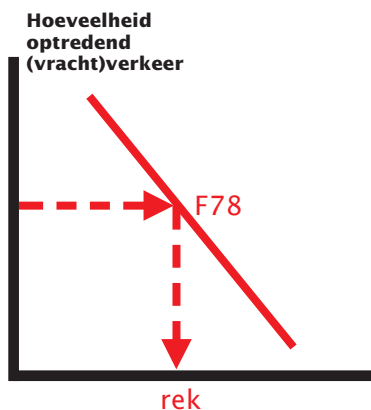
Deze eigenschappen worden tot op de dag van vandaag in dimensioneringsberekeningen toegepast.

In de afgelopen 30 jaar zijn incidenteel asfaltmengsels ontwikkeld met afwijkende stijfheden of vermoeiingseigenschappen. Een bekend voorbeeld is EME (Enrobé à Module Elevé) een asfaltmengsel met een hogere stijfheid. Door het ontbreken van een standaard beproevings- en acceptatieprotocol en het nodige conservatisme zijn deze mengsels nooit een groot succes geworden. Bij de eisen aan onderlaagmengsels wordt niet gekeken of ze voldoen aan de S78/F78 relaties, zoals toegepast in de dimensioneringsberekeningen. In de eisen wordt alleen bekeken of de mengsels qua samenstelling voldoen aan de in de RAW beschreven referentiesamenstelling. Daarnaast wordt, afhankelijk van een verkeersklasse, gekeken naar de "stabieleit" van de mengsels volgens de Marshall proef. Deze proef levert echter geen relevante gegevens op voor het dikteontwerp van een asfaltconstructie. Samenvattend: 'vroeger' was er geen relatie tussen de eisen aan een mengsel en de materiaaleigenschappen van dat mengsel in een verhardingsontwerp. Op basis van ervaring is wel een gevoel ontstaan over die relatie.

Mogelijke ontwerpalternatieven "vroeger"

Door het hanteren van vaste asfalteigenschappen is het aantal ontwerprijheden

de CE-markering (2)



Mogelijke ontwerpvarianten "vroeger"

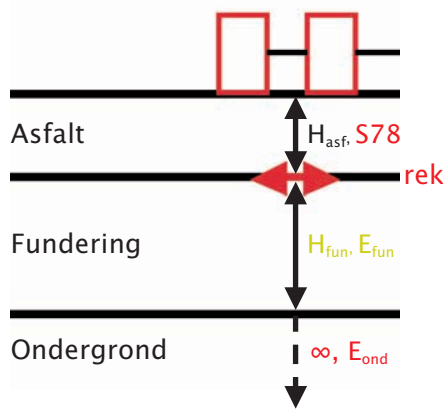
zeer beperkt. De hoeveelheid optredend vrachtverkeer is een gegeven en via de vaste vermoeiingsrelatie F78 staat de toelaatbare rek vast. Ook de stijfheid van het asfalt is een vaste waarde en de draagkracht van de ondergrond is een gegeven. Er is alleen variatie in het type en de dikte van de fundering.

Door het ontbreken van ontwerpalternatieven zijn de aanbiedingen van aannemers voor asfaltwerken in het verleden vooral gericht op het zo goedkoop mogelijk aanbieden van de gevraagde hoeveelheid, in dit geval de dikte, van het "standaard" asfalt, binnen de eisen die aan dat asfalt worden gesteld. Het aanbieden van kwalitatief "beter" asfalt levert in dit systeem voor de inschrijver geen enkele voordeel op.

Materiaaleigenschappen asfalt "tegenwoordig"

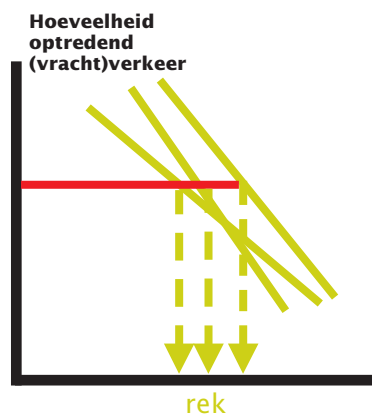
Bij de invoering van de CE-markering voor asfaltbeton is gekozen voor een functionele karakterisering van de asfaltmengsels. De voor de dimensionering belangrijkste functionele eigenschappen zijn:

- De minimale stijfheid S_{min} . Door een hogere minimale stijfheid is de mate van (door)buiging geringer en



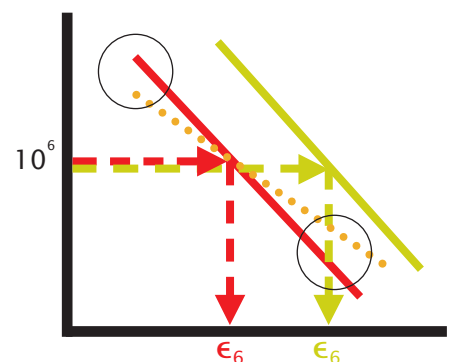
is de levensduur groter. Omgekeerd geldt dat bij een bepaalde levensduur de benodigde asfaltdikte kleiner is als de (minimale) stijfheid van het asfalt groter is.

- De weerstand tegen vermoeiing (ϵ_6). Dit is de rek waarbij het toelaatbaar aantal buigingen precies 10^6 (1.000.000) is. Een hogere ϵ_6 wil zeggen betere vermoeiingseigenschappen. Een gelijke ϵ_6 wil nog niet zeggen dat het vermoeiingsgedrag gelijk is, aangezien de helling van de vermoeiingslijn niet op de CE-markering staat aangegeven. Met name als de optredende hoeveelheid doorbuigingen i.c.



Mogelijke ontwerpvarianten "tegenwoordig"

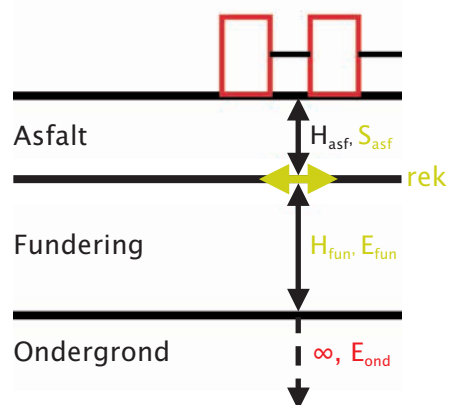
verkeer sterk afwijkt van die één miljoen kan dit voor afwijkingen zorgen. Dit is bij het ontwerp van de verharding een punt van zorg. Het verdient aanbeveling daar nadere afspraken over te maken.



Weerstand tegen vermoeiing (ϵ_6).

Mogelijke ontwerpalternatieven "tegenwoordig"

Omdat de stijfheid en de weerstand tegen vermoeiing van het asfalt niet meer vastliggen is het aantal ontwerpalternatieven groter geworden. Na het bepalen van de hoeveelheid vrachtverkeer moet een keuze worden gemaakt uit beschikbare vermoeiingsrelaties, die de toe te laten rek bepalen. Deze variabele



toe te laten rek is nu, naast het type en de dikte van de fundering, ook mede afhankelijk van de stijfheid van het asfalt.

In het ontwerp zijn twee extra vrijheidsgraden opgenomen te weten: de stijfheid en de weerstand tegen vermoeiing. Voor beide eigenschappen moet nu een keuze worden gemaakt, terwijl vroeger automatisch S78/F78 werd gekozen. Omdat er nog weinig ervaring is met de werkelijke stijfheden en vermoeiingseigenschappen van de in Nederland toegepaste asfaltmengsels heeft de werkgroep asfaltverhardingen van het CROW voor de onderlagen een drietal combinaties van eigenschappen voorgesteld.

100	?	?	O-1B ($S_{\min}7.000$, € _€ 100)
80	?	O-2 ($S_{\min}5.500$, € _€ 80)	?
60	O-3 ($S_{\min}4.500$, € _€ 60)	?	?
€ _€ S _{min}	4.500	5.500	7.000

Combinatie van asfalteigenschappen in de Standaard 2005, wijziging mei 2008

Gevolgen voor het verhardingsontwerp

Omdat de stijfheids- en vermoeiingseigenschappen van CE-gemarkeerd asfalt opgegeven worden en gegarandeerd zijn, kan hiermee rekening worden gehouden in het dikteontwerp. Alle overige gegevens (verkeer, fundering, ondergrond e.d.) zijn gelijk. De invloed van stijfheidsverschillen is bij gelijkblijvende vermoeiingseigenschappen beperkt. De weerstand tegen vermoeiing (ϵ_c) heeft een veel grotere invloed op de benodigde asfaltdikte. Er zit ook een dilemma bij gebruik van variabele stijfheden en vermoeiingseigenschappen. Traditioneel maakt de opdrachtgever of een door hem inge-

schakeld ingenieursbureau het verhardingsontwerp en schrijft dit voor in het bestek. In het voorbeeld is uitgegaan van een ontwerp op basis van de gecombineerde eigenschappen van een O-2. Dit betekent dat de stijfheid tenminste 5.500 MPa en de weerstand tegen vermoeiing (ϵ_c) tenminste 80 $\mu\text{m}/\text{m}$ moet zijn. Alleen mengsels in de grijze cellen voldoen aan deze criteria. Als vooral de weerstand tegen vermoeiing groter is, is de benodigde asfaltdikte geringer.

Mag het dunner?

De eerste vraag is nu of aanbieders met dit "betere" asfalt ook dunner mogen aanbieden of dat de besteksdikte moet worden aangehouden. Indien de besteksdikte moet worden aangehouden zullen de inschrijvingen, net als vroeger, gericht zijn op het zo goedkoop mogelijk aanbieden van de gevraagde minimale eigenschappen. Als met een betere kwaliteit ook dunner mag worden aangeboden kan een aanbieder een afweging maken tussen de mogelijke meerkosten van asfalt met betere eigenschappen en de besparingen door een geringere asfaltdikte. Het spreekt voor zich dat in dit laatste geval het aanbieden van kwalitatief hoogwaardiger asfalt wordt gestimuleerd.

Het volgende dilemma zit in het eisen van minimale (functionele) eigenschappen ten aanzien van stijfheid en ver-

100	145	145	O-1B 140
80	200	Ontwerp/ Bestek O-2 195	190
60	O-3 275	270	255
€ _€ S _{min}	4.500	5.500	7.000

Benodigde asfaltdikte in mm bij variatie stijfheid en vermoeiing

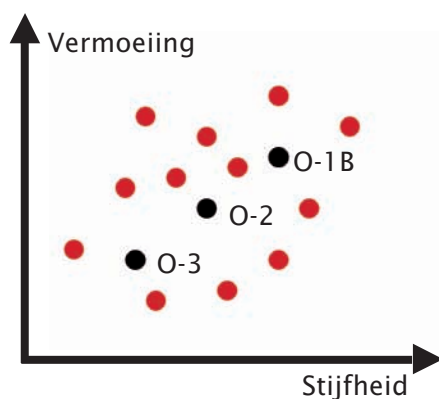
moeiing. In het voorbeeld voldoet het aangeboden gele mengsel in niet aan de minimaal gewenste stijfheid van 5.500 MPa. De weerstand tegen vermoeiing is echter dusdanig beter dat dit de "mindere" kwaliteit ten aanzien van de stijfheid ruimschoots compenseert. Vanuit ontwerptechnisch oogpunt voldoet dit mengsel echter ruimschoots en zou nog dunner kunnen worden aangebracht.

Dit dilemma wordt veroorzaakt omdat zowel stijfheid en vermoeiing invloed hebben op de ontwerpdikte en kan een mindere stijfheid worden gecompenseerd door een betere vermoeiing. Feitelijk bestaat er een relatie tussen stijfheid, vermoeiing en dikte, die onderling tot een bepaalde mate uitwisselbaar zijn. De dikte is hierbij uiteraard het gemakkelijkste aan te passen.

Van standaardmengsels naar eigenschappen

Opgemerkt moet worden dat de in de RAW vermelde 'mengsels' geen nieuwe 'standaard mengsels' zijn. Het zijn slechts combinaties van mengseleigenschappen waarvan verwacht wordt dat ze representatief zijn voor de eigenschappen van de meeste in Nederland leverbare mengsels. Deze combinatie van eigenschappen kan in ontwerp-programma's worden gebruikt voor een bestekontwerp, waarbij een redelijke zekerheid bestaat dat deze combinatie ook kan worden geleverd. De werkelijke eigenschappen van het asfalt van de verschillende asfaltproducenten kan meer of minder van deze standaard combinatie van eigenschappen afwijken. In hoeverre de standaard combinaties van eigenschappen representatief zijn voor de onderlaagmengsels in Nederland is onbekend. Om hier meer duidelijk-

heid over te krijgen is afgesproken dat de asfaltproducenten de functionele gegevens van hun asfaltmengsels anoniem aan het CROW ter beschikking stellen. Op basis van de verzamelde gegevens kan het CROW besluiten de eisen in de standaard aan te passen.



De standaard (zwart) en werkelijke (rood) stijfheids- en vermoeiingscombinaties

Keuze asfalteigenschappen

Om de keuze voor functioneel beschreven asfaltmengsels voor dek-, tussen- en onderlagen te vergemakkelijken heeft de werkgroep asfaltverhardingen combinaties van (functionele) eigenschappen in categorieën ingedeeld.

Vrachtauto intensiteit (VA)	D					T			Ttd		O				
	1-A	1-B	2	3	4	5	1-A	1-B	2	A	B	1-A	1-B	2	3
> 2500/ ri/ dag	X						X			X		X			
1000 < VA ≤ 2500		X						X			X		X		
250 < VA ≤ 1000		X						X			X		X		
50 < VA ≤ 250			X						X		X		X		
5 < VA ≤ 50				X	X				X		X			X	X
≤ 5						X					X				X

Keuzetabel categorieën functionele eigenschappen op basis van vrachtwagenintensiteiten

Categorieën gebruik

De voorstellen voor het gebruik van bepaalde categorieën van combinaties kunnen zijn:

- Wegtype-indeling volgens het handboek wegontwerp (stroomweg, gebiedsontsluitingsweg of erftoegangsweg);
- Wegtype-indeling volgens CROW publicatie 147 'Wegbeheer' (auto(snel)weg, provinciale weg, wijkontsluitingsweg, buurtontsluitingsweg, wijkstraat, winkelerf, fietspaden);
- Vrachtauto-intensiteit. Hierin zijn D de deklaagcategorieën, T de tussenlagen, Ttd, de tijdelijke deklagen en O de onderlaagcategorieën.

Conclusies

De invoering van CE-gemarkeerd asfalt heeft grote gevolgen voor het dikteontwerp van asfaltverhardingen. Door de uitwisselbaarheid van stijfheid, weerstand tegen vermoeiing en dikte zijn meerdere constructief equivalente oplossingen mogelijk. Het vast voorschrijven van eigenschappen en dikte in het bestek doet afbreuk aan de mogelijkheid die een inschrijver nu heeft om de keuze voor een bepaalde (functionele) kwaliteit asfalt af te stemmen op de kosten van dat asfalt.

Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling bij toepassing van functioneel gespecificeerd asfalt de eisen ook meer functioneel te specificeren. In plaats van het in bestekken voorschrijven van een asfaltdikte met bepaalde minimale eigenschappen is het beter de gewenste levensduur en verkeersbelasting op te geven. Dit geeft de inschrijver meer ruimte voor de afweging tussen kwaliteit en kosten van het toe te passen asfalt.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het ontwerp van de dikte slechts een onderdeel vormt van een goed verhardingsontwerp.

Functionele eigenschappen		Onderlaag categorieën		
		O1-B	O-2	O-3
HRmin	%	2,0	2,0	2,0
HRmax	%	7	7	7
Watergevoeligheid	ITSR	70	70	70
Smin	MPa	7.000	5.500	4.500
Smax	MPa	17.000	17.000	14.000
Vervorming	fc	1,0	1,0	1,4
Vermoeiing	ε6	100	80	60

Combinatie van functionele eigenschappen voor onderlaagmengsels in categorieën