

**Handleiding Ontwerp- en
Herontwerpsysteem
Asfaltverhardingen
CARE**

**Gebruikshandleiding
en
Technische Handleiding**

INHOUD

1	Inleiding	1-1
1.1	Starten systeem	1-2
1.2	Afsluiten van het programma	1-2
1.3	Componenten hoofdscherm	1-2
1.4	Gebruik helpsysteem	1-3
1.5	Afdrukken gegevens	1-4
1.6	Beheer gegevens	1-4
2	Module ONTWERPEN	2-1
2.1	Starten module ONTWERPEN	2-1
2.2	Helpsysteem	2-2
2.3	Ontwerpbestand selecteren	2-2
2.4	Ontwerpbestand opnieuw starten	2-3
2.5	Ontwerpbestand verwijderen	2-3
2.6	Invoeren algemene gegevens en wegvakgegevens	2-3
2.7	Invoeren randvoorwaarden	2-3
2.8	Invoeren verkeersgegevens	2-6
2.9	Invoeren constructiegegevens	2-12
2.10	Berekenen laagdikte op basis asfaltrek criterium	2-17
2.11	Berekenen laagdikte op basis van ondergrondstuik criterium	2-21
2.12	Berekenen levensduur	2-24
2.13	Detailleren asfaltlaag	2-25
2.14	Genereren logboek	2-27
2.15	Ontwerpbestand afdrukken	2-28
2.16	Ontwerpbestand bewaren	2-28
2.17	Afsluiten module ONTWERPEN	2-29
3	Module METINGEN	3-1
3.1	Starten module METINGEN	3-3
3.2	Meetbestand selecteren	3-3
3.3	Wijzigen meetbestand coderingen	3-5
3.4	Meetbestand verwijderen	3-5
3.5	Algemene bestandsinformatie	3-6
3.6	Wijzigen geselecteerde klappen	3-6
3.7	Wijzigen normering deflecties	3-7
3.8	Wijzigen straal voetplaat	3-7

3.9	Wijzigen opnemergegevens	3-7
3.10	Wijzigen meet- en meetpuntgegevens	3-7
3.11	Gehele bestand tonen	3-10
3.12	Selecteren verschildeflectie of IDK	3-10
3.13	Weergeven deflecties	3-10
3.14	Berekenen statistische kentallen	3-12
3.15	Afsplitsen subvak	3-16
3.16	Vergelijken subvakken	3-16
3.17	Combineren subvakken	3-18
3.18	Vergelijken meetsporen	3-18
3.19	Berekenen karakteristiek deflectieprofiel	3-18
3.20	Berekenen oppervlaktemoduli	3-19
3.21	Meetbestandgegevens afdrukken	3-21
3.22	Meetbestand bewaren	3-21
3.23	Afsluiten module METINGEN	3-21
4	Module EVALUEREN	4-1
4.1	Starten module EVALUEREN	4-1
4.2	Helpsysteem	4-1
4.3	Evaluatiebestand selecteren	4-2
4.4	Evaluatiebestand opnieuw starten	4-2
4.5	Evaluatiebestand verwijderen	4-3
4.6	Invoeren meetgegevens	4-3
4.7	Wijzigen opnemergegevens	4-4
4.8	Wijzigen deflecties en belasting	4-4
4.9	Wijzigen straal voetplaat	4-4
4.10	Instellen profiel	4-5
4.11	Invoeren constructiegegevens	4-6
4.12	Instellen bekende stijfheidsmoduli	4-7
4.13	Instellen parameters terugrekenproces	4-7
4.14	Berekenen onbekende stijfheidsmoduli	4-10
4.15	Batch verwerken terugrekenopdrachten	4-15
4.16	Weergeven trace tussenresultaten	4-15
4.17	Weergeven grafiek gemeten en berekend deflectieprofiel	4-15
4.18	Evaluatiebestand afdrukken	4-16
4.19	Evaluatiebestand bewaren	4-16
4.20	Afsluiten module EVALUEREN	4-17

5	Module HERONTWERPEN	5-1
5.1	Starten module HERONTWERPEN	5-1
5.2	Herontwerpbestand selecteren	5-2
5.3	Herontwerpbestand opnieuw starten	5-2
5.4	Herontwerpbestand verwijderen	5-3
5.5	Gegevens overnemen	5-3
5.6	Invoeren algemene gegevens en wegvakgegevens	5-3
5.7	Invoeren randvoorwaarden	5-3
5.8	Invoeren verkeersgegevens	5-7
5.9	Invoeren constructiegegevens	5-14
5.10	Berekenen restlevensduur op basis asfaltrek criterium	5-19
5.11	Berekenen restlevensduur op basis ondergrondstuik criterium	5-25
5.12	Berekenen dikte versterkingslaag op basis asfaltrek criterium	5-28
5.13	Berekenen dikte versterkingslaag op basis ondergrondstuik criterium	5-29
5.14	Genereren logboek	5-30
5.15	Herontwerpbestand afdrukken	5-31
5.16	Herontwerpbestand bewaren	5-31
5.17	Helpsysteem	5-32
5.18	Afsluiten module HERONTWERPEN	5-32
6	Module MODELREKENEN	6-1
6.1	Helpsysteem	6-3
6.2	Rekenbestand selecteren	6-3
6.3	Rekenbestand verwijderen	6-4
6.4	Rekenbestand opnieuw starten	6-4
6.5	Invoeren constructiegegevens	6-5
6.6	Invoeren rekenbelastingen	6-7
6.7	Invoeren rekenpunten	6-8
6.8	Invoeren rekengrootheden	6-9
6.9	Berekenen	6-9
6.10	Weergeven rekenresultaten	6-9
6.11	Rekenbestand afdrukken	6-10
6.12	Rekenbestand bewaren	6-10
6.13	Afsluiten module MODELREKENEN	6-11

7	Module SYSTEEM	7-1
7.1	Starten module SYSTEEM	7-1
7.2	Wijzigen toegangscode	7-2
7.3	Openen systeembestanden	7-2
7.4	Toevoegen systeemgegevens	7-3
7.5	Wijzigen systeemgegevens	7-4
7.6	Bewaren systeemgegevens	7-4
7.7	Verwijderen systeemgegevens	7-4
7.8	Afsluiten bestand	7-4
7.9	Helpsysteem	7-4
7.10	Afsluiten module SYSTEEM	7-4
9	Grafieken	8-1
9.1	Starten grafische weergave	9-1
9.2	Afdrukken grafiek	9-1
9.3	Aanpassen asindeling grafiek	9-1
9.4	Maximaliseren grafiek	9-2
9.5	Referentielijnen	9-2
9.6	Rasterlijnen	9-2
9.7	Oriënteren assen grafiek	9-2
9.8	Vergroten grafiek	9-2
9.9	Helpsysteem	9-4
9.10	Afsluiten grafische weergave	9-4
10	Helpsysteem	10-1
10.1	Weergeven inhoudsopgave helpsysteem	10-1
10.2	Selecteren onderwerp	10-2
10.3	Terugbladeren door de onderwerpen	10-2
10.4	Zoeken naar onderwerp	10-2
BIJLAGEN		
A	Installatie	A-1
B	Betrouwbaarheidsconcept	B-1
C	Systeemmeldingen	C-1
D	Definities	D-1
E	Literatuur	E-1

1 Inleiding

CARE (Computer Applications for Road Engineering) is een programma voor het ontwerpen, evalueren en herontwerpen van flexibele wegverhardingen en wordt gebruikt ter ondersteuning van de volgende onderzoeks- en advieswerkzaamheden:

- ontwerpen van flexibele verhardingen;
- verwerken van valgewichtdeflectiemetingen;
- terugrekenen van stijfheidsmoduli uit valgewichtdeflectiemetingen;
- berekenen van de restlevensduur van flexibele verhardingen;
- berekenen van de versterkingsdikte voor flexibele verhardingen;
- rekenen met lineair-elastische meerlagenmodellen.

Het ontwerp, de restlevensduurberekening en de berekening van de versterkingsdikte van flexibele verhardingen met CARE sluit aan bij de methode volgens de Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen [lit.1].

Deze gebruikershandleiding beschrijft in het kort de structuur en de verschillende gebruiksmogelijkheden van CARE. In hoofdstuk 2 t/m 10 worden de verschillende modules van het programma beschreven. Dit zijn:

- ONTWERPEN;
- METINGEN;
- EVALUEREN;
- HERONTWERPEN;
- MODELREKENEN;
- SYSTEEM.

In de hoofdstukken 8 en 10 wordt nader ingegaan op een aantal activiteiten die in meerdere modules aan de orde komen:

- werken met grafieken;
- gebruik van het helpsysteem.

CARE is beschikbaar onder de grafische besturingsomgeving MS-Windows. Dit houdt in dat de manier waarop wordt omgegaan met de verschillende schermelementen, zoals menu's, vensters, invoervelden, drukknoppen en het gebruik van de muis identiek is aan de besturing van elk ander MS-Windows programma.

In deze handleiding wordt er van uitgegaan dat u bekend bent met de algemene beginselen van het gebruik van de MS-Windows omgeving, zoals het installeren van printers en het instellen van schermattributen. Voor de installatie en het gebruik van de MS-Windows omgeving alsmede voor een uitgebreide beschrijving van de mogelijkheden van deze omgeving wordt verwezen naar de bij deze omgeving behorende gebruikershandleiding [lit.2].

De installatieprocedure van CARE is opgenomen als bijlage 0.

In deze gebruikshandleiding zijn tevens de wegbouwkundige achtergronden opgenomen. De betreffende tekst is te herkennen aan cursieve weergave. Hierbij wordt ook regelmatig verwezen naar de Handleiding Wegenbouw-Ontwerp Verhardingen [lit.1] onder vermelding van een trefwoord dat in de index daarvan kan worden teruggevonden.

1.1 Starten systeem

Zo start u CARE vanuit MS-Windows:

1. selecteer het venster waarin CARE is geplaatst (of de taakbalk in Windows 95);
2. wijs de toepassing CARE aan;
3. activeer CARE door twee keer op de linker muisknop te drukken.

Hierbij is ervan uitgegaan dat de installatie van CARE correct is verlopen (zie bijlage 0).

1.2 Afsluiten van het programma

Door in het hoofdscherm van CARE (zie Fig. 1.1) de drukknop *Einde* te selecteren wordt het programma afgesloten.

1.3 Componenten hoofdscherm

Het hoofdscherm bestaat uit een titelbalk, een menubalk, een set functionele drukknoppen, het weergavegebied en het statusgebied.

De **titelbalk** bevat de naam van het programma.

Via de **menubalk** kan de klok op het scherm worden getoond en kan het helpstelsysteem worden gestart.

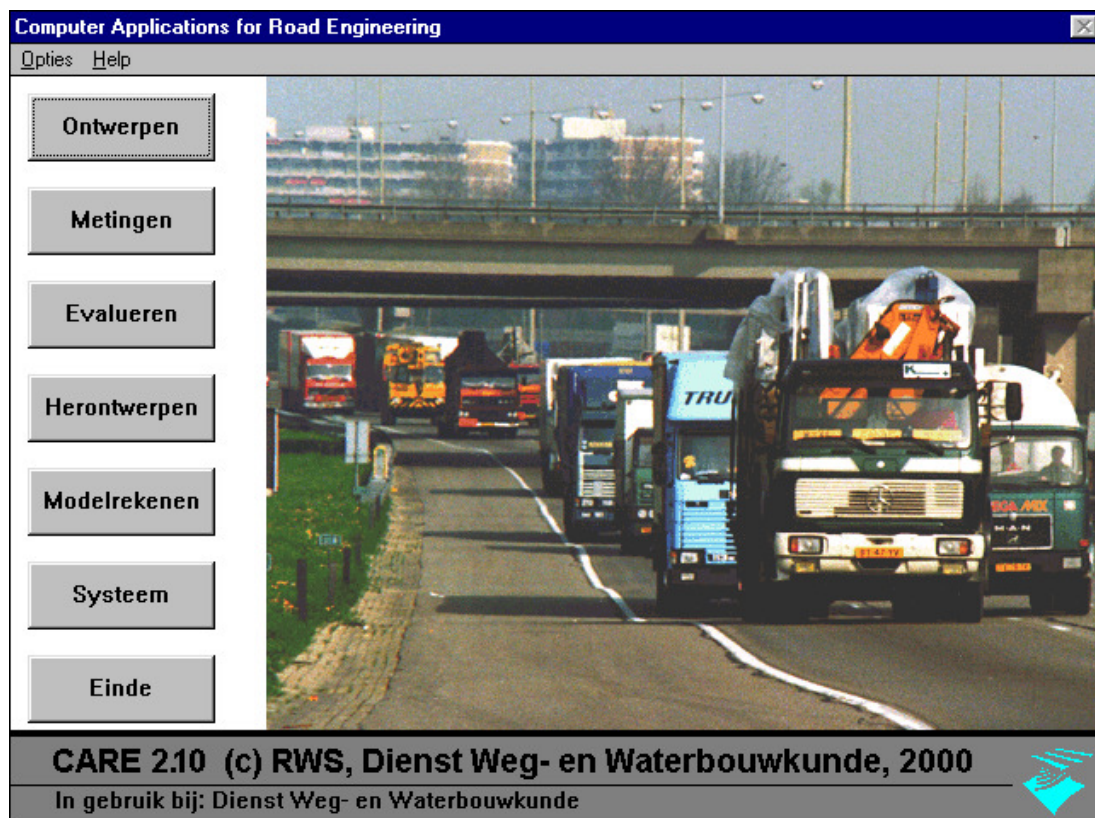


Fig. 1.1 Hoofdscherm CARE

Via de **drukknoppen** kunnen de modules van CARE worden geactiveerd en kan het programma worden verlaten.

Na selectie van een module verschijnt het corresponderende venster in het weergavegebied. Als een module is geselecteerd, is het onderliggende venster niet meer toegankelijk. Het statusgebied heeft de vorm van een 'dashboard'. Hierop wordt algemene informatie en informatie over de status van het systeem weergegeven.

Met de toetsencombinatie <Ctrl><Esc> kunt u indien gewenst het Taakoverzicht (of de Taakbalk in Windows 95) oproepen.

1.4 Gebruik helpsysteem

Binnen CARE kan een context-gevoelig helpsysteem worden gebruikt (zie Fig. 1.2). Na het activeren van een de menu-optie *Help* of een Help-knop gedraagt het helpsysteem zich, evenals CARE, als een afzonderlijke MS-Windows toepassing.

Een korte beschrijving van het gebruik van het helpsysteem is opgenomen in hoofdstuk 10 van deze handleiding. Een gedetailleerd overzicht van de verschillende mogelijkheden van het helpsysteem wordt gegeven in de MS-Windows gebruikershandleiding [lit.2].

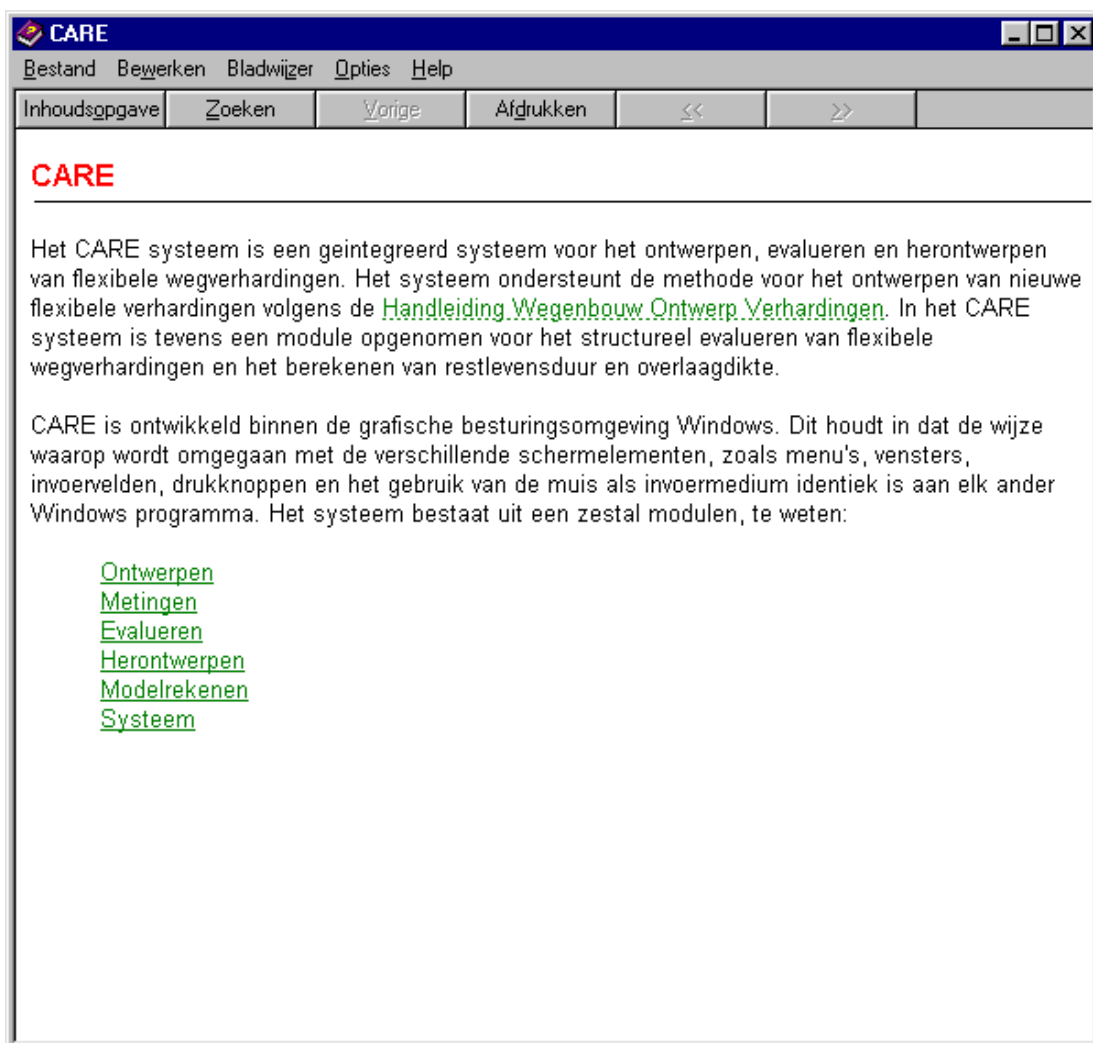


Fig. 1.2 CARE Helpsysteem

1.5 Afdrukken gegevens

Voor het afdrukken van gegevens wordt gebruik gemaakt van de MS-Windows toepassing Afdrukbeheer. Als binnen CARE een menu-optie *Afdrukken* is geselecteerd, worden de af te drukken gegevens naar de toepassing Afdrukbeheer gestuurd. Deze is verder verantwoordelijk voor het afdrukken van de gegevens op de door de gebruiker gedefinieerde en actieve printer.

Afdrukken op systeem zonder printer

Het is mogelijk een afdruk te maken wanneer wel over een printer kan worden beschikt maar wanneer deze printer niet is aangesloten op het systeem waarmee wordt gewerkt. In dat geval moet de juiste printer worden gedefinieerd. Deze moet afdrukken naar een bestand. Dit bestand kan vervolgens met een schijfje worden getransporteerd naar het systeem met de printer. Als hier het bestand direct naar de printerpoort wordt gekopieerd rolt de afdruk uit de printer.

1.6 Beheer gegevens

Voor de door CARE aangemaakte databestanden wordt een database-structuur gebruikt. Beheer van de databestanden, zoals het verwijderen van een ontwerpbestand, kan daarom slechts geschieden vanuit de menu-optie *Bestand* van de betreffende modules. Als de gebruiker niet wil dat alle databestanden in dezelfde database worden geplaatst, kan hij verschillende data-directories (zie ook appendix 0) aanmaken en gebruiken; per datadirectory wordt met een afzonderlijke database - structuur gewerkt.

Het hernoemen, verwijderen en kopiëren van valgewichtdeflectiebestanden kan worden uitgevoerd via de standaard MS-Windows toepassing Verkenner (of Bestandsbeheer in Windows 3.x). Deze toepassing kan tevens worden gebruikt voor het veilig stellen van gegevens.

2 Module ONTWERPEN

Met de module ONTWERPEN kunnen (nieuwe) asfaltverhardingen worden ontworpen. Hierbij worden zowel het gefaseerd als het niet-gefaseerd ontwerp ondersteund. Het is tevens mogelijk de levensduur van constructies met gegeven ontwerp te berekenen. Voor deze berekeningen moeten algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden, belastingsgegevens en constructiegegevens worden ingevoerd.

De asfaltlaag van een ontworpen asfaltverharding kan worden gedetailleerd. Het ontwerp en de detaillering kunnen worden gecontroleerd en met de algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden, verkeersbelastingsgegevens en constructiegegevens worden bewaard en worden afgedrukt op papier.

2.1 Starten module ONTWERPEN

Via de drukknop *Ontwerpen* op het hoofdscherm kan de module ONTWERPEN worden geselecteerd. Aansluitend verschijnt het betreffende venster in het weergavegebied.

Vanuit het getoonde venster (zie Fig. 2.1) is de functionaliteit van het systeem toegankelijk voor het ontwerpen van nieuwe wegverhardingen en het berekenen van de levensduur van verhardingen met gegeven opbouw.

Het venster voor de module ONTWERPEN bestaat uit de algemene gegevens, de wegvakgegevens en een aantal functionele drukknoppen.

The screenshot shows a software window titled "ONTWERPEN" with a menu bar containing "Bestand", "Opties", and "Help". The main area is divided into several sections:

- Header:** "Ontwerpbestand : A100-1" and "Laatst gewijzigd (dd/mm/jj): 01/03/00".
- Left Sidebar:** A vertical stack of buttons: "Randvoorwaarden", "Verkeersbelasting", "Constructie", "Laagdikte", "Levensduur", and "Detaileren".
- Algemene gegevens (General Data):** A table with the following data:

Projectnaam	Nieuwbouwontwerp A100	
Dienst	Dienst Weg- en Waterbouwkunde	
Afdeling	Infrastructuur Realisatie en Onderhoud	
Adres	Postbus 5044 2600 GA Delft; tel. 015-2518518	
Doel	Voorbeeld Handleiding CARE	
- Wegvakgegevens (Roadway Data):** A table with the following data:

Wegnummer	A100	
Wegdeel	65.9	67.2
Strook	2R - R	
Rijbaan	1HR-R	
Omschrijving	Ontwerpvariant met menggranulaatfundering	

Fig. 2.1 Venster Module ONTWERPEN

2.2 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *Help* (zie menubalk Fig. 2.1) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor de module ONTWERPEN.

2.3 Ontwerpbestand selecteren

Via de menu-optie *Bestand.Selecteer* (zie menubalk Fig. 2.1) kan een bestaand ontwerpbestand met bijbehorende gegevens worden opgevraagd. Deze selectie wordt uitgevoerd in een venster (zie Fig. 2.2). Indien in de aangegeven datadirectory ontwerpbestanden opgeslagen zijn, worden in dit venster per opgeslagen ontwerpbestand de datum van aanmaken of laatste wijziging, het type bestand (in deze module uitsluitend (O): Ontwerpbestanden) de bestandsnaam, het wegnummer, de kilometrerings en de omschrijving zichtbaar. Indien in de betreffende datadirectory nog geen ontwerpbestanden zijn opgeslagen blijft het venster leeg.

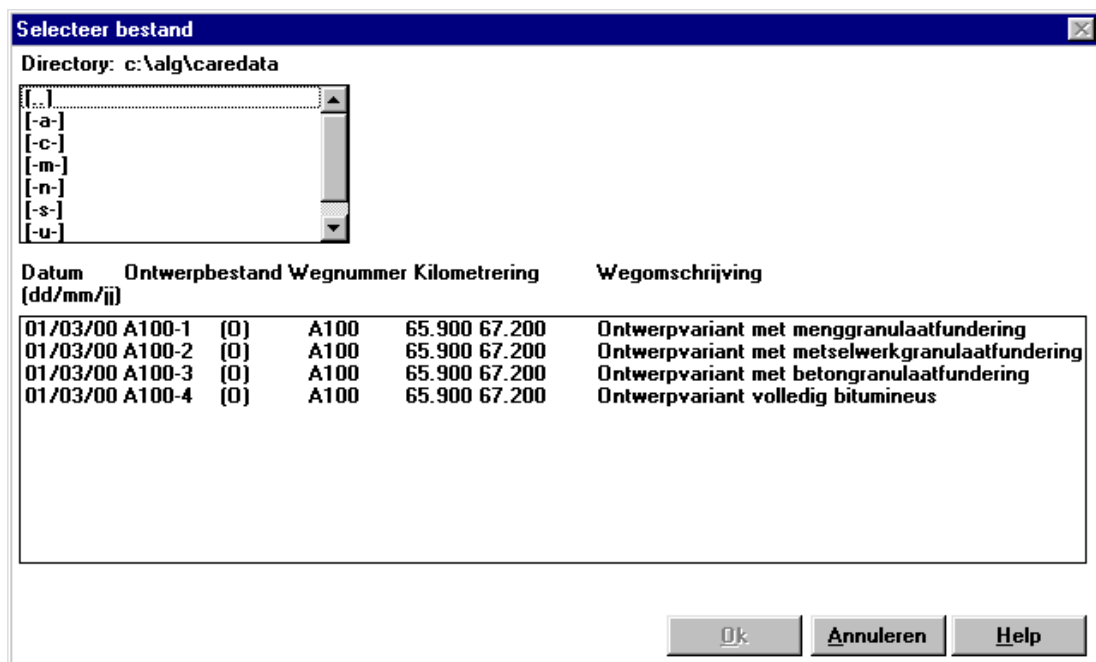


Fig. 2.2 Selecteren ontwerpbestand

De aangegeven datadirectory is bij opstarten gelijk aan de bij de installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct worden geselecteerd. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende subdirectory's zichtbaar worden.

Een ontwerpbestand kan worden geselecteerd door de corresponderende regels in de getoonde lijst te selecteren en daarna de drukknop OK te selecteren. Daarnaast kan een ontwerpbestand ook worden geselecteerd door de naam van het ontwerpbestand in de lijst te activeren. De gegevens van het geselecteerde ontwerpbestand worden daarna ingelezen en in het venster op het beeldscherm weergegeven.

2.4 Ontwerpbestand opnieuw starten

Voor het invoeren van nieuwe ontwerpgegevens kan de menu-optie *Bestand.Nieuw* (zie menubalk Fig. 2.1) worden geselecteerd; eventueel reeds aanwezige gegevens worden verwijderd. Als de (gewijzigde) gegevens nog niet zijn opgeslagen, wordt hiervan melding gemaakt.

2.5 Ontwerpbestand verwijderen

Na het selecteren van de menu-optie *Bestand.Verwijder* (zie menubalk Fig. 2.1) wordt het getoonde ontwerpbestand, inclusief bijbehorende randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens uit de database verwijderd. Dit geldt tevens voor de op het beeldscherm getoonde algemene en wegvakgegevens. Het verwijderen van een bestand moet expliciet worden bevestigd.

2.6 Invoeren algemene gegevens en wegvakgegevens

Van de algemene projectgegevens en de wegvakgegevens (zie Fig. 2.1) kunnen de veldwaarden worden opgegeven. Van de algemene gegevens kunnen ook de veldnamen worden gewijzigd. Eenmaal ingelezen ontwerpgegevens kunnen worden gewijzigd.

2.7 Invoeren randvoorwaarden

Na selectie van de drukknop *Randvoorwaarden* (zie Fig. 2.1) wordt het venster (zie Fig. 2.3) weergegeven voor het invoeren en wijzigen van de randvoorwaarden.

Als alle gewenste gegevens zijn ingevoerd kunnen deze worden bewaard door de drukknop *OK* te selecteren. Hiermee wordt tevens teruggekeerd naar het hoofdscherm van de module ONTWERPEN.

Randvoorwaarden	
Ontwerpcriterium:	☒ Asfaltrek ☐ Ondergrondstuik
Gefaseerd ontwerp ☐	
Betrouwbaarheid asfaltrek criterium [%]	85
Toelaatbare structurele schade [%]	15
Snelheid vrachtverkeer [km/u]	80.000
Straal contactvlak [m]	0.105
Wielafstand [m]	0.315
Rijstrookbreedte [m]	3.50
Versporingsbreedte [m]	0.290
Randbelasting	geen = 0.00m
Zettingsverschillen	geen
Luchttemperatuur [°C]	14.0
Healing [-]	4.0
Meerlagenprogramma	WESLEA
Ok Annuleren Help	

Fig. 2.3 Invoeren randvoorwaarden

ontwerpcriterium

Gekozen kan worden voor het ontwerpen op basis van het asfaltrekriterium of het ondergrondstuikriterium. In het eerste geval wordt de asfaltlaag zodanig gedimensioneerd dat de structurele schade aan het eind van de (tweede) ontwerpfase met de opgegeven zekerheid (betrouwbaarheid) niet groter is dan de toelaatbare waarde. In het tweede geval wordt de asfaltlaag zodanig gedimensioneerd dat het bezwijkcriterium voor ondergrondstuik aan het eind van de ontwerpfase(n) met de opgegeven zekerheid (betrouwbaarheid) niet wordt overschreden.

gefaseerd ontwerp

Afhankelijk van de grootte van de te verwachten zettingsverschillen kan ervoor worden gekozen de verharding al dan niet gefaseerd aan te leggen.

Bij aanleg in twee fasen worden de door zettingsverschillen ontstane onvlakheden na een eerste fase van enkele jaren uitgevuld en wordt de definitieve deklaag pas daarna aangebracht. Dit heeft enige invloed op de benodigde verhardingsdikte. Als het asfaltrekriterium maatgevend is, is bij gefaseerde aanleg de uiteindelijk benodigde dikte hoger dan bij direct afbouwen van de verharding. Als het ondergrondstuikriterium maatgevend is, is bij gefaseerde aanleg de uiteindelijk benodigde dikte kleiner dan bij direct afbouwen van de verharding.

betrouwbaarheid asfaltrekriterium

Er kan worden gekozen voor verschillende betrouwbaarheidspercentages: dit is de zekerheid dat de weg na het eind van de ontwerpperiode niet meer structurele schade vertoont dan de maximaal toelaatbare waarde. Voor primaire wegen wordt in de DWW-ontwerpmethode gerekend met 85 % betrouwbaarheid, voor secundaire wegen met 75 % betrouwbaarheid en voor lagere orde-wegen met 70 % betrouwbaarheid.

toelaatbare structurele schade

Er wordt uitgegaan van een maximaal toelaatbare schade (scheurinitiatie) aan het eind van de ontwerpperiode. Voor het nieuwbouwontwerp wordt in de DWW-ontwerpmethode een aangehouden dat aan het eind van de ontwerpperiode over maximaal 15 % van de rijspoorlengte scheurinitiatie mag zijn opgetreden.

betrouwbaarheid ondergrondstuikriterium

Bij het ontwerpen op het ondergrondstuikriterium kan worden gekozen voor verschillende waarden van de betrouwbaarheid. Deze worden opgevat als de zekerheid dat het ondergrondstuikriterium binnen de ontwerpperiode niet zal worden overschreden. Voor primaire wegen wordt in de DWW-ontwerpmethode gerekend met 85 % betrouwbaarheid, voor secundaire wegen met 75 % betrouwbaarheid en voor lagere orde-wegen met 70 % betrouwbaarheid.

snelheid vrachtverkeer

De stijfheidsmodulus van asfalt is mede afhankelijk van de tijdsduur van de belasting. In het ontwerp wordt echter statisch en lineair elastisch gerekend; hierbij wordt voor het asfalt een zodanige stijfheidsmodulus aangehouden dat een rek wordt gevonden die vergelijkbaar is met de in de constructie optredende rek bij een rijdende last en visco-elastisch materiaalgedrag. Deze stijfheidsmodulus kan worden benaderd als de stijfheidsmodulus die wordt gevonden onder een sinusvormige belasting met een frequentie van

$$\log(f) = -0.6 - 0.5 h_{asf} + 0.94 \log(v) \quad (2.1)$$

waarin

f	=	frequentie belasting (Hz)
h_{asf}	=	dikte asfalt (m)
v	=	snelheid vrachtverkeer (km/u)

straal contactvlak en wielafstand

De ontwerpbelasting wordt geschematiseerd tot een uniforme contactdruk op twee als cirkelvormig benaderde contactvlakken tussen band en weg.

Volgens de DWW-ontwerpmethode [lit.1] is de straal van het contactvlak gesteld op 0,105 m. Voor de wielafstand wordt (hart op hart) 0,315 m aangehouden. De gehanteerde aslast bedraagt 100 kN. Hiervan wordt 50 kN op het wielstel in rekening gebracht, zodat per wiel wordt gerekend met 25 kN.

rijstrookbreedte en versporingsbreedte

Het zware verkeer rijdt in praktijk niet zuiver in één rijspoor; de positie van de wielstellen vertoont een verdeling dwars over de weg. Hierdoor gaat de verharding langer mee (zie [lit.1]: versporing). De dwarsverdeling van de positie van het wielstel wordt uitgedrukt in de spreidingsbreedte of versporingsbreedte. Uit onderzoek is gebleken dat deze spreidingsbreedte afhankelijk is van de breedte van de rijstrook volgens:

$$\sigma = 0.1056 b_{strook} - 0.0798 \quad (2.2)$$

waarin

σ	=	spreidingsbreedte (m)
b_{strook}	=	breedte rijstrook (m)

Deze relatie vertoont overigens zelf ook weer een aanzienlijke spreiding. Het effect van de dwarsverdeling van het verkeer op de levensduur van de verharding is mede afhankelijk van de constructie (zie par. 2.10).

randbelasting

In wegen waarbij de afstand tussen het hart van het rijspoor en de rand van de asfaltverharding kleiner is dan 0.70 m zullen de rekken significant groter zijn dan in bredere verhardingen. In dit geval wordt bij een laagdikteberekening de berekende asfaltdikte achteraf verhoogd met een waarde van 0.01 à 0.02 m, afhankelijk van de mate van randbelasting (zie [lit.1]: randeffect). Bij een levensduurberekening wordt de opgegeven laagdikte vooraf verminderd met 0.01 à 0.02 m.

zettingsverschillen

Afhankelijk van de kwaliteit van de natuurlijke ondergrond en de onderbouw kunnen geringe tot aanzienlijke zettingsverschillen optreden. In het programma kan hier gekozen worden voor de opties geen, geringe of grote zettingsverschillen. De grootte van de zettingsverschillen is van invloed op de geadviseerde funderingsmaterialen (zie [lit.1]: funderingen).

Tevens is de mate van zettingsverschillen van invloed op de geadviseerde fasering van het ontwerp. Als zettingsverschillen te verwachten zijn, wordt geadviseerd de verharding in twee fasen aan te leggen (zie [lit.1]: fasering).

luchttemperatuur

In het (her)ontwerp wordt gerekend met een gewogen gemiddelde jaarlijkse luchttemperatuur (wMAAT). Als alleen de uren tussen 6.00 u en 18.00 u in rekening worden gebracht, wordt voor Nederlandse omstandigheden gemiddeld een waarde van 14 °C gevonden. De variatie in deze waarde over het land is minimaal (zie [lit.1]: temperatuur).

Uit deze temperatuur wordt de gemiddelde temperatuur van het asfalt bepaald. Hierbij wordt een relatie gebruikt waarin een afhankelijkheid van de dikte van het asfalt is verdisconteerd (zie [lit.1]: temperatuur asfalt).

healing

In het (her)ontwerp wordt bij berekeningen op basis van het asfalttrekcriterium, gerekend met een verhoging van de levensduur van het asfalt in de weg ten opzichte van de in het laboratorium bepaalde levensduur, met een factor voor healing (zie [lit.1]: healing). Voor asfalt volgens de Standaard RAW-Bepalingen [lit.6] wordt in de DWW-ontwerpmethode [lit.1] gerekend met een factor 4.

2.8 Invoeren verkeersgegevens

Na selectie van de drukknop *Verkeersbelasting* (zie Fig. 2.1) wordt een venster weergegeven voor het selecteren van de ontwerpfase (zie Fig. 2.4).

Na het selecteren van de eerste fase wordt een venster getoond waarin de verkeersgegevens kunnen worden ingevoerd (zie Fig. 2.5).

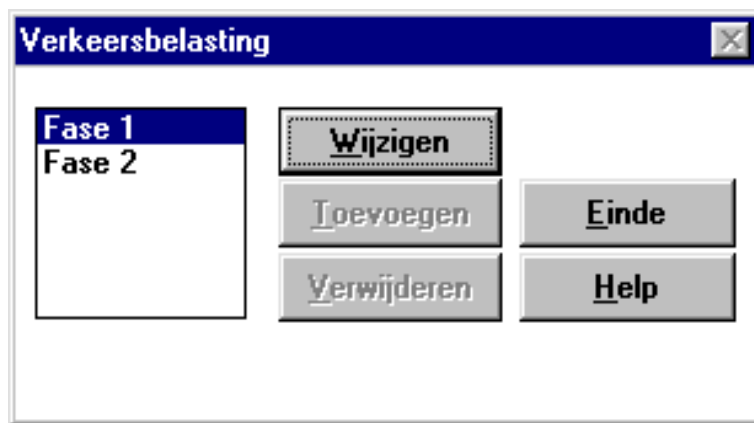


Fig. 2.4 Selecteren fase

In het middelste deel van dit venster staan de gegevens die van invloed zijn op de verkeersklasse en de verkeersbelasting. Via de combobox *Herkomst Gegevens* wordt aangegeven hoe deze gegevens zijn verkregen. Na invullen van de belastingsparameters kunnen de belasting en (bij een ongefaseerd ontwerp) de verkeersklasse worden berekend via de knop *Berekenen* (zie Fig. 2.5). Het is bij een ongefaseerd ontwerp echter ook mogelijk direct een verkeersklasse in te voeren.

Bij een gefaseerd ontwerp moeten ook voor de tweede fase van het ontwerp gegevens worden ingevoerd. In de tweede fase is de knop *Overnemen* beschikbaar voor het ophalen van de gegevens uit de eerste fase. De vrachtwagenintensiteit wordt hierbij automatisch gecorrigeerd voor de groei van het verkeer.

Vervolgens kunnen de gegevens worden gewijzigd en kunnen de verkeersbelasting en de verkeersklasse voor de tweede fase worden berekend. Ook is het mogelijk de verkeersklasse direct in te voeren.

De door het zware verkeer op een verharding uitgeoefende belastingen laten zich beschrijven met behulp van een zogenaamd aslast-spectrum. In het ontwerp van asfaltverhardingen wordt dit aslastspectrum vervangen door een daaraan, voor zover het de aan de verharding toegebrachte vermoeiingsschade betreft, gelijkwaardig verondersteld aantal passages van een standaard aslast (zie [lit.1]: ontwerpbelasting).

In de DWW-ontwerpmethode [lit.1] wordt uitgegaan van een standaard aslast van 100 kN. Afwijkende aslasten worden verwerkt met de zogenaamde P^4 -relatie (zie [lit.1]: vrachtwagenschadefactor).

Verkeersbelasting (Fase 1)

Herkomst verkeersgegevens
Standaard keuze primaire wegen

Factor onzekerheid 1.75

Gemiddelde Parameters	
Aantal vrachtwagens per werkdag	1036.
Aantal werkdagen per jaar	250.
Jaarlijkse groei [%]	3.5
Vrachtwagenschadefactor [100kN]	1.8
Aandeel breedbanden [%]	40.
Correctiefactor aantal rijstroken [-]	0.95 : 2 stroken
Ontwerpperiode [jaren]	20.

Berekenen

Verkeersbelasting [100kN] 22544616

Ok Annuleren Help

Fig. 2.5 Invoeren verkeersgegevens

De berekening bestaat in principe uit een vermenigvuldiging van de vrachtwagenintensiteit (het aantal vrachtwagens per rijrichting per werkdag) met een aantal factoren. De op te geven vrachtwagenintensiteit is hierbij de waarde aan het **begin** van de levensfase. Deze vermenigvuldiging geeft dus de totale verkeersbelasting in het eerste jaar van de beschouwde fase. Deze verkeersbelasting wordt vervolgens vermenigvuldigd met een groeifunctie tot de verkeersbelasting voor de gehele fase.

fasen

Bij het nieuwbouwontwerp kan worden gekozen tussen wel of niet gefaseerd aanleggen (zie par. 2.7). Als wordt gekozen voor een gefaseerd ontwerp wordt de berekening van de levensduur van de verharding in twee stappen uitgevoerd, omdat de schade aan de verharding die het verkeer in fase 2 per voertuigpassage toebrengt lager is (door de grotere verhardingsdikte) dan in fase 1.

In veel gevallen zal het verkeer na afbouw van de verharding niet afwijken van het verkeer voor afbouw. Het is echter mogelijk dat de verkeersgegevens voor fase 2 afwijkend zijn, bijvoorbeeld als de afbouw samenvalt met een wijziging in de verkeerssituatie.

Om deze reden vraagt het programma, als is gekozen voor een gefaseerd ontwerp, om invoer van de verkeersgegevens voor beide fasen. Het is mogelijk de verkeersgegevens zoals die voor fase 1 zijn opgegeven eenvoudig over te nemen voor fase 2. Dit geldt echter niet voor de vrachtwagenintensiteit, die zoals gesteld geldt voor het **begin** van de ontwerpfase.

Daarom wordt bij overnemen van de gegevens de vrachtwagenintensiteit aan het begin van fase 2 berekend op grond van de vrachtwagenintensiteit aan het begin van fase 1, rekening houdend met de jaarlijkse groei van het zware verkeer (zie [lit.1]: jaarlijkse groei zware verkeer).

vrachtwagenintensiteit

Hier dient het aantal vrachtwagens per rijrichting per werkdag (zie [lit.1]: vrachtwagenintensiteit) aan het begin van de ontwerpfase te worden ingevuld. Als de vrachtwagenintensiteit voor fase 2 wordt bepaald uit die van fase 1 wordt het volgende verband gebruikt:

$$I_{2,1} = \left(1 + \frac{g}{100}\right)^{\Delta t_1} I_{1,1} \quad (2.3)$$

waarin

$I_{1,1}$	=	vrachtwagenintensiteit in eerste jaar fase 1 (vrachtwagens per werkdag)
g	=	jaarlijkse groei zware verkeer (%)
Δt_1	=	duur fase 1 (jaar)
$I_{2,1}$	=	vrachtwagenintensiteit in eerste jaar fase 2 (vrachtwagens per werkdag)

aantal werkdagen

Hier dient het aantal werkdagen per jaar (zie [lit.1]: aantal werkdagen) te worden ingevuld.

jaarlijkse groei

Hier dient het percentage, waarmee het zware verkeer jaarlijks groeit, te worden ingevuld. Omdat dit percentage wordt betrokken op het voorgaande jaar, leidt het in rekening brengen van de groei over de gehele ontwerpperiode tot een meetkundige reeks ("groei op groei") (zie [lit.1]: jaarlijkse groei). De hieruit resulterende groeifunctie $f(g, \Delta t)$ (waarmee het verkeer voor het eerste jaar wordt vermenigvuldigd) wordt door het programma berekend volgens

$$f(g, \Delta t) = \frac{\left(1 + \frac{g}{100}\right)^{\Delta t} - 1}{\frac{g}{100}} \quad (2.4)$$

waarin

$f(g, \Delta t)$	=	functie van groei verkeer en tijdsduur (-)
g	=	jaarlijkse groei zware verkeer (%)
Δt	=	duur ontwerpfase (jaar)

Dit verband is grafisch weergegeven in Fig. 2.6.

vrachtwagenschadefactor

Hier dient het gemiddeld aantal standaard aslasten per vrachtwagen te worden ingevuld (zie [lit.1]: vrachtwagenschadefactor).

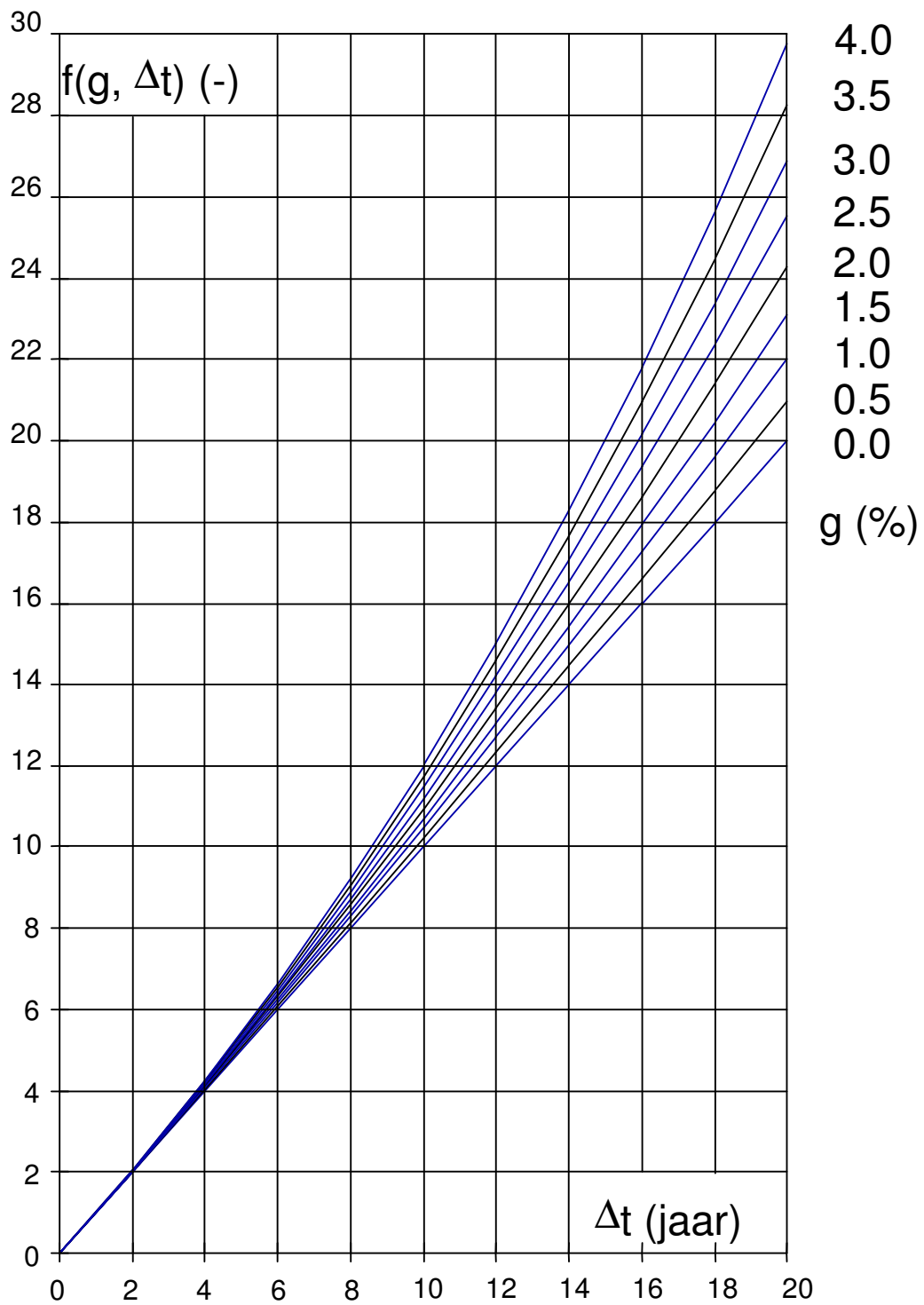


Fig. 2.6 Groeifunctie verkeer

aandeel breedbanden

Hier dient het aandeel aan breedbanden in het aslastspectrum te worden ingevuld. Op grond hiervan wordt een correctiefactor op de verkeersbelasting berekend volgens

$$F_{NB} = \left(1 - \frac{f_b}{100}\right) + \frac{f_b}{100} \cdot D_b \quad (2.5)$$

waarin

- F_{NB} = correctiefactor op verkeersbelasting voor aandeel aan breedbanden (-)
 D_b = breedbandschadefactor; deze hangt af van de asfaltdikte (zie Fig. 2.7)
 f_b = aandeel breedbanden in aslastspectrum (%)

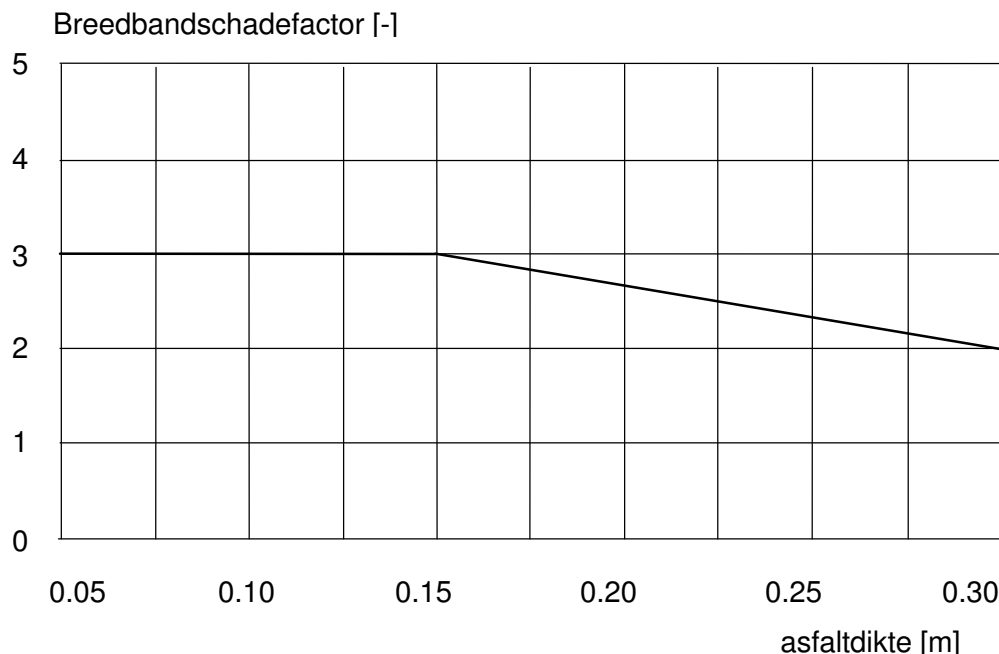


Fig. 2.7 Breedbandschadefactor als functie van de asfaltdikte

Bij de bepaling van de correctiefactor wordt geen rekening gehouden met het gegeven dat het aandeel breedbanden niet voor alle aslastklassen gelijk is; normaliter neemt dit percentage enigszins af met toenemende aslastklasse.

correctiefactor aantal rijstroken

Deze factor wordt in rekening gebracht omdat, bij aanwezigheid van meerdere rijstroken, het zware verkeer niet uitsluitend over de (voor de berekening maatgevende) rechterstrook rijdt (zie [lit.1]: correctiefactor aantal rijstroken).

ontwerpperiode

Hier dient de duur van de ontwerpfase(n) in jaren (zie [lit.1]: structurele ontwerplevensduur) te worden ingevuld. Deze is van belang als de verharding gedimensioneerd moet worden (zie par.2.10). Voor het berekenen van de levensduur van een verharding met opgegeven verhardingsdikte (zie par.2.12) is de opgegeven duur van de ontwerpperiode niet van belang.

verkeersklasse

De verkeersklasse is de in de Standaard RAW-Bepalingen [lit.6] gehanteerde indeling op basis van het aantal standaard aslasten per dag per rijrichting op de zwaarst belaste rijstrook. Als gekozen wordt voor een gefaseerd ontwerp kunnen de verkeersgegevens voor beide fasen in principe verschillen. In dat geval berekent het programma de verkeersklasse behorend bij de verkeersgegevens voor fase 2 (zie [lit.1]: verkeersklasse). De verkeersklasse heeft onder meer invloed op de te adviseren soorten asfalt (zie par.2.13).

verkeersbelasting

De verkeersbelasting is de totale hoeveelheid standaard aslasten volgens de opgegeven verkeersgegevens. Berekening hiervan is altijd nodig; de berekende waarde is echter slechts relevant als een laagdikteberekening wordt uitgevoerd.

Als een levensduurberekening voor een constructie met opgegeven laagdikte wordt uitgevoerd, volgt de toelaatbare verkeersbelasting uit de sterkte van de verharding. De opgegeven belastinggegevens worden dan gebruikt om de levensduur in jaren terug te rekenen (zie par.2.12).

herkomst gegevens

De onzekerheid van de gegevens hangt in sterke mate af van de herkomst van deze gegevens. De onzekerheid kan worden uitgedrukt als een standaardafwijking; deze wordt gebruikt in de berekening van de betrouwbaarheidsfactor (zie par.2.10). Hierbij wordt gewerkt met de onzekerheid $U\{\log(n)\}$ (de onzekerheid in de logaritme van de verkeersbelasting).

Herkomst gegevens	$U\{\log(n)\}$
schatting	$\log(2.0)$
telling op nabij wegvak	$\log(1.8)$
standaardkeuze primaire wegen	$\log(1.75)$
telling met classificatie op nabij wegvak	$\log(1.7)$
telling op wegvak	$\log(1.6)$
telling met classificatie op wegvak	$\log(1.5)$
aslastmeting op nabij wegvak	$\log(1.4)$
aslastmeting op wegvak	$\log(1.2)$

Tabel 2.1 Herkomst verkeersgegevens en onzekerheid verkeersbelasting

Dit geeft echter lastig te hanteren getallen. Om deze reden wordt **op het scherm** de waarde $10^{U\{\log(n)\}}$ weergegeven. Als de eigenlijke onzekerheid $U\{\log(n)\}$ de waarde $\log(1.4)$ heeft, wordt dus een waarde 1.4 weergegeven. Deze waarde kan worden gelezen als een "onzekerheids-factor". Uitgaande van een normale verdeling van $\log(n)$ betekent dit dat er ongeveer 15 % kans is dat de werkelijke verkeersbelasting een factor 1.4 of meer onder de ingevoerde waarde ligt en dat er ongeveer 85 % kans is dat de werkelijke verkeersbelasting een factor 1.4 of minder boven de ingevoerde waarde ligt (de 15 - en 85 -procentpunten liggen in een normale verdeling ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

In Tabel 2.1 is weergegeven met welke onzekerheid rekening wordt gehouden afhankelijk van de herkomst van de gegevens. De onzekerheid kan bij een gefaseerd ontwerp slechts voor de eerste fase worden opgegeven; het programma rekent dan voor beide fasen met dezelfde onzekerheid.

2.9 Invoeren constructiegegevens

Na selectie van de drukknop *Constructie* (zie Fig. 2.1) wordt een venster weergegeven (zie Fig. 2.8) voor het invoeren van de constructiegegevens. Als gekozen is voor een gefaseerd ontwerp is het venster dubbel uitgevoerd, omdat voor beide fasen constructiegegevens nodig zijn. Hierbij worden de voor de eerste fase opgegeven constructiegegevens gekopieerd naar de tweede fase. De gebruiker moet zelf de versterkingsdikte opgeven.

Opleggen, onderleggen, wijzigen

Vervolgens kan het venster voor het invoeren van gegevens per laag (zie Fig. 2.9) worden opgestart door de drukknoppen *Onderleggen*, *Opleggen* of *Wijzigen*. Dit venster kan ook worden opgestart door een laag te activeren.

Modelleren Constructie (t.b.v. Ontwerpen)

Eerste fase				Tweede fase			
0.250m	400	0.35	Asfalt	0.250m	400	0.35	Asfalt
			Menggranulaat				Menggranulaat
	100	0.35	Zand		100	0.35	Zand

Buttons: **Selecteren**, **Controleren**, **Opleggen**, **Onderleggen**, **Wijzigen**, **Splitsen**, **Verwijderen**, **Kopieren**, **Help**, **Einde**

Radio buttons: ☒ Fase 1, ☐ Fase 2

Versterkingsdikte
Waarde [m]: 0.040

Fig. 2.8 Modelleren constructie (voorbeeld gefaseerd ontwerp)

Een wegconstructie met asfaltverharding kan voor het ontwerp worden opgegeven in maximaal 4 constructielagen. Van onder naar boven zijn dit een of twee ondergrondlagen, een of twee funderingslagen en het asfalt.

De constructielagen kunnen niet in een willekeurige volgorde op elkaar worden gestapeld. Het programma gaat er van uit dat funderingslagen zich onder het asfalt bevinden en dat ondergrondlagen zich onder de fundering bevinden.

Als gekozen is voor een gefaseerd ontwerp worden de constructiegegevens van fase 1 ook gebruikt voor het berekenen van de sterkte tijdens fase 2, zij het dat daarbij rekening wordt gehouden met de dikte van de versterkingslaag na fase 1.

asfaltbeton

De benodigde eigenschappen van de asfaltlaag bestaan uit de vermoeiingskarakteristiek, de stijfheidskarakteristiek en de Poissonverhouding of dwarscontractiecoëfficiënt. Bij levensduurberekeningen moet ook de laagdikte worden opgegeven.

Het asfaltpakket kan voor het ontwerp slechts in één laag worden opgegeven. In de praktijk zal de verharding doorgaans uit meerdere lagen bestaan, te weten een of meerdere onderlagen, een (eventuele) tussenlaag en een deklaag.

Specificeren constructielaag

Laagtype: ☒ Asfalt ☐ Fundering ☐ Ondergrond

Toepassing:

Materiaal:

Stijfheidskarakteristiek: S78 Shiftfactor: 1.000

Vermoeiingskarakteristiek: F78 Shiftfactor: 1.000

Dikte [m]:

Stijfheidsmodulus [MPa]:

Poissonverhouding [-]: 0.35

Ok Annuleren Help

Fig. 2.9 Invoeren gegevens per constructielaag

Voor de materiaaleigenschappen moeten de materiaaleigenschappen voor de **onderlaag** worden gebruikt. Dit is doorgaans de dikste laag en bovendien wordt er in de ontwerpmethode van uit gegaan dat het vermoeiingsproces zich onderin het asfalt afspeelt. Een en ander betekent impliciet dat de stijfheidsmodulus van de onderlaag ook voor de tussen- en deklaag wordt gehanteerd.

stijfheidskarakteristiek

In de stijfheidskarakteristiek wordt de stijfheidsmodulus van het asfalt gegeven als functie van de temperatuur van het asfalt (zie [lit.1]: stijfheidskarakteristiek). De gebruikte karakteristieken zijn geldig voor een frequentie f_{kar} van bijvoorbeeld 8 Hz. Het programma bepaalt hieruit zelf de in het ontwerp te gebruiken stijfheidsmodulus, als functie van de gewogen gemiddelde jaarlijkse luchttemperatuur, de laagdikte en de belastingsfrequentie (zie par. 2.7).

Afwijkende frequenties worden in rekening gebracht door de stijfheidskarakteristiek zoals die geldt voor een belastingsfrequentie f_{kar} van bijvoorbeeld 8 Hz af te lezen bij een fictieve temperatuur T_{fict} (°C). Deze fictieve temperatuur wordt bepaald op grond van de zogenaamde uitwisselbaarheid van temperatuur T (°C) en frequentie f (Hz) volgens onderstaande formule [lit.4]:

$$\frac{1}{T_{fict} + 273} = \frac{1}{T + 273} - \frac{1}{11242} \log\left(\frac{f_{kar}}{f}\right) \quad (2.6)$$

waarin

T_{fict}	=	fictieve temperatuur waarbij stijfheidskarakteristiek wordt afgelezen (°C)
T	=	werkelijke temperatuur asfalt (°C)
f_{kar}	=	frequentie waarvoor karakteristiek geldt (Hz)
f	=	frequentie belasting (Hz)

De stijfheidskarakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. De vorm van het polynoom is:

$$\ln(E_{asfalt}) = C_1 + C_2 T_{asfalt} + C_3 T_{asfalt}^2 + C_4 T_{asfalt}^3 \quad (2.7)$$

waarin

E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
T_{asfalt}	=	temperatuur asfalt (°C)
C_1 t/m C_4	=	regressieconstanten

shiftfactor stijfheidsmodulus asfalt

Op de stijfheidskarakteristiek wordt soms een correctiefactor toegepast. De afgelezen stijfheid wordt met deze factor vermenigvuldigd. Deze shiftfactor is vooral bedoeld om verschillen in de teruggerekende stijfheidsmodulus bij valgewichtdeflectiemetingen en de voorspelde stijfheidsmodulus volgens de gekozen stijfheidskarakteristiek in rekening te brengen. In de module ONTWERPEN staat deze shiftfactor normaliter op 1.

vermoeiingskarakteristiek asfalt

In de vermoeiingskarakteristiek (zie [lit.1]: vermoeiingskarakteristiek) wordt conform de SPDM [lit.3] de vermoeiingslevensduur van het asfalt in de laboratoriumproef gegeven als functie van twee parameters: de optredende asfaltrek en de stijfheidsmodulus van het asfalt. De karakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. De vorm van het polynoom is:

$$\ln(N_f) = C_1 \ln^3(E_{asfalt}) + C_2 \ln^2(E_{asfalt}) + C_3 \ln(E_{asfalt}) + C_4 + C_5 \ln(\epsilon_{asfalt}) \quad (2.8)$$

waarin

N_f	=	vermoeiingssterkte asfalt in de laboratoriumproef (lastherhalingen)
ϵ_{asfalt}	=	rek in asfalt ($\mu\text{m}/\text{m}$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
C_1 t/m C_5	=	regressieconstanten

shiftfactor vermoeiingskarakteristiek asfalt

Op de vermoeiingskarakteristiek wordt soms een correctiefactor toegepast. De afgelezen vermoeiingsweerstand wordt met deze factor vermenigvuldigd. Normaliter staat deze factor op 1.

laagdikte

Bij het uitvoeren van een levensduurberekening (alleen voor niet-gefaseerd ontwerp mogelijk) moet een laagdikte worden opgegeven. Bij dimensionering van de verharding (voor gegeven ontwerpperiode) is dit vanzelfsprekend niet nodig. Opgemerkt wordt dat als de levensduur van een constructie met ZOAB wordt bepaald, de dikte van het ZOAB maar voor 75 % moet worden meegeteld (zie [lit.1]: zeer open asfaltbeton). Dit moet door de gebruiker zelf worden gedaan omdat de detaillering van de asfaltverharding in dit stadium van het ontwerp nog niet in beschouwing wordt genomen.

stijfheidsmodulus

Voor de stijfheidsmodulus van asfalt hoeft in module ONTWERPEN geen waarde te worden ingevuld; de waarde wordt berekend uit de opgegeven stijfheidskarakteristiek, de asfalttemperatuur en de belastingsfrequentie.

Poissonverhouding

Voor de Poissonverhouding van asfalt wordt in het algemeen een waarde 0,35 aangehouden.

fundering

Er kunnen maximaal 2 funderingslagen worden ingevoerd. Gekozen kan worden uit een aantal ongebonden en lichtgebonden funderingen (zie [lit.1]: funderingen). Opgemerkt wordt dat de ontwerpberekeningen in alle gevallen worden uitgevoerd op basis van de maximale horizontale rek onder in het asfalt.

Als uit de keuzelijst een materiaal wordt geselecteerd worden automatisch richtwaarden gegeven voor de stijfheidsmodulus, de Poissonverhouding en de laagdikte.

Bij de keuze voor een fundering behoort een minimale laagdikte alsmede een minimale dikte van de bovenliggende asfaltlaag (zie [lit.1]: fundering): hierop wordt het ontwerp bij gebruik van de functie Controleren (zie par. 2.13) getoetst.

ondergrond

Bij het invoeren van de constructie-opbouw moet ook de ondergrond worden opgegeven. Hierbij kan weer gekozen worden uit een lijst. Opgemerkt moet worden dat de ondergrond voor een wegconstructie in praktijk uit meerdere elementen kan bestaan. Voor primaire wegen kunnen dit bijvoorbeeld zijn een zandbed, een ophoging en een aanvulling (veelal bestaande uit zand), een verbeterde ondergrond en een natuurlijke ondergrond (zie [lit.1]: onderbouw, natuurlijke ondergrond). Voor lagere orde-wegen is vaak slechts sprake van een dun zandbed op de natuurlijke ondergrond.

Er kunnen in CARE slechts twee ondergrondlagen worden opgegeven. Wat hiervoor moet worden aangehouden hangt af van wat zich binnen de invloedssfeer van de verharding bevindt. In de praktijk strekt deze invloedssfeer zich uit tot een diepte van 1 à 2 m.

Opgemerkt wordt dat keuze van een laagdikte voor de onderste ondergrondlaag niet relevant is. De ondergrond wordt in de berekeningen verondersteld zich oneindig diep en ver uit te strekken ("halfruimte") (zie [lit.1]: lineair elastisch meerlagensysteem).

stijfheidsmodulus

Als uit de keuzelijst een materiaal wordt geselecteerd worden automatisch richtwaarden gekozen voor de stijfheidsmodulus en Poissonverhouding.

bezwijkarakteristiek

In de bezwijkarakteristiek wordt conform de SPDM [lit.3] het maximaal toelaatbare aantal lastherhalingen weergegeven als functie van van de optredende ondergrondstuik. De karakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. De vorm van het polynoom is:

$$\ln(N_{ond}) = C_4 + C_5 \ln(\epsilon_{ond}) \quad (2.9)$$

waarin

N_{ond}	=	toelaatbaar aantal lastherhalingen (lastherhalingen)
ϵ_{ond}	=	stuik in ondergrond ($\mu\text{m}/\text{m}$)
C_4 en C_5	=	regressieconstanten

shiftfactor bezwijkarakteristiek ondergrond

Op de bezwijkarakteristiek wordt soms een correctiefactor toegepast. De afgelezen bezwijksterkte wordt met deze factor vermenigvuldigd. Normaliter staat deze factor op 1.

Als de gegevens per laag zijn ingevoerd kan via de drukknop Ok teruggekeerd worden naar het scherm Modelleren constructie. In dit scherm kan vervolgens, bij gefaseerd ontwerp, de dikte van de versterkingslaag worden opgegeven, waarna met behulp van de drukknop Controleren het ontwerp kan worden getoetst.

splitsen constructielaag

De geselecteerde constructielaag wordt gesplitst in twee afzonderlijke constructielagen via de drukknop Splitsen. De eventueel aangegeven dikte van de geselecteerde laag wordt verdeeld over beide lagen.

verwijderen constructielaag

Na het selecteren van een constructielaag en vervolgens selecteren van de drukknop Verwijderen wordt de geselecteerde constructielaag verwijderd uit de gemodelleerde constructie.

dikte versterkingslaag

Bij het uitvoeren van laagdikteberekeningen voor een gefaseerd ontwerp op basis van het asfaltrek criterium moet een aanvullend gegeven worden ingevoerd, te weten de dikte van de versterkingslaag. Dit is de dikte waarmee de constructie na fase 1 zal worden versterkt. Dit moet apart worden opgegeven omdat de berekening anders te veel vrijheidsgraden kent: in theorie zijn er oneindig veel combinaties van aanleg- en versterkingslaagdikte mogelijk om een gegeven totale levensduur (ontwerpperiode fase 1 + ontwerpperiode fase 2) te realiseren.

In de praktijk wordt het verschil in asfaltdikte tussen beide fasen bepaald door de gewenste asfalt-opbouw voor beide fasen (bij een gefaseerd ontwerp is het dan ook aan te bevelen eerst de detaillering te kiezen, waarbij de dikte van de onderlagen echter nog wordt opengelaten, zie par.2.13).

Ook bij laagdikteberekeningen op basis van het ondergrondstuikcriterium wordt uitgegaan van deze praktisch bepaalde dikte van de versterkingslaag. Op basis hiervan bepaalt het programma per fase welke aanlegdikte noodzakelijk is om het ondergrondstuikcriterium niet te overschrijden. Daarbij zal de eerste fase nagenoeg altijd maatgevend zijn.

controleren

De opbouw van de verharding kan (bij een gefaseerd ontwerp voor beide fasen) vanuit het Constructiescherm met de drukknop *Controleren* worden gecontroleerd. Hierbij wordt onder meer nagegaan of de dikte van de fundering ligt tussen de minimale en maximale dikte en of zij overeenkomt met de eventuele adviesdikte, een en ander afhankelijk van het type fundering en de ondergrondcondities.

Tevens wordt nagegaan of de fasering en de keuze van de fundering overeenstemt met het opgegeven zettingsgedrag (zie par.2.7), of bij lage ondergrondstijfheid een fundering is toegepast en of er voldoende asfaltdekking aanwezig is, rekening houdend met het type fundering en de verkeersklasse.

einde

Met behulp van de drukknop *Einde* kan vervolgens worden teruggekeerd naar het hoofdscherm van de module ONTWERPEN.

2.10 Berekenen laagdikte op basis asfaltrekriterium

Als de randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens zijn ingevoerd, is via de drukknop *Laagdikte* (zie Fig. 2.1) de benodigde asfaltdikte te berekenen op basis van het asfaltrekriterium (zie Fig. 2.10).

Bij een niet-gefaseerd ontwerp wordt de laagdikte voor de gehele ontwerpperiode berekend. Bij een gefaseerd ontwerp wordt de aanlegdikte bepaald, rekening houdend met het effect van de (opgegeven) versterkingsdikte in de tweede fase.

Resultaten van de laagdikte berekening	
Eerste fase:	
Aanlegdikte [m]	: 0.231
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa]	: 7981
Asfaltrek [mikron/m]	: 67.0
Tweede fase:	
Versterkingsdikte [m]	: 0.040
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa]	: 7985
Asfaltrek [mikron/m]	: 54.0
Betrouwbaarheid [%]	: 85
Betrouwbaarheidsfactor [-]	: 3.3
Toelaatbaar Minergetal [-]	: 0.60
Extra dikte vanwege Randbelasting [m]	: 0.000
Totale aanlegdikte [m]	: 0.231
OK Annuleren	

Fig. 2.10 Resultaat laagdikteberekening (gefaseerd ontwerp)

Door vervolgens *OK* te selecteren wordt de laagdikte overgenomen en wordt teruggekeerd naar het hoofdscherm van de module ONTWERPEN.

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens zijn ingevoerd (waaronder de ontwerp-periode(n); een laagdikte is echter niet nodig), kan een laagdikteberekening worden uitgevoerd. De berekening voor het asfaltrekriterium verloopt conform de handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen (zie [lit.1]: dimensionering), zij het dat funderingen nu in de berekening van de asfaltrek worden meegenomen. De laagdikte wordt iteratief bepaald. Hierbij wordt steeds de maximale horizontale rek onder in de verharding berekend, waarna uit de vermoeiingskarakteristiek van het asfalt (zie par.2.9) de "laboratorium" levensduur van de verharding wordt bepaald. Deze wordt vermenigvuldigd met de factoren voor healing (zie par.2.7) en versporing.

versporingsfactor

De versporingsfactor wordt berekend (zie [lit.1]: versporing) op basis van de stijfheidsmodulus van de verharding en de ondergrond, de laagdikte van de verharding en de spreidingsbreedte van het verkeer (zie par.2.7). Deze berekening kan echter slechts worden uitgevoerd voor zuiver bitumineuze verhardingen.

Voor verhardingen met een fundering wordt daarom op basis van de berekende ontwerprek eerst een fictieve laagdikte voor het asfalt van een zuiver bitumineuze verharding berekend, zodanig dat dezelfde ontwerprek wordt gevonden. Hierbij wordt de volgende formule gebruikt:

$$h_{fict} = 1049 \cdot \epsilon_{asfalt}^{-.6816} \cdot E_{asfalt}^{-.5224} \cdot E_{ond}^{-.1592} \quad (2.10)$$

waarin

h_{fict}	=	fictieve laagdikte asfalt voor berekenen versporingsfactor (m)
ϵ_{asfalt}	=	asfaltrek ($\mu m/m$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
E_{ond}	=	stijfheidsmodulus ondergrond (MPa)

Deze benaderingsformule is verkregen door regressie op de resultaten van een groot aantal lineair elastische meerlagenberekeningen voor zuiver bitumineuze constructies.

Minerberekening

Bij een ongefaseerd ontwerp wordt de laagdikte iteratief aangepast tot is voldaan aan de volgende vergelijking:

$$\frac{n_{eq, fase 1}}{N_{eq, fase 1}} = \frac{M_t}{F_r} \quad (2.11)$$

waarin

$n_{eq, fase 1}$	=	verkeersbelasting (st.asl.)
$N_{eq, fase 1}$	=	sterkte verharding (st.asl.)
M_t	=	toelaatbaar gemiddeld Minergetal (-)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

Bij een gefaseerd ontwerp wordt de laagdikte voor fase 1 iteratief aangepast tot is voldaan aan:

$$\frac{n_{eq, fase 1}}{N_{eq, fase 1}} + \frac{n_{eq, fase 2}}{N_{eq, fase 2}} = \frac{M_t}{F_r} \quad (2.12)$$

waarin

$n_{eq, fase1}$	=	verkeersbelasting in fase 1 (st.asl.)
$n_{eq, fase2}$	=	verkeersbelasting in fase 2 (st.asl.)
$N_{eq, fase1}$	=	sterkte verharding in fase 1 (st.asl.)
$N_{eq, fase2}$	=	sterkte verharding in fase 2 (st.asl.)
M_t	=	toelaatbaar gemiddeld Minergetal (-)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

Voor fase 2 wordt bij elke iteratie de dikte voor fase 1 + de opgegeven dikte van de versterkingslaag aangehouden. De laagdikteberekening wordt afgebroken als laagdikten (bij gefaseerde aanleg: voor fase 1) kleiner dan de ingestelde ondergrens of groter dan de in module SYSTEEM ingestelde bovengrens worden gevonden.

Als berekeningsresultaten worden naast de berekende ontwerpdikte tevens de ontwerprek gegeven alsmede de in de berekening gebruikte stijfheidsmodulus van het asfalt. De berekende asfaltdikte wordt eventueel gecorrigeerd voor de mate van randbelasting (zie par.2.7). Tevens worden het toelaatbaar gemiddeld Minergetal en de betrouwbaarheidsfactor weergegeven.

Toelaatbaar gemiddeld Minergetal

De gebruikte uitdrukking voor het toelaatbaar gemiddeld Minergetal is:

$$M_t = \frac{1}{E_m 10^{\xi_d \sigma_{p, tot}}} \quad (2.13)$$

waarin

M_t	=	toelaatbaar gemiddeld Minergetal; toelaatbare verhouding tussen gemiddelde belasting en gemiddelde sterkte (-)
E_m	=	modelfout (-)
ξ_d	=	instelfactor toelaatbare schade (zie Tabel 2.I) (-)
$\sigma_{p, tot}$	=	"projectspreiding" $\log(M)$ (spreiding logaritme Minergetal binnen wegvak, zie bijlage B) (-)

Betrouwbaarheidsfactor

De gebruikte uitdrukking voor de betrouwbaarheidsfactor is:

$$F_r = 10^{\xi_r U_{tot}} \quad (2.14)$$

waarin

F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)
ξ_r	=	instelfactor betrouwbaarheid gedragsskromme (Tabel 2.II) (-)
U_{tot}	=	"onzekerheid" $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)

structurele schade (%)	ξ_d (-)	betrouwbaarheid (%)	ξ_r (-)
5	1.64	50	0.00
10	1.28	60	0.25
15	1.03	70	0.52
20	0.84	75	0.67
25	0.67	80	0.84
30	0.52	85	1.03
40	0.25	90	1.28
50	0.00	95	1.64

Tabel 2.II Instelfactoren toelaatbare schade en betrouwbaarheid gedragsskromme

Met de instelfactoren ξ_d en ξ_r in formule 2.13) en (2.14) worden de toelaatbare schade en de gedragsskromme ingesteld (zie par.2.7). De waarden van de instelfactoren afhankelijk van de toelaatbare schade resp. de gedragsskromme zijn opgenomen in Tabel 2.II

gebruikte waarden projectspreidingen en onzekerheden (zie bijlage B)

De projectspreiding en de onzekerheid in formules (2.13) en (2.14) zijn weer samengesteld uit een projectspreiding en onzekerheid in sterkte van de verharding en een projectspreiding en onzekerheid in de verkeersbelasting volgens

$$\sigma_{p,tot}^2 = 0.92^2 C_{asf}^2 \sigma_p^2 \{\log(\varepsilon_{asf})\} + \sigma_p^2 \{\log(N_{asf})\} + \sigma_p^2 \{\log(n)\} \quad (2.15)$$

en

$$U_{tot}^2 = 0.92^2 C_{asf}^2 U^2 \{\log(\varepsilon_{asf})\} + U^2 \{\log(N_{f,asf})\} + U^2 \{\log(n)\} \quad (2.16)$$

waarin

- $\sigma_{p,tot}$ = projectspreiding $\log(M)$ (spreiding logaritme Minergetal binnen wegvak, zie bijlage B) (-)
- U_{tot} = onzekerheid $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)
- C_{asf} = hellingshoek van de vermoeiingskarakteristiek van asfalt
- ε_{asf} = asfaltrek ($\mu m/m$)
- N_{asf} = vermoeiingssterkte asfaltbeton bij gegeven asfaltrek (st.asf.)
- n = verkeersbelasting (st.asf.)

projectspreiding rek $\sigma_p\{\log(\epsilon_{\text{asf}})\}$	projectspreiding sterkte $\sigma_p\{\log(N_{\text{asf}})\}$	onzekerheid gemiddelde rek $U\{\log(\epsilon_{\text{asf}})\}$	onzekerheid gemiddelde sterkte $U\{\log(N_{\text{asf}})\}$	onzekerheid gemiddelde belasting $U\{\log(n)\}$
$\log(1.11)$	$\log(2.00)$	$\log(1.16)$	$\log(2.00)$	zie Tabel 2.1

Tabel 2.III Projectspreiding en onzekerheid sterkte en belasting (nieuwbouwontwerp)

De projectspreiding en onzekerheid in de rek in de verharding zijn (voor een representatieve constructie) bepaald op grond van probabilistische berekeningen. In Tabel 2.III is aangegeven welke waarden binnen module ONTWERPEN worden gebruikt. In de spreiding in vermoeiingssterkte is tevens de spreiding in healing en versporingseffect verdisconteerd. De projectspreiding in de verkeersbelasting wordt op 0 gesteld. De onzekerheid in de verkeersbelasting is afhankelijk van de herkomst van de verkeersgegevens (zie par.2.8).

2.11 Berekenen laagdikte op basis van ondergrondstuikcriterium

Als de randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens zijn ingevoerd, is via de drukknop *Laagdikte* (zie Fig. 2.1) de benodigde asfaltdikte te berekenen op basis van het ondergrondstuikcriterium (zie Fig. 2.11). Bij een niet-gefaseerd ontwerp wordt de laagdikte voor de gehele ontwerpperiode berekend. Bij een gefaseerd ontwerp wordt de aanlegdikte bepaald, rekening houdend met het effect van de (opgegeven) versterkingsdikte in de tweede fase.

Resultaten van de laagdikte berekening

Eerste fase:

Aanlegdikte [m] : 0.115
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa] : 7879
Ondergrondstuik [mikron/m] : 423.2

Tweede fase:

Versterkingsdikte [m] : 0.040
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa] : 7935
Ondergrondstuik [mikron/m] : 310.5

Betrouwbaarheid [%] : 85
Betrouwbaarheidsfactor [-] : 3.3

Extra dikte vanwege
Randbelasting [m] : 0.000
Totale aanlegdikte [m] : 0.115

OK Annuleren

Fig. 2.11 Resultaat laagdikteberekening (gefaseerd ontwerp)

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens zijn ingevoerd (waaronder de ontwerpperiode(n); een laagdikte is echter niet nodig), kan een laagdikteberekening worden uitgevoerd. De berekening voor het ondergrondstuikcriterium verloopt min of meer overeenkomstig de berekening voor het asfaltrekriterium. Ook hier wordt de laagdikte iteratief bepaald. Hierbij wordt steeds de maximale verticale stuik in de (bovenste) ondergrondlaag berekend, waarna uit de bezwijkarakteristiek voor de ondergrond (zie par 2.9) de levensduur van de verharding wordt bepaald. Deze wordt vermenigvuldigd met een factor voor versporing.

versporingsfactor

De versporingsfactor wordt berekend (zie [lit.1]: versporing) op basis van de stijfheidsmodulus van de verharding en de ondergrond, de laagdikte van de verharding en de spreidingsbreedte van het verkeer (zie par.2.8). Deze berekening kan echter slechts worden uitgevoerd voor zuiver bitumineuze verhardingen.

Voor verhardingen met een fundering wordt daarom op basis van de berekende ontwerpstuik eerst een fictieve laagdikte voor het asfalt van een zuiver bitumineuze verharding berekend, zodanig dat dezelfde ontwerpoudergrondstuik wordt gevonden. Hierbij wordt de volgende formule gebruikt:

$$h_{\text{fict}} = 1642 \cdot \epsilon_{\text{ond}}^{-0.6966} \cdot E_{\text{asfalt}}^{-0.4138} \cdot E_{\text{ond}}^{-0.2828} \quad (2.17)$$

waarin

h_{fict}	=	fictieve laagdikte asfalt voor berekenen versporingsfactor (m)
ϵ_{ond}	=	oudergrondstuik ($\mu\text{m}/\text{m}$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
E_{ond}	=	stijfheidsmodulus oudergrond (MPa)

Deze benaderingsformule is verkregen door regressie op de resultaten van een groot aantal lineair elastische meerlagenberekeningen voor zuiver bitumineuze constructies.

Minerberekening

Bij een ongefaseerd ontwerp wordt de laagdikte iteratief aangepast tot is voldaan aan de volgende vergelijking:

$$\frac{n_{\text{eq, fase 1}}}{N_{\text{eq, fase 1}}} = \frac{1}{F_r} \quad (2.18)$$

waarin

$n_{\text{eq, fase 1}}$	=	verkeersbelasting (st.asl.)
$N_{\text{eq, fase 1}}$	=	sterkte verharding (st.asl.)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

Bij een gefaseerd ontwerp wordt de dikte voor fase 1 iteratief aangepast tot is voldaan aan:

$$\frac{n_{\text{eq, fase 1}}}{N_{\text{eq, fase 1}}} = \frac{1}{F_r} \quad (2.19)$$

en

$$\frac{n_{\text{eq, fase 2}}}{N_{\text{eq, fase 2}}} = \frac{1}{F_r} \quad (2.20)$$

waarin

$n_{\text{eq, fase 1}}$	=	verkeersbelasting in fase 1 (st.asl.)
$n_{\text{eq, fase 2}}$	=	verkeersbelasting in fase 2 (st.asl.)
$N_{\text{eq, fase 1}}$	=	sterkte verharding in fase 1 (st.asl.)
$N_{\text{eq, fase 2}}$	=	sterkte verharding in fase 2 (st.asl.)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

Voor fase 2 wordt bij elke iteratie de dikte voor fase 1 + de opgegeven dikte van de versterkingslaag aangehouden. De laagdikteberekening wordt afgebroken als laagdikten (bij gefaseerde aanleg: voor fase 1) kleiner dan de ingestelde ondergrens of groter dan de ingestelde bovengrens worden gevonden.

Als berekeningsresultaten worden naast de berekende ontwerpdikte tevens de ontwerpondergrondstuik gegeven alsmede de in de berekening gebruikte stijfheidsmodulus van het asfalt. De berekende asfaltdikte wordt eventueel gecorrigeerd voor de mate van randbelasting (zie par.2.7). Tevens worden het toelaatbaar gemiddeld Minergetal en de betrouwbaarheidsfactor weergegeven.

betrouwbaarheidsfactor

De gebruikte uitdrukking voor de betrouwbaarheidsfactor is:

$$F_r = 10^{\xi_r U_{\text{tot}}} \quad (2.21)$$

waarin

F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)
ξ_r	=	instelfactor betrouwbaarheid gedragsskromme (zie Tabel 2.II) (-)
U_{tot}	=	"onzekerheid" $\overline{\log(M)}$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)

Met de instelfactor ξ_r in formule (2.14) wordt de betrouwbaarheid ingesteld (zie par.2.7). De waarden van de instelfactoren afhankelijk van de betrouwbaarheid zijn opgenomen in Tabel 2.II.

gebruikte waarden onzekerheden

De onzekerheid in formule (2.14) is weer samengesteld uit een onzekerheid in sterkte van de verharding en een onzekerheid in de verkeersbelasting volgens

$$U_{\text{tot}}^2 = 0.92^2 C_{\text{ond}}^2 U^2 \{\overline{\log(\varepsilon_{\text{ond}})}\} + U^2 \{\overline{\log(N_{\text{ond}})}\} + U^2 \{\overline{\log(n)}\} \quad (2.22)$$

waarin

U_{tot}	=	onzekerheid $\overline{\log(M)}$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)
C_{ond}	=	hellingshoek van de bezwijkarakteristiek van de ondergrond
ε_{ond}	=	ondergrondstuik ($\mu\text{m}/\text{m}$)
N_{ond}	=	bezwijksterkte ondergrond bij gegeven ondergrondstuik (st.asl.)
n	=	verkeersbelasting (st.asl.)

De onzekerheid in de ondergrondstuik van de verharding is (voor een representatieve constructie) bepaald op grond van probabilistische berekeningen.

In Tabel 2.IV is aangegeven welke waarden binnen module ONTWERPEN worden gebruikt. De onzekerheid in de verkeersbelasting is afhankelijk van de herkomst van de verkeersgegevens (zie par.2.8).

onzekerheid gemiddelde stuik $U\{\log(\varepsilon_{\text{ond}})\}$	onzekerheid gemiddelde sterkte $U\{\log(N_{\text{ond}})\}$	onzekerheid gemiddelde belasting $U\{\log(n)\}$
$\log(1.12)$	$\log(2.51)$	zie Tabel 2.1

Tabel 2.IV Onzekerheid sterkte en belasting (nieuwbouwontwerp)

2.12 Berekenen levensduur

Na invoering van randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens kan via de drukknop *Levensduur* (zie Fig. 2.1) de verwachte levensduur van de constructie worden bepaald (zie Fig. 2.12 en Fig. 2.13).

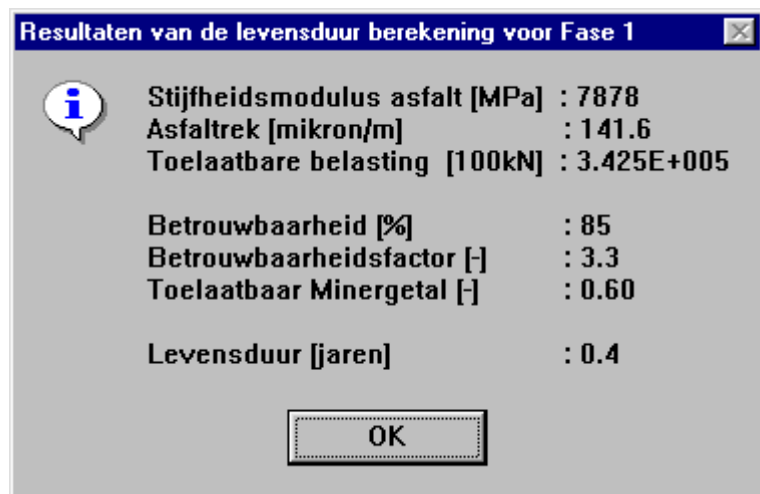


Fig. 2.12 Resultaat berekening levensduur op basis asfaltrek criterium

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens zijn ingevoerd (waaronder de laagdikte van het asfalt; een ontwerpperiode is echter niet nodig), kan een levensduurberekening worden uitgevoerd op basis van het in het Randvoorwaardenscherm (zie par.2.7) ingestelde ontwerpcriterium. Dit is alleen mogelijk voor een niet-gefaseerd ontwerp of voor fase 1 van een gefaseerd ontwerp.

De berekening verloopt analoog aan de laagdikteberekening voor een niet-gefaseerd ontwerp (zie par.2.10 resp. par.2.11), zij het dat uit formule (2.11) resp. formule (2.18) nu de toelaatbare verkeersbelasting wordt bepaald. Deze wordt vervolgens omgerekend naar de levensduur in jaren.

Hierbij wordt rekening gehouden met de jaarlijkse groei van het zware verkeer (zie par.2.8). Als is opgegeven dat er sprake is van randbelasting (zie par.2.7), wordt de ingevoerde verhardingsdikte vooraf met 0.01 à 0.02 m verminderd. Als de levensduur van de eerste fase van een gefaseerd ontwerp wordt berekend, worden alleen de verkeersgegevens van de eerste fase gebruikt.

Als berekeningsresultaten worden naast de berekende levensduur in jaren tevens de ontwerpreek resp. ontwerpstuik bij de opgegeven dikte gegeven alsmede de totale verkeersbelasting, het toelaatbaar gemiddeld Minergetal en de betrouwbaarheidsfactor.

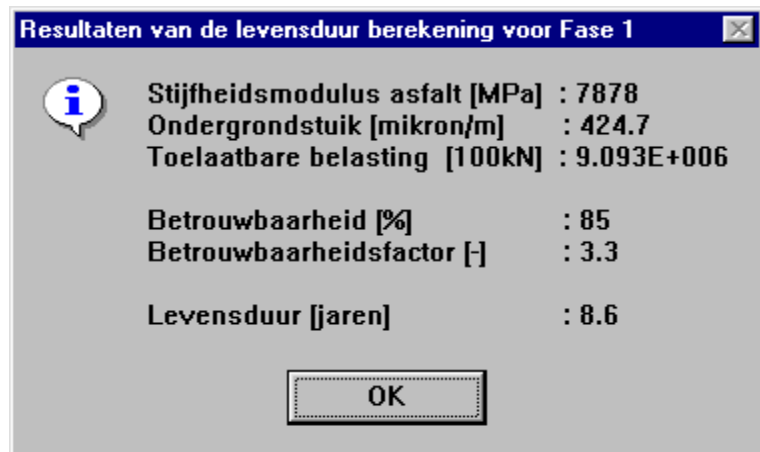


Fig. 2.13 Resultaat berekening levensduur op basis ondergrondstuikcriterium

2.13 Detailleren asfaltlaag

Als de dikte van de asfaltlaag is ingevoerd of berekend, kan deze laag worden gedetailleerd via de drukknop *Detailleren* (zie Fig. 2.1). Bij een gefaseerd ontwerp moet dit voor beide levensfasen gebeuren. Aansluitend verschijnt het venster Detaillering (t.b.v. Ontwerpen) (zie Fig. 2.14), van waaruit de gegevens per sublaag kunnen worden ingevoerd. De asfaltlaag wordt opgebouwd uit meerdere sublagen: onderlaag, tussenlaag, deklaag en conserveerlaag (zie ook [lit.1]). De sublagen kunnen door de gebruiker worden ingevoerd. Het is ook mogelijk een keuze te maken uit een aantal standaardconstructies via de drukknop *Selecteren* (zie Fig. 2.15). Daarnaast is het mogelijk de detaillering te toetsen op diverse "constraints" (zie Fig. 2.16), via de knop *Controleren* (zie Fig. 2.14).

selecteren

Bij het detailleren kan gebruik worden gemaakt van een keuzelijst. Een keuzemogelijkheid bestaat uit een combinatie van materialen voor deklaag, tussenlaag en onderlaag. De geboden keuzen zijn gefilterd op basis van de verkeersklasse. Als gekozen is voor een gefaseerd ontwerp omvat een keuzemogelijkheid ook de opbouw van de versterkingslaag die na het eind van fase 1 zal worden aangebracht (bij toepassing van zeer open asfaltbetonbeton in fase 1 wordt er hierbij van uitgegaan dat deze laag voor fase 2 wordt verwijderd). De geboden keuzemogelijkheden zijn afhankelijk van de verkeersklasse (zie par.2.8).

invoegen/wijzigen/verwijderen/splitsen

Afmaken van een geselecteerde asfalt-opbouw of zelf kiezen van een laagopbouw kan gebeuren door lagen in te voegen, te wijzigen, te splitsen of te verwijderen.

Bij het maken van een keuze uit de keuzelijst worden automatisch de voorkeurswaarden voor de laagdikten van deklaag en tussenlaag verkregen (eventueel zijn deze laagdikten te wijzigen). Deze worden in mindering gebracht op de totale dikte aan asfalt. De onderlaag moet nu zodanig worden opgebouwd dat het tekort wordt weggewerkt.

Doorgaans zal hiervoor een aantal sublagen asfalt voor toepassing in onderlaag nodig zijn, omdat de dikte per sublaag aan bepaalde grenzen is gebonden afhankelijk van het gekozen materiaal (zie [lit.1]: toepassing van asfaltmengsels).

Detaillering (t.b.v. Ontwerpen)

Eerste fase				Tweede fase			
0.050m	(0.040m)	[D] ZOAB	0/16	0.050m	(0.040m)	[D] ZOAB	0/16
0.060m	(0.060m)	[T] STAB	0/22	0.040m	(0.040m)	[T] STAB	0/16
0.060m	(0.060m)	[O] STAB	0/22	0.060m	(0.060m)	[T] STAB	0/22
0.070m	(0.070m)	[O] STAB	0/22	0.060m	(0.060m)	[O] STAB	0/22
0.250m Menggranulaat Zand				0.070m (0.070m) [O] STAB 0/22			
0.250m Menggranulaat Zand				0.250m Menggranulaat Zand			

Tekort [m]: 0.001

☐ Fase 1
☒ Fase 2

Fig. 2.14 Detailleren asfaltconstructie (voorbeeld gefaseerd ontwerp)

Selecteer Standaard Asfaltopbouw

Directory:

stab-gab -(zoab) & stab-ZOAB
 stab-stab-(zoab) & stab-ZOAB
 gab -oab -dab & ZOAB
 stab-oab -dab & ZOAB
 gab -oab -dab & DAB
 stab-oab -dab & DAB
 gab -oab -dab & SMA
 stab-oab -dab & SMA
 stab-stab-eab & ZOAB

Fig. 2.15 Selecteren standaard opbouw asfaltconstructie

Resultaten Controleren Opbouw Detaillering

Tekstbestand Help

OPM: Steenslagasfaltbeton wordt volgens de Handleiding
Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen bij voorkeur
toegepast in verkeersklassen 4 en 5.
GLOBDET.RLS melding 2100

OPM: De opbouw van uw constructie is conform de
Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen.

Fig. 2.16 Controleren detaillering asfaltconstructie

De gebruiker kan ook zelf een laagopbouw kiezen. Bij elke laag moet een toepassing worden gegeven. Hierna kan een keuze worden gemaakt uit een aantal materialen; de keuzemogelijkheden zijn afhankelijk van de opgegeven toepassing en de verkeersklasse (zie par.2.8). Keuze van een materiaal levert automatisch een voorkeursdikte. Het programma laat geen willekeurige stapeling van lagen toe maar plaatst de lagen afhankelijk van de opgegeven toepassing. De dikte van elke aangebrachte laag wordt in mindering gebracht op de totale dikte aan asfalt, waarbij het restant steeds als tekort wordt gepresenteerd.

kopiëren

Bij een gefaseerde aanleg zal de opbouw van de verharding wat betreft de onderste lagen overeenkomen. Om deze reden is de mogelijkheid ingebouwd de constructie-opbouw van fase 1 naar fase 2 te kopiëren. Bij gebruik van deze mogelijkheid na het selecteren van een opbouw voor de gefaseerde constructie uit de keuzelijst zal echter het met deze keuzelijst verkregen verschil in opbouw tussen beide fasen weer wegvallen.

Het is daarom het handigst de constructie voor fase 2 te detailleren. De dikte van de versterkingslaag moet gelijk zijn aan de ingevoerde dikte van de versterkingslaag (zie par.2.9). Vervolgens kan men deze opbouw naar fase 1 kopiëren. Hierbij zal in de constructie voor de eerste fase ook de versterkingslaag verschijnen; deze moet worden verwijderd. Als de opbouw in de eerste fase een deklaag van zeer open asfaltbeton omvatte, zal deze zijn verdwenen en moet deze opnieuw worden aangebracht.

controleren

Bij een detaillering kan afhankelijk van het materiaal worden nagegaan (zie [lit.1]: toepassing van asfaltmengsels) of de toepassing bij de geldende verkeersklasse (zie par.2.9) terecht is, of de gekozen laagdikten liggen binnen de voor deze materialen aangehouden minimale en maximale laagdikten en of zij voldoen aan de advieswaarden. Hierbij worden ook de controles op funde-ringskeuze en -dikte uitgevoerd alsmede de controles op asfaltdekking (zie par.2.9).

2.14 Genereren logboek

Via menu-optie *Opties.Genereer logboek* (zie menubalk Fig. 2.1) kan een overzicht worden gemaakt van alle ontwerpgegevens (indien van toepassing voor beide fasen). Dit zijn de algemene en wegvakgegevens, randvoorwaarden (inclusief gebruikte ontwerpcriterium), verkeersgegevens, constructiegegevens (inclusief dimensionering), resultaten controle constructie, detaillering en resultaten controle detaillering. Voor de randvoorwaarden en de verkeersgegevens worden zowel de keuzen van de gebruiker als de RWS-keuzen weergegeven.

Het logboek kan via de menu-opties *Tekstbestand.Bewaren als*, *Tekstbestand.Afdrukken* en *Tekstbestand.Einde* (zie menubalk Fig. 2.17) worden bewaard, op papier worden afgedrukt of afgesloten. Het genereren van het logboek is slechts mogelijk nadat een laagdikteberekening is uitgevoerd en de berekeningsresultaten zijn overgenomen door selectie van de drukknop OK. Als hierna randvoorwaarden, verkeersbelastingsgegevens of constructiegegevens worden gewijzigd, wordt het logboek ontoegankelijk tot opnieuw een laagdikteberekening is uitgevoerd. Dit is noodzakelijk om de consistentie tussen randvoorwaarden, verkeersbelastings- en constructiegegevens enerzijds en de berekende laagdikte anderzijds te waarborgen.

Logboek		
Tekstbestand		Help
Randvoorwaarden	Keuze RWS	Keuze gebruiker
Luchttemperatuur [°C]	14.0	14.
Healing [-]	4.0	4.
Snelheid vrachtv. [km/u]	80	80.
Straal contactvlak [m]	0.105	0.105
Wielafstand [m]	0.315	0.315
Rijstrookbreedte [m]		3.5
Versporing [m]	0.290	0.29
Zettingsverschillen	volgens menu	geen
Gefaseerd	Nee	Ja
Extra dikte randbelast. [m]	0.00/0.01/0.02	0.00
Ontwerpcriterium		Asfaltrek
Betrouwbaarheid asf. [%]	85/75/70	85
Toelaatbare schade [%]	15	15
Verkeersgegevens - Fase 1	Keuze RWS	Keuze gebruiker
Vrachtwagens per werkdag		1000
Aantal werkdagen per jaar	270	270
Jaarlijkse groei [%]	3.5	3.50
Urw. schade factor [100kN]	0.9 - 2.3	2.00

Fig. 2.17 Logboek

2.15 Ontwerpbestand afdrukken

Door selectie van de menu-optie *Bestand.Afdrukken* (zie Fig. 2.1) kunnen de gegevens van een ontwerp, inclusief bijbehorende algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens worden afgedrukt op papier. Hierbij wordt tevens aangegeven of de randvoorwaarden, verkeersbelastings- en constructiegegevens enerzijds en de berekende laagdikte anderzijds met elkaar in overeenstemming zijn.

2.16 Ontwerpbestand bewaren

Een ontwerpbestand, bestaande uit algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens, kan worden bewaard door selecteren van menu-optie *Bestand.Bewaar* (zie menubalk Fig. 2.1). Als het een reeds bestaand bestand betreft dat opnieuw is ingelezen en eventueel bewerkt, wordt het oorspronkelijke ontwerpbestand overschreven. Hierbij wordt om bevestiging gevraagd. Als het een nieuw bestand betreft waarvan nog geen naam is ingevoerd, verschijnt het scherm behorend bij menu-optie *Bestand.Bewaar als...* (zie Fig. 2.18).

Via de menu-optie *Bestand.Bewaar als...* (zie menubalk Fig. 2.1) verschijnt het scherm volgens Fig. 2.18. Vanuit dit scherm kan een ontwerpbestand worden opgeslagen onder een nieuwe naam. De naam van eventuele reeds aanwezige ontwerpbestanden is op het scherm zichtbaar. Het is mogelijk vanuit dit scherm een bestaand ontwerpbestand te overschrijven door dezelfde naam te gebruiken; ook hierbij wordt om bevestiging gevraagd.

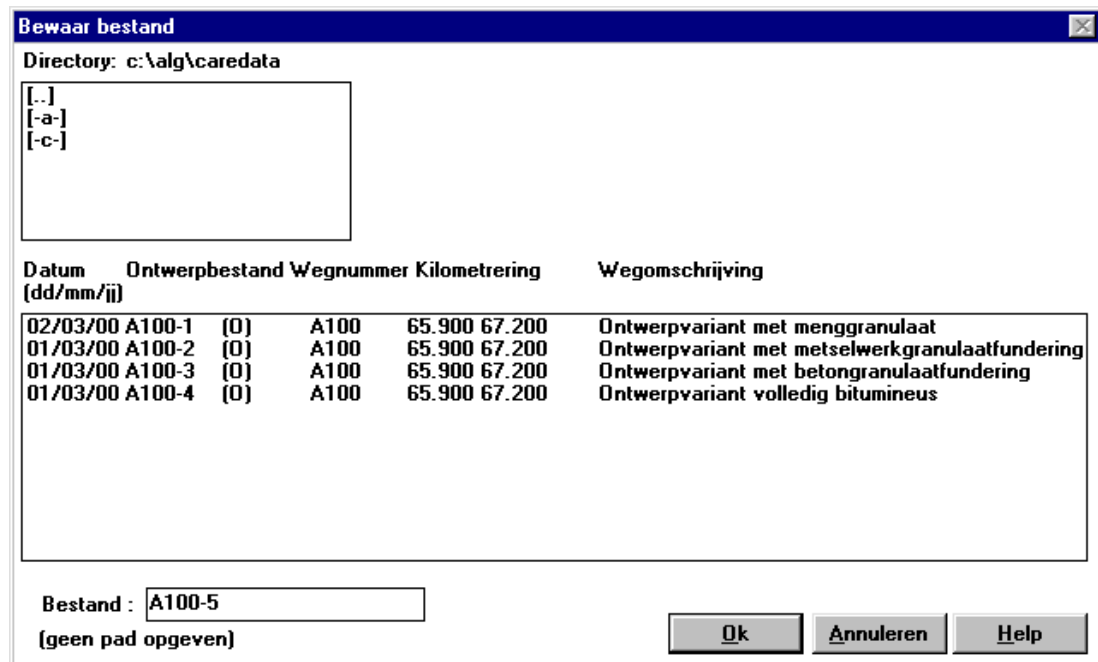


Fig. 2.18 Bewaren ontwerpbestand onder nieuwe naam of datadirectory

De in dit scherm aangegeven datadirectory is bij opstarten gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde default datadirectory (zie bijlage 0). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct geselecteerd worden. Door [..] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende directory's zichtbaar worden.

2.17 Afsluiten module ONTWERPEN

De module ONTWERPEN kan worden afgesloten door menu-optie Bestand.Einde (zie menubalk Fig. 2.1) te selecteren. Als nog gewijzigde gegevens aanwezig zijn, wordt hiervan melding gemaakt.

3 Module METINGEN

Met de module METINGEN kunnen bestanden met valgewichtdeflectiemeetgegevens (VGD - gegevens) worden verwerkt. CARE ondersteunt twee soorten Dynatestbestanden [lit.8]:

- het met het Dynatest Field Program versie F10 - of F20 aangemaakte metrische bestand, dat een vaste regellengte van 32 karakters heeft; dit bestand wordt verder aangeduid als het R32 - bestand
- het met het Dynatest Field Program versie F25 aangemaakte INTENDED Format - bestand, in SI - eenheden en met numerieke meetpuntaanduidingen; dit bestand wordt verder aangeduid als het 25SIN - bestand

Als een gebruiker anders ingerichte bestanden wil verwerken, dan zal hij deze buiten CARE eerst moeten omzetten in een Dynatest bestand.

Een ingelezen Dynatestbestand wordt vervolgens geconverteerd naar het CARE - meetbestandsformaat. Dit bestand kan vervolgens worden bewerkt en opgeslagen (het oorspronkelijke Dynatestbestand wordt dus uitsluitend gelezen). In volgende sessies kan dit CARE meetbestand weer worden ingelezen en eventueel opnieuw worden bewerkt.

Onder bewerken van het bestand wordt verstaan het ongeldig of weer geldig verklaren van meetpunten en/of opnemers, het corrigeren van de straal van de voetplaat, het corrigeren van zowel de meetpuntgegevens als de in een meetpunt gemeten deflecties, het wijzigen van de normeerbelasting, het aanbrengen van een subvakindeling en het toevoegen van temperatuur- en laagdiktegegevens. Per subvak kunnen de statistische kentallen worden bepaald. Tevens kunnen van een subvak de oppervlaktemoduli en de deflecties grafisch worden weergegeven en kan het karakteristieke deflectieprofiel worden berekend.

METINGEN

Meetbestand Wijzigen Weergeven Bereken Help

Subvakken:
1: 65.9 - 67.2 (ts/rs)

Vergelijk vakken
Combineer vakken
Vergelijk sporen
Afsplitsen

Meetbestand: c:\alg\vgd\caretest\A99.cfw
Wegomschrijving: Autosnelweg A99 - Deel A - B
Meetvoertuig: 8002-103 Wegdeel: 65.900 67.200
Gemeten (dd/mm/jj): 24/06/92 Gewijzigd (dd/mm/jj): 20/03/96
Valhoogtes: 2 Straal voetplaat [mm]: 150
Sporen: ts,rs
Verschilde deflectie: IDK(1-2) Normeerbelasting [kN]: 50.00

Meetpunt	Spoor	d000	d030	d060	d090	d120	d150	d180	IDK(1-2)	Asfalt Dikte
65.900	1	RS	244.3	186.7	129.7	91.9	78.6	60.5	54.9	57.7
66.000	1	RS	303.9	255.7	192.4	136.5	95.6	67.4	51.9	48.2
66.050	1	TS	252.1	207.3	156.2	117.4	91.7	74.0	62.5	44.8
66.100	1	RS	241.5	201.5	150.3	111.8	87.7	71.8	61.6	40.0
66.200	1	RS	262.8	214.1	153.7	113.3	87.9	70.9	64.4	48.7
66.300	1	RS	274.6	222.1	165.9	119.6	91.3	75.9	64.7	52.5
66.400	1	RS	298.9	240.3	168.8	117.2	88.6	73.0	62.3	58.6
66.500	1	RS	266.7	218.6	159.8	115.1	94.6	75.8	64.0	48.2
66.600	1	RS	292.8	236.3	172.6	126.4	99.0	80.0	67.2	56.5
66.700	1	RS	283.6	221.7	161.1	112.1	87.2	69.5	60.9	61.8
66.800	1	RS	280.0	223.3	158.9	111.0	81.1	66.8	59.7	56.7

☐ Toon hele bestand

Fig. 3.1 Venster module METINGEN

Valgewichtdeflectiemetingen worden gebruikt om, in combinatie met metingen van de asfalttemperatuur, laagdiktegegevens, materiaalgegevens en gegevens uit visuele inspectie, de draagkracht van een asfaltverharding te beoordelen. De valgewichtdeflectiometer is een toestel waarmee een klap op het wegdek wordt gegeven. Een gewicht valt met tussenkomst van een aantal rubber buffers op een op het wegdek geplaatste voetplaat. De hierdoor uitgeoefende belasting is pulsvormig. De duur en de vorm van de puls worden sterk beïnvloed door de eigenschappen van de buffers. Ook de eigenschappen van de verharding hebben echter invloed. Gemiddeld genomen bedraagt de pulsduur van de DWW - valgewichtdeflectiometer ca. 0.025 sec.

De door de belasting veroorzaakte deflecties (doorbuiging) van het wegdek wordt gemeten met behulp van een raai (snelheids)opnemers (geofoons). In feite wordt een deflectieverloop in de tijd gemeten; hieruit wordt de grootste deflectiewaarde geselecteerd. Het is ook mogelijk het deflectieverloop in de tijd op te slaan in het meetbestand. In dat geval dient het bestand eerst bewerkt te worden voordat het wordt ingelezen. Eén opnemer is geplaatst in een gat in het hart van de voetplaat; de overige staan op onderlinge afstanden die veelal een veelvoud van 0.30 m bedragen. Een gebruikelijke positie van de opnemers is op 0 m, 0.30 m, 0.60 m, 0.90 m, 1.20 m, 1.50 m en 1.80 m vanuit het hart van de voetplaat.

Het valgewicht-apparaat wordt ook wel gebruikt ten behoeve van de zogenaamde dynamische plaatbelastingproef op funderingen of de ondergrond. In dat geval worden 3 opnemers op de voetplaat gemonteerd op een afstand van 0,18 m vanuit het hart van de voetplaat. Hierbij wordt een grote voetplaat gebruikt met een straal van 0,225 m.

De op het wegdek uitgeoefende kracht wordt gemeten met behulp van een in de voetplaat gemonteerde drukdoos. Meestal worden per meetlocatie meerdere klappen gegeven, waarvan de eerste klap slechts dient om de meetopstelling de kans te geven zich "in te stellen". De valgewichtdeflectiemeting wordt uitgevoerd tussen beide rijsporen en meestal ook in het rechterrijspoor; incidenteel ook in het linkerrijspoor.

De gegevens van valgewichtdeflectiemetingen worden met behulp van een computer vastgelegd. Er worden gegevens opgeslagen zoals:

- algemene gegevens, zoals:
 - wegnummer
 - rijstrook
 - begin- en eindkilometrerings meetvak
 - aantal opnemers en opnemerposities
- meetpuntgegevens, zoals
 - kilometrerings meetlocatie
 - meetspooraanduiding
 - gemiddelde temperatuur asfalt
 - eventuele gegevens visuele inspectie (in tweecijferige code)
- de meetgegevens, zoals
 - de gemeten kracht
 - de gemeten deflecties

In Nederland worden verschillende merken valgewichtdeflectiometers gebruikt. In deze handleiding wordt er van uit gegaan dat de gegevens zijn ingewonnen met een gekalibreerde valgewichtdeflectiometer. Deze kalibratie en de eisen gesteld aan de meetprocedure worden in detail beschreven door CROW-werkgroep P7 [lit.7].

3.1 Starten module METINGEN

De module METINGEN kan op twee manieren worden opgestart. Voor onderhoud aan meetbestanden kan via de drukknop *Metingen* op het CARE hoofdscherm de module METINGEN worden geselecteerd. Wanneer de gegevens worden gebruikt ter voorbereiding op een herontwerp moet de module METINGEN worden gestart met de drukknop *Metingen* op het hoofdvenster van de module EVALUEREN (zie par. 4.1).

Het venster van de module METINGEN (zie Fig. 3.1) bestaat uit een aantal onderdelen. De lijst met subvakken, een aantal functionele drukknoppen, de algemene bestandsgegevens, de in het geselecteerde subvak aanwezige meetpunten en informatie over de getoonde meetgegevens. De subvakken in de lijst zijn aangemaakt door afsplitsen.

Per meetpunt worden de meetpuntaanduiding, het subvaknummer, het meetspoor, de gemiddelde genormeerde deflecties, de verschildeflectie en de laagdikte weergegeven. Deze deflecties zijn gemiddeld over de genormeerde geldige deflectieprofielen in het betreffende meetpunt. Deflectieprofielen kunnen (on)geldig zijn of worden verklaard zowel via de menu-optie *Wijzigen*.*Geselecteerde klappen* als via het venster Onderhoud Meetpunt.

Normaliter worden deze gegevens alleen voor het geselecteerde subvak getoond. Door het activeren van het hokje "☐ Toon hele bestand" worden ook de meetpunten van de overige subvakken getoond, alsmede extra informatie uit het meetbestand zoals de ongeldige meetpunten, de aanwezigheid van extra headerinfo, commentaarregels, subsectie-identificatieregels en history blocks.

Meetpunten kunnen door de gebruiker ongeldig zijn verklaard via het venster Onderhoud Meetpunt, dat gestart kan worden door het activeren van een meetpunt in de lijst. Ongeldige meetpunten zijn in de lijst van meetpunten te herkennen aan het teken 'o' achter de kilometrering. Ook kunnen meetpunten door CARE automatisch ongeldig zijn verklaard indien tijdens het inlezen geen geldige klappen zijn aangetroffen of wanneer de gebruiker alle deflectiekrommen ongeldig heeft verklaard. Hierbij wordt een waarschuwing gegeven. Deze meetpunten kunnen slechts handmatig weer geldig worden verklaard via het scherm Onderhoud Meetpunt.

3.2 Meetbestand selecteren

Via menu-optie *Meetbestand*.*Selecteer* (zie menubalk Fig. 3.1) wordt een bestand R32 - of 25 SIN - Dynatestbestand of een bestand CARE meetbestand met valgewichtdeflectiegegevens opgevraagd (eventueel na instellen van de coderingen voor een R32 - Dynatestbestand, zie par.3.3). Deze selectie wordt uitgevoerd in een venster waarin de namen van de bestanden in de gekozen directory zichtbaar zijn (zie Fig. 3.2). Als nog gewijzigde gegevens aanwezig zijn, wordt hiervan melding gemaakt en kunnen deze gegevens alsnog worden bewaard.

De aangegeven directory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde default datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct worden geselecteerd. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men van drive wisselen (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]).

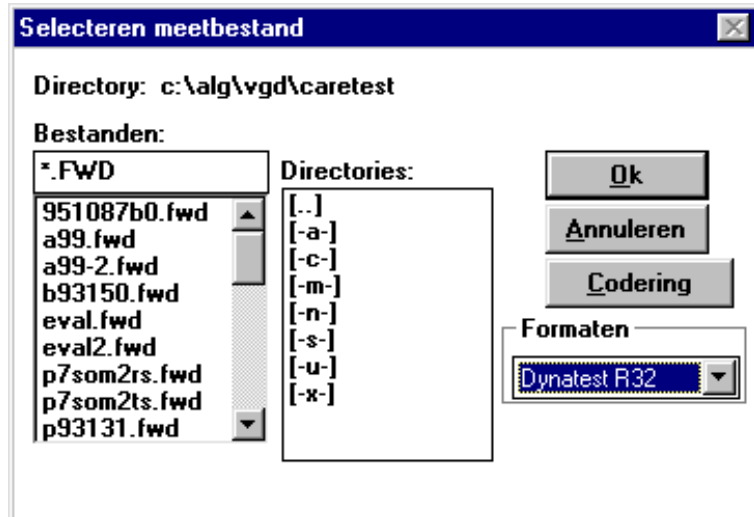


Fig. 3.2 Selecteren Meetbestand

In de rechterlijst kan de directory worden geactiveerd waarin het meetbestand zich bevindt. Als het in te lezen bestand een standaard extensie heeft (".FWD" voor R32 - bestanden, ".F25" voor 25 SIN - bestanden en ".CFW" voor CARE - meetbestanden), kan het type bestand worden geselecteerd in de combobox Formaten. Hierna kan de naam van het meetbestand worden geselecteerd in de linkerlijst. Druk daarna op de drukknop OK. Het is ook mogelijk de naam van het meetbestand te activeren.

Als men een bestand wil selecteren met een afwijkende extensie, kan in de combobox Formaten worden gekozen voor "Alle soorten". Als vervolgens het gewenste bestand wordt geselecteerd, verschijnt een venster waarin alsnog moet worden aangegeven om welk type bestand het gaat.

Als een Dynatestbestand wordt ingelezen wordt op grond hiervan eerst een CARE meetbestand aangemaakt (het oorspronkelijke Dynatest - meetbestand blijft onaangeroerd). In dit geval verschijnt het venster volgens Fig. 3.3 waarin de gebruiker dit bestand een naam kan geven.



Fig. 3.3 Naamgeven CARE meetbestand

Default wordt als directory de ingestelde CARE datadirectory voorgesteld en als bestandsnaam de naam van het oorspronkelijke meetbestand met de extensie ".CFW". De gebruiker kan hiervan echter afwijken. Het is mogelijk een bestaand bestand te overschrijven; hierbij verschijnt een waarschuwing.

De gegevens van het geselecteerde meetbestand worden daarna ingelezen en in het venster weergegeven.

3.3 Wijzigen meetbestandcoderingen

Bij het selecteren van een R32 - Dynatestbestand kan worden aangegeven hoe de (on)geldige meetpunten en de meetsporen zijn gecodeerd. Ook de positie van de meetsporaanduidingen op de bestandsregel kan worden opgegeven.

Standaard worden de coderingen 'O' en 'S' verwacht als aanduiding van een ongeldig respectievelijk een geldig meetpunt en de coderingen 'ls', 'ts' en 'rs' als aanduiding van respectievelijk het linker-, tussen- en rechterspoor. De coderingen voor de (on)geldigheid van meetpunten staan op positie 1 van de bestandsregels en die voor de meetsporaanduiding wordt verwacht op positie 19 van de bestandsregels.

In de R32 - Dynatestbestanden zoals die door verschillende bronnen worden aangeleverd, worden soms echter afwijkende coderingen gebruikt of staat de meetsporaanduiding op een andere positie op de bestandsregel. De default-coderingen kunnen hiertoe worden aangepast binnen de module SYSTEEM, met behulp van de menuoptie *Bestand.Dynatest Coderingen*.

Het is ook mogelijk vanuit module METINGEN een extra set coderingen in te stellen. Door activeren van de knop *Codering* (zie Fig. 3.2) verschijnt het betreffende venster (zie Fig. 3.4). Aanpassen van de coderingen via dit venster is echter slechts van tijdelijke aard; wanneer de module METINGEN voor een tweede keer wordt gestart, worden de oorspronkelijke default coderingen weer gebruikt.

Specificeer DYNATEST codering	
Meetspoor codering:	
LS =	ls
TS =	ts
RS =	rr
Positie	19
Speciale karakters:	
Geldig meetpunt	S
Ongeldig meetpunt	O
Headersectie	R
Commentaarregel	'
Subsectie identificatie	*
Historyblock	B
OK Annuleer Help	

Fig. 3.4 Wijzigen meetbestandcoderingen

Het wijzigen van de coderingen heeft slechts invloed op het inlezen van R32 - Dynatestmeetbestanden.

Bij het gebruik van het 25SIN - bestand verwacht CARE dat het meetspoor is aangegeven door hiervoor een van de opties E, F of G onder het item "Cracks" in het scherm "Measurements" van het Dynatest Field Program de waarde 1 te geven voor respectievelijk het linkerspoor, tussen de sporen en het rechterspoor. De waarde van E, F en G wordt weggeschreven in resp. veld 6, 7 en 8 van een bestandsregel (met nummer 5302) die bij elk meetpunt wordt opgeslagen.

3.4 Meetbestand verwijderen

Als de module METINGEN direct vanuit het hoofdscherm van CARE is opgestart, kan via de menu - optie *Meetbestand.Verwijderen* (zie menubalk Fig. 3.1) het CARE - meetbestand van schijf verwijderd worden. Dit geldt tevens voor de op het beeldscherm getoonde gegevens. Deze activiteit moet expliciet worden bevestigd. Ook hier blijft het oorspronkelijke Dynatest - meetbestand onaangeroerd.

3.5 Algemene bestandsinformatie

De algemene gegevens van het geselecteerde meetbestand (zie Fig. 3.1) bestaan uit

- de naam van het meetbestand
- de wegomschrijving
- de aanduiding van het meetvoertuig
- het wegdeel; aangeduid door de kilometrerings van het eerste en het laatste meetpunt
- de meetdatum alsmede de datum van laatste wijziging
- de valhoogtes waarmee gemeten is
- de sporen waarin gemeten is
- de straal van de voetplaat waarmee gemeten is

Deze gegevens worden ingelezen uit het meetbestand en kunnen niet direct op het venster worden gewijzigd. De informatie wordt wel actueel gehouden, bijvoorbeeld als de gewijzigde kilometrerings van meetpunten hiertoe aanleiding geeft.

3.6 Wijzigen geselecteerde klappen

De menu-optie *Wijzigen.Geselecteerde klappen* (zie menubalk Fig. 3.1) activeert het venster (zie Fig. 3.5) voor het geldig of ongeldig verklaren van deflectieprofielen (klappen). Aangegeven wordt hoeveel klappen zijn uitgevoerd, wat de valhoogte per klap is geweest en of de klap in het meetbestand is opgenomen. Deze informatie wordt bij inlezen van een R32 - Dynatestbestand uit de header van het meetbestand ingelezen. Bij het 25SIN - bestand is deze informatie per klap opgeslagen.



Valhoogte	Klapnummer	Opgeslagen
2	1	Ja
2	2	Ja
2	3	Ja
2	4	Ja

Fig. 3.5 Selecteren geldige klappen

Als volgens het Dynatestbestand de als eerste opgeslagen klap in een meetpunt ook de als eerste uitgevoerde klap is, verklaart CARE deze automatisch ongeldig. Als volgens het Dynatestbestand eerst een of meer niet - opgeslagen klappen zijn uitgevoerd, worden alle in het meetbestand aanwezige klappen geldig verklaard, tenzij de range van de deflecties te groot is, de belasting een negatieve waarde heeft of er deflecties ontbreken bij opnemers die volgens de bestandsheader wel actief waren.

Opgemerkt moet worden dat bij het R32 - Dynatestbestand de instellingen tijdens het meten gewijzigd kunnen zijn. De informatie in de header van het meetbestand geeft slechts de laatste instellingen weer. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat voor eerdere meetpunten de eerst opgeslagen klap ten onrechte geldig of ongeldig wordt verklaard. Hierop moet de gebruiker zelf toezien. CARE kan slechts signaleren of het aantal opgeslagen klappen per meetpunt gewijzigd is.

De klappen kunnen binnen het scherm geldig of ongeldig worden verklaard door ze al of niet te selecteren. Het al of niet geldig verklaren geldt voor alle meetpunten in het meetbestand. Voor alle operaties binnen de module METINGEN worden alleen de geldige klappen meegenomen.

Als in een of meer meetpunten geen geldige klappen meer aanwezig zijn, ten gevolge van het automatisch ongeldig verklaren van klappen tijdens het inlezen of als gevolg van het wijzigen van de geselecteerde klappen door de gebruiker, worden de betreffende meetpunten automatisch ongeldig verklaard. Hierbij verschijnt een melding. Deze meetpunten kunnen slechts handmatig weer geldig worden verklaard.

3.7 Wijzigen normering deflecties

Met de menu-optie *Wijzigen.Normeerbelasting* (zie menubalk Fig. 3.1) kan een nieuwe normeerbelasting worden ingevoerd en worden de ingelezen deflecties genormeerd naar de nieuwe belasting.

De belasting wordt bij elke klap van de valgewichtdeflectiometer geregistreerd en zal van klap tot klap enigszins variëren. Bij het inlezen van een meetbestand worden per meting de deflecties automatisch genormeerd naar de op het scherm weergegeven normeerbelasting. Hiertoe wordt een lineair verband tussen belasting en deflecties aangenomen. De normeerbelasting kan eventueel worden gewijzigd. Hierbij wordt de contactspanning opnieuw berekend en worden de ingelezen deflecties genormeerd naar de nieuwe belasting.

3.8 Wijzigen straal voetplaat

Met de menu-optie *Wijzigen.Straal voetplaat* (zie menubalk Fig. 3.1) kan de straal van de voetplaat indien nodig worden gecorrigeerd. Wanneer de straal wordt gewijzigd, wordt de contactspanning opnieuw berekend. Dit heeft geen invloed op de grootte van de deflecties.

3.9 Wijzigen opnemergegevens

Door de balk met opnemerposities te activeren (zie Fig. 3.1) of door de menu-optie *Wijzigen.Opnemergegevens* te selecteren wordt een dialoogvenster getoond (zie Fig. 3.6) voor het wijzigen van de opnemerposities. Tevens kan men opnemers ongeldig verklaren. De deflecties gemeten met deze opnemers worden dan in alle verdere bewerkingen van het meetbestand buiten beschouwing gelaten; indien de module Metingen is gestart vanuit module Evalueren, worden deze deflecties bovendien niet doorgegeven aan de module EVALUEREN. Deze opnemergegevens gelden voor alle meetpunten van het gehele meetbestand en kunnen dus niet per subvak worden opgegeven.

Opnemer posities		
Num	Positie [mm]	Geldig
1	0	☒
2	300	☒
3	600	☒
4	900	☒
5	1200	☒
6	1500	☒
7	1800	☒

Fig. 3.6 Wijzigen opnemergegevens

3.10 Wijzigen meet- en meetpuntgegevens

Het venster *Onderhoud Meetpunt* (zie Fig. 3.7) wordt opgestart wanneer een meetpunt in de lijst (zie Fig. 3.1) wordt geactiveerd. Dit venster bestaat uit twee onderdelen: de algemene meetpuntgegevens en de lijst met deflectieprofielen van het geselecteerde meetpunt.

Onderhoud meetpunt

Kilometring Oppervlakte-temperatuur [°C]

Tijdstip [uur] Lucht-temperatuur [°C]

Subvaknummer Asphalt-temperatuur1 [°C]

Meetspoor: LS ☐ TS ☒ RS ☐ Asphalt-temperatuur2 [°C]

Ongeldig meetpunt ☐ Asphalt-temperatuur3 [°C]

Ongeldig deflectieprofiel ☐ Asphalt-dikte [m]

Commentaar

Klap nr.	Kracht	d000	d030	d060	d090	d120	d150	d180	Ongeldig
1	50	247	188	130	92	80	59	54	
2	50	241	184	128	90	76	60	54	
3	49	243	186	130	93	79	62	56	
4	49	239	183	127	90	77	59	54	

Fig. 3.7 Venster Onderhoud Meetpunt

Wijzigen meetpuntgegevens

Via het selecteren van de keuzerondjes *LS*, *TS* en *RS* (zie Fig. 3.7) kan het meetspoor voor het geselecteerde meetpunt worden gewijzigd. Ook kan een meetpunt aan een ander subvak worden toegevoegd door het subvaknummer te wijzigen. Verder kunnen van een meetpunt de kilometring, het tijdstip en de temperaturen van het oppervlak, de lucht en het asfalt (zie onder) worden ingevoerd of gewijzigd. Ook de laagdikte van het asfalt kan worden ingevoerd in het daarvoor bestemde hokje (zie Fig. 3.7). Deze waarde kan worden verkregen door het nemen van een boorkern.

Invoeren asfalttemperatuur

Er kunnen drie asfalttemperaturen worden ingevoerd. Indien 1 asfalttemperatuur wordt ingevoerd wordt deze opgevat als de temperatuur in het midden van de asfaltlaag. Indien 2 asfalttemperaturen worden ingevoerd wordt de eerste opgevat als de temperatuur van de bovenste helft van het asfaltpakket en de tweede als de temperatuur van de onderste helft van het asfaltpakket. Als 3 asfalttemperaturen worden ingevoerd, wordt aangenomen dat, conform de P7 - methodiek, de eerste temperatuur is gemeten op een diepte van 0.025 m, de tweede is gemeten op halve hoogte van het asfalt en de derde temperatuur is gemeten op 0.025 m boven de onderzijde van het asfalt.

Ongeldig verklaren meetpunten

Voor het ongeldig verklaren van een meetpunt moet het keuzehokje "☐ Ongeldig meetpunt" (zie Fig. 3.7) worden geselecteerd.

Wijzigen subvaknummer

Het meetpunt kan worden gevoegd bij een ander subvak (indien aanwezig) door middel van de keuzelijst met de aanwezige subvakken.

Wijzigen deflecties en belasting

Door een deflectieprofiel te activeren wordt een dialoogvenster (zie Fig. 3.8) getoond voor het wijzigen van de door de voetplaat van de valgewichtdeflectiemeter uitgeoefende belasting en de gemeten deflecties. Hierbij kan worden gekozen voor weergave van de belasting als spanning of als kracht.

Ongeldig verklaren deflectieprofiel

Om een deflectieprofiel ongeldig te verklaren moet het deflectieprofiel worden geselecteerd in de lijst en moet het keuzehokje "☐ Ongeldig deflectieprofiel" (zie Fig. 3.7) worden geselecteerd. Ongeldige deflectieprofielen worden gemarkeerd met het symbool '*' en worden buiten beschouwing gelaten bij de berekening van de gemiddelde genormeerde deflecties van een meetpunt.

Num	Deflectie [um]
d000	241.0
d030	184.0
d060	128.0
d090	90.0
d120	76.0
d150	60.0
d180	54.0

Fig. 3.8 Wijzigen deflecties en belasting

Helpsysteem

Via de drukknop *Help* (zie Fig. 3.7) wordt het helpsysteem geactiveerd voor het venster Onderhoud Meetpunt.

Afsluiten venster Onderhoud Meetpunt

Het venster Onderhoud Meetpunt kan worden afgesloten door middel van de drukknoppen *Ok* en *Annuleren* (zie Fig. 3.7). De gewijzigde gegevens worden alleen in geval dat de drukknop *Ok* is geselecteerd, meegenomen naar het hoofdvenster van de module METINGEN, waar de gemiddelde genormeerde deflecties opnieuw worden berekend en getoond. Bij het verlaten van het venster Onderhoud Meetpunt wordt een aantal controles uitgevoerd, om de gebruiker te attenderen op mogelijke vergissingen bij het wijzigen van kilometrering, meetspoor aanduiding en/of subvaknummer. Om deze reden waarschuwt CARE als

- het meetpunt bij het verlaten van het scherm het enige meetpunt in het aangegeven meetspoor is
- het meetpunt in het aangegeven meetspoor niet aansluit op meetpunten met eenzelfde subvaknummer
- er zich een ander meetpunt in hetzelfde meetspoor bevindt dat dezelfde kilometrering heeft
- de kilometrering in het aangegeven meetspoor ter plaatse van het meetpunt niet uniform op- of aflopend is (wordt slechts gecontroleerd indien zich minimaal 3 meetpunten in het aangegeven meetspoor bevinden).

Tevens wordt een meetpunt automatisch ongeldig verklaard als er geen geldige deflectieprofielen aanwezig zijn. Ook hierbij verschijnt een waarschuwing. Als er door de uitgevoerde wijzigingen geen geldige meetpunten zouden overblijven in het subvak waaruit het geselecteerde meetpunt afkomstig was, geeft CARE een foutmelding en wordt teruggekeerd naar scherm Onderhoud Meetpunt.

3.11 Gehele bestand tonen

In de lijst met meetpunten worden normaliter alleen de geldige meetpunten van het geselecteerde subvak getoond. Indien gewenst kan door het activeren van het hokje "☐ Toon hele bestand" extra informatie uit het meetbestand worden getoond, zoals alle meetpunten met hun subvaknummer, de aanwezigheid van extra headerinfo, commentaarregels, subsectie-identificatieregels en history blocks. De ongeldig verklaarde meetpunten worden buiten beschouwing gelaten bij de berekeningen die op het subvak worden uitgevoerd en zijn te herkennen aan het teken 'o' achter de kilometrerings.

3.12 Selecteren verschildeflectie of IDK

De verschildeflectie of IDK kan worden ingesteld met de 'combobox'. De geselecteerde verschildeflectie wordt getoond in het overzicht met de gemiddelde genormeerde deflecties. De verschildeflectie wordt aangeduid aan de hand van de combinatie van opnemers waarvoor het deflectieverschil wordt berekend. Deze combinatie bevat altijd de eerste geldige opnemer. Voor de andere opnemer in de combinatie kan de tweede, derde of vierde geldige opnemer worden gekozen. De bij laatstgenoemde opnemer gemeten deflectie wordt afgetrokken van de deflectie bij de eerste opnemer, die door CARE wordt verondersteld in het hart van de voetplaat te staan.

3.13 Weergeven deflecties

Via menu-optie *Weergeven.Deflectiemetingen* (zie menubalk Fig. 3.1) kunnen de deflectiegegevens van het geselecteerde subvak grafisch worden weergegeven.

Het getoonde venster (zie Fig. 3.9) bestaat uit twee onderdelen. In het onderste deel worden de in de grafiek te tonen deflecties geselecteerd. Na het selecteren van de drukknop *Weergeven* wordt de grafiek in het bovenste deel van het venster afgebeeld. Via verschillende menu-opties kan de grafiek worden gemanipuleerd en op papier worden afgedrukt (zie hoofdstuk 8).

In de lijst met deflecties kunnen meerdere deflecties worden geselecteerd. Deze worden dan, nadat de drukknop *Weergeven* is geselecteerd, gelijktijdig getoond in de grafiek. Ook kunnen verschildeflecties worden geselecteerd. Met de keuzerondjes *Normaal* en *Cumulatief* worden de geselecteerde deflecties respectievelijk normaal of als cumulatieve sommen getoond. Met de keuzerondjes *Gecombineerd* en *Afzonderlijk* worden de deflecties in de geselecteerde meetsporen respectievelijk in de grafiek samengevoegd of afzonderlijk getoond.

Tijdens de voorbereiding van de valgewichtdeflectiemeting is al zorg besteed aan het indelen van een weggedeelte in homogene vakken. Hierbij wordt rekening gehouden met aspecten als

- *de aanwezige schade*
- *de constructieopbouw*
- *de ouderdom van de deklaag*
- *het uitgevoerde onderhoud*
- *de aanwezigheid van (grotere) kunstwerken*
- *het dwarsprofiel*
- *de verkeersbelasting*

Desondanks komt het regelmatig voor dat binnen een gemeten vak op basis van deflecties en/of deflectieverschillen significant verschillende subvakken zijn te onderscheiden. De grafische weergave van deflecties en deflectieverschillen is hierbij een belangrijk hulpmiddel.

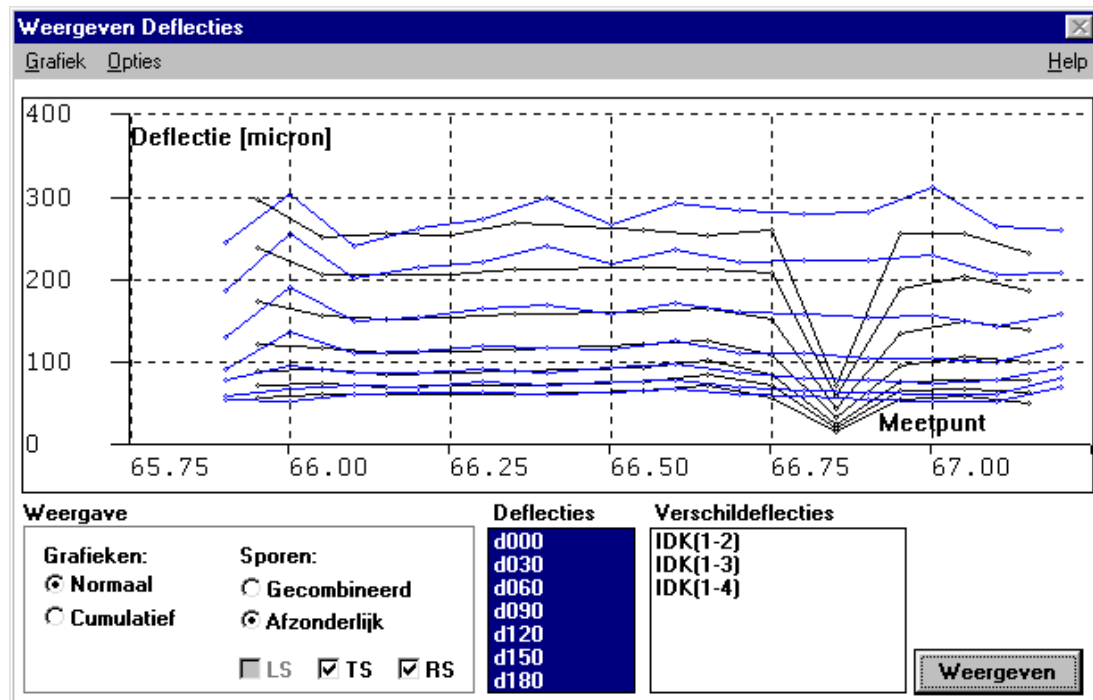


Fig. 3.9 Normale weergave deflecties

Normale weergave deflecties

Door middel van de visuele beoordeling van een grafiek met genormaliseerde deflecties is snel een globale indruk van de homogeniteit van het vak te verkrijgen. In Fig. 3.9 is als voorbeeld het verloop van enkele gemeten deflecties weergegeven. Uit het verloop is te concluderen dat het gemeten vak niet in subvakken opgedeeld hoeft te worden.

Cumulatieve weergave deflecties

Voor elke opnemerspositie kan de zogenaamde cumulatieve som worden bepaald van de deflectie-afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde. Hierbij wordt de afwijking van de gemeten deflectie δ_i ten opzichte van het gemiddelde $\bar{\delta}$ van alle metingen over het gehele vak gesommeerd volgens

$$CS_i = CS_{i-1} + \bar{\delta} - \delta_i \quad (3.1)$$

waarin

- CS_i = cumulatieve som tot en met meetpunt i van de deflectie-afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde (μm)
- CS_{i-1} = cumulatieve som van de deflectie-afwijkingen tot en met meetpunt i-1 (μm)
- $\bar{\delta}$ = gemiddelde van δ_i over alle meetpunten (μm)
- δ_i = deflectie in meetpunt i; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen (μm)

Als het vak volledig homogeen is zal de cumulatieve som overal gelijk aan 0 zijn. In subvakken waar de deflecties significant lager zijn, zal de lijn omhoog lopen; waar de deflecties significant groter zijn loopt de lijn omlaag. De knikken in het verloop kunnen dus worden gebruikt voor het opsporen van subvakken (zie Fig. 3.10).

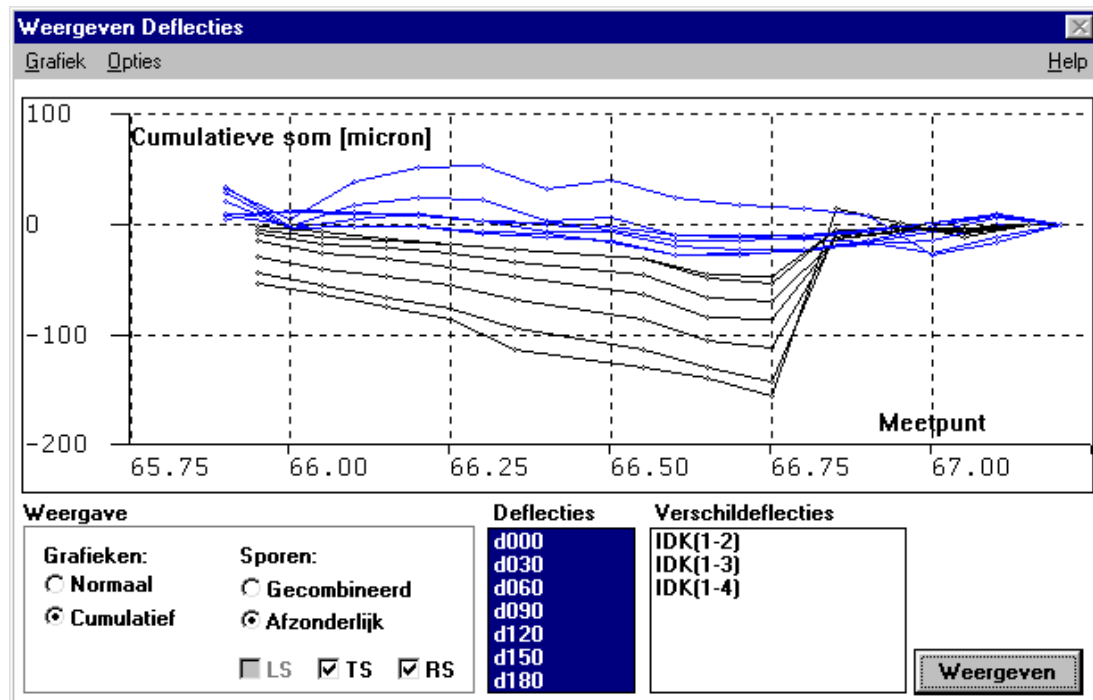


Fig. 3.10 Cumulatieve weergave deflecties

Normale weergave verschildeflecties

De verschildeflecties kunnen waardevolle informatie geven. Met name het verschil tussen de deflectie in het hart van de voetplaat en de deflectie op een afstand van 0.3 à 0.6 m geeft een goede eerste indicatie van de grootte van de rek in de constructie onder een ontwerpbelasting. De spreiding in dit deflectieverschil kan daardoor direct worden vertaald naar de spreiding in deze zogenaamde ontwerprek over het vak. Als met het verloop van dit deflectieverschil rekening wordt gehouden bij het indelen van het vak in subvakken, kunnen subvakken worden verkregen die wat betreft rekniveau en daarmee levensduur homogeen zijn.

Cumulatieve weergave verschildeflecties

Ook van de verschildeflecties kan de cumulatieve som worden weergegeven. Op grond van knikken in het verloop kunnen vakken met een significant afwijkend niveau van verschildeflecties worden onderscheiden.

3.14 Berekenen statistische kentallen

Van een subvak kunnen de statistische kentallen worden berekend. Hierbij worden van ieder meetpunt de per opnemerafstand gemiddelde genormeerde geldige deflecties gebruikt. Door menu-optie *Bereken.Statistische Kentallen.Standaard* (zie menubalk Fig. 3.1) worden het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt getoond. De menu-optie *Bereken.Statistische Kentallen.Uitgebreid* voegt daar nog de mediaan, de spreidingsbreedte, de skewness en de kurtosis aan toe.

In Fig. 3.11 wordt de uitgebreide set statistische kentallen van het geselecteerde subvak gegeven voor alle deflecties en de verschildeflectie. Zij worden ook weergegeven voor de logaritme van de verschildeflectie, tenzij er een of meer meetpunten zijn waar een verschildeflectie wordt gevonden die gelijk is aan of kleiner is dan 0.

Statistische kentallen							
Opnemer positie [cm]	Gemiddelde [um]	Standaard afwijking [um]	Variatie coëfficiënt [%]	Mediaan [um]	Spreidings breedte [um]	Skewness [-]	Kurtosis [-]
0	261.2	43.3	16.6	261.7	238.8	-3.11	11.40
30	209.2	34.6	16.6	213.0	196.1	-3.05	11.09
60	152.8	25.4	16.6	156.5	147.4	-2.90	10.38
90	110.0	18.5	16.8	112.7	103.2	-2.71	9.16
120	84.8	14.2	16.7	87.5	77.1	-2.79	9.53
150	68.9	11.7	17.0	71.2	65.2	-2.84	9.94
180	58.7	10.2	17.4	61.2	55.8	-2.85	9.85
IDK	52.0	11.6	22.3	51.9	67.3	-0.77	3.59
log(IDK)	1.701	0.133	7.803	1.715	0.772	-2.880	10.414

Fig. 3.11 Weergeven statistische kentallen

Tijdens de voorbereiding van de valgewichtdeflectiemeting is al zorg besteed aan het indelen van een weggedeelte in homogene vakken. Hierbij wordt rekening gehouden met aspecten als

- de aanwezige schade
- de constructieopbouw
- de ouderdom van de deklaag
- het uitgevoerde onderhoud
- de aanwezigheid van (grotere) kunstwerken
- het dwarsprofiel
- de verkeersbelasting

Desondanks komt het regelmatig voor dat binnen een gemeten vak op basis van deflecties en/of deflectieverschillen significant verschillende subvakken zijn te onderscheiden. Met behulp van de statistische kentallen is een indruk te verkrijgen van de homogeniteit van een vak. Hierbij worden van ieder meetpunt de per opnemerafstand gemiddelde genormeerde waarde van de geldige deflecties gebruikt.

gemiddelde

Het rekenkundig gemiddelde wordt berekend volgens

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

waarin

- $\bar{x}$ = rekenkundig gemiddelde over het geselecteerde subvak van grootheid x
- x_i = waarde van grootheid x (genormeerde deflectie, IDK of log(IDK)) op meetpunt i ; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen
- n = aantal meetpunten

standaardafwijking

De standaardafwijking is een belangrijke maat voor de spreiding in de meetgegevens. Voor een steekproef van n waarnemingsuitkomsten geldt:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

waarin

- s = standaardafwijking
 x_i = waarde van grootheid x (genormeerde deflectie, IDK of $\log(\text{IDK})$) op meetpunt i ; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen
 $\bar{x}$ = rekenkundig gemiddelde over het geselecteerde subvak van grootheid x
 n = aantal waarnemingen

variatioëfficiënt

De variatioëfficiënt van een steekproef van n meetwaarden wordt verkregen door de standaardafwijking te delen door het rekenkundig gemiddelde. Meestal wordt deze verhouding uitgedrukt in %. Met behulp van de variatioëfficiënt is snel een globale indruk te krijgen van de homogeniteit van een subvak (zie Tabel 3.1).

Variatioëfficiënt	beoordeling
< 10 %	homogeen
10 % - 20 %	redelijk matig homogeen
20 % - 30 %	matig homogeen
> 30 %	niet homogeen

Tabel 3.1 Variatioëfficiënt en homogeniteit

mediaan

De mediaan van een oneven aantal meetwaarden is de meetwaarde die precies in het midden staat, wanneer de meetwaarden in volgorde van toenemende of afnemende grootte worden gerangschikt. Bij een even aantal meetwaarden is de mediaan het rekenkundig gemiddelde van beide middelste meetwaarden in de gerangschikte reeks.

De mediaan is een maatstaf voor centrale ligging. Voor negatief-scheve verdelingen geldt in het algemeen dat het rekenkundig gemiddelde kleiner is dan de mediaan en voor positief-scheve verdelingen geldt het omgekeerde.

spreadingsbreedte

De *spreadingsbreedte* is het verschil tussen de grootste en de kleinste meetwaarde. Dit verschil geeft eveneens een globale indruk van de homogeniteit van een subvak.

skewness

De *skewness* ("scheefheid") is ook een maat voor de centrale ligging van de verdeling. Bij een symmetrische verdeling heeft de skewness de waarde 0. Naarmate de verdeling meer negatief-scheef is wordt de skewness meer negatief; naarmate de verdeling meer positief-scheef is wordt de skewness meer positief. De skewness wordt berekend volgens:

$$\gamma_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)s^3} \quad (3.4)$$

waarin

γ_1	=	skewness
x_i	=	waarde van grootheid x (genormeerde deflectie, IDK of log(IDK)) op meetpunt i; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen
$\bar{x}$	=	rekenkundig gemiddelde over het geselecteerde subvak van grootheid x
n	=	aantal waarnemingen
s	=	standaardafwijking

kurtosis

De *kurtosis* ("kromming") is een maat voor de steilheid van de flanken van de verdeling. Bij een normale verdeling is de kurtosis gelijk aan 0. Naarmate de verdeling meer afgeplat is wordt de kurtosis meer negatief; naarmate de verdeling meer piekvormig is wordt de kurtosis meer positief. De kurtosis wordt berekend volgens:

$$\gamma_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)s^4} - 3 \quad (3.5)$$

waarin

γ_2	=	kurtosis ("kromming")
x_i	=	waarde van grootheid x (genormeerde deflectie, IDK of log(IDK)) op meetpunt i; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen
$\bar{x}$	=	rekenkundig gemiddelde over het geselecteerde subvak van grootheid x
n	=	aantal waarnemingen
s	=	standaardafwijking

3.15 Afsplitsen subvak

Er kan een nieuw subvak worden gemaakt door het af te splitsen van het geselecteerde (sub)vak. Hiervoor moet de drukknop *Afsplitsen* (zie Fig. 3.1) worden geselecteerd. Vervolgens wordt het venster volgens Fig. 3.12 getoond.

Een subvak kan worden afgesplitst op de sporen of op de kilometrering.

Fig. 3.12 Afsplitsen subvak

In de lijst met vakken op het hoofdscherm van module METINGEN verschijnt dan een nieuwe subvakaanduiding, bestaande uit een subvaknummer, de kilometrering van de meetpunten en de meetsporen waarin deze zich bevinden.

splitsen naar kilometrering

Als op grond van de deflecties, deflectieverschillen en de statistische kentallen geconcludeerd is dat het vak inhomogeen is kan tot splitsing worden overgegaan. De gekozen indeling kan worden geverifieerd door de verkregen subvakken te controleren op gelijkheid; tevens kan het verkregen aantal meetpunten per subvak worden gecontroleerd. Natuurlijk kan opnieuw gebruik worden gemaakt van de mogelijkheden voor grafische weergave en het berekenen van de statistische kentallen per verkregen subvak.

splitsen naar meetspoor

Gekozen kan worden de metingen tussen de rijsporen, in het rechterrijspoor of in het linkerrijspoor of een combinatie daarvan uit te werken. Bij de DWW worden doorgaans de metingen tussen de sporen uitgewerkt teneinde de oorspronkelijk aangelegde constructie zo veel mogelijk te benaderen.

3.16 Vergelijken subvakken

Om te controleren of het zinvol is afzonderlijke subvakken samen te nemen kan de drukknop *Vergelijk vakken* (zie Fig. 3.1) worden geselecteerd.

Aansluitend wordt een venster getoond waarin de controle kan worden uitgevoerd (zie Fig. 3.13). De combobox Deflectie geeft aan welke deflectiegegevens worden beschouwd.

Fig. 3.13 Vergelijken subvakken

In dit venster bevinden zich tevens twee drukknoppen: *Toetsen* en *Combineren*. Na het selecteren van de eerstgenoemde drukknop wordt de controle gestart. Bij de controle worden alle in de lijst aanwezige subvakken achtereenvolgens onderling vergeleken.

Als het bestaan van twee afzonderlijke subvakken statistisch niet zinvol is, wordt dit gemeld. In dergelijke gevallen kunnen beide subvakken via de drukknop *Combineren* worden samen- genomen (zie Fig. 3.13). Aansluitend kan het controleproces worden hervat of beindigd.

Langs statistische weg kan de hypothese worden getoetst dat de gemiddelde deflectie in twee gekozen subvakken aan elkaar gelijk zijn. Hiertoe wordt de gevonden absolute afwijking in de gemiddelden vergeleken met de absolute afwijking die met een te kiezen aanvaardbaar lage waarschijnlijkheid zou kunnen optreden als de subvakken inderdaad dezelfde gemiddelde deflectie zouden hebben. De aan te houden tweezijdige overschrijdingskans kan bijvoorbeeld 0.10 (10 %) of 0.05 (5 %) bedragen. Hierbij worden de volgende formules gebruikt.

Eerst wordt van beide subvakken de zogenaamde "pooled variance" berekend volgens

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{j=1}^n (y_j - \bar{y})^2}{m + n - 2} \quad (3.6)$$

waarin

S_p^2	=	"pooled variance"
x_i	=	waarneming in subvak 1
$\bar{x}$	=	rekenkundig gemiddelde van alle waarnemingen in subvak 1
m	=	aantal waarnemingen in subvak 1
y_j	=	waarneming in subvak 2
$\bar{y}$	=	rekenkundig gemiddelde van alle waarnemingen in subvak 2
n	=	aantal waarnemingen in subvak 2

Vervolgens wordt hieruit de grootte t berekend volgens

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{S_p \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}}} \quad (3.7)$$

waarin

t	=	variabele met Student-verdeling
$\bar{x}$	=	rekenkundig gemiddelde van alle waarnemingen in subvak 1
$\bar{y}$	=	rekenkundig gemiddelde van alle waarnemingen in subvak 2
m	=	aantal waarnemingen in subvak 1
n	=	aantal waarnemingen in subvak 2
S_p^2	=	"pooled variance"

De gevonden waarde voor t wordt vergeleken met de waarde $t_{m+n-2, \alpha}$ volgens de Student-verdeling bij het aantal vrijheidsgraden $m + n - 2$ en eenzijdige onderschrijdingskans $\alpha = 1 - p/2$, waarin p de te kiezen tweezijdige overschrijdingskans is. Als t groter blijkt dan de absolute afwijking $t_{m+n-2, \alpha}$ die met de aanvaardbaar lage waarschijnlijkheid p (bijvoorbeeld 5 %) zou kunnen optreden als de gemiddelden gelijk zouden zijn, wordt de hypothese verworpen dat beide subvakken hetzelfde gemiddelde hebben; de subvakken worden als significant verschillend beschouwd.

De overschrijdingskans is dus de kans dat subvakken met een gelijk gemiddelde ten onrechte als verschillend worden aanmerkt. Naarmate de overschrijdingskans kleiner wordt gekozen, zullen subvakken met gelijk gemiddelde minder vaak ten onrechte als verschillend uit de toets komen (het zogenaamde "producentenrisico" neemt af). Daar staat tegenover dat verschillen tussen subvakken minder snel zullen worden gesignaleerd (het zogenaamde "consumentenrisico" neemt toe).

Onder "waarneming" moet in het bovenstaande worden verstaan de deflectie (op de gekozen opnemer afstand) in meetpunt *i* van subvak 1 resp. meetpunt *j* van subvak 2 (weer als rekenkundig gemiddelde over de geldige genormeerde klappen in dat meetpunt).

Deze toets wordt ook gebruikt bij het vergelijken van meetsporen. In dat geval moet in het bovenstaande voor "subvak" worden gelezen "meetspoor".

3.17 Combineren subvakken

Ook via de drukknop *Combineer vakken* op het hoofdvenster (zie Fig. 3.1) kunnen twee opeenvolgende subvakken worden gecombineerd. Dit combineren bestaat uit het toevoegen van de meetpunten van het tweede subvak aan het eerste en het vervolgens verwijderen van het tweede subvak.

3.18 Vergelijken meetsporen

Langs statistische weg kunnen de deflecties in de meetsporen op gelijkheid worden getoetst. Hiervoor moet de drukknop *Vergelijk sporen* (zie Fig. 3.1) worden geselecteerd. Aansluitend verschijnt het venster volgens Fig. 3.14. Met de keuzerondjes kunnen de te vergelijken sporen worden geselecteerd.

Vergelijk meetsporen

Kilometreering subvak: 1: 65.9 - 67.2 [ts/rs]

Deflectie: d000

Overschrijdingskans [%]: 5

Meldingen:
Tussen de twee aangeboden sporen is geen significant verschil geconstateerd.

Spoor 1 Spoor 2

☐ LS ☐ LS
☐ TS ☐ TS
☐ RS ☐ RS

Vergelijken
Einde
Help

Fig. 3.14 Vergelijken meetsporen

Ook kan gekozen worden op basis van welke deflectie de vergelijking wordt uitgevoerd. De toets is identiek aan de toets gebruikt bij het vergelijken van subvakken (zie par.3.18).

3.19 Berekenen karakteristiek deflectieprofiel

Via menu-optie *Bereken.Karakteristiek Deflectieprofiel* (zie menubalk Fig. 3.1) wordt voor het geselecteerde subvak een karakteristiek deflectieprofiel bepaald. Dit wordt bepaald door eerst per opnemer over alle meetpunten de gemiddelde deflectie te bepalen en vervolgens dat meetpunt te zoeken waar de deflecties het minst van deze gemiddelde deflecties afwijken. Het gevonden meetpunt wordt in de lijst geselecteerd.

De gebruiker kan kiezen voor het gebruik van het karakteristieke deflectieprofiel. Dit is gedefinieerd als het gemeten deflectieprofiel dat het gemiddelde deflectieprofiel van de meetverzameling het dichtst benadert.

Per opnemer i wordt daartoe eerst het rekenkundig gemiddelde van de daarmee gemeten deflecties δ_i over het gehele subvak bepaald. Daarna wordt voor elk deflectieprofiel de gemiddelde waarde bepaald van het absolute verschil (in %) tussen de gemeten deflectie en de over het subvak gemiddelde deflectie per opnemer. Hierbij wordt de volgende formule gebruikt:

$$err_{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|\delta_i - \bar{\delta}|}{\bar{\delta}} * 100 \%}{n} \quad (3.8)$$

waarin

err_{δ} = gemiddelde absolute deflectie-afwijking in meetpunt (%)

$\bar{\delta}$ = over subvak gemiddelde waarde δ_i (mm)

δ_i = gemeten deflectie opnemer i in het meetpunt; deze waarde is zelf weer het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen (μm)

n = aantal deflecties per deflectieprofiel (-)

Het gemeten deflectieprofiel met de kleinste waarde voor err_{δ} wordt het karakteristieke deflectieprofiel genoemd. Dit profiel kan dus "beter" of "slechter" zijn dan het gemiddelde deflectieprofiel. Het gevonden meetpunt wordt in de lijst geselecteerd.

3.20 Berekenen oppervlaktemoduli

Via menu-optie *Bereken.Oppervlaktemoduli* (zie Fig. 3.1) kan het verloop van de oppervlaktemodulus in een geselecteerd meetpunt of als gemiddelde over het gehele subvak in grafische vorm worden weergegeven (zie Fig. 3.15).

Het gemiddelde verloop van de oppervlaktemodulus over het geselecteerde subvak kan worden afgebeeld door het selecteren van de drukknop *Gemiddeld profiel* (zie Fig. 3.15).

Om het verloop van de oppervlaktemodulus in een meetpunt van het geselecteerde subvak weer te geven moet het betreffende meetpunt worden geselecteerd.

Onder de grafiek wordt de oppervlaktemodulus tevens in tabelvorm getoond.

In hoofdstuk 8 staat beschreven hoe grafieken kunnen worden gemanipuleerd.

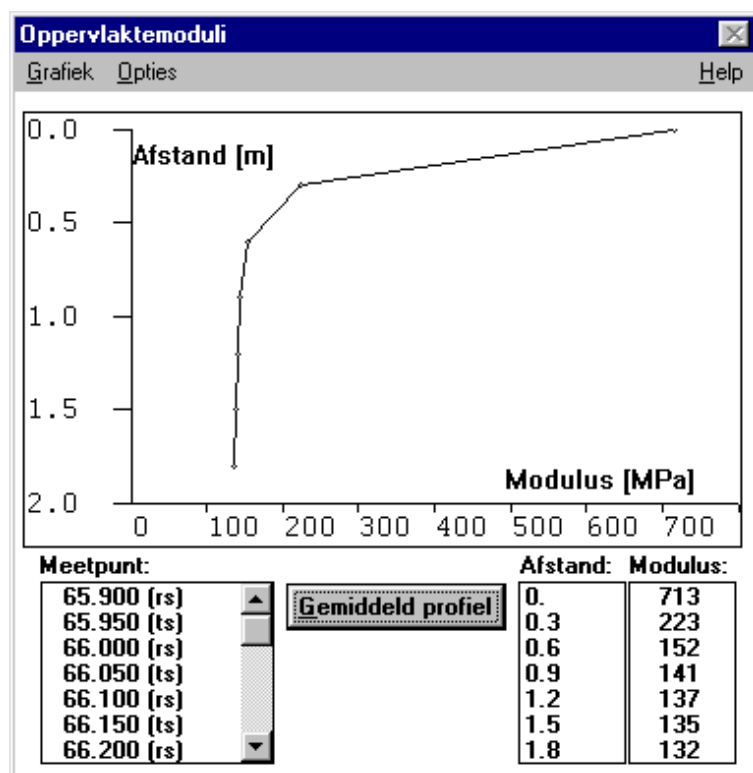


Fig. 3.15 Weergeven oppervlaktemoduli

De oppervlaktemodulus is de stijfheidsmodulus van een homogene lineair elastische halfruimte waarin, onder de gegeven belasting, in het punt op afstand x vanuit het hart van de belasting dezelfde deflectie $\delta(x)$ zou optreden als in werkelijkheid is gemeten. Doordat de wegconstructie zich niet als een dergelijke halfruimte gedraagt, wordt per meetpunt een andere oppervlaktemodulus berekend.

De waarde van deze modulus bestaat hieruit dat zij een indicatie geeft van de stijfheidsmodulus van de constructie op een diepte $z = x$. Op deze wijze kunnen dus startwaarden worden verkregen voor de stijfheidsmoduli bij de terugrekening (zie par.4.11).

Als de oppervlaktemoduli voor alle opnemers worden uitgezet tegen de afstand van de opnemer ten opzichte van het middelpunt van de voetplaat, wordt dus een indruk verkregen van het verticale verloop van de stijfheidsmodulus over de constructie. Voor de inzichtelijkheid wordt de oppervlaktemodulus meestal horizontaal uitgezet en de opnemerpositie verticaal omlaag. Voor buiten de voetplaat geplaatste opnemers wordt de oppervlaktemodulus berekend volgens

$$E_s(x) = \frac{\sigma_v r_v^2 (1 - \nu^2)}{x \delta(x)} \quad (3.9)$$

en voor de in het hart van de voetplaat geplaatste opnemer ($x = 0$) volgens

$$E_s(0) = \frac{2 \sigma_v r_v (1 - \nu^2)}{\delta(0)} \quad (3.10)$$

waarin

$E_s(x)$	=	oppervlaktemodulus op basis van $\delta(x)$ (MPa)
σ_v	=	verticale spanning onder voetplaat (MPa)
r_v	=	straal voetplaat (m)
ν	=	Poissonverhouding (-); hiervoor wordt de waarde 0.35 aangehouden
$\delta(x)$	=	deflectie gemeten op afstand x ; deze waarde is het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen ($\mu\text{m}/\text{m}$)
x	=	afstand vanuit hart voetplaat (m)

Indien echter er opnemerposities in het meetbestand voorkomen tussen het hart van de voetplaat en de rand van de voetplaat ($0 < x < r$), wordt ervan uitgegaan dat het gaat om een zogenaamde Dynamische Plaatbelastings Proef. Deze proef wordt gebruikt om een indruk te krijgen van de equivalente stijfheidsmodulus van een granulair lagenpakket. Doorgaans wordt hiervoor een voetplaat met een straal van 0.225 m gebruikt zonder rubberen bekleding aan de onderzijde, waarop drie opnemers worden gemonteerd op een afstand van 0.180 m vanuit het plaatmidden. In dat geval wordt de volgende formule gebruikt::

$$E_{eq} = \frac{2 \sigma_v r_v (1 - \nu^2)}{2 \delta_{\text{voetplaat}}} \quad (3.11)$$

waarin

E_{eq}	=	equivalente stijfheidsmodulus lagenpakket (MPa)
$\delta_{\text{voetplaat}}$	=	deflectie gemeten op voetplaat; deze waarde is het rekenkundig gemiddelde van de op dit meetpunt uitgevoerde geldige genormeerde metingen ($\mu\text{m}/\text{m}$)

In CARE wordt deze berekening voor elke op de voetplaat geplaatste opnemer afzonderlijk uitgevoerd. De verkregen moduli voor de op de voetplaat gemonteerde opnemers kunnen na afloop eventueel gemiddeld worden.

3.21 Meetbestandgegevens afdrukken

Door selectie van de menu-optie *Meetbestand.Afdrukken* (zie menubalk Fig. 3.1) kunnen de gegevens van het geselecteerde subvak worden afgedrukt op papier. Er zijn twee manieren om de gegevens af te drukken:

- uitgebreid: per meetpunt worden alle deflecties afgedrukt.
- genormeerd: per meetpunt wordt het genormeerde gemiddelde deflectieprofiel afgedrukt. Daarnaast worden ook de statistische kentallen afgedrukt.

3.22 Meetbestand bewaren

Na het selecteren van menu-optie *Meetbestand.Bewaar* (zie menubalk Fig. 3.1) wordt het CARE meetbestand op schijf opgeslagen. Via menu-optie *Meetbestand.Bewaar als...* (zie menubalk Fig. 3.1) kan het CARE meetbestand worden opgeslagen onder een andere DOS - bestandsnaam (zie Fig. 3.16).



Fig. 3.16 Bewaren bestand onder nieuwe naam of directory

Het oorspronkelijke CARE meetbestand wordt daarbij niet gewijzigd. Bij het opgeven van een bestandsnaam moet ook de gewenste directory worden opgegeven. In het getoonde scherm is de standaard CARE - datadirectory reeds ingevuld; indien gewenst is deze te wijzigen alvorens de DOS - bestandsnaam wordt opgegeven. In beide gevallen wordt een bevestiging gevraagd als reeds een bestand met de opgegeven naam aanwezig is.

3.23 Afsluiten module METINGEN

Wanneer de module METINGEN is opgestart vanuit het hoofdscherm kan zij worden afgesloten door menu-optie *Meetbestand.Einde* (zie menubalk Fig. 3.1) te selecteren. Als de module METINGEN opgestart is vanuit de module EVALUEREN moet gebruik worden gemaakt van de drukknop Ok. Hierbij worden gegevens zoals straal contactvlak, contactspanning en de posities van de geldige opnemers doorgegeven aan de module EVALUEREN. Tevens wordt een aantal deflectieprofielen van het op dat moment geselecteerde subvak doorgegeven, te weten het gemiddelde deflectieprofiel, het karakteristieke deflectieprofiel en het op dat moment geselecteerde meetpunt (" huidig meetpunt").

4 Module EVALUEREN

De module EVALUEREN bevat de functionaliteit voor het terugrekenen van de onbekende stijfheidsmoduli van constructielagen. Hiervoor moet de constructie worden gemodelleerd tot een lineair elastisch meerlagensysteem. Tevens moet een aantal instellingen worden verricht. Deze evaluatie wordt normaliter uitgevoerd op basis van valgewichtdeflectiemetingen. Ook is het mogelijk de benodigde gegevens handmatig in te voeren.

Na het berekenen van de stijfheidsmoduli van de constructie kan het geheel aan gegevens worden opgeslagen als Evaluatiebestand. Hierbij wordt tevens een Herontwerpbestand aangemaakt dat vervolgens binnen de module HERONTWERPEN verder kan worden bewerkt. De resultaten van de berekening kunnen tevens worden afgedrukt op papier.

4.1 Starten module EVALUEREN

Via de drukknop *Evalueren* op het CARE hoofdscherm kan de module EVALUEREN worden opgestart. Vanuit het getoonde venster (zie Fig. 4.1) is de functionaliteit van CARE toegankelijk voor het terugrekenen van stijfheidsmoduli van de constructie op basis van deflecties.

In het bovenste deel van het venster bevinden zich de bestandsnaam, de gegevens van het achterliggende meetbestand en de instellingen voor het terugrekenproces. Hieronder staan de constructiegegevens en de afgeleide gegevens. In het onderste deel van het scherm staan links functionele drukknoppen en rechts de deflecties.

4.2 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *Help* (zie menubalk Fig. 4.1) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor de module EVALUEREN.

EVALUEREN

Menu: Evaluatiebestand Wijzigen Batch Help

Bestandsgegevens
 Evaluatiebestand: a99
 Meetbestand: a99.cfw

Metingen
 Vakgrenzen: 65.900 - 67.200
 Spoor: ts,rs Straal [mm]: 150
 Deflectieprofiel: Gemiddeld

Constructie

Dikte	Stijfheid	Poisson	Bekend
0.180	7589	0.350	☐
0.250	298	0.350	☐
	139	0.350	☐

Instellingen
 Terugrekenmethode: 1 VGD-frequentie [Hz] 20.0
 Aantal iteraties: 20 Temperatuur [°C] 23.0
 Afbreecriterium [%] 0.50 Meerlagenprogramma WESLEA
☐ Spoordieptecorrectie
☐ Fijn [Instellen]

Overige resultaten

Verwachte stijfheidsmodulus asfalt [MPa]	7517
Shiftfactor stijfheidsmodulus asfalt [-]	1.010
Factor projectspreiding in rek [-]	1.096
Factor onzekerheid gemiddelde asfaltrek [-]	1.059
Factor onzekerheid gemiddelde ondergrondstuik [-]	1.067

Metingen **Opnemers** [cm]

	d000	d030	d060	d090	d120	d150	d180
Meetwaarde [um]	272.1	217.8	157.7	112.6	86.8	70.0	59.9
Berekend [um]	272.9	215.8	157.6	115.9	87.8	69.0	56.3
Verschil [um]	-0.9	2.0	0.1	-3.3	-1.0	1.0	3.5
Relatief verschil [%]	0.3	0.9	0.1	2.9	1.2	1.4	5.9

Constructie

Bereken

Grafiek

Trace

RMS afwijking [um] 2.06
 Fit [%] 1.80

Fig. 4.1 Venster module EVALUEREN

4.3 Evaluatiebestand selecteren

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Selecteer* (zie menubalk Fig. 4.1) worden de gegevens van bestaande evaluatiebestanden ingelezen. Hiertoe verschijnt het scherm volgens Fig. 4.2. Indien in de aangegeven datadirectory evaluatiebestanden zijn opgeslagen, worden op het scherm de datum van aanmaken of laatste wijziging, de bestandsnaam, de naam van het achterliggende meetbestand, de kilometrering en de omschrijving zichtbaar. Indien in de betreffende directory geen evaluatiebestanden zijn opgeslagen blijft het venster leeg.

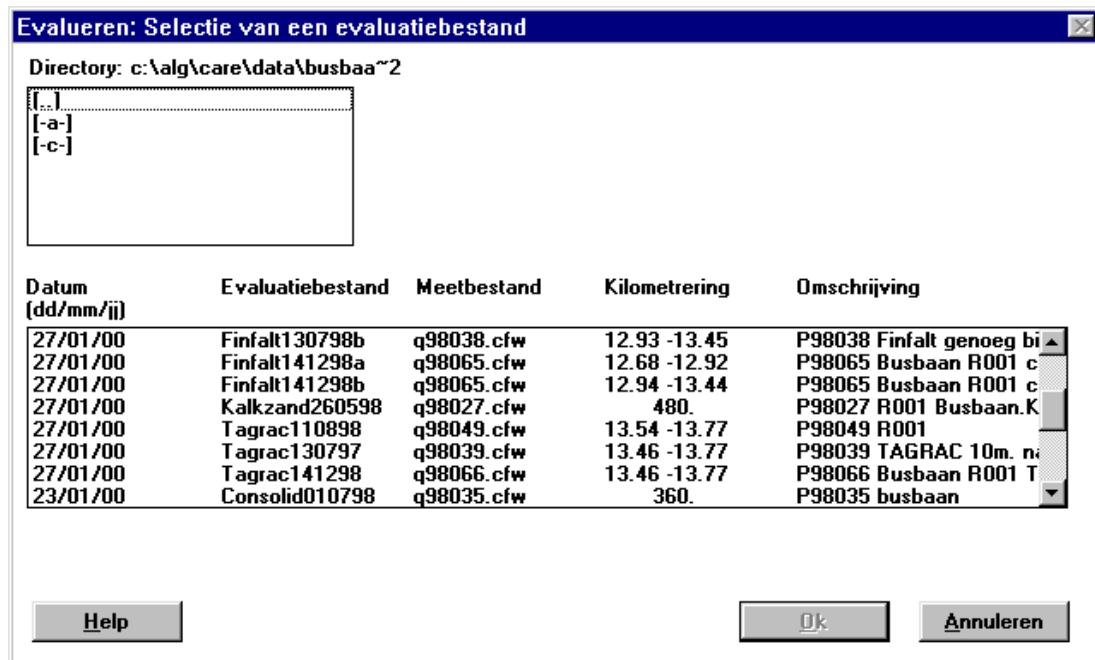


Fig. 4.2 Selecteren evaluatiebestand

De aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde default datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct worden geselecteerd. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende directory's zichtbaar worden.

Een evaluatiebestand kan worden geselecteerd door één van de corresponderende regels in de getoonde lijst te selecteren en daarna de drukknop OK te selecteren. Daarnaast kan een evaluatiebestand ook worden geselecteerd door de naam van het evaluatiebestand in de lijst te activeren. De gegevens van het geselecteerde evaluatiebestand worden daarna ingelezen en in het venster op het beeldscherm weergegeven.

4.4 Evaluatiebestand opnieuw starten

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Nieuw* (zie menubalk Fig. 4.1) worden alle ingevoerde gegevens verwijderd, zodat een nieuwe evaluatie kan worden gestart.

4.5 Evaluatiebestand verwijderen

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Verwijder* (zie menubalk Fig. 4.1) kunnen gegevens van evaluatiebestanden uit de database worden verwijderd. Hiertoe verschijnt het scherm volgens Fig. 4.3. Indien in de aangegeven datadirectory evaluatiebestanden zijn opgeslagen, worden op het scherm de datum van aanmaken of laatste wijziging, de bestandsnaam, de naam van het achterliggende meetbestand, de kilometrering en de omschrijving zichtbaar. Indien in de betreffende directory geen evaluatiebestanden zijn opgeslagen blijft het venster leeg.

De aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct worden geselecteerd. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende directory's zichtbaar worden.

Een evaluatiebestand kan worden verwijderd door één van de corresponderende regels in de getoonde lijst te selecteren en daarna de drukknop *Verwijder* te selecteren. Bij het verwijderen van een Evaluatiebestand worden ook de hierop gebaseerde Herontwerpbestanden verwijderd, indien deze nog niet verder zijn bewerkt. Als er op het Evaluatiebestand gebaseerde Herontwerpbestanden aanwezig zijn die reeds zijn bewerkt kan het betreffende Evaluatiebestand niet worden verwijderd. In dit geval verschijnt een melding en dienen eerst de bijbehorende Herontwerpbestanden te worden verwijderd.

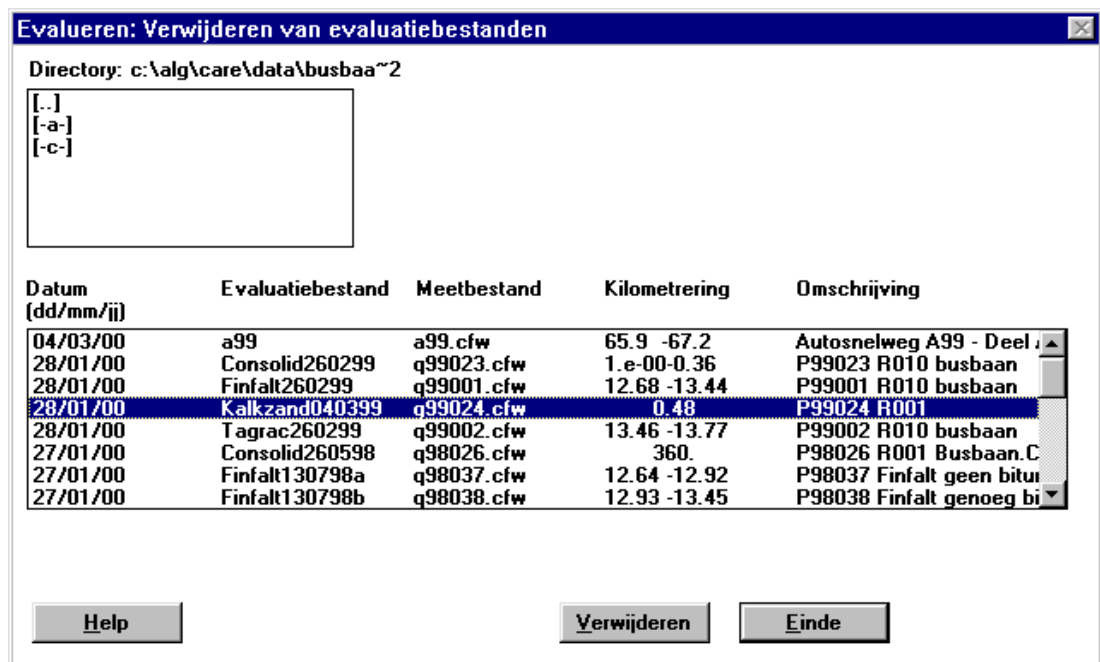


Fig. 4.3 Verwijderen evaluatiebestand

4.6 Invoeren meetgegevens

Via de drukknop *Metingen* (zie Fig. 4.1) wordt het venster *Metingen* gestart (zie hoofdstuk 3) waar gegevens uit een valgewichtdeflectie-bestand kunnen worden opgehaald.

4.7 Wijzigen opnemergegevens

Via de menu-optie *Wijzigen.Opnemer-gegevens* of door het activeren van de balk met opnemerposities op het hoofdscherm (zie Fig. 4.1) kunnen gewichts-factoren worden opgegeven met een waarde tussen 0 en 100 (zie Fig. 4.4). Hoe groter het gewicht is dat aan een opnemer wordt gegeven, hoe nauw-keuriger bij het terugrekenen wordt ge-tracht de bijbehorende deflectie te benaderen. Dit gaat echter ten koste van de benadering bij opnemers met een lager gewicht.

Bij een handmatig profiel kunnen tevens het aantal opnemers en/of de opne-merposities worden opgegeven (zie Fig. 4.4). Deze optie is alleen toegankelijk als een handmatig ingevoerd profiel is ingesteld.

Num	Positie [mm]	Gewicht [-]
1	0	1.
2	300	1.
3	600	1.
4	900	1.
5	1200	1.
6	1500	1.
7	1800	1.

Fig. 4.4 Wijzigen opnemergegevens

4.8 Wijzigen deflecties en belasting

Via de menu-optie *Wijzigen.Meetge-gegevens* of door het activeren van de balk met deflecties op het hoofdscherm (zie Fig. 4.1) kunnen de gemeten belasting en deflecties worden aangepast of kunnen handmatig de belasting en de deflecties worden opgegeven (zie Fig. 4.5). De belasting kan naar keuze als spanning of als kracht worden ingevoerd. Deze optie is alleen toegankelijk als een handmatig ingevoerd profiel is ingesteld.

4.9 Wijzigen straal voetplaat

Via de menu-optie *Wijzigen.Straal voet-plaat* of via het betreffende vakje op het hoofdscherm (zie Fig. 4.1) kan de straal van de voetplaat worden aangepast. Deze optie is alleen toegankelijk als een handmatig ingevoerd profiel is ingesteld.

Num	Deflectie [um]
d000	241.0
d030	184.0
d060	128.0
d090	90.0
d120	76.0
d150	60.0
d180	54.0

Fig. 4.5 Wijzigen deflecties en belasting

4.10 Instellen profiel

Ingesteld kan worden (zie Fig. 4.1) welk deflectieprofiel voor de terugrekening zal worden gebruikt. Als géén meetvak is geselecteerd via het venster Metingen, is het profiel ingesteld als Handmatig. Deze instelling kan niet worden veranderd. De gebruiker moet dan zelf de deflecties, belasting en opnemergegevens opgeven. Wanneer wel een meetvak is geselecteerd, kunnen de volgende profielen gekozen worden:

- profiel huidig meetpunt: het profiel van het op het venster Metingen geselecteerde meetpunt
- karakteristiek profiel: het profiel van het karakteristieke meetpunt van het meetvak (zie par.3.19)
- gemiddeld profiel: het gemiddelde profiel van het meetvak
- alle profielen; de profielen van alle geldige meetpunten in het wegvak

Gekozen kan worden uit vijf mogelijkheden: gebruik van een handmatig ingevoerde deflectieprofiel, gebruik van het in het venster "Metingen" geselecteerde deflectieprofiel, gebruik van het karakteristieke deflectieprofiel (zie par.3.19), gebruik van het gemiddelde deflectieprofiel bepaald uit alle gemeten deflecties, of gebruik van alle deflectieprofielen in het vak.

handmatig opgegeven deflectieprofiel

De gebruiker kan kiezen voor gebruik van een zelf opgegeven deflectieprofiel. Als deze mogelijkheid wordt gekozen wanneer reeds een meetbestand is ingelezen, wordt de koppeling met dit meetbestand verbroken en worden alle deflectieprofielen verwijderd met uitzondering van het reeds geselecteerde profiel.

in het venster "Metingen" geselecteerd deflectieprofiel

Het is mogelijk in het venster "Metingen" een deflectieprofiel te selecteren. Dit kan dan bij de terugrekening worden gebruikt als "huidig meetpunt".

karakteristiek deflectieprofiel

De gebruiker kan ook kiezen voor gebruik van het gemeten deflectieprofiel dat het gemiddelde deflectieprofiel het dichtst benadert (zie par. 3.19). In dit geval kan de laagdikte worden bepaald door na de VGD-meting een boorkern te nemen op de plaats waar het karakteristieke deflectieprofiel is gemeten. Als voordeel van deze methode wordt gezien dat een werkelijk gemeten deflectieprofiel wordt gebruikt en dat de laagdikte ter plaatse kan worden bepaald. Er vindt echter weinig uitmiddeling van toevallige meetfouten plaats.

gemiddeld deflectieprofiel

Het is mogelijk het gemiddelde deflectieprofiel te gebruiken. Hierbij kan worden verwacht dat toevallige meetfouten sterk kunnen worden uitgemiddeld. Bij dit deflectieprofiel moet de gemiddelde laagdikte worden gebruikt.

alle profielen

De gebruiker kan kiezen voor het berekenen van de stijfheidsmoduli per meetpunt. Hierbij worden voor elk meetpunt in het gekozen subvak de stijfheidsmoduli teruggerekend.

De verkregen stijfheidsmoduli worden na afloop gemiddeld, evenals de gemeten deflecties en de berekende deflecties. Vanzelfsprekend is deze methode van terugrekenen tijdrovend. Verwacht wordt echter dat er een hoge betrouwbaarheid mee kan worden bereikt door het uitmiddelen effect van deze wijze van rekenen. Terugrekenen van alle deflectieprofielen kan niet als batch-opdracht worden uitgevoerd.

4.11 Invoeren constructiegegevens

Als voorbereiding op het berekenen van onbekende constructieparameters, moet de laagopbouw van de constructie worden gemodelleerd. Hieronder valt ook het opgeven van startwaarden voor de elasticiteitsmoduli.

Na het selecteren van de drukknop *Constructie* (zie Fig. 4.1) wordt het venster weergegeven waarbinnen de modellering kan worden uitgevoerd (zie Fig. 4.6) en van waaruit weer het venster voor het invoeren van gegevens per laag kan worden geactiveerd (zie Fig. 4.7).

In dit venster (zie Fig. 4.7) kan via de toets *Startwaarden* een stijfheidsmodulus van het asfalt worden berekend uit de equivalente uniforme asfalttemperatuur.

Tevens kan, waar mogelijk, een laagdikte uit de boorkerngegevens worden bepaald. Ook kan een startwaarde voor de ondergrondmodulus worden verkregen, berekend uit de oppervlaktemoduli voor de drie verste opnemers.

0.180m	7517	0.35	Asfalt
0.250m	600	0.35	Betongranulaat
	132	0.35	Ondergrond

Buttons: Opleggen, Splitsen, Onderleggen, Verwijderen, Wijzigen, Help, Einde

Fig. 4.6 Modelleren constructie

Laagtype: ☒ Asfalt ☐ Fundering ☐ Ondergrond

Toepassing:

Materiaal:

Stijfheidskarakteristiek: S78 Shiftfactor: 1.000

Vermoeingskarakteristiek: F78 Shiftfactor: 1.000

Dikte [m]: 0.180

Stijfheidsmodulus [MPa]: 7516.74

Poissonverhouding [-]: 0.35 ☒ Hechting ☐ Slip

Buttons: Startwaarden, Ok, Annuleren, Help

Fig. 4.7 Invoeren gegevens per constructielaag

Ten behoeve van het terugrekenen van de stijfheidsmoduli moet een aantal constructiegegevens worden opgegeven. Dit zijn in elk geval de dikte en de Poissonverhouding voor elke laag. Tevens moeten startwaarden voor de stijfheidsmoduli worden gekozen voor gebruik in de eerste iteratie van het terugrekenproces.

Als het gemiddelde deflectieprofiel wordt gebruikt in de terugrekening, is de gebruikte dikte de gemiddelde dikte zoals die volgt uit de boorkerngegevens. Als een geselecteerd deflectieprofiel of een karakteristiek deflectieprofiel wordt gebruikt of als alle profielen worden gebruikt wordt, indien beschikbaar, de laagdikte aangehouden die volgt uit de ter plaatse genomen boorkern. Als op een meetpunt geen laagdikte beschikbaar is wordt de gemiddelde laagdikte uit de boorkerngegevens gebruikt.

Voorts wordt voor de stijfheidsmodulus van het asfalt een stijfheidskarakteristiek gekozen. In principe wordt de stijfheidsmodulus van het asfalt onafhankelijk hiervan teruggerekend; de karakteristiek is echter nodig om de zogenaamde shiftfactor te bepalen (zie par.4.14). Tevens wordt uit de karakteristiek een startwaarde voor de stijfheidsmodulus van het asfalt berekend afhankelijk van de meettemperatuur en de belastingsfrequentie.

4.12 Instellen bekende stijfheidsmoduli

Via een viertal keuzevakjes "Bekend" op het hoofdscherm (zie Fig. 4.1) kunnen de lagen worden aangegeven waarvan de stijfheidsmodulus bekend wordt verondersteld. Deze wordt dan tijdens het terugrekenproces niet gewijzigd. Indien constructielagen worden toegevoegd of verwijderd, worden deze keuzevakjes blanco en moeten de lagen waarvan de stijfheidsmodulus bekend wordt verondersteld opnieuw worden aangekruist.

4.13 Instellen parameters terugrekenproces

Via de drukknop *Instellen* (zie Fig. 4.1) kunnen de volgende parameters voor het berekenen worden ingesteld: grenzen aan de stijfheidsmoduli van de constructielagen, belastingsfrequentie, equivalente uniforme temperatuur asfalt, terugrekenmethode, nauwkeurigheid van het meerlagenprogramma WESLEA, afbreekcriterium en het maximale aantal iteraties (zie Fig. 4.8).

Fig. 4.8 Instellen parameters terugrekenproces

onder- en bovengrens stijfheidsmoduli

Voor de terug te rekenen stijfheidsmoduli kan een onder- en bovengrens worden opgegeven. Hierdoor kan worden voorkomen dat het iteratieproces tussentijds ontspoot. Ook kan hierdoor worden verzekerd dat de uiteindelijk berekende stijfheidsmoduli geen irreële waarden aannemen. Hiervoor is het van belang dat de grenswaarden realistisch gekozen.

Voor de stijfheidsmoduli worden geen waarden lager dan 1 MPa geaccepteerd. De grenswaarden worden genegeerd als het aantal iteraties op 0 staat of alle stijfheidsmoduli als bekend zijn opgegeven (zodat het programma niet itereert); in dit geval wordt met de startwaarden voor de stijfheidsmoduli gerekend. Als het programma wel itereert maar de startwaarde voor een stijfheidsmodulus buiten de grenswaarden valt, wordt deze startwaarde voor de eerste iteratie automatisch zodanig aangepast dat ze op de dichtstbijzijnde grenswaarde valt.

terugrekenmethode

Gekozen kan worden tussen twee automatische terugrekenmethoden. Beide maken gebruik van kleinste kwadraten-regressie. In methode 2 wordt de som geminimaliseerd van de kwadraten van de deflectie-afwijkingen gedeeld door de gemeten deflecties. In methode 1 wordt de som geminimaliseerd van de kwadraten van de deflectie-afwijkingen op zich.

Op zuiver bitumineuze constructies en constructies met ongebonden of lichtgebonden funderingen zijn de met beide methoden berekende stijfheidsmoduli doorgaans niet significant verschillend.

afbreekcriterium

De automatische iteratieprocedure stopt wanneer geen der stijfheidsmoduli meer dan een beperkt percentage is veranderd ten opzichte van de stijfheidsmodulus in de voorgaande iteratie. In het algemeen kan hiervoor een waarde van 1 % worden aangehouden. Als deze waarde wordt gehaald en geen van de terug te rekenen stijfheidsmoduli een onder- of bovengrenswaarde heeft aangenomen, is de optimale oplossing voldoende dicht benaderd.

aantal iteraties

Bij het automatisch terugrekenen worden de stijfheidsmoduli door het programma zelf iteratief geoptimaliseerd. Hierbij wordt rekening gehouden met door de gebruiker opgegeven onder- en bovengrenswaarden. In het algemeen ligt het aantal iteraties dat benodigd is om te voldoen aan een afbreekcriterium van 1 %, ruim beneden de 20 en meestal zelfs beneden de 10. In incidentele gevallen wordt echter geen stabiele oplossing verkregen. De begrenzing van het aantal iteraties voorkomt dan dat het programma eindeloos blijft rekenen. Als het maximale aantal iteraties wordt bereikt verschijnt een melding. In dit geval is de verkregen oplossing voor de stijfheidsmoduli minder betrouwbaar en kan niet worden aangeraden op basis hiervan een restlevensduur of versterkingsdikte te berekenen. Aanbevolen wordt in dit geval te rekenen met optie Fijn. Ook kan in de "trace" (zie par.0) worden gezocht naar mogelijke oplossingen.

Om greep op het verloop van de terugrekening te houden, kan **stap voor stap** worden teruggerekend door het aantal iteraties op 1 te zetten. Het programma komt dan na elke stap terug met een nieuwe schatting voor de stijfheidsmoduli. De gebruiker ziet dan precies wat er gebeurt en kan naar keuze stoppen, bijstellingen verrichten en/of opnieuw een berekeningsstap laten uitvoeren.

Voor **handmatig** terugrekenen kan het aantal iteraties op 0 worden gesteld. Hierbij worden de berekende deflecties getoond bij de opgegeven stijfheidsmoduli. Er wordt geen schatting gemaakt voor verbeterde stijfheidsmoduli. De gebruiker stelt proberenderwijs zelf de stijfheidsmoduli bij om te trachten een betere aansluiting met de gemeten waarden te vinden. Deze werkwijze heeft als voordeel dat de gebruiker zijn inzicht en ervaring in de schaal kan werpen. Nadeel is dat het resultaat niet geheel objectief is en dat niet duidelijk wordt hoe ver de verkregen overeenstemming tussen de berekende en gemeten deflecties afwijkt van de maximaal realiseerbare overeenstemming.

fijn

In sommige gevallen is de terugrekening zeer gevoelig voor kleine onnauwkeurigheden in de berekende deflecties (met name voor de buitenste opnemers), waardoor de berekening niet convergeert. In dit geval kan na het bereiken van het maximale aantal iteraties nog een aantal berekeningsstappen worden uitgevoerd met de optie Fijn. Hierbij wordt de rekentijd van het meerlagenprogramma WESLEA langer maar is de kans op convergentie groter. Ook bij Batch verwerking (zie par.4.15) kan gebruik van de optie Fijn worden aanbevolen.

spoordieptecorrectie

Indien gemeten is in een rijspoor met een diepte van meer dan ca. 10 mm worden de stijfheidswaarden niet geheel correct teruggerekend in verband met het niet gelijkmatig dragen van de voetplaat bij de valgewichtmeting. Dit kan resulteren in een afwijking in de asfaltrek en ondergrondstuik met een factor 1.06.

VGD-frequentie

De stijfheidsmodulus van asfaltbeton is afhankelijk van het belastingssignaal in de tijd. Voor het vertalen van de teruggerekende stijfheidsmodulus naar ontwerptemperaturen en -belastingssnelheden wordt gebruik gemaakt van stijfheidskarakteristieken die in het laboratorium zijn bepaald onder een sinusvormige belasting. Aangenomen wordt dat de belastingspuls van de door de DWW gebruikte Dynatest voor de respons van asfaltbeton overeenkomt met een sinusvormige belasting met een frequentie van 20 Hz.

asfalttemperatuur

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een handmatig opgegeven deflectieprofiel kan de equivalente uniforme temperatuur van het asfalt worden ingevoerd.

Wanneer een ander profiel is ingesteld wordt de temperatuur indien beschikbaar uit het meetbestand afgeleid. CARE accepteert hierbij slechts temperatuurmetingen als alle drie de asfalttemperaturen, de bovenste twee of alleen de bovenste asfalttemperatuur in het meetbestand is (zijn) opgeslagen (zie par.3.10). Andere combinaties van temperaturen worden als ongeldig beschouwd en worden buiten beschouwing gelaten.

Bij gebruik van een individueel deflectieprofiel wordt uitgegaan van de daar gemeten temperatuurcombinatie, indien aanwezig en geldig. Als wordt gewerkt met het gemiddelde deflectieprofiel, wordt een gemiddelde combinatie bepaald uit de meest uitgebreide geldige combinaties van temperaturen die in het meetbestand aanwezig zijn. Minder uitgebreide of ongeldige combinaties van temperaturen of ontbrekende combinaties blijven bij deze middeling dus buiten beschouwing.

Als de aldus vastgestelde combinatie drie temperaturen bevat, wordt de bovenste temperatuur representatief geacht voor het bovenste 1/4 gedeelte van de asfaltdikte. De middelste temperatuur wordt representatief geacht voor het gebied tussen 1/4 en 3/4 van de asfaltdikte. De onderste temperatuur wordt representatief geacht voor het onderste 1/4 gedeelte van de asfaltdikte.

Als de vastgestelde combinatie slechts de bovenste twee temperaturen bevat, wordt de bovenste temperatuur representatief geacht voor de bovenste helft van de asfaltdikte. De middelste temperatuur wordt representatief gesteld voor de onderste helft van de asfaltdikte.

Als de vastgestelde combinatie slechts bestaat uit de bovenste asfalttemperatuur, wordt deze representatief gesteld voor de gehele asfaltdikte.

CARE rekent op grond van de vastgestelde combinatie van temperaturen een equivalente uniforme temperatuur uit op basis van een gelijke buigstijfheid. Hiervoor wordt bij elk der representatieve asfalttemperaturen de stijfheidsmodulus afgelezen uit de opgegeven stijfheidskarakteristiek. Met deze stijfheden en met de laagdikten waarvoor zij representatief zijn, berekent CARE een equivalente uniforme buigstijfheid van het gehele asfaltpakket. In het geval er drie temperaturen zijn, volgt deze equivalente uniforme buigstijfheid uit

$$E_{asf,eq} = E_{asf,3} \left(\frac{n_1^2 n_2^2 + 64 n_1 n_2^2 + 110 n_1 n_2 + 16 n_2^2 + 64 n_2 + 1}{64(n_1 n_2 + 2 n_2 + 1)} \right) \quad (4.1)$$

waarin

$$\begin{aligned} E_{asf,eq} &= \text{equivalente uniforme asfaltstijfheid (MPa)} \\ E_{asf,3} &= \text{asfaltstijfheid onderste laag (= 25 % van de asfaltdikte) (MPa)} \\ n_1 &= E_{asf,1} / E_{asf,2} \text{ (asfaltstijfheid bovenste laag / asfaltstijfheid middelste laag) (-)} \\ n_2 &= E_{asf,2} / E_{asf,3} \text{ (asfaltstijfheid middelste laag / asfaltstijfheid onderste laag) (-)} \end{aligned}$$

Vervolgens wordt de stijfheidskarakteristiek afgelezen bij deze equivalente uniforme buigstijfheid, waarbij de equivalente uniforme asfalttemperatuur wordt verkregen.

4.14 Berekenen onbekende stijfheidsmoduli

Als een constructie is gemodelleerd en een deflectieprofiel is aangegeven, kunnen met de drukknop *Bereken* (zie Fig. 4.1) de onbekende stijfheidsmoduli worden bepaald. Het bepalen hiervan is een iteratief proces. Na afloop van de berekening worden het berekend deflectieprofiel en het verschil tussen de gemeten waarden en de berekende waarden weergegeven.

deflectieverschil, relatief deflectieverschil, RMS (relatieve) afwijking en fit

Bij de berekeningen wordt per opnemer het deflectieverschil (het verschil tussen gemeten en berekende deflectie) en het relatief deflectieverschil (de absolute waarde van het deflectieverschil gedeeld door de gemeten deflectie) gegeven.

Daarnaast wordt de geoptimaliseerde parameter gegeven. Als gekozen is voor methode 1 is dit "RMS (Root Mean Square) afwijking", die wordt berekend volgens

$$RMS \text{ afwijking} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{i,ber} - \delta_{i,gem})^2}{n}} \quad (4.2)$$

Als gekozen is voor methode 2 is de geoptimaliseerde parameter "RMS (Root Mean Square) relatieve afwijking", die wordt berekend volgens

$$RMS \text{ relatieve afwijking} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_{i,ber} - \delta_{i,gem}}{\delta_{i,gem}} \right)^2}{n}} * 100\% \quad (4.3)$$

Tevens wordt de "MAV (Mean Absolute Value) relatieve afwijking" of "Fit" weergegeven, die wordt berekend volgens

$$Fit = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|\delta_{i,ber} - \delta_{i,gem}|}{\delta_{i,gem}}}{n} * 100\% \quad (4.4)$$

In formule 4.2, 4.3 en 4.4 is

- $\delta_{i,ber}$ = berekende deflectie opnemer i (μm)
- $\delta_{i,gem}$ = gemeten deflectie opnemer i (μm)
- n = aantal deflecties per deflectieprofiel (-)

Deze parameters worden niet als afbreekcriterium voor het iteratieproces gehanteerd; hiervoor wordt het convergeren op de stijfheidsmoduli gecontroleerd (zie par.4.13). Wel geeft de waarde van deze parameters aan hoe goed of slecht de gevonden oplossing aansluit bij de gemeten deflecties. Hierbij wordt opgemerkt dat eventuele weegfactoren bij de berekening van deze kentallen buiten beschouwing worden gelaten.

In het algemeen wordt gesproken van een goede fit als (na convergeren van het iteratieproces binnen een afbreekcriterium van 1 % voor de stijfheden) een fit van 2 % of minder wordt gehaald. Bij grotere afwijkingen kan de vraag worden gesteld of de opgegeven laagopbouw en eventueel vast ingestelde stijfheidsmoduli wel juist gekozen zijn.

Opgemerkt wordt echter dat men voorzichtig moet zijn met het invoeren van extra lagen om de fit te verbeteren. Dit mag slechts als er duidelijk aanwijzingen zijn dat de constructie inderdaad uit meer lagen bestaat. Bovendien mag het aantal lagen waarvan de stijfheidsmodulus teruggerekend wordt het aantal gemeten deflecties niet te dicht benaderen. Bij 7 deflectiewaarden per deflectieprofiel moet teruggerekenen van 4 stijfheidsmoduli reeds als twijfelachtig worden beschouwd.

Als alle deflectieprofielen worden teruggerekend, worden de gemiddeld gemeten en de gemiddeld berekende deflecties getoond. De deflectieverschillen, de relatieve deflectieverschillen en de fit worden op basis van deze gemiddelden berekend. Opgemerkt wordt dat de op deze wijze bepaalde waarden voor het relatief deflectieverschil en de fit niet mogen worden opgevat als het gemiddelde van de relatieve deflectieverschillen en de fit per deflectieprofiel.

verwachte stijfheidsmodulus asfalt en shiftfactor

De berekende stijfheidsmodulus van het asfalt kan niet direct in herontwerpberekeningen worden gebruikt. Bij deze berekeningen moet een ontwerptemperatuur en -frequentie worden aangehouden die in het algemeen verschilt van de temperatuur en frequentie tijdens de valgewichtdeflectiemeting. Om deze reden wordt voor de stijfheidsmodulus met een stijfheidskarakteristiek gewerkt, welke het verband tussen temperatuur, frequentie en stijfheidsmodulus geeft (zie par.5.9). Gebruik van deze karakteristiek maakt het mogelijk de vertaling van de valgewichtcondities naar de ontwerpcondities te maken.

Probleem is echter dat de bij de gegeven meettemperatuur en -frequentie teruggerekende stijfheidsmodulus in het algemeen niet op de gekozen karakteristiek zal liggen. Uit de verhouding tussen teruggerekende stijfheidsmodulus en de verwachte stijfheidsmodulus volgens de karakteristiek wordt daarom een zogenaamde shiftfactor bepaald. Tijdens de herontwerpberekeningen wordt bij gebruik van de gekozen stijfheidskarakteristiek rekening gehouden met deze shiftfactor door de afgelezen stijfheidsmoduli met deze factor te vermenigvuldigen.

De grootte van de shiftfactor geeft een indicatie van mogelijke problemen bij het terugrekenen. Een shiftfactor kleiner dan 0.5 of groter dan 1.5 moet als onwaarschijnlijk worden gezien. Dit kan er bijvoorbeeld op wijzen dat de ingestelde laagdikten sterk van de werkelijkheid verschillen.

projectspreiding rek

Bij constructies waarvoor VGD-metingen beschikbaar zijn, wordt de spreiding over het vak in de geselecteerde verschildeflectie (zie par.3.12) berekend. Uit deze spreiding wordt de spreiding van de rek (onder ontwerpcondities) over het vak berekend volgens [lit.7]:

$$\sigma_{\text{proj}} \{ \log(\varepsilon) \} = 0.558 \sigma_{\text{proj}} \{ \log(IDK_{300}) \} \quad (4.5)$$

waarin

ε = rek onder ontwerpbelasting ($\mu\text{m}/\text{m}$)

IDK_{300} = verschil tussen deflectie in hart voetplaat en deflectie op 0.3 m vanuit hart voetplaat (μm)

Bovenstaande formule vereist dus dat de eerste opnemer in het hart van de voetplaat staat en de andere opnemer die voor het bepalen van de verschildeflectie is geselecteerd (zie par.3.12) zich op 0.30 m vanuit het hart van de voetplaat bevindt. Indien dit niet het geval is wordt een waarschuwing gegeven.

Meetpunten waar de verschildeflectie kleiner is dan of gelijk is aan 0 worden buiten beschouwing gelaten bij bovenstaande berekening. Indien dergelijke punten worden aangetroffen wordt een waarschuwing gegeven.

Volgens bovenstaande formule wordt de spreiding in $\log(\varepsilon)$ bepaald. Dit getal is echter lastig te interpreteren, mede omdat de gevonden waarden vaak klein zijn. Om deze reden wordt **op het scherm** de waarde $10^{\sigma\{\log(\varepsilon)\}}$ weergegeven. Als de spreiding $\sigma\{\log(\varepsilon)\}$ bijvoorbeeld $0.08 = \log(1.2)$ zou bedragen, zou dus een waarde 1.2 worden weergegeven. Deze waarde kan worden gelezen als een "spreidingsfactor".

Uitgaande van een normale verdeling van $\log(\varepsilon)$ betekent dit dat de rek in 15 % van het wegvak kleiner zal zijn dan de gemiddelde rek gedeeld door 1.2; in 85 % van het wegvak zal de rek kleiner zijn dan de gemiddelde rek vermenigvuldigd met 1.2 (in een normale verdeling liggen de 15 - en 85 - procentpunten ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

De spreiding in de rek binnen het vak is van belang voor de verdeling van de levensduur over de weg en daarmee voor de vorm van de schade-ontwikkelingskromme (zie par.5.7).

onzekerheid gemiddelde asfaltrek

Bij de evaluatie is een aantal foutenbronnen aan te wijzen die bijdragen in de onzekerheid van de met de teruggerekende stijfheidsmoduli berekende asfaltrek. Belangrijke foutenbronnen zijn:

- het beperkt aantal VGD - metingen per subvak
- de invloed van de relatieve afbreekfout bij het terugrekenen
- de mogelijke meetfout in de asfalttemperatuur

Deze onzekerheden kunnen worden verdisconteerd in een onzekerheid in de gemiddelde ontwerp-asfaltrek volgens

$$U^2 \{ \overline{\log(\varepsilon_{asf})} \} = U_{\text{beperkt aantal meetpunten}}^2 + U_{\text{afbreekfout}}^2 + U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}}^2 \quad (4.6)$$

waarin

$$U_{\text{beperkt aantal meetpunten}} = \frac{0.558 \sigma_{\text{proj}} \{ \log(IDK_{300}) \}}{\sqrt{n}} \quad (4.7)$$

$$U_{\text{afbreekfout}} = 0 \quad \text{als } \text{Fit} \leq 2 \% \quad (4.8)$$

$$U_{\text{afbreekfout}} = 1.3 \frac{\text{Fit} - 2\%}{100} \quad \text{als } \text{Fit} > 2 \% \quad (4.9)$$

$$U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}} = 0.01 \quad \text{als } T_{\text{eq}} \leq 10^\circ \text{ C} \quad (4.10)$$

$$U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}} = 0.001 T_{\text{eq}} \quad \text{als } T_{\text{eq}} > 10^\circ \text{ C} \quad (4.11)$$

waarin

ε_{asf}	=	asfaltrek onder ontwerpcondities ($\mu\text{m}/\text{m}$)
IDK_{300}	=	verschil tussen deflectie in hart voetplaat en deflectie op 0.3 m vanuit hart voetplaat (μm)
Fit	=	bij de terugrekening resterend deflectieverschil volgens formule (4.4)
T_{eq}	=	equivalente uniforme asfalttemperatuur volgens par.4.13

Ook bovenstaande formule vereist dus dat de eerste opnemer in het hart van de voetplaat staat en de andere opnemer die voor het bepalen van de verschildeflectie is geselecteerd (zie par.3.12) zich op 0.30 m vanuit het hart van de voetplaat bevindt, en worden meetpunten waar de verschildeflectie kleiner is dan of gelijk is aan 0 buiten beschouwing gelaten.

Volgens bovenstaande formule wordt de onzekerheid in $\overline{\log(\varepsilon)}$ bepaald. Ook dit getal is lastig te interpreteren, mede omdat de gevonden waarden vaak klein zijn. Om deze reden wordt **op het scherm** weer de waarde $10^{U\{\log(\varepsilon)\}}$ weergegeven. Als de onzekerheid $U\{\log(\varepsilon)\}$ bijvoorbeeld $\log(1.05)$ zou bedragen, zou dus een waarde 1.05 worden weergegeven. Deze waarde kan worden gelezen als een "onzekerheidsfactor". Uitgaande van een normale verdeling van $\log(\varepsilon)$ betekent dit dat er ongeveer 15 % kans is dat de gemiddelde asfaltrek een factor 1.05 of meer onder de verwachte gemiddelde waarde ligt; er is ongeveer 85 % kans dat de gemiddelde asfaltrek een factor 1.05 of minder groter boven de verwachte gemiddelde waarde ligt (in een normale verdeling liggen de 15 - en 85 - procentpunten ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

De onzekerheid in de gemiddelde asfaltrek is van belang voor de ligging van de schade-ontwikkelingskromme (zie par.5.7) en daarmee voor de onzekerheid van de restlevensduurvoorspelling en versterkingsdikteberekening.

onzekerheid gemiddelde ondergrondstuik

Net als voor de gemiddeld asfaltrek, kunnen ook voor de gemiddelde ondergrondstuik de bij het terugrekenen aanwezige onzekerheden worden verdisconteerd in een onzekerheid in de gemiddelde ondergrondstuik volgens

$$U^2\{\overline{\log(\varepsilon_{\text{ond}})}\} = U_{\text{beperkt aantal meetpunten}}^2 + U_{\text{afbreekfout}}^2 + U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}}^2 \quad (4.12)$$

waarin

$$U_{\text{beperkt aantal meetpunten}} = \frac{0.91 \sigma_{\text{proj}}\{\log(\text{IDK}_{300})\}}{\sqrt{n}} \quad (4.13)$$

$$U_{\text{afbreekfout}} = 0 \quad \text{als Fit} \leq 2 \% \quad (4.14)$$

$$U_{\text{afbreekfout}} = 1.3 \frac{\text{Fit} - 2\%}{100} \quad \text{als Fit} > 2 \% \quad (4.15)$$

$$U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}} = 0.01 \quad \text{als } T_{\text{eq}} \leq 10^\circ \text{ C} \quad (4.16)$$

$$U_{\text{onzekerheid meettemperatuur}} = 0.001 T_{\text{eq}} \quad \text{als } T_{\text{eq}} > 10^\circ \text{ C} \quad (4.17)$$

waarin

ε_{ond} = ondergrondstuik onder ontwerpcondities ($\mu\text{m}/\text{m}$)

IDK_{300} = verschil tussen deflectie in hart voetplaat en deflectie op 0.3 m vanuit hart voetplaat (μm)

Fit = bij de terugrekening resterend deflectieverschil volgens formule (4.4)

T_{eq} = equivalente uniforme asfalttemperatuur volgens par.4.13

Ook bovenstaande formule vereist dus dat de eerste opnemer in het hart van de voetplaat staat en de andere opnemer die voor het bepalen van de verschildeflectie is geselecteerd (zie par.3.12) zich op 0.30 m vanuit het hart van de voetplaat bevindt, en worden meetpunten waar de verschildeflectie kleiner is dan of gelijk is aan 0 buiten beschouwing gelaten. Voorts wordt ook hier **op het scherm** de waarde $10^{U\{\log(\varepsilon)\}}$ weergegeven.

De onzekerheid in de gemiddelde ondergrondstuik is van belang voor de onzekerheid van de restlevensduurvoorspelling en versterkingsdikteberekening (zie par.5.7).

4.15 Batch verwerken terugrekenopdrachten

Het terugrekenen van de onbekende stijfheidsmoduli kan een tijdrovende bezigheid zijn. Het is echter mogelijk een aantal opdrachten in een wachtrij te zetten. Deze opdrachten kunnen dan in batch worden uitgevoerd. Dat wil zeggen dat alle opdrachten zonder tussenkomst van de gebruiker worden uitgevoerd. Hierbij kan voor het vergroten van de kans op convergentie, gebruik worden gemaakt van de insteloptie Fijn (zie par.4.13). De resultaten van de berekeningen worden opgeslagen als Evaluatiebestand en tevens (automatisch) als Herontwerpbestand (zie par.4.19). Voor deze acties zijn de volgende menu-opties (zie menubalk Fig. 4.1) beschikbaar:

- *Batch.Toevoegen opdracht*: voeg de gegevens op het venster toe als batch-opdracht. Hierbij moet de naam voor het aan te maken Evaluatiebestand worden opgegeven. Indien dit de naam van een reeds bestaand bestand is wordt de opdracht geweigerd.
- *Batch.Toon opdrachten*: toon de opdrachten die tot nu toe zijn toegevoegd
- *Batch.Starten*: start de batch-verwerking.

Batch verwerken van alle deflectieprofielen van een vak is niet mogelijk.

4.16 Weergeven trace tussenresultaten

De drukknop *Trace* (zie Fig. 4.1) geeft de mogelijkheid de resultaten per iteratie te bekijken (zie Fig. 4.9).

Aan de hand hiervan kan de gebruiker per iteratiestap het verloop van de waarden voor de stijfheidsmoduli en deflectie-afwijking zien. Tevens kan hij zien of tijdens het iteratieproces onder- of bovengrenzen voor stijfheidsmoduli bereikt zijn.

Tussenresultaten Berekenen					
Iteratie	Fit [%]	RMS [%]	Stijfheidsmoduli (laag 1 t/m 3)		
1	6.76	13.94	8060.7	143.2	139.4
2	3.24	5.33	7583.6	259.0	136.8
3	1.82	2.07	7553.1	300.4	139.3
4	1.80	2.07	7612.4	297.2	139.3
5	1.80	2.07	7597.2	298.3	139.3

Meldingen	
laag 1:	Geen stijfheidsgrens bereikt
laag 2:	Geen stijfheidsgrens bereikt
laag 3:	Geen stijfheidsgrens bereikt

Fig. 4.9 Trace tussenresultaten

4.17 Weergeven grafiek gemeten en berekend deflectieprofiel

Door het selecteren van de drukknop *Grafiek* (zie Fig. 4.1) worden de gemeten en berekende deflecties in grafische vorm weergegeven (zie Fig. 4.10). De berekende deflecties worden in rood weergegeven, de gemeten deflecties in zwart.

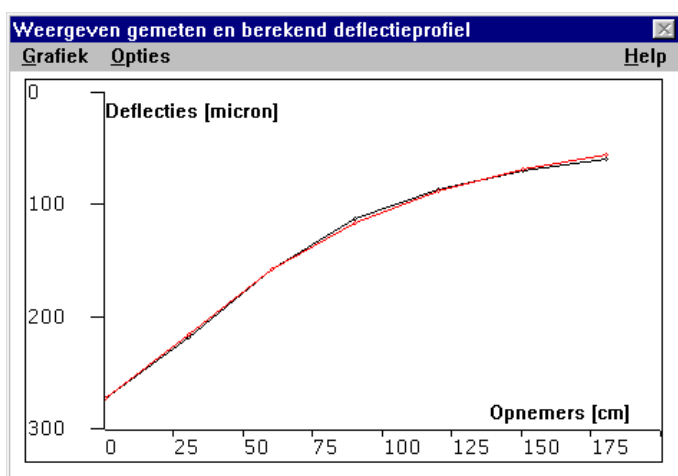


Fig. 4.10 Vergelijken deflectieprofielen

4.18 Evaluatiebestand afdrukken

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Afdrukken* (zie menubalk Fig. 4.1) worden de gegevens afgedrukt.

4.19 Evaluatiebestand bewaren

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Bewaar* (zie menubalk Fig. 4.1) kan een Evaluatiebestand worden opgeslagen. Dit is alleen mogelijk als een terugrekening van stijfheidsmoduli is uitgevoerd. Tegelijk met het bewaren van het Evaluatiebestand worden de teruggerekende constructiegegevens ook opgeslagen in een Herontwerpbestand, dat in de module HERONTWERPEN kan worden ingelezen. Dit Herontwerpbestand wordt bewaard onder een lege (blanco) bestandsnaam.

In dit Herontwerpbestand worden tevens de naam van het Evaluatiebestand en het achterliggend meetbestand opgenomen, waardoor in de module HERONTWERPEN kan worden herkend aan welk Evaluatiebestand het is gekoppeld.

Als het gaat om een reeds bestaand Evaluatiebestand dat opnieuw is ingelezen en eventueel bewerkt, worden zowel het oorspronkelijke Evaluatiebestand als het eraan gekoppelde Herontwerpbestand overschreven, op voorwaarde dat het betreffende Herontwerpbestand nog niet verder is bewerkt. Dit kan worden afgeleid uit het feit dat in dit geval de Herontwerpbestandsnaam nog blanco is (zie ook par.5.2). Als er op het Evaluatiebestand gebaseerde Herontwerpbestanden aanwezig zijn die reeds zijn bewerkt kan het betreffende Evaluatie- en Herontwerpbestand niet worden overschreven. In dit geval moeten eerst de reeds bewerkte Herontwerpbestanden worden verwijderd. Bij overschrijven van bestaande bestanden wordt om bevestiging gevraagd. Als het een nieuw bestand betreft waarvan nog geen naam is ingevoerd, verschijnt het scherm behorend bij menu-optie *Evaluatiebestand.Bewaar als* (zie onder).

Directory: c:\alg\care\data\busbaa~2

[..]
[-a-]
[-c-]

Datum (dd/mm/jj)	Evaluatiebestand	Meetbestand	Kilometrerings	Omschrijving
28/01/00	Consolid260299	q99023.cfw	1.e-00-0.36	P99023 R010 busbaan
28/01/00	Finfalt260299	q99001.cfw	12.68 -13.44	P99001 R010 busbaan
28/01/00	Kalkzand040399	q99024.cfw	0.48	P99024 R001
28/01/00	Tagrac260299	q99002.cfw	13.46 -13.77	P99002 R010 busbaan
27/01/00	Consolid260598	q98026.cfw	360.	P98026 R001 Busbaan.C
27/01/00	Finfalt130798a	q98037.cfw	12.64 -12.92	P98037 Finfalt geen bitui
27/01/00	Finfalt130798b	q98038.cfw	12.93 -13.45	P98038 Finfalt genoeg bi
27/01/00	Finfalt141298a	q98065.cfw	12.68 -12.92	P98065 Busbaan R001 c

Bestand :
(geen pad opgeven)

Help Ok Annuleren

Fig. 4.11 Bewaren evaluatiebestand

Via de menu-optie *Evaluatiebestand.Bewaar als* (zie menubalk Fig. 4.1) verschijnt het scherm volgens Fig. 4.11. Vanuit dit scherm kan het evaluatiebestand met bijbehorend herontwerpbestand worden opgeslagen onder een nieuwe naam. Dit is alleen mogelijk als een terugrekening van stijfheidsmoduli is uitgevoerd. De naam van eventuele reeds aanwezige evaluatiebestanden is op het scherm zichtbaar. Het is mogelijk een bestaand Evaluatiebestand met bijbehorend Herontwerpbestand te overschrijven door dezelfde naam te gebruiken, tenzij er op het bestaande Evaluatiebestand gebaseerde Herontwerpbestanden aanwezig zijn die reeds zijn bewerkt (zie boven). Hierbij wordt om bevestiging gevraagd.

De aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Hiertoe zijn eventuele subdirectory's te selecteren. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]).

4.20 Afsluiten module EVALUEREN

De module EVALUEREN kan worden afgesloten door menu-optie *Evaluatiebestand.Einde* (zie menubalk Fig. 4.1) te selecteren. Als nog gewijzigde gegevens aanwezig zijn, wordt alsnog de mogelijkheid geboden deze te bewaren.

5 Module HERONTWERPEN

De module HERONTWERPEN ondersteunt de berekening van de restlevensduur en de dikte van de versterkingslaag van een wegverharding. Hiervoor moeten randvoorwaarden en algemene, wegvak-, verkeersbelastings- en constructiegegevens worden ingevoerd. Het is ook mogelijk een reeds bestaand herontwerpbestand in te lezen. Dit kan eerder vanuit de module HERONTWERPEN zijn aangemaakt; het kan ook aangemaakt zijn in de module EVALUEREN. In dit geval bevat het herontwerpbestand alleen constructiegegevens. Ook kan een in de module ONTWERPEN aangemaakt bestand worden ingelezen.

De berekende waarden kunnen samen met randvoorwaarden en de algemene, wegvak-, verkeersbelastings- en constructiegegevens worden afgedrukt op papier en worden opgeslagen.

5.1 Starten module HERONTWERPEN

Via de drukknop *Herontwerpen* op het CARE hoofdscherm kan de module HERONTWERPEN worden opgestart. Aansluitend verschijnt het betreffende venster in het weergavegebied.

Vanuit het getoonde venster is de functionaliteit van CARE toegankelijk voor het herontwerpen van bestaande wegverhardingen.

Evenals het venster van de module ONTWERPEN bestaat het venster van de module HERONTWERPEN uit drie onderdelen. Rechtsboven bevinden zich de algemene gegevens. Via de knoppen op het linker deel van het venster kan de functionaliteit worden geactiveerd voor het invoeren van randvoorwaarden, modelleren van een constructie, invoeren van verkeersbelastingsgegevens en uitvoeren van berekeningen. Rechtsonder op het venster bevinden zich de wegvakgegevens.

Herontwerpbestand :		Laatst gewijzigd (dd/mm/jj): 05/03/00
Evaluatiebestand :	a99	
Meetbestand :	a99.cfw	

Algemene gegevens	
Projektnaam	A99
Dienst	Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Afdeling	Infrastructuur Realisatie en Onderhoud
Adres	Postbus 5044 2600 GA Delft tel. 015-2518518
Doel	Voorbeeld Handleiding CARE

Wegvakgegevens	
Wegnummer	A100
Wegdeel	65.900 67.200
Strook	
Rijbaan	1HR-R
Omschrijving	Autosnelweg A99 - Deel A - B

Fig. 5.1 Venster module HERONTWERPEN

5.2 Herontwerpbestand selecteren

Via menu-optie *Bestand.Selecteer* (zie menubalk Fig. 5.1) kan een bestaand (her)ontwerpbestand met bijbehorende constructie- en verkeersbelastingsgegevens worden opgevraagd. Deze selectie wordt uitgevoerd in een venster (zie Fig. 5.2). Indien in de aangegeven datadirectory (her)ontwerpbestanden zichtbaar zijn, wordt in het venster per opgeslagen (her)ontwerpbestand de datum van aanmaken of laatste wijziging, de bestandsnaam, het eventuele eraan gekoppelde evaluatiebestand en achterliggend meetbestand, de kilometrering en de omschrijving zichtbaar. Een herontwerpbestand met blanco bestandsnaam is aangemaakt in de module EVALUEREN en is nog niet in de module HERONTWERPEN bewerkt. Indien in de betreffende datadirectory nog geen (her)ontwerpbestanden zijn opgeslagen blijft het venster leeg.

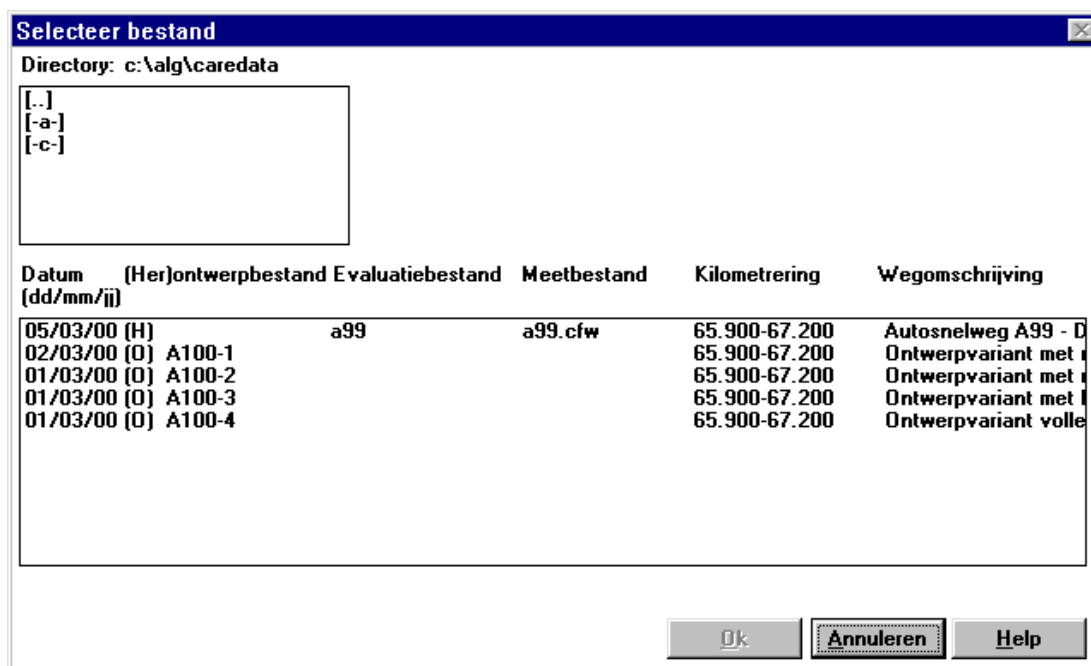


Fig. 5.2 Selecteren herontwerpbestand

De aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen worden geselecteerd. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende subdirectory's zichtbaar worden.

Een (her)ontwerpbestand kan worden geselecteerd door één van de corresponderende regels in de getoonde lijst te selecteren en daarna de drukknop OK te selecteren. Daarnaast kan een (her)ontwerpbestand ook worden geselecteerd door de naam van het (her)ontwerpbestand in de lijst te activeren. De gegevens van het geselecteerde (her)ontwerpbestand worden daarna ingelezen en in het venster weergegeven.

5.3 Herontwerpbestand opnieuw starten

Voor het invoeren van nieuwe herontwerpgegevens kan menu-optie *Bestand.Nieuw* (zie menubalk Fig. 5.1) worden geselecteerd; eventueel reeds aanwezige gegevens worden verwijderd. Als de (gewijzigde) gegevens nog niet zijn opgeslagen, wordt hiervan melding gemaakt.

5.4 Herontwerpbestand verwijderen

Na het selecteren van menu-optie *Bestand.Verwijder* (zie menubalk Fig. 5.1) wordt het getoonde herontwerpbestand, inclusief bijbehorende randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens uit de database verwijderd. Dit geldt tevens voor de op het beeldscherm getoonde algemene en wegvakgegevens. Deze activiteit moet expliciet worden bevestigd.

5.5 Gegevens overnemen

Via de menu-optie *Bestand.Overnemen.Randvoorwaarden en Verkeersgegevens*, *Bestand.Overnemen.Algemene gegevens* en *Bestand.Overnemen.Beide* (zie menubalk Fig. 5.1) kunnen naar keuze de randvoorwaarden en de verkeersbelastingsgegevens, de algemene gegevens of al deze gegevens uit een ander (her)ontwerpbestand worden overgenomen. Bij keuze van deze optie verschijnt weer het venster met herontwerpbestanden (zie fig. Fig. 5.2). waarin het bestand kan worden geselecteerd van waaruit de gewenste gegevens kunnen worden overgenomen.

5.6 Invoeren algemene gegevens en wegvakgegevens

Van de algemene gegevens (zie Fig. 5.1) kunnen zowel de veldnamen als de veldwaarden worden gewijzigd. Van de wegvakgegevens kunnen alleen de veldwaarden worden gewijzigd. De algemene gegevens kunnen ook worden overgenomen uit een ander herontwerpbestand via de menu - optie *Bestand.Overnemen.Algemene gegevens* (zie par.5.5).

5.7 Invoeren randvoorwaarden

Na selectie van de drukknop *Randvoorwaarden* (zie Fig. 5.1) verschijnt het venster (zie Fig. 5.3) voor het invoeren en wijzigen van de randvoorwaarden. De randvoorwaarden kunnen ook worden overgenomen uit een ander herontwerpbestand via de menu - optie *Bestand.Overnemen.Randvoorwaarden en Verkeersgegevens* (zie par.5.5).

Randvoorwaarden	
Ontwerpcriterium:	☒ Asfaltrek ☐ Ondergrondstuik
VGD-metingen	☒
Betrouwbaarheid asfaltrek criterium [%]	85
Toelaatbare structurele schade [%]	15
Toelaatbare schade versterkingsdikte [%]	20
Factor projectspreiding rek [-]	1.0963
Factor onzekerheid rek [-]	1.0595
Snelheid vrachtverkeer [km/u]	80.000
Straal contactvlak [m]	0.105
Wielafstand [m]	0.315
Rijstrookbreedte [m]	3.50
Versporingsbreedte [m]	0.290
Randbelasting	geen = 0.00m
Luchttemperatuur [°C]	14.0
Healing [-]	4.0
Meerlagenprogramma	WESLEA
Ok Annuleren Help	

Fig. 5.3 Invoeren randvoorwaarden

ontwerpcriterium

Gekozen kan worden voor het herontwerpen op basis van het asfaltrekriterium of het ondergrondcriterium. In het eerste geval wordt de restlevensduur en de eventuele versterkingsdikte zodanig vastgesteld dat de structurele schade aan het eind van de ontwerpfase(n) met de opgegeven zekerheid (betrouwbaarheid) niet groter is dan de toelaatbare waarde(n). In het tweede geval wordt de restlevensduur en de eventuele versterkingsdikte zodanig berekend dat het bezwijkcriterium voor ondergrondstuik aan het eind van de ontwerpfase(n) met de opgegeven zekerheid (betrouwbaarheid) niet wordt overschreden.

VGD-metingen

Bij het herontwerp kunnen in module EVALUEREN teruggerekende constructiegegevens worden ingelezen. In dit geval zal het vakje VGD-metingen automatisch worden aangekruist. Dit heeft onder meer gevolgen voor de berekening van het toelaatbaar gemiddeld Minergetal en de betrouwbaarheidsfactor.

Als sprake is van VGD-metingen zal de projectspreiding in de asfaltrek en ondergrondstuik worden berekend uit de projectspreiding in de IDK_{300} (zie par.4.14). Dit heeft bij herontwerpen op basis van het asfaltrekriterium invloed op het toelaatbaar gemiddeld Minergetal (zie par.5.10). Tevens wordt er van uitgegaan dat de gemiddelde constructieparameters beter bekend zijn dan in situaties zonder metingen. Dit wordt tot uitdrukking gebracht in een lagere onzekerheid, zodat een kleinere betrouwbaarheidsfactor (zie par.4.14 en par.5.10) wordt berekend dan voor de situatie zonder metingen. Hierdoor wordt het uitvoeren van metingen dus beloond.

Ook kan worden gekozen voor een berekening zonder van meetgegevens gebruik te maken (de zogenaamde "droge" restlevensduurberekening). In dit geval zullen het toelaatbaar gemiddeld Minergetal en de betrouwbaarheidsfactor niet anders zijn dan voor de nieuwbouwsituatie.

betrouwbaarheid asfaltrekriterium

Bij het herontwerpen op het asfaltrekriterium kan worden gekozen voor verschillende waarden van het betrouwbaarheidspercentage. Dit is de zekerheid dat de weg na het eind van de herontwerpperiode niet meer structurele schade vertoont dan de maximaal toelaatbare waarde, rekening houdend met de betrouwbaarheid van de berekeningsuitgangspunten. Voor primaire wegen wordt in principe gerekend met 85 % betrouwbaarheid, voor secundaire wegen met een 75 % betrouwbaarheid en voor lagere orde-wegen met 70 % betrouwbaarheid. De keuze voor de betrouwbaarheid kan tijdens de restlevensduurberekening in bepaalde gevallen echter worden aangepast, afhankelijk van het geconstateerde praktijkgedrag van de constructie (zie par.5.10).

toelaatbare structurele schade

Er kan worden gekozen voor meerdere waarden voor de maximaal toelaatbare schade. Welke waarde als maximaal toelaatbaar wordt beschouwd hangt mede af van de structurele levensfase waarin de verharding verkeert. Voor het bepalen van de restlevensduur wordt normaliter een maximaal toelaatbare waarde van 15 % aangehouden. Voor het berekenen van de versterkingsdikte wordt normaliter een 5 % hogere waarde aangehouden dan bij de restlevensduurberekening.

projectspreiding asfaltrek

Bij het herontwerp op basis van VGD-metingen kan gebruik worden gemaakt van de bij de VGD-metingen gemeten spreiding in de doorbuiging van de verharding (de IDK_{300} -waarde: zie par.4.14). Deze spreiding geeft een goede indicatie van de te verwachten spreiding over het vak in de grootte van de asfaltrek onder de ontwerpbelasting, zonder dat de (veelal niet bekende) spreiding in de stijfheidsmodulus en dikte van de individuele lagen in beschouwing hoeft te worden genomen.

Hierbij wordt de spreiding $\sigma\{\log(\epsilon)\}$ bepaald, waarin ϵ de maximale horizontale rek onder in het asfalt is. Dit getal is echter lastig te interpreteren, mede omdat de gevonden waarden vaak klein zijn. Om deze reden wordt **op het scherm** de waarde $10^{\sigma\{\log(\epsilon)\}}$ weergegeven. Als de spreiding $\sigma\{\log(\epsilon)\}$ bijvoorbeeld $\log(1.2)$ zou bedragen, zou dus de waarde 1.2 worden weergegeven. Deze waarde kan worden gelezen als een "spreidingsfactor".

Uitgaande van een normale verdeling van $\log(\epsilon)$ betekent dit dat de rek in 15 % van het wegvak kleiner zal zijn dan de gemiddelde rek gedeeld door 1.2; in 85 % van het wegvak zal de rek kleiner zijn dan de gemiddelde rek vermenigvuldigd met 1.2 (in een normale verdeling liggen de 15 - en 85 - procentpunten ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

De projectspreiding in de rek heeft invloed op de grootte van het toelaatbaar gemiddeld Minergetal. Tevens wordt mede op grond van deze spreiding de schade-verwachting uitgesproken (zie par.5.10).

onzekerheid rek

Met de onzekerheid in de gemiddelde rek wordt de betrouwbaarheid van de teruggerekende constructiegegevens in rekening gebracht, die wordt veroorzaakt door het beperkt aantal meetpunten binnen het subvak, de afbreekfout bij het terugrekenen en de onzekerheid in de meettemperatuur (zie par. 4.14).

Hierbij wordt de onzekerheid $U\{\overline{\log(\epsilon)}\}$ bepaald. Ook dit getal is lastig te interpreteren, mede omdat de gevonden waarden vaak klein zijn. Om deze reden wordt **op het scherm** weer de waarde $10^{U\{\log(\epsilon)\}}$ weergegeven. Als de onzekerheid van de (lognormaal veronderstelde) verdeling bijvoorbeeld $\log(1.05)$ zou bedragen, zou dus een waarde 1.05 worden weergegeven. Deze waarde kan worden gelezen als een "onzekerheidsfactor".

Uitgaande van een normale verdeling van $\overline{\log(\epsilon)}$ betekent dit dat er ongeveer 15 % kans is dat de gemiddelde asfaltrek een factor 1.05 of meer onder de verwachte gemiddelde waarde ligt; er is ongeveer 85 % kans dat de gemiddelde asfaltrek een factor 1.05 of minder groter boven de verwachte gemiddelde waarde ligt (in een normale verdeling liggen de 15 - en 85 - procentpunten ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

betrouwbaarheid ondergrondstuikcriterium

Bij het herontwerpen op basis van het ondergrondstuikcriterium kan worden gekozen voor verschillende waarden van de betrouwbaarheid. Deze worden opgevat als de zekerheid dat het ondergrondstuikcriterium binnen de herontwerpperiode(n) niet zal worden overschreden. Voor primaire wegen wordt in de DWW-ontwerpmethode gerekend met 85 % betrouwbaarheid, voor secundaire wegen met 75 % betrouwbaarheid en voor lagere orde-wegen met 70 % betrouwbaarheid.

snellheid vrachtverkeer

De stijfheidsmodulus van asfalt is mede afhankelijk van de tijdsduur van de belasting. In het ontwerp wordt echter statisch en lineair elastisch gerekend; hierbij wordt voor het asfalt een zodanige stijfheidsmodulus aangehouden dat een rek wordt gevonden die vergelijkbaar is met de in de constructie optredende rek bij een rijdende last en visco-elastisch materiaalgedrag. Deze stijfheidsmodulus kan worden benaderd als de stijfheidsmodulus die wordt gevonden onder een sinusvormige belasting met een frequentie van

$$\log(f) = -0.6 - 0.5 h_{\text{asf}} + 0.94 \log(v) \quad (5.1)$$

waarin

f	=	frequentie belasting (Hz)
h_{asf}	=	dikte asfalt (m)
v	=	snellheid vrachtverkeer (km/u)

De bij evaluatie van VGD-metingen teruggerekende stijfheidsmodulus van het asfalt (zie par.4.14) wordt omgewerkt naar deze ontwerp frequentie alsmede naar de gebruikte ontwerptemperatuur (zie onder).

straal contactvlak en wielafstand

De ontwerpbelasting wordt geschematiseerd tot een uniforme contactdruk op twee als cirkelvormig benaderde contactvlakken tussen band en weg. De straal van het contactvlak en de wielafstand (hart op hart) kunnen worden opgegeven. De omrekening naar de uniforme contactdruk gebeurt automatisch, afhankelijk van de opgegeven straal van het contactvlak.

In de DWW-ontwerpmethode [lit.1] is de straal van het contactvlak gesteld op 0.105 m. Voor de wielafstand wordt (hart op hart) 0.315 m aangehouden. De gehanteerde aslast bedraagt 100 kN. Hiervan wordt 50 kN op het wielstel in rekening gebracht, zodat per wiel wordt gerekend met 25 kN.

De ontwerp-belastingsconfiguratie kan worden gewijzigd wat betreft wielafstand en straal contactvlak. Het is zelfs mogelijk met een enkelvoudig wiel te rekenen. Hiervoor behoeft slechts de wielafstand op 0 te worden gesteld. De uniforme contactdruk krijgt hierbij vanzelf de juiste waarde.

rijstrookbreedte en versporingsbreedte

Het zware verkeer rijdt in praktijk niet zuiver in één rijspoor; de positie van de wielstellen vertoont een verdeling dwars over de weg. Hierdoor gaat de verharding langer mee (zie [lit.1]: versporing). De dwarsverdeling van de positie van het wielstel wordt uitgedrukt in de spreidingsbreedte of versporingsbreedte. Uit onderzoek is gebleken dat deze spreidingsbreedte afhankelijk is van de breedte van de rijstrook volgens:

$$\sigma = 0.1056 b_{\text{strook}} - 0.0798 \quad (5.2)$$

waarin

σ	=	spreidingsbreedte (m)
b_{strook}	=	breedte rijstrook (m)

Deze relatie vertoont overigens zelf weer een aanzienlijke spreiding. Het effect van de dwarsverdeling van het verkeer op de levensduur van de verharding is mede afhankelijk van de constructie (zie par.5.10 en 5.11).

randbelasting

In verhardingen waarbij de afstand tussen het hart van het rijspoor en de rand van de asfaltverharding kleiner is dan 0.70 m zullen de rekken significant groter zijn dan in bredere verhardingen. In dit geval wordt de laagdikte van de bestaande constructie bij berekening van de restlevensduur of de dikte van de versterkingslaag vooraf verminderd met 1 à 2 cm, afhankelijk van de mate van randbelasting (zie [lit.1]: randeffect).

luchttemperatuur

In het (her)ontwerp wordt gerekend met een gewogen gemiddelde jaarlijkse luchttemperatuur (wMAAT). Als alleen de uren tussen 6.00 u en 18.00 u in rekening worden gebracht, wordt voor Nederlandse omstandigheden gemiddeld een waarde voor wMAAT van 14 °C gevonden. De variatie in deze waarde over het land is minimaal (zie [lit.1]: temperatuur).

Uit deze temperatuur wordt de gemiddelde temperatuur van het asfalt bepaald. Hierbij wordt een relatie gebruikt waarin een afhankelijkheid van de asfaltdikte is verdisconteerd (zie [lit.1]: temperatuur asfalt).

De bij evaluatie van VGD-metingen teruggerekende stijfheidsmodulus van het asfalt (zie par.4.14) wordt omgewerkt naar deze ontwerptemperatuur alsmede naar de gebruikte ontwerprequentie (zie boven).

healing

In het (her)ontwerp wordt gerekend met een verhoging van de levensduur van asfalt in de weg ten opzichte van die in het laboratorium, met een factor voor healing (zie [lit.1]: healing). Voor asfalt volgens de Standaard RAW-Bepalingen [lit.6] wordt in de DWW-ontwerpmethode [lit.1] gerekend met een factor 4. In het verleden werd voor de (minder schrale) mengsels van vóór de Eisen '78 wel gerekend met ontwerpkaarten uit de Shell Pavement Design Manual [lit.3] voor S1-F2-50-asfaltbeton; (zie [lit.1]: asfaltemengsels uit de Shell Pavement Design Manual), waarin een factor 6 à 7 is verdisconteerd.

5.8 Invoeren verkeersgegevens

Na selectie van de drukknop *Verkeersbelasting* (zie fig. Fig. 5.1) verschijnt het venster voor het selecteren van de ontwerpfase (zie Fig. 5.4).

Na het selecteren van de eerste fase wordt een venster getoond waarin de verkeersgegevens kunnen worden opgegeven (zie Fig. 5.5).

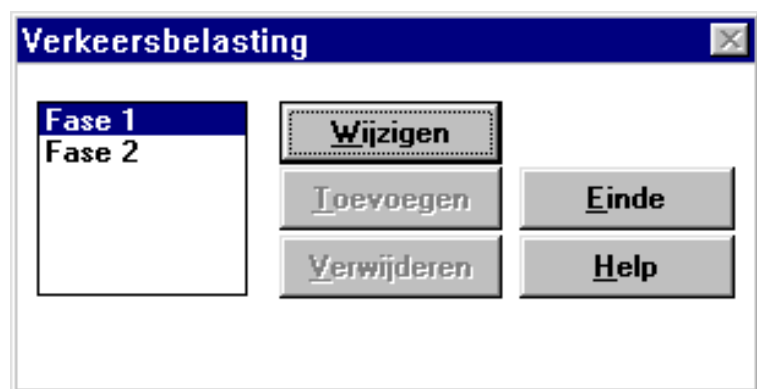


Fig. 5.4 Selecteren fase

In dit venster staan in het bovenste deel de factoren die van invloed zijn op de verkeersbelasting en de verkeersklasse. Via de combobox **Herkomst Gegevens** (zie Fig. 5.5) kan worden aangegeven hoe de verkeersbelastingsgegevens zijn verkregen. Deze box is alleen in fase 1 toegankelijk.

Na invullen van de belastingsparameters voor fase 1 kan de belasting en de verkeersklasse worden berekend via de knop *Berekenen* (zie Fig. 5.5).

Zowel bij restlevensduur- als versterkingsdikteberekeningen moeten ook voor de tweede fase gegevens worden ingevoerd.

Overnemen	Gemiddelde Parameters
Aantal vrachtwagens per werkdag	1053.
Aantal werkdagen per jaar	270.
Jaarlijkse groei [%]	3.5
Vrachtwagenschadefactor [100kN]	1.5
Aandeel breedbanden [%]	20.
Correctiefactor aantal rijstroken [-]	0.95 : 2 stroken
Ontwerpperiode [jaren]	8.

Verkeersklasse: 3

Verkeersbelasting [100kN]: 4987415

Fig. 5.5 Invoeren verkeersgegevens

In de tweede fase is de knop *Overnemen* (zie Fig. 5.5) toegankelijk voor het ophalen van de gegevens uit de eerste fase. De vrachtwagenintensiteit wordt hierbij automatisch gecorrigeerd voor de groei van het verkeer. Vervolgens kunnen deze gegevens worden gewijzigd en kunnen de verkeersbelasting en de verkeersklasse voor de tweede fase worden berekend. Het is echter ook mogelijk de verkeersklasse direct in te voeren.

De belastingsgegevens van fase 1 worden gebruikt om te bepalen hoeveel belasting de bestaande constructie reeds heeft gedragen. De belastingsgegevens van fase 2 gelden voor het bepalen van de verkeersbelasting tijdens de restlevensduur of, bij versterking, tijdens de volgende levensfase van de verharding.

De verkeersgegevens kunnen ook worden overgenomen uit een ander herontwerpbestand via de menu - optie *Bestand.Overnemen.Randvoorwaarden en Verkeersgegevens* (zie par.5.5).

De door het zware verkeer op een verharding uitgeoefende belastingen laten zich beschrijven met behulp van een zogenaamd aslastspectrum. In het ontwerp van asfaltverhardingen wordt dit aslastspectrum vervangen door een daaraan, voor zover het de aan de verharding toegebrachte vermoeiingsschade betreft, gelijkwaardig verondersteld aantal passages van een standaard aslast (zie [lit.1]: ontwerpbelasting). In de DWW-ontwerpmethode [lit.1] wordt uitgegaan van een standaard aslast van 100 kN.

Afwijkende aslasten worden verwerkt met de zogenaamde P^4 -relatie (zie [lit.1]: vrachtwagenschadefactor).

De berekening van de verkeersbelasting bestaat in principe uit een vermenigvuldiging van de vrachtwagenintensiteit (het aantal vrachtwagens per rijrichting per werkdag) met een aantal factoren. De op te geven vrachtwagenintensiteit is hierbij de waarde aan het **begin** van de levensfase. Deze vermenigvuldiging geeft dus de totale verkeersbelasting in het eerste jaar van de beschouwde fase. Deze wordt vervolgens vermenigvuldigd met een groeifunctie tot de verkeersbelasting voor de gehele fase.

fasen

Bij berekening van restlevensduur of versterkingsdikte zijn altijd (tenminste) twee fasen te onderscheiden: tot het moment van berekenen en na het moment van berekenen.

CARE vraagt bij berekening van de restlevensduur en de dikte van de versterkingslaag om invoer van de verkeersgegevens voor beide fasen. Dit is noodzakelijk omdat de verkeersgegevens voor fase 2 afwijkend kunnen zijn, bijvoorbeeld als het tijdstip waarvoor de restlevensduur of versterkingsdikte wordt berekend, samenvalt met een wijziging in de verkeerssituatie. Het is echter mogelijk de verkeersgegevens zoals die voor fase 1 zijn opgegeven eenvoudig over te nemen voor fase 2, omdat de verkeersgegevens in veel gevallen voor beide fasen hetzelfde zijn. Dit geldt echter niet voor de vrachtwagenintensiteit, die zoals gesteld geldt voor het **begin** van de ontwerpfase.

Door CARE wordt daarom bij overnemen van de gegevens de vrachtwagenintensiteit aan het begin van fase 2 berekend op grond van de vrachtwagenintensiteit aan het begin van fase 1, rekening houdend met de jaarlijkse groei van het zware verkeer (zie [lit.1]: jaarlijkse groei zware verkeer).

vrachtwagenintensiteit

Aantal vrachtwagens per rijrichting per werkdag (zie [lit.1]: vrachtwagenintensiteit). De voor fase 1 op te geven vrachtwagenintensiteit is de waarde aan het **begin van deze fase**, dus het moment van ingebruikname in het verleden. Als de vrachtwagenintensiteit voor fase 2 wordt bepaald uit die van fase 1 wordt het volgende verband gebruikt:

$$I_{2,1} = \left(1 + \frac{g}{100}\right)^{\Delta t_1} I_{1,1} \quad (5.3)$$

waarin

$I_{1,1}$	=	vrachtwagenintensiteit in eerste jaar fase 1 (vrachtwagens per werkdag)
g	=	jaarlijkse groei zware verkeer (%)
Δt_1	=	duur fase 1 (jaar)
$I_{2,1}$	=	vrachtwagenintensiteit in eerste jaar fase 2 (vrachtwagens per werkdag)

aantal werkdagen

Aantal werkdagen per jaar (zie [lit.1]: aantal werkdagen).

jaarlijkse groei

Percentage waarmee zware verkeer jaarlijks groeit. Omdat dit percentage wordt betrokken op het voorgaande jaar, leidt het in rekening brengen van de groei over de gehele ontwerpperiode tot een meetkundige reeks ("groei op groei") (zie [lit.1]: jaarlijkse groei). De hieruit resulterende groeifunctie $f(g, \Delta t)$ (waarmee het verkeer voor het eerste jaar wordt vermenigvuldigd) wordt door het programma berekend volgens

$$f(g, \Delta t) = \frac{\left(1 + \frac{g}{100}\right)^{\Delta t} - 1}{\frac{g}{100}} \quad (5.4)$$

waarin

- $f(g, \Delta t)$ = functie van groei verkeer en tijdsduur (-)
 g = jaarlijkse groei zware verkeer (%)
 Δt = groeiperiode; tijdsduur vanaf aanleg (jaar)

Dit verband is grafisch weergegeven in figuur 5.6.

aandeel breedbanden

Het aandeel aan breedbanden in het aslastspectrum. Op grond hiervan wordt een correctiefactor op de verkeersbelasting berekend volgens

$$F_{NB} = \left(1 - \frac{f_b}{100}\right) + \frac{f_b}{100} \cdot D_b \quad (5.5)$$

waarin

- F_{NB} = correctiefactor op verkeersbelasting voor huidig aandeel aan breedbanden (-)
 D_b = breedbandschadefactor; deze is afhankelijk van de asfaltdikte (zie Fig. 5.6)
 f_b = huidig aandeel breedbanden in aslastspectrum (%)

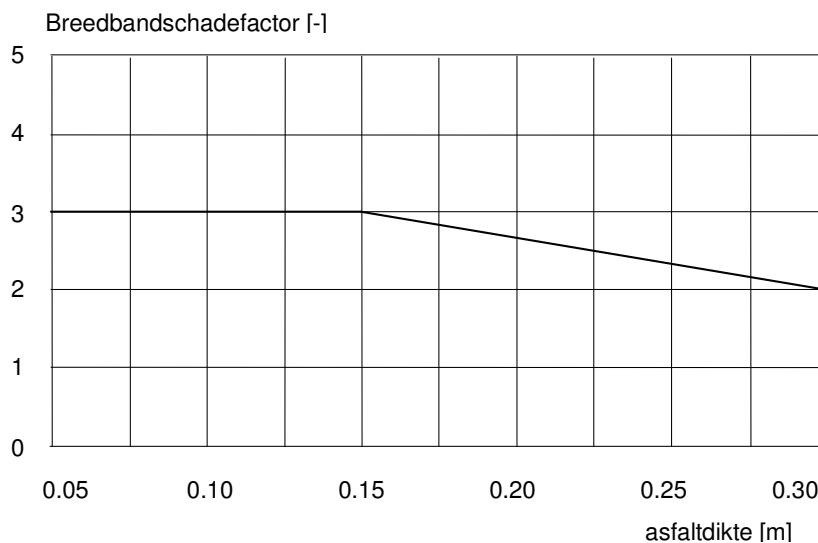


Fig. 5.6 Breedbandschadefactor als functie van de asfaltdikte

Bij de bepaling van de correctiefactor wordt geen rekening gehouden met het gegeven dat het aandeel breedbanden niet voor alle aslastklassen gelijk is; normaliter neemt dit percentage enigszins af met toenemende aslastklasse.

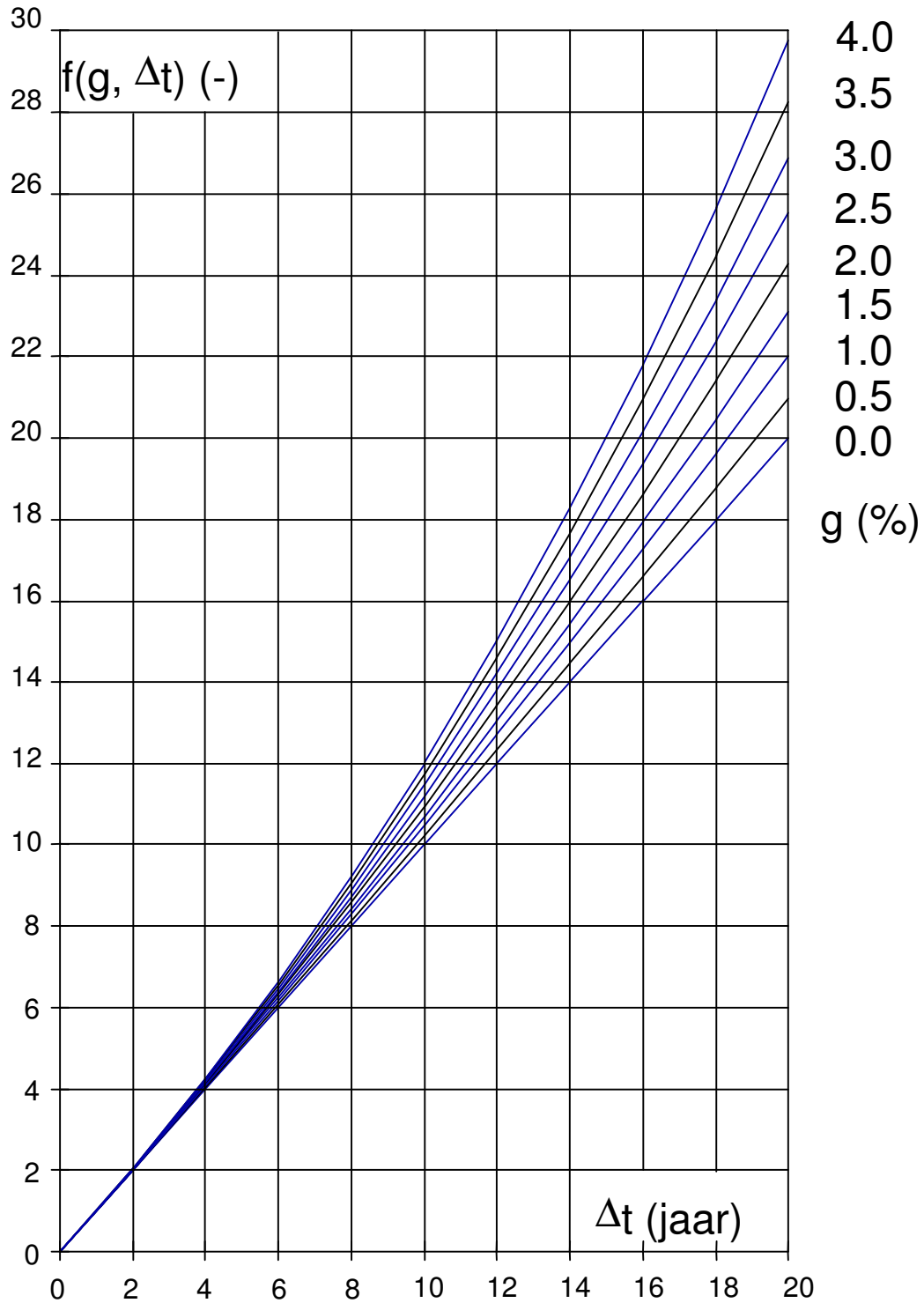


Fig. 5.7 Groeifunctie verkeer

vrachtwagenschadefactor

Het gemiddeld aantal standaard aslasten per vrachtwagen (zie [lit.1]: vrachtwagenschadefactor)

ontwerpperiode

De duur van de ontwerpfasen in jaren. Voor fase 1 is dit de ouderdom van de bestaande verharding. Voor het berekenen van de restlevensduur van de verharding is de opgegeven ontwerpperiode voor fase 2 niet relevant. Voor het berekenen van de dikte van de versterkingslaag moet voor fase 2 de periode worden opgegeven waarvoor de constructie na versterken weer moet kunnen functioneren.

correctiefactor aantal rijstroken

Factor voor het in rekening brengen dat, bij aanwezigheid van meerdere rijstroken, het zware verkeer niet uitsluitend over de (voor de berekening maatgevende) rechterstrook rijdt (zie [lit.1]: correctiefactor aantal rijstroken).

verkeersbelasting

De totale hoeveelheid standaard aslasten volgens de opgegeven verkeersgegevens. Berekening hiervan is altijd noodzakelijk. De berekende waarde voor fase 2 is slechts relevant als een berekening van de dikte van de versterkingslaag wordt uitgevoerd. Als een restlevensduurberekening voor de bestaande constructie wordt uitgevoerd volgt de nog toelaatbare verkeersbelasting voor fase 2 uit de reststerkte van de verharding; hieruit wordt dan met de opgegeven belastingsgegevens voor fase 2 de restlevensduur in jaren bepaald.

herkomst gegevens

Bij het invoeren van de verkeersbelastingsgegevens kan opgegeven worden wat de herkomst ervan is. De onzekerheid van de gegevens hangt hier in sterke mate van af. De onzekerheid kan worden uitgedrukt als een spreiding; deze wordt gebruikt in de berekening van de betrouwbaarheidsfactor (zie par.5.10).

Hierbij wordt gewerkt met de onzekerheid $U\{\overline{\log(n)}\}$ (de onzekerheid in de logaritme van de verkeersbelasting). Dit geeft echter lastig te hanteren getallen. Om deze reden wordt **op het scherm** de waarde $10^{U\{\overline{\log(n)}\}}$ weergegeven. Als de eigenlijke onzekerheid $U\{\overline{\log(n)}\}$ de waarde $\log(1.4)$ heeft, wordt dus een waarde 1.4 weergegeven.

herkomst gegevens	$U\{\overline{\log(n)}\}$
schatting	$\log(2.0)$
telling op nabij wegvak	$\log(1.8)$
standaardkeuze primaire wegen	$\log(1.75)$
telling met classificatie op nabij wegvak	$\log(1.7)$
telling op wegvak	$\log(1.6)$
telling met classificatie op wegvak	$\log(1.5)$
aslastmeting op nabij wegvak	$\log(1.4)$
aslastmeting op wegvak	$\log(1.2)$

Tabel 5.1 Herkomst verkeersgegevens en onzekerheid verkeersbelasting

Deze waarde kan worden gelezen als een "onzekerheidsfactor". Uitgaande van een normale verdeling van $\overline{\log(n)}$ betekent dit dat er ongeveer 15 % kans is dat de werkelijke verkeersbelasting een factor 1.4 of meer onder de geschatte waarde ligt en dat er ongeveer 85 % kans is dat de werkelijke verkeersbelasting een factor 1.4 of minder boven de geschatte waarde ligt (de 15 - en 85 - procentpunten liggen in een normale verdeling ongeveer een maal de standaardafwijking lager resp. hoger dan de gemiddelde waarde).

In Tabel 5.1 is weergegeven met welke onzekerheid rekening wordt gehouden afhankelijk van de herkomst van de gegevens (de gebruiker kan overigens ook zelf een waarde invoeren). De herkomst van de gegevens kan slechts voor de eerste fase worden opgegeven; CARE rekent voor beide fasen met dezelfde onzekerheid.

correctie voor vroegere fasen

Het is mogelijk dat de constructie in het verleden al een of meerdere malen versterkt is. Dit kan in rekening worden gebracht door een correctie op de verkeersbelasting. Deze kan handmatig op de totaal berekende verkeersbelasting voor fase 1 worden aangebracht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het gegeven dat elke cm extra asfaltdikte voor doorsnee asfaltverhardingen een verhoging van de levensduur geeft met ca. een factor 1.35. Op voorwaarde dat de verkeersgegevens tijdens fase 1 niet zijn veranderd, kan voor elke subfase i een correctiefactor c_i worden berekend volgens

$$c_i = \frac{f(g, \Delta t_i) - f(g, \Delta t_{i-1})}{f(g, \Delta t_{\text{fase 1}})} 1.35^{\Delta h_i} \quad (5.6)$$

of (als de groei van het verkeer buiten beschouwing wordt gelaten)

$$c_i = \frac{\Delta t_i - \Delta t_{i-1}}{\Delta t_{\text{fase 1}}} 1.35^{\Delta h_i} \quad (5.7)$$

waarin

c_i	=	correctiefactor voor subfase i (-)
$f(g, \Delta t)$	=	functie van groei verkeer en tijdsduur (-)
g	=	jaarlijkse groei van het zware verkeer in (%)
Δt_i	=	tijdsduur vanaf aanleg tot einde subfase i (jaar)
Δt_{i-1}	=	tijdsduur vanaf aanleg tot begin subfase i (jaar)
$\Delta t_{\text{fase 1}}$	=	tijdsduur totale fase 1 (jaar)
Δh_i	=	verschil tussen asfaltdikte aan eind totale fase 1 en dikte in subfase i (cm)

De correctiefactoren voor de verschillende subfasen worden gesommeerd tot een totale correctiefactor waarmee de in CARE berekende verkeersbelasting voor fase 1 handmatig wordt vermenigvuldigd.

Via de knop Help (zie Fig. 5.5) kan het Helpstelsel worden opgeroepen. Dit bevat een drukknop voor het activeren van een Wizard waarmee bovengenoemde berekeningen eenvoudig kunnen worden uitgevoerd.

verkeersklasse

In de Standaard RAW-Bepalingen [lit.6] gehanteerde indeling op basis van het aantal standaard aslasten per dag per rijrichting op de zwaarst belaste rijstrook. Voor een herontwerp berekent CARE de verkeersklasse behorend bij de verkeersgegevens voor fase 2 (zie [lit.1]: verkeersklasse).

5.9 Invoeren constructiegegevens

Na selectie van de drukknop *Constructie* (zie Fig. 5.1) wordt een venster weergegeven voor het invoeren van de constructiegegevens voor beide fasen (zie Fig. 5.8). In dit venster worden de constructiegegevens voor de eerste fase automatisch gekopieerd naar de tweede fase.

Modelleren Constructie [t.b.v. Herontwerpen]

Eerste fase				Tweede fase			
0.180m		0.35	Asfalt	0.180m		0.35	Asfalt
0.250m	299	0.35	Menggranulaat	0.250m	299	0.35	Menggranulaat
	139	0.35	Ondergrond		139	0.35	Ondergrond

Buttons: **Opleggen**, **Splitsen**, **Onderleggen**, **Verwijderen**, **Wijzigen**, **Help**, **Einde**

Fig. 5.8 Modelleren constructie

Na het selecteren van een laag, kan het venster voor het invoeren van de gegevens per laag (zie Fig. 5.9) worden opgestart door de drukknoppen *Onderleggen*, *Opleggen* of *Wijzigen*. Ook kan de laag hiertoe worden geactiveerd.

Specificeren constructielaag

Laagtype: ☒ Asfalt ☐ Fundering ☐ Ondergrond

Toepassing:

Materiaal:

Stijfheidskarakteristiek: Shiftfactor:

Vermoeiingskarakteristiek: Shiftfactor:

Dikte [m]:

Stijfheidsmodulus [MPa]:

Poissonverhouding [-]:

Buttons: **Ok**, **Annuleren**, **Help**

Fig. 5.9 Invoeren constructiegegevens per laag

De module HERONTWERPEN zal veelal worden gebruikt om berekeningen te maken op basis van VGD-metingen. In dit geval wordt uitgegaan van een in module EVALUEREN aangemaakt Herontwerpbestand. De constructiegegevens zijn in dit geval niet te wijzigen, met uitzondering van de gekozen stijfheidskarakteristiek, de vermoeiingskarakteristiek en de shiftfactor op de vermoeiingskarakteristiek voor het asfalt, alsmede de bezwijkkarakteristiek en de shiftfactor op de bezwijkkarakteristiek voor de ondergrond (zie onder).

Als de module HERONTWERPEN wordt gebruikt voor restlevensduurberekeningen zonder VGD-gegevens (zogenaamde "droge" berekeningen), kan de wegconstructie volledig door de gebruiker worden opgegeven.

Een wegconstructie met asfaltverharding kan in CARE voor de berekening van de restlevensduur of versterkingsdikte worden opgegeven in maximaal 4 constructielagen. Van onder naar boven zijn dit een of twee ondergrondlagen, een of twee funderingslagen en de asfaltlaag. De constructielagen kunnen niet in een willekeurige volgorde op elkaar worden gestapeld. CARE gaat er van uit dat funderingslagen zich onder het asfalt bevinden en dat de ondergrondlagen zich onder de fundering bevinden. Bij de restlevensduurberekening worden de constructiegegevens van fase 1 ook gebruikt voor het berekenen van de sterkte tijdens fase 2.

asfaltbeton

De eigenschappen van de asfaltlaag bestaan uit de vermoeiingskarakteristiek, de stijfheidskarakteristiek, de Poissonverhouding of dwarscontractiecoëfficiënt en de laagdikte.

Het asfalt kan voor de berekeningen slechts in één laag worden opgegeven. In de praktijk zal de verharding doorgaans uit meerdere lagen bestaan, te weten een onderlaag, een (eventuele) tussenlaag en een deklaag (de onderlaag zal daarbij tijdens de uitvoering weer als een aantal sublagen worden "gedraaid"). Voor de materiaaleigenschappen moeten de materiaaleigenschappen voor de **onderlaag** worden opgegeven. Dit is doorgaans de dikste laag en bovendien wordt er in de ontwerpmethode van uitgegaan dat het vermoeiingsproces zich onderin het asfalt afspeelt. Een en ander betekent impliciet dat de stijfheidsmodulus van de onderlaag ook voor de tussen- en deklaag en eventuele versterkingslagen wordt gehanteerd.

vermoeiingskarakteristiek

In de vermoeiingskarakteristiek (zie [lit.1]: vermoeiingskarakteristiek) wordt conform de SPDM [lit.3] de vermoeiingslevensduur van het asfalt in de laboratoriumproef gegeven als functie van twee parameters: de optredende asfaltrek en de stijfheidsmodulus van het asfalt. De karakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. In module SYSTEEM is het mogelijk zelf een set regressieconstanten op te geven en aldus een nieuwe karakteristiek toe te voegen. De vorm van het polynoom is:

$$\ln(N_f) = C_1 \ln^3(E_{\text{asfalt}}) + C_2 \ln^2(E_{\text{asfalt}}) + C_3 \ln(E_{\text{asfalt}}) + C_4 + C_5 \ln(\epsilon_{\text{asfalt}}) \quad (5.8)$$

waarin

N_f	=	vermoeiingssterkte asfalt in de laboratoriumproef (lastherhalingen)
ϵ_{asfalt}	=	rek in asfalt ($\mu\text{m}/\text{m}$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
C_1 t/m C_5	=	regressieconstanten

shiftfactor vermoeiingskarakteristiek asfalt

Het is mogelijk op de te gebruiken vermoeiingskarakteristiek een correctiefactor toe te passen. De bij de gekozen vermoeiingskarakteristiek afgelezen vermoeiingssterkte wordt met de ingestelde shiftfactor vermenigvuldigd. Default staat deze factor op 1. Deze mogelijkheid kan gebruikt worden om op eenvoudige wijze van de beschikbare karakteristieken te kunnen afwijken. De adviseur kan hier bijvoorbeeld toe overgaan op basis van een visuele beoordeling van boorkernen en/of bepaling van de mengsamenstelling.

stijfheidskarakteristiek

In de stijfheidskarakteristiek zoals die voor grindasfaltbetonmengsels volgens de Eisen '78 is vastgesteld wordt de stijfheidsmodulus van het asfalt gegeven als functie van de temperatuur van het asfalt (zie [lit.1]: stijfheidskarakteristiek). De gebruikte karakteristieken zijn geldig voor een frequentie f_{kar} van bijvoorbeeld 8 Hz. CARE bepaalt hieruit de in het ontwerp te gebruiken stijfheidsmodulus, als functie van de opgegeven gewogen gemiddelde jaarlijkse luchttemperatuur, de laagdikte en de belastingsfrequentie (zie par.5.7). Afwijkende frequenties worden in rekening gebracht door de stijfheidskarakteristiek zoals die geldt voor een belastingsfrequentie f_{kar} van 8 Hz af te lezen bij een fictieve temperatuur T_{fict} (°C). Deze fictieve temperatuur wordt bepaald op grond van de zogenaamde uitwisselbaarheid van temperatuur T (°C) en frequentie f (Hz) volgens onderstaande formule [lit.4]:

$$\frac{1}{T_{fict} + 273} = \frac{1}{T + 273} - \frac{1}{11242} \log\left(\frac{f_{kar}}{f}\right) \quad (5.9)$$

waarin

T_{fict}	=	fictieve temperatuur waarbij stijfheidskarakteristiek wordt afgelezen (°C)
T	=	werkelijke temperatuur asfalt (°C)
f_{kar}	=	frequentie waarvoor karakteristiek geldt (Hz)
f	=	frequentie belasting (Hz)

De stijfheidskarakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. In module SYSTEEM is het mogelijk zelf een set regressieconstanten op te geven en aldus een nieuwe karakteristiek toe te voegen. De vorm van het polynoom is:

$$\ln(E_{asfalt}) = C_1 + C_2 T_{asfalt} + C_3 T_{asfalt}^2 + C_4 T_{asfalt}^3 \quad (5.10)$$

waarin

E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
T_{asfalt}	=	temperatuur asfalt (°C)
C_1 t/m C_4	=	regressieconstanten

shiftfactor stijfheidskarakteristiek

Als van VGD-metingen gebruik wordt gemaakt, wordt de shiftfactor voor de stijfheidskarakteristiek in module HERONTWERPEN gebruikt om verschillen tussen de teruggerekende stijfheidsmodulus bij valgewichtdeflectiemetingen en de voorspelde stijfheidsmodulus volgens de gekozen stijfheidskarakteristiek in rekening te brengen (zie par.4.14).

Bij de VGD-metingen is een stijfheidsmodulus bepaald bij een gegeven meettemperatuur- en frequentie (zie par.4.14). De gemeten stijfheidsmodulus zal niet volledig overeen komen met de stijfheidsmodulus volgens de opgegeven stijfheidskarakteristiek. Hiermee wordt als volgt omgegaan. De stijfheidskarakteristiek (opgesteld voor een frequentie f_{kar} van bijvoorbeeld 8 Hz) wordt voor de VGD-omstandigheden (in situ gemeten temperatuur T_{meet} (°C) en frequentie f_{meet} van bijvoorbeeld 20 Hz) afgelezen bij een fictieve temperatuur T_{fict} (°C) volgens onderstaande formule:

$$\frac{1}{T_{fict} + 273} = \frac{1}{T_{meet} + 273} - \frac{1}{11242} \log\left(\frac{f_{kar}}{f_{meet}}\right) \quad (5.11)$$

waarin

T_{fict}	=	fictieve temperatuur waarbij stijfheidskarakteristiek wordt afgelezen (°C)
T_{meet}	=	temperatuur asfalt waarbij deflectiemeting is uitgevoerd (°C)
f_{kar}	=	frequentie waarvoor karakteristiek geldt (Hz)
f_{meet}	=	frequentie waarmee deflectiemeting is uitgevoerd (Hz)

De hierbij afgelezen waarde voor de stijfheidsmodulus zal meer of minder afwijken van de teruggerekende waarde. De shiftfactor wordt nu door het programma bepaald als de verhouding tussen gemeten waarde en afgelezen waarde. In verdere berekeningen worden alle stijfheidswaarden volgens de gebruikte stijfheidskarakteristiek met deze factor vermenigvuldigd. Als de stijfheidskarakteristiek wordt gewijzigd ten opzichte van de in EVALUEREN gemaakte keuze wordt de shiftfactor automatisch aangepast.

Bij gebruik van de module HERONTWERPEN zonder VGD-metingen staat de shiftfactor default op 1, maar kan eventueel worden gebruikt om op eenvoudige wijze van de beschikbare stijfheidskarakteristieken te kunnen afwijken.

laagdikte

Als de berekening wordt uitgevoerd zonder gebruik te maken van VGD-metingen, kan een laagdikte worden ingevoerd. Opgemerkt wordt dat de dikte van een deklaag van ZOAB hierbij maar voor 75 % mag worden meegeteld (zie [lit.1]: zeer open asfaltbetonbeton). De gebruiker moet hiervoor zelf zorg dragen.

Als wel van VGD-metingen gebruik wordt gemaakt, is de laagdikte al in module EVALUEREN opgegeven. De lagere stijfheidsmodulus van eventuele ZOAB is hierbij reeds verdisconteerd in de in module EVALUEREN opgegeven laagdikte (of anders in de teruggerekende stijfheidsmodulus voor het gehele asfaltpakket).

Poissonverhouding

Als de berekening wordt uitgevoerd zonder gebruik te maken van VGD-metingen, kan een Poissonverhouding worden ingevoerd. Voor de Poissonverhouding van asfalt wordt algemeen een waarde 0.35 aangehouden. Als wel van VGD-metingen gebruik wordt gemaakt, is de Poissonverhouding al in module EVALUEREN opgegeven.

fundering

Als de berekening wordt uitgevoerd zonder gebruik te maken van VGD-metingen, kunnen maximaal 2 funderingslagen worden ingevoerd. Gekozen kan worden uit een aantal ongebonden en lichtgebonden funderingen (zie [lit.1]: funderingen). Opgemerkt wordt dat in alle gevallen de ontwerpberekeningen worden uitgevoerd op basis van de maximale rek onder in het asfalt. Als uit de keuzelijst een materiaal wordt geselecteerd worden automatisch richtwaarden gekozen voor de stijfheidsmodulus, Poissonverhouding en de laagdikte. De gebruiker kan hiervan echter afwijken. Het is ook mogelijk direct een stijfheidsmodulus, Poissonverhouding en een laagdikte in te voeren zonder een materiaal te selecteren.

Als van VGD - metingen gebruik wordt gemaakt, zijn de eigenschappen van de fundering reeds in module EVALUATIE bepaald.

ondergrond

In CARE kunnen maximaal twee ondergrondlagen worden opgegeven. De eigenschappen van de ondergrondla(a)g(en) bestaan uit de stijfheidsmodulus, de Poissonverhouding of dwarscontractiecoëfficiënt, de bezwijkarakteristiek (voor de bovenste ondergrondlaag) en de laagdikte (voor de bovenste van twee ondergrondlagen).

Als de berekening wordt uitgevoerd zonder gebruik te maken van VGD-metingen, kunnen de ondergrondlagen worden gekozen worden uit een lijst

stijfheidsmodulus en Poissonverhouding

Als uit de keuzelijst een materiaal wordt geselecteerd worden automatisch richtwaarden gekozen voor de stijfheidsmodulus en Poissonverhouding. De gebruiker kan hiervan echter afwijken. Het is ook mogelijk direct een stijfheidsmodulus en een Poissonverhouding in te voeren zonder een ondergrond uit de lijst te selecteren.

Als gebruik wordt gemaakt van VGD - metingen, zijn de stijfheidsmodulus en de Poissonverhouding van de ondergrondla(a)g(en) reeds in module EVALUEREN bepaald en kunnen deze niet meer worden gewijzigd.

bezuijkarakteristiek

In de bezwijkarakteristiek wordt conform de SPDM [lit.3] het maximaal toelaatbare aantal lastherhalingen weergegeven als functie van van de optredende ondergrondstuik. De karakteristiek wordt beschreven door een polynoom waarvan de vorm is vastgelegd maar waarin de regressieconstanten per karakteristiek verschillen. In module SYSTEEM is het mogelijk zelf een set regressieconstanten op te geven en aldus een nieuwe karakteristiek toe te voegen. De vorm van het polynoom is: $\ln(N_{ond}) = C_4 + C_5 \ln(\epsilon_{ond})$ (5.12)

waarin

N_{ond}	=	toelaatbaar aantal lastherhalingen (lastherhalingen)
ϵ_{ond}	=	stuik in ondergrond ($\mu m/m$)
C_4 en C_5	=	regressieconstanten

shiftfactor bezwijkarakteristiek ondergrond

Het is mogelijk op de te gebruiken bezwijkarakteristiek een correctiefactor toe te passen. De afgelezen vermoeiingssterkte wordt met deze factor vermenigvuldigd. Default staat deze factor op 1. Deze factor kan worden gebruikt om op eenvoudige wijze van de beschikbare karakteristieken te kunnen afwijken.

laagdikte

Voor de bovenste van twee ondergrondlagen kan een laagdikte worden opgegeven. Voor de onderste ondergrondlaag is een laagdikte niet relevant. De onderste ondergrondlaag wordt in de berekeningen verondersteld zich oneindig diep en ver uit te strekken ("halfruimte") (zie [lit.1]: lineair elastisch meerlagensysteem).

Als gebruik wordt gemaakt van VGD - metingen, is de laagdikte van de bovenste ondergrondlaag reeds in module EVALUEREN bepaald en kan deze niet meer worden gewijzigd.

5.10 Berekenen restlevensduur op basis asfaltrekriterium

Via de drukknop *Restlevensduur* (zie Fig. 5.1) wordt op basis van de ingevoerde gegevens de verwachte restlevensduur van de constructie getoond (zie Fig. 5.10) voor een aantal gedragss-krommen (zie par.5.7). De op het randvoorwaardenscherm ingestelde gedragsskromme is reeds geselecteerd. Eventueel kan echter een andere gedragsskromme uit de lijst worden geselecteerd. De geselecteerde gedragsskromme wordt ook aangehouden in de berekening van de dikte van de versterkingslaag.

Afhankelijk van de keuze in het Randvoorwaardenscherm (zie par.5.7) wordt deze berekening uitgevoerd op basis van het asfaltrekriterium dan wel op basis van het ondergrondstuikriterium.

Restlevensduur				
Betrouwbaarheid gedragsskromme [%]	Structurele restlevensduur [jaar]	Verwachte structurele schade [%]	Betrouwbaar- heids- of veldcali- bratie factor [-]	Onderschrijdings- kans bij veld- calibratie [%]
95	< 0.0	z.groot (39 %)	4.6	93
90	< 0.0	z.groot (25 %)	3.3	88
85	< 0.0	z.groot (17 %)	2.6	82
80	0.9	groot (12 %)	2.2	77
75	2.2	enig (8 %)	1.9	72
70	3.4	enig (6 %)	1.6	67
60	6.0	gering (3 %)	1.3	57
50	8.8	gering (2 %)	1.0	50
30	15.9	z.gering (0 %)	0.6	
15	24.5	geen (0 %)	0.4	
10	29.2	geen (0 %)	0.3	
5	36.6	geen (0 %)	0.2	
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa] : 8033 Aanwezige dikte [m] : 0.180 Asfaltrek [mikron/m] : 93.3 Diktereductie ivm randbelasting : 0.000 Toelaatbaar Miner-getal [-] : 0.63 In rekening gebrachte dikte [m] : 0.180				
			Ok	Help

Fig. 5.10 Resultaat berekening restlevensduur op basis asfaltrekriterium

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens zijn ingevoerd (voor fase 1 en fase 2), kan een restlevensduurberekening voor de bestaande constructie worden uitgevoerd. De restlevensduur wordt berekend in jaren. Hierbij wordt rekening gehouden met de jaarlijkse groei van het zware verkeer, zoals opgegeven (zie par.5.8). De berekening voor het asfaltrekriterium gebeurt geheel conform de Handleiding Wegenbouw-Ontwerp Verhardingen (zie [lit.1]: dimensionering), zij het dat funderingen nu in de lineair elastische meerlagenberekening worden meegenomen. Omdat de constructie maar een maal hoeft te worden doorgerekend (bij de opgegeven laagdikte) verloopt de restlevensduurberekening snel.

Als is opgegeven dat sprake is van randbelasting (zie par.5.7) wordt de ingevoerde dikte van de verharding eerst met 1 à 2 cm verminderd. Vervolgens wordt de maximale horizontale rek onder in de verharding berekend, waarna uit de vermoeiingskarakteristiek van het asfalt (zie par.5.9) de "laboratorium" levensduur van de verharding wordt bepaald. Deze wordt vermenigvuldigd met factoren voor healing (zie par.5.7) en versporing.

versporingsfactor

De versporingsfactor wordt berekend (zie [lit.1]: versporing) op basis van de stijfheidsmodulus van de verharding en de ondergrond, de laagdikte van de verharding en de spreidingsbreedte (zie par.5.7). Deze berekening kan echter slechts worden uitgevoerd voor zuiver bitumineuze verhardingen. Voor verhardingen met een fundering wordt daarom op basis van de berekende ontwerprek eerst een fictieve laagdikte voor het asfalt van een zuiver bitumineuze verharding berekend, zodanig dat dezelfde ontwerprek wordt gevonden. Hierbij wordt de volgende formule gehanteerd:

$$h_{fict} = 1049 \epsilon_{asfalt}^{-.6816} E_{asfalt}^{-.5224} E_{ond}^{-.1592} \quad (5.13)$$

waarin

h_{fict}	=	fictieve laagdikte asfalt voor berekenen versporingsfactor (m)
ϵ_{asfalt}	=	asfaltrek ($\mu\text{m}/\text{m}$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
E_{ond}	=	stijfheidsmodulus ondergrond (MPa)

Deze benaderingsformule is verkregen door regressie op de resultaten van een groot aantal lineair elastische meerlagenberekeningen voor zuiver bitumineuze constructies.

Minerberekening

Bij de berekening wordt de reststerkte $n_{eq, fase 2}$ berekend uit

$$\frac{n_{eq, fase 1}}{N_{eq, fase 1}} + \frac{n_{eq, fase 2}}{N_{eq, fase 1}} = \frac{M_{t, fase 1}}{F_r} \quad (5.14)$$

waarin

$n_{eq, fase 1}$	=	verkeersbelasting fase 1 (st.asl.)
$n_{eq, fase 2}$	=	reststerkte; toelaatbare verkeersbelasting fase 2 (st.asl.)
$N_{eq, fase 1}$	=	sterkte bestaande verharding (st.asl.)
$M_{t, fase 1}$	=	toelaatbaar gemiddeld Minergetal (-)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

Toelaatbaar gemiddeld Minergetal

De gebruikte uitdrukking voor het toelaatbaar gemiddeld Minergetal is:

$$M_{t, fase 1} = \frac{1}{E_m 10^{\xi_d \sigma_{p, tot}}} \quad (5.15)$$

waarin

$M_{t, fase 1}$ = toelaatbaar gemiddeld Minergetal; toelaatbare verhouding tussen gemiddelde belasting en gemiddelde sterkte (-)

E_m = modelfout (-)

ξ_d = instelfactor toelaatbare schade (zie Tabel 5.II) (-)

$\sigma_{p, tot}$ = "projectspreiding" $\log(M)$ (spreiding logaritme Minergetal binnen wegvak, zie bijlage B) (-)

betrouwbaarheidsfactor

De gebruikte uitdrukking voor de betrouwbaarheidsfactor is:

$$F_r = 10^{\xi_r U_{tot}} \quad (5.16)$$

waarin

F_r = betrouwbaarheidsfactor (-)

ξ_r = instelfactor betrouwbaarheid gedragsskromme (zie Tabel 5.II) (-)

U_{tot} = onzekerheid $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B)

instelfactoren

Met de instelfactoren ξ_d en ξ_r worden de toelaatbare schade en de betrouwbaarheid van de gedragsskromme ingesteld (zie par.5.7). De waarden van de instelfactoren afhankelijk van de toelaatbare schade resp. de gedragsskromme zijn opgenomen in Tabel 5.II.

structurele schade (%)	ξ_d (-)	gedragsskromme (%)	ξ_r (-)
5	1.64	50	0.00
10	1.28	60	0.25
15	1.03	70	0.52
20	0.84	75	0.67
25	0.67	80	0.84
30	0.52	85	1.03
40	0.25	90	1.28
50	0.00	95	1.64

Tabel 5.II Instelfactoren toelaatbare schade en betrouwbaarheid gedragsskromme

Gebruikte waarden projectspreading en onzekerheid

De projectspreading en onzekerheid in formule (5.15) en (5.16) zijn weer samengesteld uit een projectspreading en onzekerheid in sterkte van de verharding en een projectspreading en onzekerheid in de verkeersbelasting volgens

$$\sigma_{p,tot}^2 = 0.92^2 C_{asf}^2 \sigma_p^2 \{\log(\varepsilon_{asf})\} + \sigma_p^2 \{\log(N_{asf})\} + \sigma_p^2 \{\log(n)\} \quad (5.17)$$

en

$$U_{tot}^2 = 0.92^2 C_{asf}^2 U^2 \{\log(\varepsilon_{asf})\} + U^2 \{\log(N_{asf})\} + U^2 \{\log(n)\} \quad (5.18)$$

waarin

$\sigma_{p,tot}$	=	projectspreading $\log(M)$ (spreading logaritme Minergetal binnen wegvak, zie bijlage B) (-)
U_{tot}	=	onzekerheid $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)
C_{asf}	=	hellingshoek van de vermoeiingskarakteristiek van asfalt
ε_{asf}	=	asfaltrek ($\mu m/m$)
N_{asf}	=	vermoeiingssterkte asfalt bij gegeven rek (st.asl.)
n	=	verkeersbelasting (st.asl.)

De projectspreading in de verkeersbelasting wordt hierbij op 0 gesteld. De onzekerheid in de verkeersbelasting is afhankelijk van de herkomst van de verkeersgegevens (zie par.5.8).

Als geen VGD - metingen beschikbaar zijn wordt voor de projectspreading en onzekerheid in de rek gebruik gemaakt van waarden die (voor een representatieve constructie) zijn bepaald op grond van probabilistische berekeningen. In Tabel 5.III is aangegeven welke waarden voor een "droge" restlevensduurberekening worden gebruikt. Zoals gesteld wijken deze waarden niet af van de nieuwbouwwaarde (zie par.2.10).

Als VGD-metingen beschikbaar zijn wordt echter met de in module EVALUEREN bepaalde projectspreading voor de rek en onzekerheid van de gemiddelde rek gewerkt (zie par.4.14 en par.5.7). De onzekerheid in de verkeersbelasting is opgegeven bij het invoeren van de verkeersbelasting (zie par.5.8).

projectspreading rek $\sigma_p\{\log(\varepsilon_{asf})\}$	projectspreading sterkte $\sigma_p\{\log(N_{asf})\}$	onzekerheid ge- middelde rek $U\{\log(\delta_{asf})\}$	onzekerheid gemiddelde sterkte $U\{\log(N_{asf})\}$	onzekerheid gemiddelde belasting $U\{\log(n)\}$
log(1.11)	log(2.00)	log(1.16)	Log(2.00)	zie Tabel 5.I

Tabel 5.III Projectspreading en onzekerheid sterkte en belasting (nieuwbouw- en droge restlevensduurberekening)

verwachte structurele schade

De bij de gekozen gedragsskromme behorende schadeverwachting wordt berekend door de instelfactor voor het schadepercentage terug te rekenen uit

$$\xi_d = \frac{\log(E_m * M) + \xi_r U_{tot}}{\sigma_{p,tot}} \quad (5.19)$$

waarin

ξ_d	=	instelfactor schadepercentage (zie Tabel 5.II) (-)
E_m	=	modelfout (-)
M	=	berekend gemiddeld Minergetal (verhouding tussen gemiddelde belasting en gemiddelde sterkte) (-)
ξ_r	=	instelfactor betrouwbaarheid gedragsskromme (zie Tabel 5.II) (-)
U_{tot}	=	"onzekerheid" (-)
$\sigma_{p,tot}$	=	"projectspreiding" (binnen wegvak) (-)

onderschrijdingskansen bij veldcalibratie

Conform de CROW P7 - methodiek dient echter mede rekening te worden gehouden met de onzekerheid in de schadewaarneming. Deze is afhankelijk van de grootte van de schade. Dit wordt weergegeven in Fig. 5.11.

In deze figuur wordt een "veilige" waarde voor de schade aangegeven als functie van de schade. Conform de CROW - methodiek wordt de onzekerheid van de schade berekend volgens

$$U_{cra} = \log\left(\frac{\text{veilige schatting schade}}{\text{schatting schade}}\right) \quad (5.20)$$

waarin

U_{cra}	=	onzekerheid omvang schade
-----------	---	---------------------------

Omdat de CROW P7 methode meer direct gebruik maakt van de waargenomen schade voor veldcalibratie, wordt deze extra bron van onzekerheid in beschouwing genomen volgens

$$U_{tot}^2 = 0.92^2 C_f^2 U^2 \{\log(\varepsilon)\} + U^2 \{\log(N_f)\} + U^2 \{\log(n)\} + U_{cra}^2 \quad (5.21)$$

waarin

U_{tot}	=	onzekerheid $\overline{\log(M)}$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal) (-)
C_{asf}	=	hellingshoek van de vermoeiingskarakteristiek van asfalt
ε_{asf}	=	asfaltrek ($\mu m/m$)
N_{asf}	=	vermoeiingssterkte asfaltbeton bij gegeven asfaltrek (st.asl.)
n	=	verkeersbelasting (st.asl.)
U_{cra}	=	onzekerheid omvang schade (%)

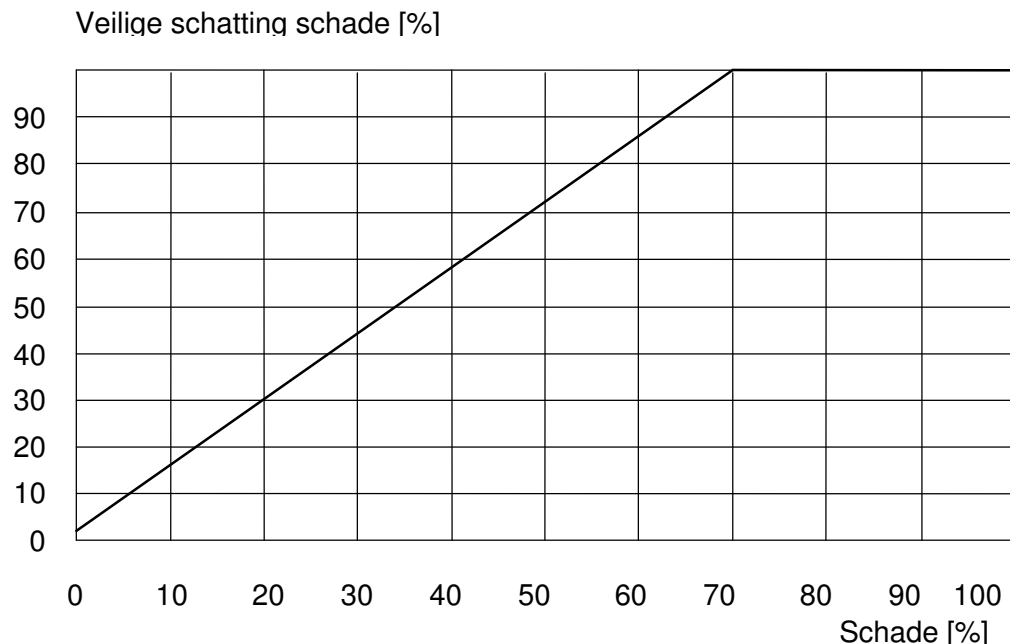


Fig. 5.11 Onzekerheid schadewaarneming als functie van de schade

Met deze waarde voor U_{tot} is de restlevensduur (formule 5.14) voor de waargenomen schade (formule 5.19) bij gegeven betrouwbaarheid enigszins afwijkend. Andersom kan eenvoudig uit formules 5.14 en 5.19 worden ingezien dat, bij gebruik maken van deze veldkalibratie - benadering, de zelfde restlevensduur en schade - omvang gevonden zullen worden bij een enigszins ander betrouwbaarheidsniveau (zie ook Fig. 5.10).

interpretatie berekeningsresultaat CARE

In eerste instantie zal een conservatieve gedragskromme zijn geselecteerd (zie par.5.7). Hierbij wordt een conservatieve waarde voor de restlevensduur gevonden. Tevens wordt echter een hoeveelheid structurele schade berekend. De adviseur kan dit schadepercentage vergelijken met de indruk die hij op grond van visuele inspectie, boorkernonderzoek en deflectieverschillen heeft verkregen over de structurele conditie van de weg. Op deze manier kan hij beoordelen of de gekozen gedragskromme aansluit bij het waargenomen gedrag. Doordat in eerste instantie is uitgegaan van een conservatieve kromme zal het praktijkgedrag veelal beter zijn.

Als de berekening inderdaad duidelijk meer structurele schade aangeeft dan uit de waargenomen structurele conditie blijkt, kan de keuze voor de gedragskromme eventueel worden aangepast. Nagegaan kan worden of het voorspeld en het waargenomen gedrag bij een minder conservatieve gedragskromme beter met elkaar overeen komen. Hierbij moet echter enige voorzichtigheid worden betracht; het is beter een iets te conservatieve gedragskromme aan te houden dan een iets te optimistische. Als de berekening minder schade voorspelt dan in praktijk wordt vastgesteld, moet de gedragskromme juist in conservatieve richting worden bijgesteld.

In Fig. 5.10 worden bij de verschillende gedragsschermen ook waarden gegeven voor de betrouwbaarheidsfactor volgens formule (5.16), die afhankelijk van de waarde (groter dan 1, gelijk aan 1 of kleiner dan 1) aangeeft of de bestaande constructie slechter, niet afwijkend of beter acteert dan men op grond van de ingevoerde parameterwaarden zou verwachten. In feite gaat de betrouwbaarheidsfactor bij het selecteren van een andere gedragsscherm op basis van de waargenomen conditie over in een veldkalibratiefactor.

De uiteindelijk gekozen gedragsscherm mag niet te ver afwijken van de gemiddeld verwachte kromme (50 %; zie Fig. 5.10). Aangehouden kan worden dat de 85 %-kromme en de 15 %-kromme (zie Fig. 5.10) de grenzen aangeven waarbinnen de gedragsscherm mag liggen. Grotere afwijkingen tussen berekend en waargenomen gedrag worden als onwaarschijnlijk beschouwd. De constructie- of verkeersgegevens wijken dan zodanig af van de werkelijkheid dat nader onderzoek nodig is.

Opgemerkt wordt dat in de weergegeven betrouwbaarheid bij veldkalibratie ook de onzekerheid van de schade - waarneming is verdisconteerd.

5.11 Berekenen restlevensduur op basis ondergrondstuikcriterium

Via de drukknop *Restlevensduur* (zie Fig. 5.1) wordt op basis van de ingevoerde gegevens de verwachte restlevensduur van de constructie getoond (zie Fig. 5.12) voor een aantal waarden van de betrouwbaarheid (zie par.5.7). Afhankelijk van de keuze in het Randvoorwaardenscherm (zie par.5.7) wordt deze berekening uitgevoerd op basis van het asfaltrekriterium dan wel op basis van het ondergrondstuikcriterium. De op het randvoorwaardenscherm ingestelde betrouwbaarheid is reeds geselecteerd. Eventueel kan echter een andere waarde uit de lijst worden geselecteerd. De geselecteerde betrouwbaarheid wordt ook aangehouden in de berekening van de dikte van de versterkingslaag.

Restlevensduur				
Betrouwbaarheid gedragsscherm [%]	Structurele restlevensduur [jaar]	Verwachte structurele schade [%]	Betrouwbaar- heidsfactor [-]	Onderschrijdings- kans bij veld- calibratie [%]
95	7.2		6.1	
90	12.5		4.1	
85	16.7		3.1	
80	20.5		2.5	
75	23.9		2.1	
70	27.2		1.8	
60	33.6		1.3	
50	39.9		1.0	
30	> 50.0		0.6	
15	> 50.0		0.3	
10	> 50.0		0.2	
5	> 50.0		0.2	

Stijfheidsmodulus asfalt [MPa] : 8033

Ondergrondstuik [mikron/m] : 221.5

Aanwezige dikte [m] : 0.180

Diktereductie ivm randbelasting : 0.000

In rekening gebrachte dikte [m] : 0.180

Ok

Help

Fig. 5.12 Resultaat berekening restlevensduur op basis ondergrondstuikcriterium

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens zijn ingevoerd (voor fase 1 en fase 2; een ontwerpperiode voor fase 2 is echter niet nodig), kan een restlevensduurberekening voor de bestaande constructie worden uitgevoerd. De restlevensduur wordt berekend in jaren. Hierbij wordt rekening gehouden met de jaarlijkse groei van het zware verkeer, zoals opgegeven (zie par.5.8). Omdat de constructie maar een maal hoeft te worden doorgerekend (bij de opgegeven laagdikte) verloopt de restlevensduurberekening snel.

Als is opgegeven dat sprake is van randbelasting (zie par.5.7) wordt de ingevoerde dikte van de verharding eerst met 1 à 2 cm verminderd. Vervolgens wordt de maximale verticale stuik in de bovenste ondergrondlaag berekend, waarna uit de bezwijkarakteristiek van de ondergrond (zie par.5.7) de sterkte van de verharding wordt bepaald. Deze wordt vermenigvuldigd met een factor voor versporing.

versporingsfactor

De versporingsfactor wordt berekend (zie [lit.1]: versporing) op basis van de stijfheidsmodulus van de verharding en de ondergrond, de laagdikte van de verharding en de spreidingsbreedte (zie par. 5.7). Deze berekening kan echter slechts worden uitgevoerd voor zuiver bitumineuze verhardingen. Voor verhardingen met een fundering wordt daarom op basis van de berekende ondergrondstuik eerst een fictieve laagdikte voor het asfalt van een zuiver bitumineuze verharding berekend, zodanig dat dezelfde onderrondstuik wordt gevonden. Hierbij wordt de volgende formule gehanteerd:

$$h_{\text{fict}} = 1642 \varepsilon_{\text{ond}}^{-0.6966} E_{\text{asfalt}}^{-0.4138} E_{\text{ond}}^{-0.2828} \quad (5.22)$$

waarin

h_{fict}	=	fictieve laagdikte asfalt voor berekenen versporingsfactor (m)
ε_{ond}	=	ondergrondstuik ($\mu\text{m}/\text{m}$)
E_{asfalt}	=	stijfheidsmodulus asfalt (MPa)
E_{ond}	=	stijfheidsmodulus ondergrond (MPa)

Deze benaderingsformule is verkregen door regressie op de resultaten van een groot aantal lineair elastische meerlagenberekeningen voor zuiver bitumineuze constructies.

Minerberekening

Bij de berekening wordt de reststerkte $n_{\text{eq, fase 2}}$ berekend uit

$$\frac{n_{\text{eq, fase1}}}{N_{\text{eq, fase1}}} + \frac{n_{\text{eq, fase2}}}{N_{\text{eq, fase1}}} = \frac{1}{F_r} \quad (5.23)$$

waarin

$n_{\text{eq, fase1}}$	=	verkeersbelasting fase 1 (st.asl.)
$n_{\text{eq, fase2}}$	=	reststerkte; toelaatbare verkeersbelasting fase 2 (st.asl.)
$N_{\text{eq, fase1}}$	=	sterkte bestaande verharding (st.asl.)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

betrouwbaarheidsfactor

De gebruikte uitdrukking voor de betrouwbaarheidsfactor is: $F_r = 10^{\xi_r U_{tot}}$ (5.24)

waarin

- F_r = betrouwbaarheidsfactor (-)
 ξ_r = instelfactor betrouwbaarheid gedragsskromme (zie Tabel 5.II) (-)
 U_{tot} = onzekerheid $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)

instelfactor

Met de instelfactor ξ_r wordt de betrouwbaarheid van de gedragsskromme ingesteld (zie par.5.7). Waarden van de instelfactor afhankelijk van de gedragsskromme zijn opgenomen in Tabel 5.II.

gebruikte waarden onzekerheid

De onzekerheid in formule (5.24) is weer samengesteld uit een onzekerheid in sterkte van de verharding en onzekerheid in de verkeersbelasting volgens

$$U_{tot}^2 = 0.822^2 C_{ond}^2 U^2 \{ \overline{\log(\varepsilon_{ond})} \} + U^2 \{ \overline{\log(N_{ond})} \} + U^2 \{ \overline{\log(n)} \} \quad (5.25)$$

waarin

- U_{tot} = onzekerheid $\log(M)$ (onzekerheid in gemiddelde waarde logaritme Minergetal, zie bijlage B) (-)
 C_{ond} = hellingshoek van de bezwijkarakteristiek van de ondergrond
 ε_{ond} = ondergrondstuik ($\mu m/m$)
 N_{ond} = bezwijksterkte ondergrond bij gegeven ondergrondstuik (st.asl.)
 n = verkeersbelasting (st.asl.)

Als geen VGD - metingen beschikbaar zijn wordt voor de onzekerheid in de ondergrondstuik gebruik gemaakt van een waarde die (voor een representatieve constructie) is bepaald op grond van probabilistische berekeningen. In Tabel 5.IV is aangegeven welke waarden voor een "droge" restlevensduurberekening worden gebruikt. Zoals gesteld wijken deze waarden niet af van de nieuwbouwwaarde (zie par.2.11). Als VGD-metingen beschikbaar zijn wordt echter met de in module EVALUEREN bepaalde onzekerheid in de gemiddelde ondergrondstuik gewerkt (zie par.4.14).

De onzekerheid in de verkeersbelasting is afhankelijk van de herkomst van de verkeersgegevens (zie par.5.8).

onzekerheid gemiddelde ondergrondstuik $U \{ \overline{\log(\varepsilon_{ond})} \}$	onzekerheid gemiddelde sterkte $U \{ \overline{\log(N_{ond})} \}$	onzekerheid gemiddelde belasting $U \{ \overline{\log(n)} \}$
$\log(1.123)$	$\log(2.512)$	zie Tabel 5.I

Tabel 5.IV Onzekerheid sterkte en belasting (nieuwbouw- en droge restlevensduurberekening)

5.12 Berekenen dikte versterkingslaag op basis asfaltrek criterium

Na het selecteren van de drukknop *Versterkingsdikte* (zie Fig. 5.1) wordt op basis van de ingevoerde gegevens de dikte van de versterkingslaag berekend (zie Fig. 5.13). Voor deze berekening wordt de tijdens de restlevensduurberekening geselecteerde betrouwbaarheid aangehouden.

Afhankelijk van de keuze in het Randvoorwaardenscherm (zie par.5.7) wordt deze berekening uitgevoerd op basis van het asfaltrek criterium dan wel op basis van het ondergrondstuik criterium.

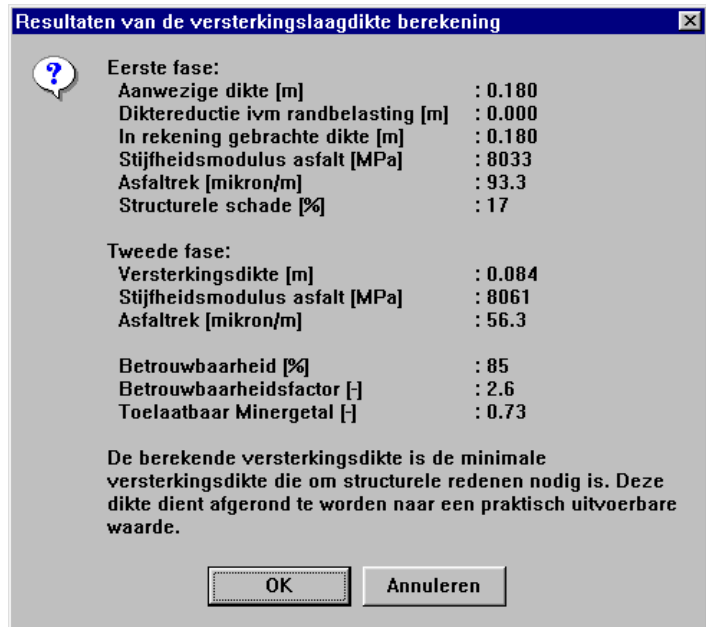


Fig. 5.13 Resultaat berekening dikte versterkingslaag

Na acceptatie van de berekende waarde wordt de dikte van de asfaltlaag uit de tweede fase hiermee aangepast.

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens voor beide fasen zijn ingevoerd (waaronder ook de ontwerpperiode voor fase 2), kan een berekening van de dikte van de versterkingslaag worden uitgevoerd. Hierbij moet dezelfde betrouwbaarheidsfactor worden aangehouden als bij de restlevensduurberekening. Zoals reeds gesteld kan deze op grond van het waargenomen praktijkgedrag eventueel zijn aangepast (waardoor hij is overgegaan in een veldkalibratiefactor). Bij de berekening wordt de dikte van de constructie in fase 2 iteratief zodanig bepaald dat wordt voldaan aan

$$\frac{n_{eq,fase1}}{N_{eq,fase1}} + \frac{n_{eq,fase2}}{N_{eq,fase2}} = \frac{M_{t,fase2}}{F_r} \quad (5.26)$$

waarin

$n_{eq,fase1}$	=	verkeersbelasting in fase 1 (st.asl.)
$n_{eq,fase2}$	=	verkeersbelasting fase 2 (st.asl.)
$N_{eq,fase1}$	=	sterkte bestaande verharding (st.asl.)
$N_{eq,fase2}$	=	sterkte overlaagde verharding (st.asl.)
$M_{t,fase2}$	=	toelaatbaar gemiddeld Minergetal voor versterkte constructie (-)
F_r	=	betrouwbaarheidsfactor (-)

De berekening van de sterkte van de constructie gebeurt geheel conform de handleiding *Wegenbouw - Ontwerp Onderbouw* (zie [lit.1]: dimensioneren van asfaltconstructies), zij het dat funderingen nu in de lineair elastische meerlagenberekening worden meegenomen. Het toelaatbaar gemiddeld Minergetal wordt berekend volgens formule (5.15), zij het dat met een (normaliter 5 %) hoger toelaatbaar schadepercentage wordt gewerkt (zie par.5.7).

De berekening van de dikte van de versterkingslaag wordt afgebroken zodra waarden groter dan de in module SYSTEEM ingestelde bovengrens worden gevonden.

Als berekeningsresultaten worden naast de berekende dikte van de versterkingslaag tevens de ontwerprek in beide fasen gegeven alsmede de in de berekening gebruikte stijfheidsmodulus van het asfalt. Tevens wordt het toelaatbaar Minergetal en de gehanteerde betrouwbaarheidsfactor weergegeven alsmede de verwachte structurele schade voor het eind van fase 1.

5.13 Berekenen dikte versterkingslaag op basis ondergrondstuikcriterium

Na het selecteren van de drukknop *Versterkingsdikte* (zie Fig. 5.1) wordt op basis van de ingevoerde gegevens de dikte van de versterkingslaag berekend (zie Fig. 5.14). Voor deze berekening wordt de tijdens de restlevensduurberekening geselecteerde betrouwbaarheid aangehouden.

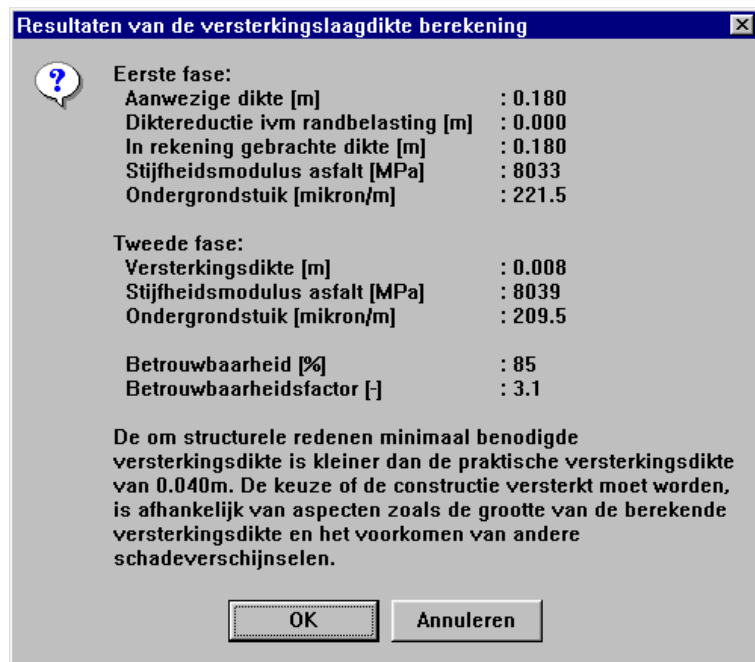


Fig. 5.14 Resultaat berekening dikte versterkingslaag

Afhankelijk van de keuze in het Randvoorwaardenscherm (zie par.5.7) wordt deze berekening uitgevoerd op basis van het asfaltrekriterium dan wel op basis van het ondergrondstuikcriterium.

Na acceptatie van de berekende waarde wordt de dikte van de asfaltlaag uit de tweede fase hiermee aangepast.

Als alle benodigde verkeers- en constructiegegevens voor beide fasen zijn ingevoerd (waaronder ook de ontwerpperiode voor fase 2), kan een berekening van de dikte van de versterkingslaag worden uitgevoerd. Hierbij moet dezelfde betrouwbaarheidsfactor worden aangehouden als bij de restlevensduurberekening. Bij de berekening wordt de dikte van de constructie in fase 2 iteratief zodanig bepaald dat wordt voldaan aan

$$\frac{n_{eq, fase2}}{N_{eq, fase2}} = \frac{1}{F_r} \quad (5.27)$$

waarin

$n_{eq, fase2}$ = verkeersbelasting fase 2 (st.asl.)
 $N_{eq, fase2}$ = sterkte overlaagde verharding (st.asl.)
 F_r = betrouwbaarheidsfactor (-)

De berekening van de dikte van de versterkingslaag wordt afgebroken zodra waarden groter dan de in module SYSTEEM ingestelde bovengrens worden gevonden.

Als berekeningsresultaten worden naast de berekende dikte van de versterkingslaag tevens de ontwerpondergrondstuik in de tweede fase gegeven alsmede de in de berekening gebruikte stijfheidsmodulus van het asfalt. Tevens wordt de gehanteerde betrouwbaarheidsfactor weergegeven.

5.14 Genereren logboek

Via menu-optie *Opties.Genereer logboek* (zie menubalk Fig. 5.1) kan een overzicht worden gemaakt van alle herontwerpgegevens voor beide fasen. Dit zijn de algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden (inclusief gebruikte ontwerpcriterium), verkeersgegevens en de constructiegegevens (inclusief dimensionering). Voor de randvoorwaarden en de verkeersgegevens worden zowel de keuzen van de gebruiker als de RWS-keuzen weergegeven. Tevens wordt de bij het gekozen betrouwbaarheidsniveau behorende restlevensduur weergegeven. Het logboek kan via de menu-opties *Tekstbestand.Bewaren als*, *Tekstbestand.Afdrukken* en *Tekstbestand.Einde* (zie menubalk Fig. 5.15) worden bewaard, op papier worden afgedrukt of afgesloten.

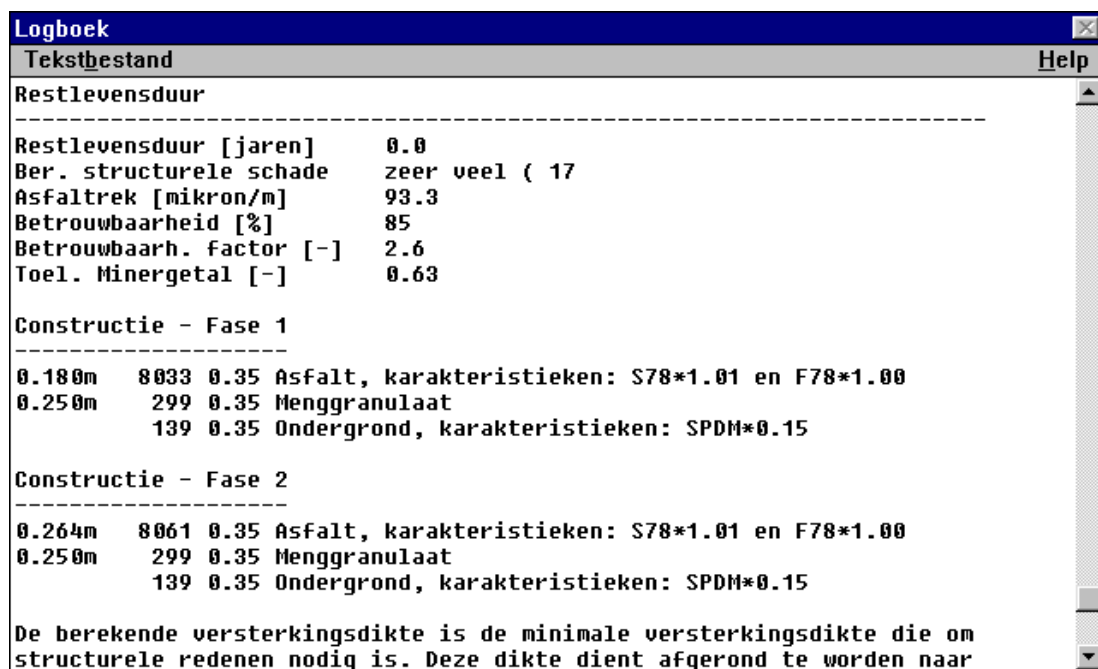


Fig. 5.15 Logboek

Het genereren van het logboek is slechts mogelijk nadat een versterkingslaagdikteberekening is uitgevoerd en de berekeningsresultaten zijn overgenomen door selectie van de drukknop OK. Als hierna randvoorwaarden, verkeersbelastingsgegevens of constructiegegevens worden gewijzigd, wordt het logboek ontoegankelijk tot opnieuw een laagdikteberekening is uitgevoerd. Dit is noodzakelijk om de consistentie tussen randvoorwaarden, verkeersbelastings- en constructiegegevens enerzijds en de berekende laagdikte anderzijds te waarborgen.

5.15 Herontwerpbestand afdrukken

Door selectie van de menu-optie *Bestand.Afdrukken* (zie menubalk Fig. 5.1) kunnen de gegevens van een herontwerp, inclusief bijbehorende randvoorwaarden en algemene, wegvak-, constructie- en verkeersbelastingsgegevens worden afgedrukt op papier. Hierbij wordt tevens aangegeven of de randvoorwaarden, verkeersbelastings- en constructiegegevens enerzijds en de berekende laagdikte anderzijds met elkaar in overeenstemming zijn.

5.16 Herontwerpbestand bewaren

Een herontwerpbestand, bestaande uit algemene gegevens, wegvakgegevens, randvoorwaarden, constructie- en verkeersbelastingsgegevens, kan worden bewaard door selecteren van menu-optie *Bestand.Bewaar* (zie menubalk Fig. 5.1). Als het een reeds bestaand bestand betreft dat opnieuw is ingelezen en eventueel bewerkt, wordt het oorspronkelijke herontwerpbestand overschreven. Hierbij wordt om bevestiging gevraagd. Als het een nieuw bestand betreft waarvan nog geen naam is ingevoerd, verschijnt het scherm behorend bij menu-optie *Bestand.Bewaar als...* (zie onder).

Bewaar bestand

Directory: c:\alg\caredata

[.]
[-a-]
[-c-]

Datum (dd/mm/jj)	(Her)ontwerpbestand	Evaluatiebestand	Meetbestand	Kilometrering	Wegomschrijving
05/03/00 (H)		a99	a99.cfw	65.900-67.200	Autosnelweg A99 - D
02/03/00 (O)	A100-1			65.900-67.200	Ontwerpvariant met
01/03/00 (O)	A100-2			65.900-67.200	Ontwerpvariant met
01/03/00 (O)	A100-3			65.900-67.200	Ontwerpvariant met
01/03/00 (O)	A100-4			65.900-67.200	Ontwerpvariant volle

Bestand :
(geen pad opgeven)

Fig. 5.16 Bewaren herontwerpbestand onder nieuwe naam of datadirectory

Via de menu-optie *Bestand.Bewaar als...* (zie menubalk Fig. 5.1) verschijnt het scherm volgens Fig. 5.16. Vanuit dit scherm kan een herontwerpbestand worden opgeslagen onder een nieuwe naam. De naam van eventuele reeds aanwezige (her)ontwerpbestanden is op het scherm zichtbaar. Het is mogelijk vanuit dit scherm een bestaand (her)ontwerpbestand te overschrijven door dezelfde naam te gebruiken. Hierbij wordt om bevestiging gevraagd.

De in dit scherm aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct geselecteerd worden. Door [...] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende directory's zichtbaar worden.

5.17 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *Help* (zie menubalk Fig. 5.1) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor de module HERONTWERPEN.

5.18 Afsluiten module HERONTWERPEN

De module HERONTWERPEN kan worden afgesloten door menu-optie *Bestand.Einde* (zie menubalk Fig. 5.1) te selecteren. Als nog gewijzigde gegevens aanwezig zijn, wordt hiervan melding gemaakt.

6 Module MODELREKENEN

Met de module MODELREKENEN kan een wegconstructie worden gemodelleerd tot een lineair elastisch meerlagensysteem. Hierin kunnen rekken, spanningen en deflecties op willekeurige plaatsen worden berekend onder invloed van een of meerdere cirkelvormige belastingen aan het oppervlak.

Allereerst moet een rekenbestand worden geselecteerd en/of moeten de algemene, belastings- en constructiegegevens worden opgegeven/gewijzigd. Vervolgens moeten de rekenpunten worden ingevoerd. Wanneer de te berekenen grootheden zijn aangegeven kunnen de berekeningen worden uitgevoerd. De berekende resultaten kunnen zowel grafisch als in tabelvorm worden getoond. Vervolgens kan het geheel worden afgedrukt en opgeslagen.

De mechanikaberekeningen binnen CARE worden uitgevoerd met het lineair elastisch meerlagenprogramma WESLEA [lit.9]. Dit gaat uit van een axiaalsymmetrische situatie. Door de lineariteit kunnen echter de resultaten van verschillende berekeningen op elkaar worden gesuperponeerd, zodat meerdere belastingen in verschillende posities op dezelfde constructie kunnen worden gesimuleerd.

assenstelsel

In CARE wordt gewerkt met een cartesiaans assenstelsel (x-, y- en z-as); dus niet met poolcoördinaten. De z-as is altijd vanaf de bovenzijde van de constructie verticaal naar beneden gericht (dus z-waarden zijn positief in de constructie). De x- en y-as vallen samen met de bovenzijde van de constructie. De y-as is (van bovenaf beschouwd) een kwartslag rechtsom geroteerd ten opzichte van de x-as.

grootheden

Voor elk punt in de constructie kunnen de volgende grootheden worden berekend:

- verplaatsingen
- normaalspanningen
- schuifspanningen
- rekken
- hoekverdraaiingen

Hierbij worden verplaatsingen in CARE aangegeven met een U, spanningen met een S en rekken en hoekverdraaiingen met een E. Volgende letters geven asrichtingen aan. De notaties en tekenafpraak voor normaal- en schuifspanningen, rekken en hoekverdraaiingen zijn aangegeven in Fig. 6.1. Alle grootheden zijn hier positief getekend; trek wordt dus als een positieve spanning beschouwd en verlenging als een positieve rek. Opgemerkt wordt dat de spannings- en vervormingsmatrix symmetrisch is, dus b.v. $SZY = SYZ$, $EXZ = EZX$ enz.

Voor de schuifspanningen is het handig de volgende regel te onthouden:

- *SXY is de spanning op het vlak met de x-as als normaal, in y-richting.*

Voor de hoekverdraaiingen kan de volgende regel worden aangehouden:

- *EXY is de helft van de verkleining van de hoek tussen het vlak met de x-as als normaal en het aansluitende vlak met de y-as als normaal.*

Mutatis mutandis gelden deze regels ook voor de andere asrichtingen.

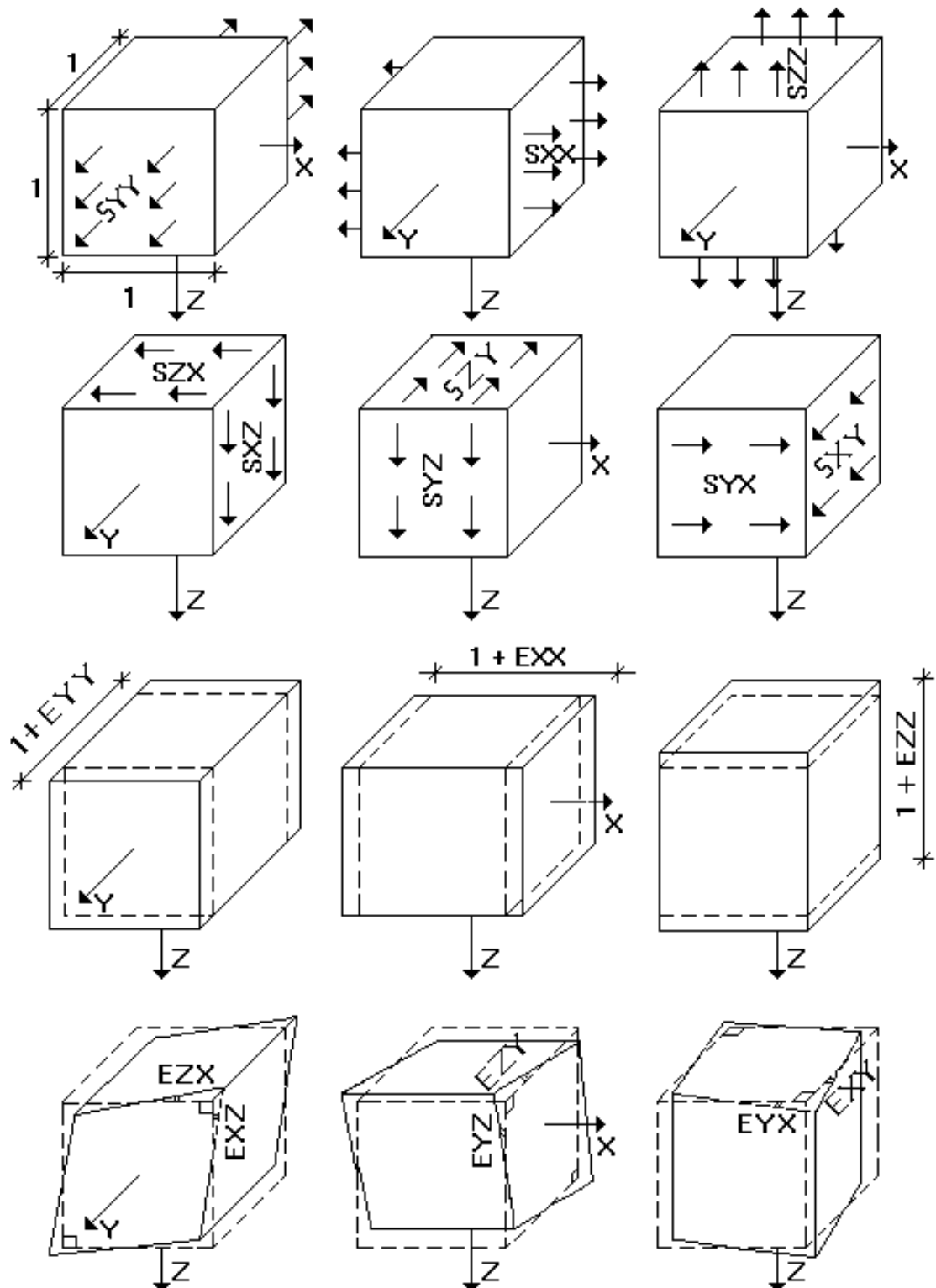


Fig. 6.1 Notaties grootheden (alle positief getekend)

Starten module MODELREKENEN

Via de drukknop *Modelrekenen* op het CARE hoofdscherm wordt de module MODELREKENEN gestart. Aansluitend verschijnt het betreffende venster (zie Fig. 6.1). Vanuit dit venster is de functionaliteit van CARE toegankelijk voor het uitvoeren van mechanica-berekeningen aan wegverhardingen.

Het venster van de module MODELREKENEN bestaat uit vijf onderdelen. De algemene gegevens, de functieknoppen, de rekenpunten, de te berekenen grootheden en een overzicht van het aantal constructielagen, rekenbelastingen en rekenpunten. De algemene gegevens van een nieuw of ingelezen rekenbestand kunnen in dit venster worden opgegeven of gewijzigd. Onder de functieknoppen bevindt zich de functionaliteit voor het invoeren van een constructie, rekenbelastingen en rekenpunten en het starten van de berekening.

The screenshot shows the 'MODELREKENEN' window with the following elements:

- Top Bar:** 'MODELREKENEN' title, 'Rekenbestand' and 'Weergeven' tabs, and a 'Help' button.
- Input Fields:**
 - Rekenbestand:** A text box for the file name.
 - Omschrijving:** A text box for the description.
 - Ingevoerd (dd/mm/jj):** A date field showing '10/11/03'.
- Summary:** A box on the right showing 'Lagen: 0', 'Belastingen: 0', and 'Rekenpunten: 0'.
- Left Panel:**
 - Buttons: 'Rekenbelasting', 'Constructie', 'Rekenpunten', 'Berekenen'.
 - Meerlagenprogramma:** A dropdown menu currently set to 'WESLEA'.
- Rekenpunten:** A central table with columns 'Laag', 'X-Crd', 'Y-Crd', and 'Z-Crd'. Below it are buttons 'Verwijder punt' and 'Verwijder alle'.
- Grootheden:** A section on the right with checkboxes for:
 - Deflecties:** UX, UY, UZ.
 - Spanningen:** SXX, SXY, SXZ, SYX, SYY, SYZ, SZX, SYZ, SZZ.
 - Rekken:** EXX, EXY, EXZ, EYX, EYY, EYZ, EZX, EYZ, EZZ.
- Alle Grootheden:** Buttons 'Aan' and 'Uit' at the bottom right.

Fig. 6.2 Venster Module MODELREKENEN

6.1 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *Help* (zie menubalk Fig. 6.1) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor de module MODELREKENEN.

6.2 Rekenbestand selecteren

Via menu-optie *Rekenbestand.Selecteren* (zie menubalk Fig. 6.1) kan een bestaand rekenbestand met bijbehorende rekenbelastingen, constructiegegevens en rekenpunten worden opgevraagd. Deze selectie wordt uitgevoerd in een venster (zie Fig. 6.3). Indien in de aangegeven datadirectory rekenbestanden aanwezig zijn, wordt in het venster per opgeslagen rekenbestand de datum van aanmaken, de naam en de omschrijving zichtbaar. Indien in de betreffende datadirectory nog geen rekenbestanden zijn opgeslagen blijft het venster leeg.

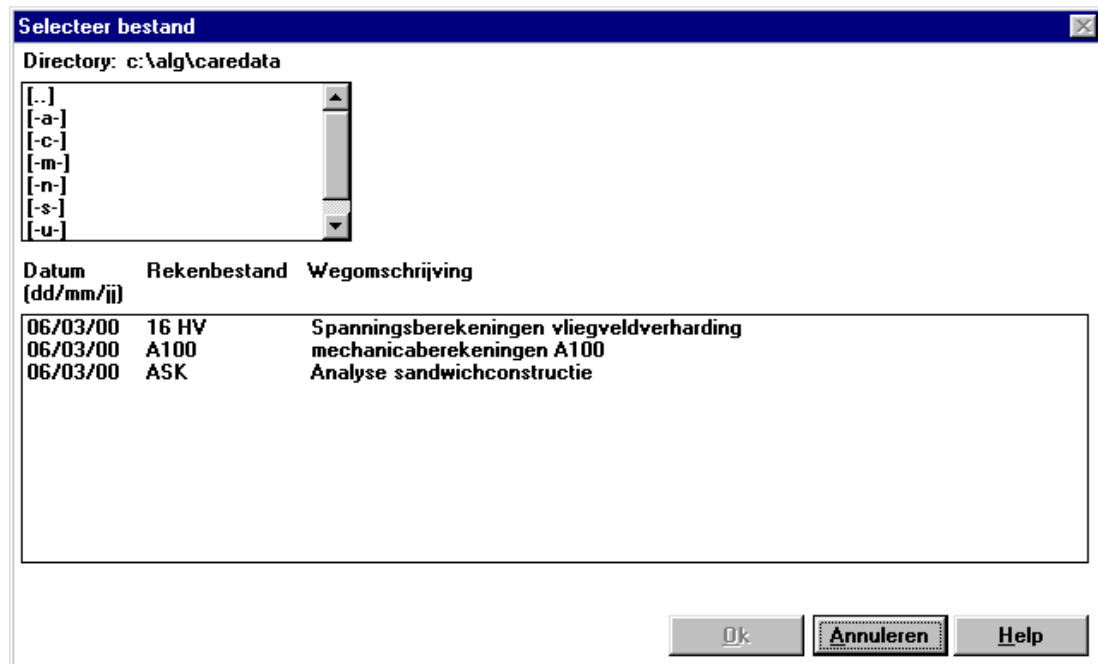


Fig. 6.3 Selecteren rekenbestand

De aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen worden geselecteerd. Door [..] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende subdirectory's zichtbaar worden.

Een rekenbestand kan worden geselecteerd door één van de corresponderende regels in de getoonde lijst te selecteren en daarna op de OK knop te drukken. Daarnaast kan een rekenbestand worden geselecteerd door de naam van het rekenbestand in de lijst te activeren. De gegevens van het geselecteerde rekenbestand worden daarna ingelezen en in het venster op het beeldscherm weergegeven.

6.3 Rekenbestand verwijderen

Na het selecteren van menu-optie *Rekenbestand.Verwijderen* (zie menubalk Fig. 6.1) wordt het getoonde rekenvak, inclusief bijbehorende constructie, rekenbelastingen en rekenpunten uit de database verwijderd. Dit geldt tevens voor de op het beeldscherm getoonde algemene gegevens. Deze activiteit moet expliciet worden bevestigd.

6.4 Rekenbestand opnieuw starten

Selecteer de menu-optie *Rekenbestand.Nieuw* (zie menubalk Fig. 6.1) voor het invoeren van nieuwe rekengegevens. Eventueel reeds aanwezige modelrekengegevens worden verwijderd. Als de (gewijzigde) gegevens nog niet zijn opgeslagen, wordt hiervan melding gemaakt.

6.5 Invoeren constructiegegevens

Na selectie van de drukknop *Constructie* (zie Fig. 6.1) wordt een venster weergegeven voor het invoeren van de constructiegegevens (zie Fig. 6.4).

Na het selecteren van een laag, kan het venster voor het opgeven van de gegevens per laag (zie Fig. 6.5) worden opgestart door de drukknoppen *Onderleggen*, *Opleggen* of *Wijzigen*. De laag kan hiertoe ook worden geactiveerd.

In MODELREKENEN kan de constructie worden opgebouwd uit maximaal 5 (bij gebruik WESLEA) of 10 (bij gebruik BISAR) lineair elastische, horizontaal oneindig uitgestrekte lagen. De onderste "laag" is ook verticaal oneindig uitgestrekt ("halfruimte").

Er kan weer worden gekozen voor asfaltlagen, funderingslagen en ondergrond, waarbij CARE geen willekeurige stapeling toelaat (zie par.2.9). Voor funderingsmaterialen en ondergrond is weer een keuzelijst beschikbaar. Bij keuze hieruit worden automatisch richtwaarden voor de stijfheidsmodulus, Poissonverhouding en laagdikte (behalve voor de ondergrond) verkregen. De gebruiker kan deze waarden echter aanpassen.

De onderste laag wordt verondersteld ook verticaal oneindig uitgestrekt te zijn.

0.165m	7430	0.35	Asfalt
0.264m	555	0.35	Fundering
	170	0.35	Ondergrond

Buttons: Opleggen, Splitsen, Onderleggen, Verwijderen, Wijzigen, Help, Einde

Fig. 6.4 Modelleren constructie

Laagtype: ☒ Asfalt ☐ Fundering ☐ Ondergrond

Toepassing:

Materiaal:

Stijfheidskarakteristiek: Shiftfactor:

Vermoeingskarakteristiek: Shiftfactor:

Dikte [m]:

Stijfheidsmodulus [MPa]:

Poissonverhouding [-]: ☐ Hechting ☒ Slip

Buttons: Ok, Annuleren, Help

Fig. 6.5 Invoeren gegevens per constructielaag

Het doet er voor modelrekenen overigens niet toe of bijvoorbeeld de tweede laag (van boven) in een vierlagensysteem als asfaltlaag of funderingslaag is opgegeven; uitsluitend de laagdikte en stijfheidseigenschappen zijn van belang. Opgemerkt wordt tevens dat de stijfheids- en vermoeigingskarakteristieken van asfalt hier niet relevant zijn.

hechting (hechting/slip)

In lineair elastische meerlagenberekeningen kan voor de laagscheidingen een zogenaamde "interface spring compliance" worden opgegeven. Dit betekent dat punten onder en boven de laagscheiding die in de uitgangstoestand samenvallen, onder belasting horizontaal ten opzichte van elkaar kunnen verplaatsen. Hierbij worden dan onderlinge horizontale schuifspanningen in rekening gebracht die recht evenredig zijn met de grootte van de onderlinge verplaatsing (een soort "schuifveer").

Opgemerkt wordt dat het programma WESLEA wat meer beperkingen oplegt aan de mogelijkheden tot keuze voor slip. Bij systemen met twee of meer laagscheidingen (dus met 3 of meer lagen) kan slechts voor de bovenste twee laagscheidingen slip worden opgegeven; dit geldt dan altijd voor beide laagscheidingen tegelijk. Voor de overige laagscheidingen kan bij gebruik van WESLEA geen slip worden opgegeven.

In theorie lijkt slip aantrekkelijk om de situatie bij losliggende lagen te beschrijven. In praktijk is het echter moeilijk te bepalen welke compliance moet worden aangehouden om de gewenste schuifweerstand te simuleren. Gezien deze interpretatieproblemen is in CARE de keuze beperkt tot twee situaties: volledige hechting en volledige slip (geen wrijving tussen de lagen). Het laatste geval wordt gesimuleerd door de "interface spring compliance" een zeer hoge waarde te geven.

Als volledige hechting is verondersteld geldt dat de volgende rekengrootheden direct onder en boven de laagscheiding dezelfde waarde hebben:

- de horizontale verplaatsingen UX en UY
- de verticale verplaatsingen UZ
- de horizontale rekken EXX en EYY
- de hoekverdraaiing EXY (= EYX)
- de verticale normaalspanningen SZZ
- de schuifspanningen SZX (= SXZ) en SZY (= SYZ)

en dat de volgende rekengrootheden direct onder en boven de laagscheiding in waarde kunnen verschillen (afhankelijk van de verschillen in stijfheidseigenschappen in beide lagen en de positie ten opzichte van de belasting):

- de verticale rekken EZZ
- de hoekverdraaiingen EXZ (= EZX) en EYZ (= EZY)
- de horizontale spanningen SXX en SYY
- de schuifspanning SXY (= SYX)

Als volledige slip is verondersteld geldt dat de volgende rekengrootheden direct onder en boven de laagscheiding dezelfde waarde hebben:

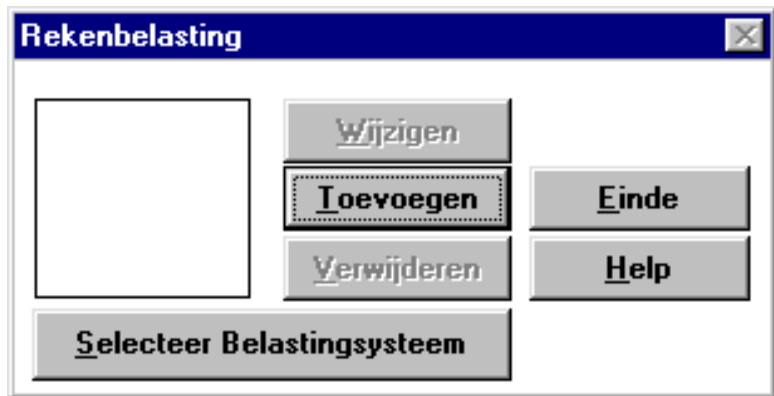
- de verticale verplaatsingen UZ
- de verticale normaalspanningen SZZ
- de schuifspanningen SZX (= SXZ) en SZY (= SYZ)

en dat de volgende rekengrootheden direct onder en boven de laagscheiding in waarde kunnen verschillen (afhankelijk van de verschillen in stijfheidseigenschappen in beide lagen en de positie ten opzichte van de belasting):

- de horizontale verplaatsingen UX en UY
- de horizontale rekken EXX en EYY
- de hoekverdraaiing EXY (= EYX)
- de verticale rekken EZZ
- de hoekverdraaiingen EXZ (= EZX) en EYX (= EYX)
- de horizontale spanningen SXX en SYY
- de schuifspanning SXY (= SYX)

6.6 Invoeren rekenbelastingen

Na selectie van de drukknop *Rekenbelasting* (zie Fig. 6.1) wordt een venster weergegeven voor het invoeren, wijzigen of verwijderen van één of meerdere rekenbelastingen (zie Fig. 6.6).



Hierin is het tevens mogelijk een standaard systeem van rekenbelastingen te selecteren (zie Fig. 6.7). Deze kunnen worden aangeemaakt in module SYSTEEM.



Fig. 6.7 Selecteren belastingssysteem

Na het selecteren van een in de lijst opgenomen rekenbelasting of na het selecteren van de drukknop *Toevoegen* wordt een venster getoond waarin de rekenbelasting kan worden ingevoerd (zie fig. Fig. 6.8).

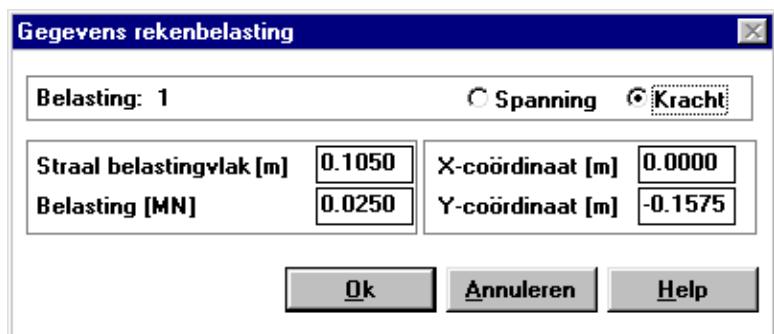


Fig. 6.8 Invoeren rekenbelastingsgegevens

Voor elke rekenbelasting moet de grootte van de kracht (in MN) of de contactspanning (in MPa) worden aangegeven; via de keuzerondjes *Kracht* en *Spanning* kan worden aangegeven hoe de rekenbelasting is ingevoerd.

Tevens moeten de straal van de belastingscirkel en de x- en y-coördinaten van het middelpunt worden ingevoerd.

6.7 Invoeren rekenpunten

Na selectie van de drukknop *Rekenpunten* (zie Fig. 6.1) wordt een venster weergegeven voor het invoeren van één of meer punten waarin de opgegeven grootheden moeten worden berekend (zie Fig. 6.9).

laagnummer

Voordat rekenpunten worden opgegeven moet een laagnummer worden opgegeven. De in te voeren punten moeten zich in de opgegeven laag bevinden.

Fig. 6.9 Invoeren rekenpunten

invoeren rekenreeksen

Het invoeren van reeksen gaat als volgt: selecteer eerst de asrichting van de reeks door een van de keuzerondjes te selecteren. Vul ook de waarden in van de vaste coördinaten van de reeks. Bij een z-reeks zijn dit bijvoorbeeld de x- en y-coördinaten). Deze zijn niet meer te wijzigen zodra punten zijn toegevoegd. Vul vervolgens het aantal punten in. Als dit aantal op 1 wordt gesteld kan vervolgens de variabele coördinaat worden ingegeven. Als een groter aantal wordt opgegeven kan een begin- en eindwaarde voor de reeks worden opgegeven. Voor een z-reeks kunnen deze worden afgeleid uit de dikte van de laag; hiervoor is bij een z-reeks met meer dan 1 punten de drukknop *Begin/Einde* toegankelijk. De hierdoor verkregen begin- en eindwaarde zijn eventueel handmatig aan te passen. Door nu de knop *Toevoegen* te selecteren worden het opgegeven aantal punten toegevoegd. Deze zijn gelijkmatig verdeeld tussen het opgegeven begin- en eindpunt.

Als reeds een reeks is ingevoerd kunnen nog aanvullende reeksen worden toegevoegd. Deze moeten dan wel in het verlengde van de reeks liggen. Als een reeks wordt toegevoegd aan reeds aanwezige individuele punten of als een reeks worden toegevoegd in een andere richting dan een reeds bestaande reeks, worden de reeds aanwezige rekenpunten of reeks verwijderd. Hierbij wordt eerst een waarschuwing gegeven met de mogelijkheid tot annuleren.

invoeren individuele rekenpunten

Door in het venster *Rekenpunten* de coördinaten in te voeren en vervolgens *Toevoegen* te selecteren kan één enkel punt worden toegevoegd. Dit proces kan een aantal malen worden herhaald voor het toevoegen van meerdere individuele punten. De berekende grootheden in individuele punten kunnen uitsluitend als tabel worden getoond. Als individuele punten worden toegevoegd aan een reeds aanwezige reeks, wordt de reeds aanwezige reeks verwijderd. Hierbij wordt eerst een waarschuwing gegeven met de mogelijkheid tot annuleren.

verwijderen rekenpunten

Als rekenpunten eenmaal zijn ingevoerd, kunnen individuele punten worden verwijderd door deze eerst te selecteren in de lijst op het hoofdvenster (zie Fig. 6.1) en vervolgens de drukknop *Verwijder punt* te selecteren. Door op *Verwijder alle* te drukken worden alle rekenpunten verwijderd.

N.B. Als de constructie wordt gewijzigd wat betreft het aantal lagen of de laagdikten, worden alle eventueel aanwezige rekenpunten verwijderd. Als slechts stijfheidsmoduli, Poissonconstanten of hechting/slip worden gewijzigd blijven de rekenpunten gehandhaafd.

6.8 Invoeren rekengrootheden

Via keuzehokjes op het hoofdscherm van de module MODELREKENEN (zie Fig. 6.1) worden de grootheden aangegeven die in de ingevoerde rekenpunten moeten worden berekend. Met de drukknoppen *Aan* en *Uit* kunnen alle keuzehokjes worden aangekruist resp. gewist.

6.9 Berekenen

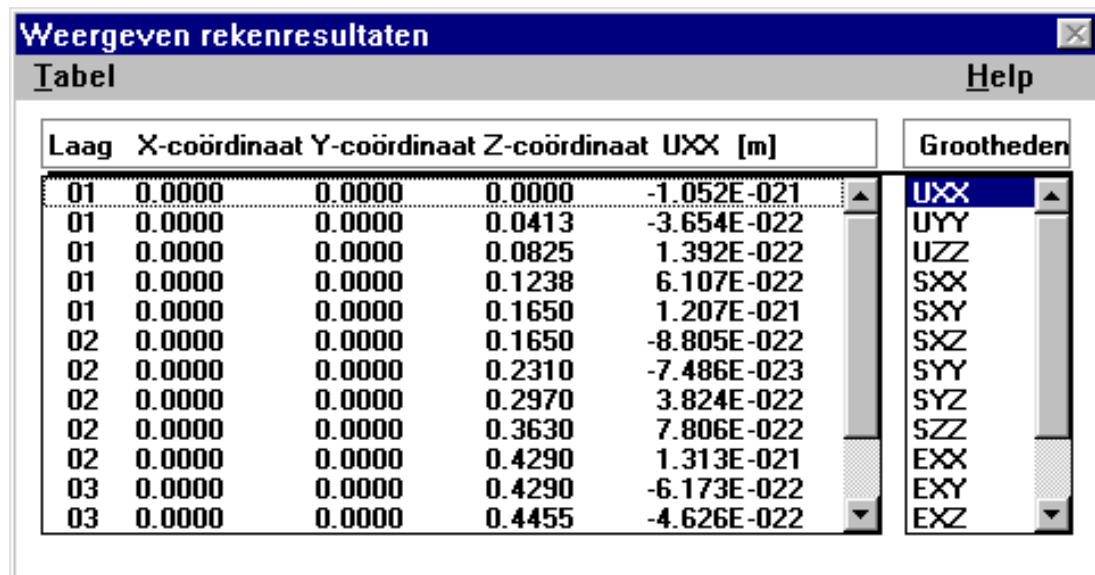
Als een constructie en de bijbehorende rekenbelastingen, rekenpunten en rekengrootheden zijn ingevoerd, kan via drukknop *Berekenen* (zie Fig. 6.1) de berekening van de geselecteerde grootheden voor elk van de ingevoerde rekenpunten worden gestart.

6.10 Weergeven rekenresultaten

De rekenresultaten kunnen worden weergegeven in een grafiek of tabel. Na selectie van de menu-optie *Weergeven.Tabel* (zie menubalk Fig. 6.1) wordt een venster getoond waarin een tabel met de rekenresultaten kan worden weergegeven en afgedrukt (zie Fig. 6.10).

De rekenresultaten behorende bij één van de opgegeven grootheden kunnen worden weergegeven door een rekengrootheid in de lijst op het venster te selecteren. De resultaten van de berekening kunnen ook in grafiekvorm (zie Fig. 6.11) worden weergegeven via menu-optie *Weergeven.Grafiek* (zie menubalk Fig. 6.1). Ook hier moet eerst een grootheid in de lijst op het venster worden geselecteerd voordat de resultaten worden getoond.

Via de verschillende menu-opties kan de weergave van de grafiek worden gewijzigd en kan deze op papier worden afgedrukt (zie hoofdstuk 8).



The screenshot shows a window titled 'Weergeven rekenresultaten' with a 'Tabel' tab selected. The window contains a table with columns: 'Laag', 'X-coördinaat', 'Y-coördinaat', 'Z-coördinaat', 'UXX [m]', and 'Grootheden'. The table lists results for three layers (01, 02, 03) at various coordinates. The 'Grootheden' column shows the selected result type, currently 'UXX'.

Laag	X-coördinaat	Y-coördinaat	Z-coördinaat	UXX [m]	Grootheden
01	0.0000	0.0000	0.0000	-1.052E-021	UXX
01	0.0000	0.0000	0.0413	-3.654E-022	UYU
01	0.0000	0.0000	0.0825	1.392E-022	UZZ
01	0.0000	0.0000	0.1238	6.107E-022	SXX
01	0.0000	0.0000	0.1650	1.207E-021	SXY
02	0.0000	0.0000	0.1650	-8.805E-022	SXZ
02	0.0000	0.0000	0.2310	-7.486E-023	SYU
02	0.0000	0.0000	0.2970	3.824E-022	SYZ
02	0.0000	0.0000	0.3630	7.806E-022	SZZ
02	0.0000	0.0000	0.4290	1.313E-021	EXX
03	0.0000	0.0000	0.4290	-6.173E-022	EXY
03	0.0000	0.0000	0.4455	-4.626E-022	EXZ

Fig. 6.10 Weergeven rekenresultaten in tabelvorm

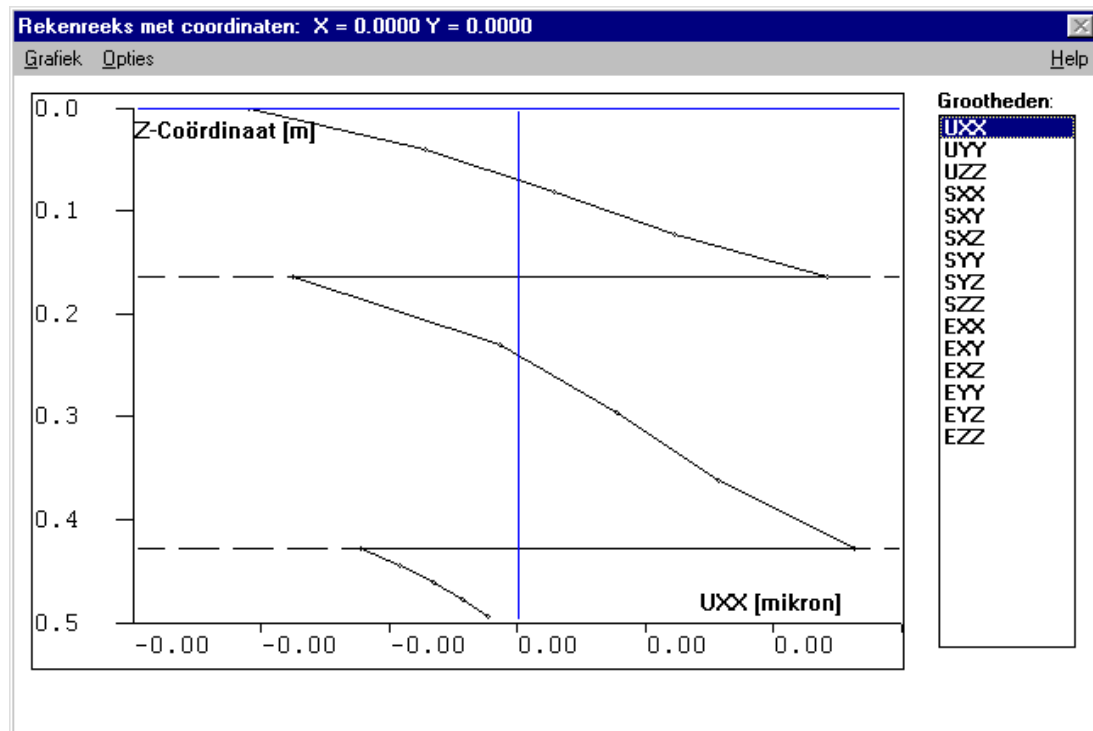


Fig. 6.11 Grafisch weergegeven rekenresultaten

6.11 Rekenbestand afdrukken

Door selectie van de menu-optie *RekenBestand.Afdrukken* (zie menubalk Fig. 6.1) kunnen de gegevens van een rekenvak, inclusief bijbehorende constructie, rekenbelastingen, rekengrootheden, rekenpunten en rekenresultaten worden afgedrukt op papier.

6.12 Rekenbestand bewaren

Een rekenbestand, inclusief bijbehorende constructie, rekenbelastingen en rekenpunten kan worden bewaard door selecteren van menu-optie *RekenBestand.Bewaar* (zie menubalk Fig. 6.1). Als het een reeds bestaand bestand betreft dat opnieuw is ingelezen en eventueel bewerkt, wordt het oorspronkelijke rekenbestand overschreven. Hierbij wordt om bevestiging gevraagd. Als het een nieuw bestand betreft waarvan nog geen naam is ingevoerd, verschijnt het scherm behorend bij menu-optie *RekenBestand.Bewaar als...* (zie onder).

Via de menu-optie *RekenBestand.Bewaar als...* (zie menubalk Fig. 6.1) verschijnt het scherm volgens Fig. 6.12. Vanuit dit scherm kan een rekenbestand worden opgeslagen onder een nieuwe naam. De naam van eventuele reeds aanwezige rekenbestanden is op het scherm zichtbaar. Het is mogelijk vanuit dit scherm een bestaand rekenbestand te overschrijven door dezelfde naam te gebruiken. Hierbij wordt om bevestiging gevraagd.

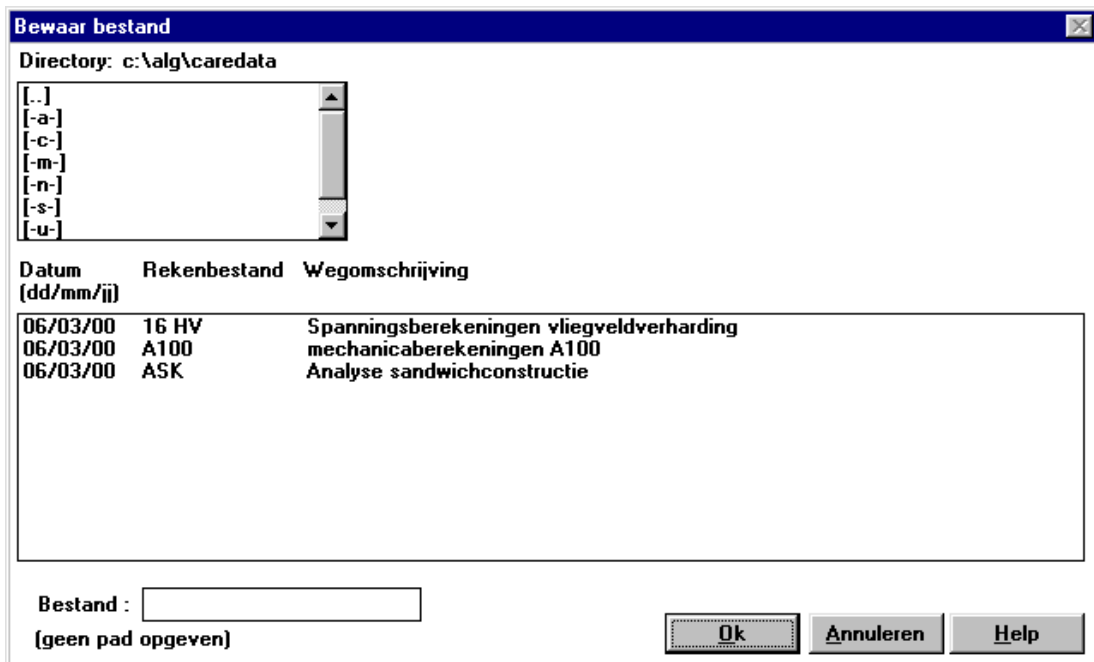


Fig. 6.12 Bewaren rekenbestand onder nieuwe naam of datadirectory

De in dit scherm aangegeven datadirectory is bij opstarten van CARE gelijk aan de bij installatie van het systeem ingestelde datadirectory (zie bijlage A). Deze directory kan echter in het getoonde scherm worden gewijzigd. Eventuele subdirectory's zijn zichtbaar en kunnen direct geselecteerd worden. Door [..] te selecteren kan men één directory hoger gaan. Tevens kan men de root - directory van elk der beschikbare drives selecteren (bijvoorbeeld [-a-] of [-c-]), waarbij de zich daaronder bevindende directory's zichtbaar worden.

6.13 Afsluiten module MODELREKENEN

De module MODELREKENEN kan worden afgesloten door menu-optie Rekenvak.Einde (zie menubalk Fig. 6.1) te selecteren. Als nog gewijzigde gegevens aanwezig zijn, wordt alsnog de mogelijkheid geboden deze te bewaren.

7 Module SYSTEEM

Het onderhoud van de standaard systeemgegevens is ondergebracht in de module SYSTEEM. Deze gegevens zijn echter niet allemaal voor elke eindgebruiker of beheerder toegankelijk.

7.1 Starten module SYSTEEM

Via de drukknop *Systeem* op het CARE hoofdvenster kan de module SYSTEEM worden opgestart. Aansluitend verschijnt een dialoogvenster waarop de gebruiker zijn toegangscode kan invoeren (zie Fig. 7.1). Er zijn drie toegangscodes te onderscheiden:

- de toegangscode van de eindgebruiker
- de toegangscode van de beheerder
- de toegangscode waaronder de Dienst Weg - en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat standaard systeemgegevens kan aanpassen die niet door beheerders of eindgebruikers kunnen worden benaderd.



Fig. 7.1 Invoeren toegangscode

Wanneer de juiste toegangscode is ingevoerd verschijnt het corresponderende venster in het weergavegebied (zie Fig. 7.2). Vanuit dit venster is de functionaliteit van CARE toegankelijk voor onderhoud van systeemgegevens.

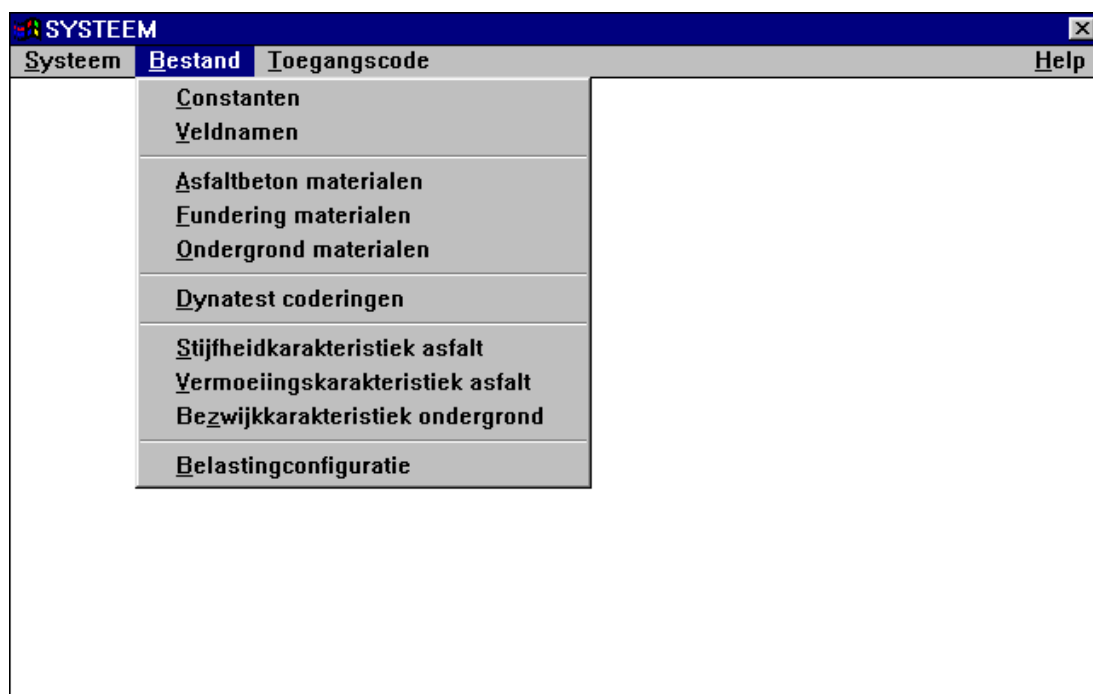


Fig. 7.2 Venster module SYSTEEM

7.2 Wijzigen toegangscode

Via menu-optie *Toegangscode*. *Gebruiker* (zie menubalk fig. Fig. 7.2) kan de beheerder of eindgebruiker zijn toegangscode wijzigen (zie Fig. 7.3). Het systeem vraagt eerst de bestaande code in te voeren voordat twee maal de nieuwe code wordt gevraagd. Wanneer de nieuwe code twee maal identiek wordt ingevoerd, wordt de nieuwe code vastgelegd.

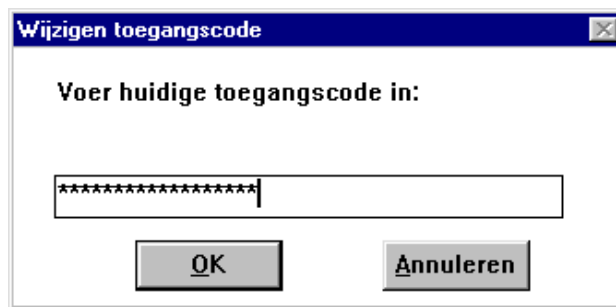


Fig. 7.3 Wijzigen toegangscode

Wanneer de code van een eindgebruiker niet meer werkt moet deze de beheerder waarschuwen. De beheerder kan dan een nieuwe eindgebruikerscode invoeren; hij hoeft hiervoor de oude code niet in te voeren. De bestaande eindgebruikerscode vervalt hiermee. Er is maar één beheerders- en eindgebruikerscode per geïnstalleerd exemplaar van het programma (stand - alone versie) resp. per werkstation (netwerkversie).

De codes zijn op het scherm niet leesbaar; elk karakter wordt aangegeven door een '*' (zie Fig. 7.3). Hierdoor is het wel mogelijk te zien hoeveel karakters zijn ingegeven. Onjuiste karakters kunnen worden verwijderd met de Backspace - toets.

7.3 Openen systeembestanden

Via menu-optie *Bestand* (zie menubalk Fig. 7.2) kunnen de volgende systeembestanden worden onderhouden:

- *Constanten*: minimale en maximale waarden voor asfaltdikten en levensduren. Deze grenzen moeten liggen binnen de grenzen die door de Dienst Weg - en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat zijn ingesteld onder menu - optie *Installatie*. Bij oplevering van het systeem zijn beide sets constanten identiek.
- *Veldnamen*: standaard veldnamen voor de algemene projectgegevens in de modules ONTWERPEN en HERONTWERPEN
- *Dynatest coderingen*: default coderingen voor de meetspoor aanduidingen, de positie daarvan op de bestandsregels en de aanduidingen van (on)geldige meetpunten in een valgewichtdeflectiebestand
- *Asfalt*: standaard asfaltlaaggegevens, te gebruiken bij het modelleren van constructies
- *Fundering*: standaard funderingslaaggegevens, te gebruiken bij het modelleren van constructies
- *Ondergrond*: standaard ondergrondgegevens, te gebruiken bij het modelleren van constructies
- *Stijfheid*: regressieconstanten en referentiefrequentie voor stijfheidskarakteristieken
- *Vermoeiing*: regressieconstanten voor vermoeiingskarakteristieken
- *BelastingsConfiguratie*: standaard systemen van rekenbelastingen voor module MODELREKENEN

Het venster voor het onderhoud van systeembestanden bestaat uit drie onderdelen (zie Fig. 7.4).

Bestand: c:\alg\care\stelsysteem\ASFALT

Record:

id

30
31
32
33
34
35

Bewaar
Verwijder

☒ **Rijkswaterstaatgegevens**

Veldnamen:

id	: 32
afkorting	: EAB
naam	: Emulsie-asfaltbeton
gradering	: 0/8
soort	:
type	:
vk1	: 0
vk2	: 1
vk3	: 0
vk4	: 0
vk5	: 0
toepassing	: 1
minDikte	: 1
advDikte	: 5
maxDikte	: 20
equivalentie	: 0.

Fig. 7.4 Bewerken systeembestanden

Het bovenste deel van het venster geeft de veldnaam weer van het veld of de velden waaraan de afzonderlijke records worden herkend. De inhoud van dit veld of deze velden moet dus uniek zijn binnen het totale bestand aan records.

Op basis van de inhoud van deze velden wordt in het middelste deel van het venster weergegeven welke records in het bestand aanwezig zijn.

Het onderste deel bevat de velden en bijbehorende waarden van het geselecteerde record.

Onder de records kunnen zich zogenaamde Rijkswaterstaatsrecords bevinden. Bij selectie hiervan wordt op het venster het vakje "☐ Rijkswaterstaatsgegevens" aangekruist. Deze gegevens kunnen door beheerders en eindgebruikers niet worden verwijderd. Ook kunnen door de beheerder of eindgebruiker aangebrachte wijzigingen niet worden bewaard.

7.4 Toevoegen systeemgegevens

Door een record te selecteren (dit mag ook een Rijkswaterstaatsrecord zijn) en vervolgens de inhoud te wijzigen van een veld waaraan het record wordt herkend, kan een nieuw record met systeemgegevens worden toegevoegd. Dit record kan vervolgens door de beheerder of eindgebruiker worden gewijzigd.

7.5 Wijzigen systeemgegevens

De afzonderlijke gegevens kunnen worden door in het onderste deel van het venster (zie Fig. 7.4 de betreffende veldnaam te activeren. Hierbij verschijnt een nieuw venster (zie Fig. 7.5) waarbinnen de afzonderlijke waarden kunnen worden geselecteerd en gewijzigd.

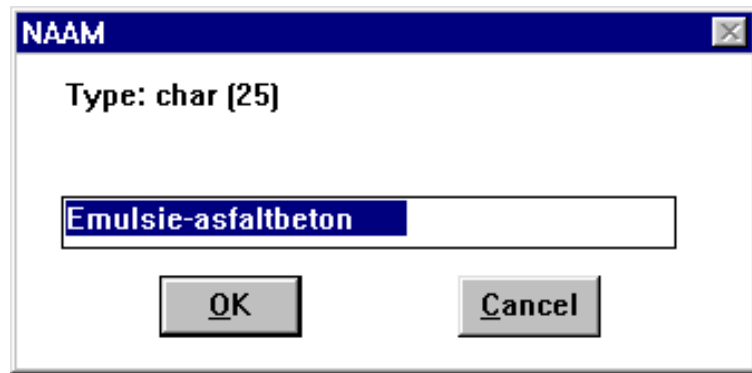


Fig. 7.5 Venster systeemgegevens

7.6 Bewaren systeemgegevens

Na het uitvoeren van één of meerdere wijzigingen binnen een record of na toevoegen van een record met systeemgegevens, wordt na selectie van de drukknop *Bewaar* (zie Fig. 7.4) het gewijzigde of toegevoegde record in de database opgeslagen. Zoals reeds opgemerkt kan een gewijzigd Rijkswaterstaatsrecord niet door een beheerder of eindgebruiker worden bewaard.

7.7 Verwijderen systeemgegevens

Na het selecteren van de drukknop *Verwijder* (zie Fig. 7.4) wordt het geselecteerde record uit de database verwijderd. Zoals reeds opgemerkt kan een Rijkswaterstaatsrecord niet door een beheerder of eindgebruiker worden verwijderd.

7.8 Afsluiten bestand

Na het selecteren van menu-optie *Bestand.Einde* (zie menubalk Fig. 7.4) wordt het actuele bestand automatisch gesloten. Als de gewijzigde gegevens nog niet zijn opgeslagen wordt hiervoor alsnog de mogelijkheid geboden.

7.9 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *Help* (zie menubalk Fig. 7.2 en Fig. 7.4) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor de module SYSTEEM.

7.10 Afsluiten module SYSTEEM

De module SYSTEEM kan worden afgesloten door menu-optie *Systeem.Einde* (zie menubalk Fig. 7.1) te selecteren.

8 Modelleren constructie

9 Grafieken

Op verschillende plaatsen binnen CARE wordt gebruik gemaakt van grafieken. Het betreft hierbij de modules METINGEN, EVALUEREN en MODELREKENEN. De weergave van een grafiek wordt in elk van de gevallen op een uniforme manier uitgevoerd. Van grafieken kan een deel worden vergroot. Grafieken kunnen worden gemaximaliseerd ten opzichte van het venster en de assen kunnen worden aangepast. Ook kunnen grafieken worden afgedrukt. Het helpsysteem is bereikbaar vanuit het venster.

9.1 Starten grafische weergave

Het weergeven van een grafiek wordt binnen de modules geactiveerd via het selecteren van een menu-optie of door het selecteren van een drukknop. Nadat een grafiek is geactiveerd wordt een venster weergegeven waarbinnen de grafiek zich bevindt (zie Fig. 9.1).

De grafiek bestaat uit drie onderdelen: een verticale en een horizontale as en een gebied waarbinnen de grafiek wordt getoond.

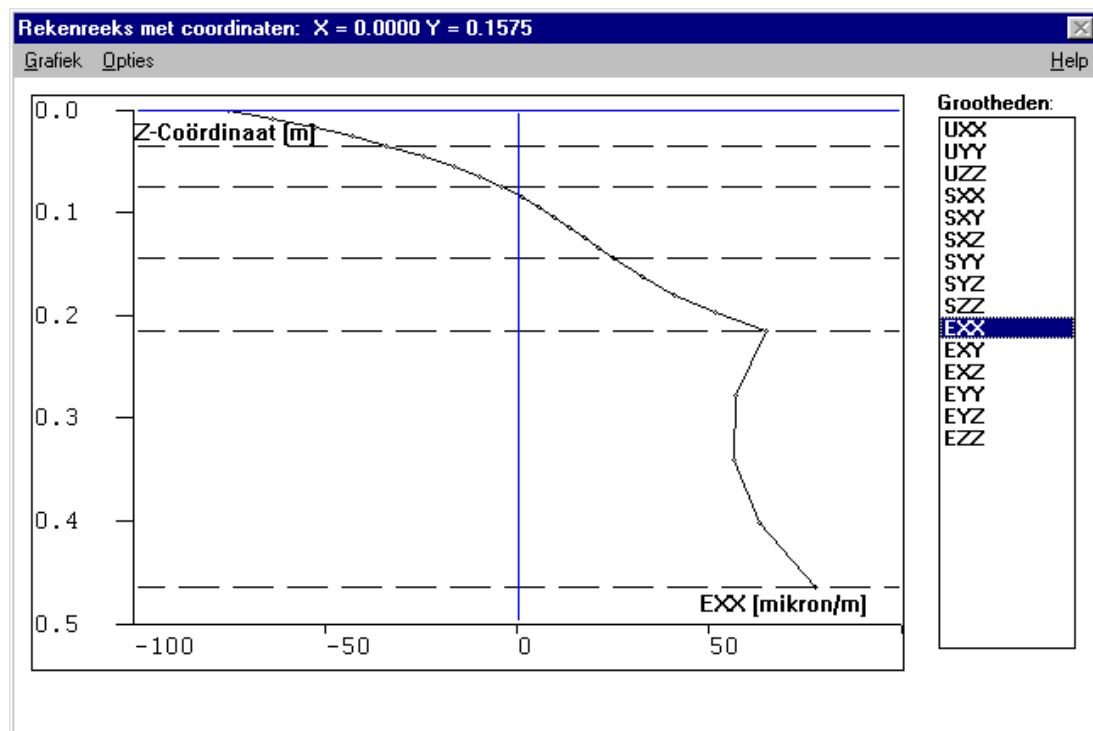


Fig. 9.1 Weergegeven resultaten in grafiekvorm

9.2 Afdrukken grafiek

Via menu-optie Grafiek.Afdrukken (zie menubalk Fig. 9.1) kan de grafiek worden afgedrukt.

9.3 Aanpassen asindeling grafiek

Na het selecteren van de menu-optie Opties.Aanpassen Assen (zie menubalk Fig. 9.1 en Fig. 9.2) wordt een venster weergegeven waarbinnen de start- en eindwaarde en de stapgrootte van zowel de x-as als de y-as kan worden aangepast.

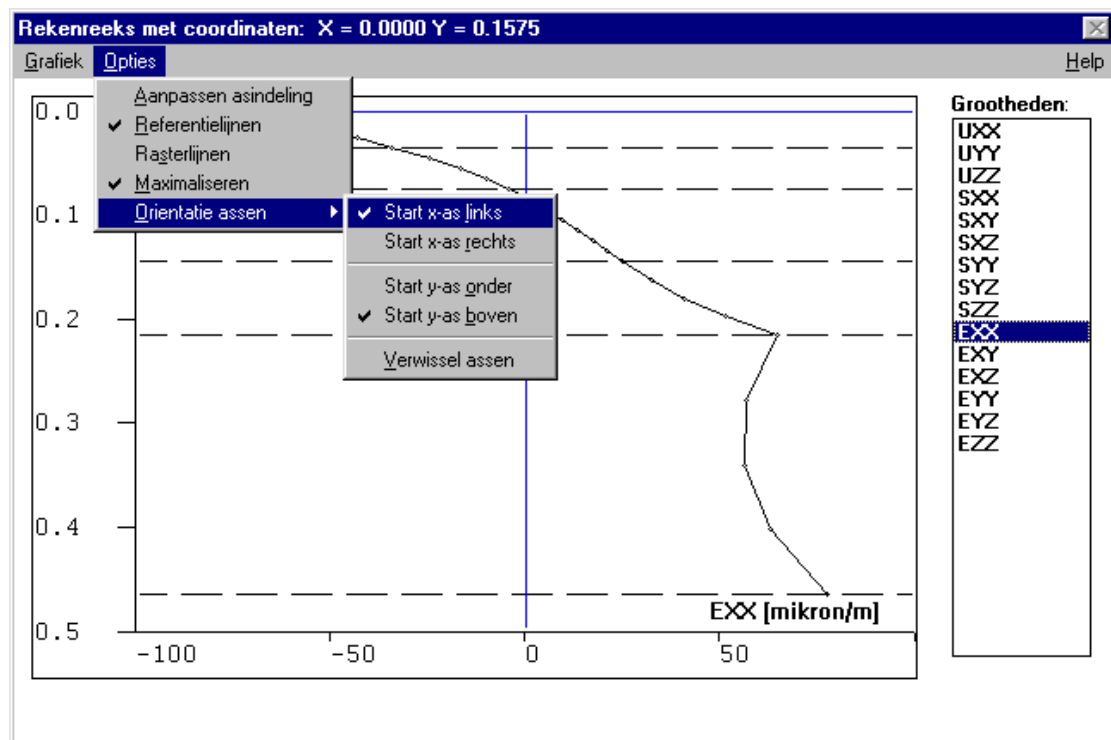


Fig. 9.2 Selecteren menu-opties

9.4 Maximaliseren grafiek

Na selectie van menu-optie *Opties.Maximaal* (zie menubalk Fig. 9.1 en Fig. 9.2) wordt de grafiek binnen het venster op maximale grootte weergegeven, zodanig dat alle rekenpunten worden getoond. Deze optie is standaard ingesteld, maar wordt uitgeschakeld zodra de asindeling wordt aangepast (zie par.9.3) of de grafiek wordt uitvergroot (zie par.9.8). Door deze menu - optie weer "aan te vinken" wordt de grafiek weer maximaal weergegeven.

9.5 Referentielijnen

Door selectie van menu-optie *Opties.Referentielijnen* (zie menubalk Fig. 9.1 en Fig. 9.2) worden door de nulpunten van beide assen, indien deze waarden binnen de start- en eindwaarden op de as vallen (zie par. 9.3), lijnen getrokken. Deze instelling is standaard "aangevinkt".

9.6 Rasterlijnen

Door "aanvinken" van menu-optie *Opties.Rasterlijnen* (zie menubalk Fig. 9.1 en Fig. 9.2) worden in de grafiek streeplijnen weergegeven conform de stapgrootte (zie par.9.3) van zowel de x - as als de y - as.

9.7 Oriënteren assen grafiek

Door "aanvinken" van de keuzemogelijkheden onder de menu-optie *Opties.Oriëntatie assen* (zie menubalk Fig. 9.1 en Fig. 9.2) kan de x- en/of de y-as in tegengestelde richting worden gekozen en kunnen beide assen worden verwisseld.

9.8 Vergroten grafiek

Een deel van de grafiek kan worden vergroot door het indrukken van de linker muisknop op een van de hoeken van het weer te geven gedeelte (zie Fig. 9.3).

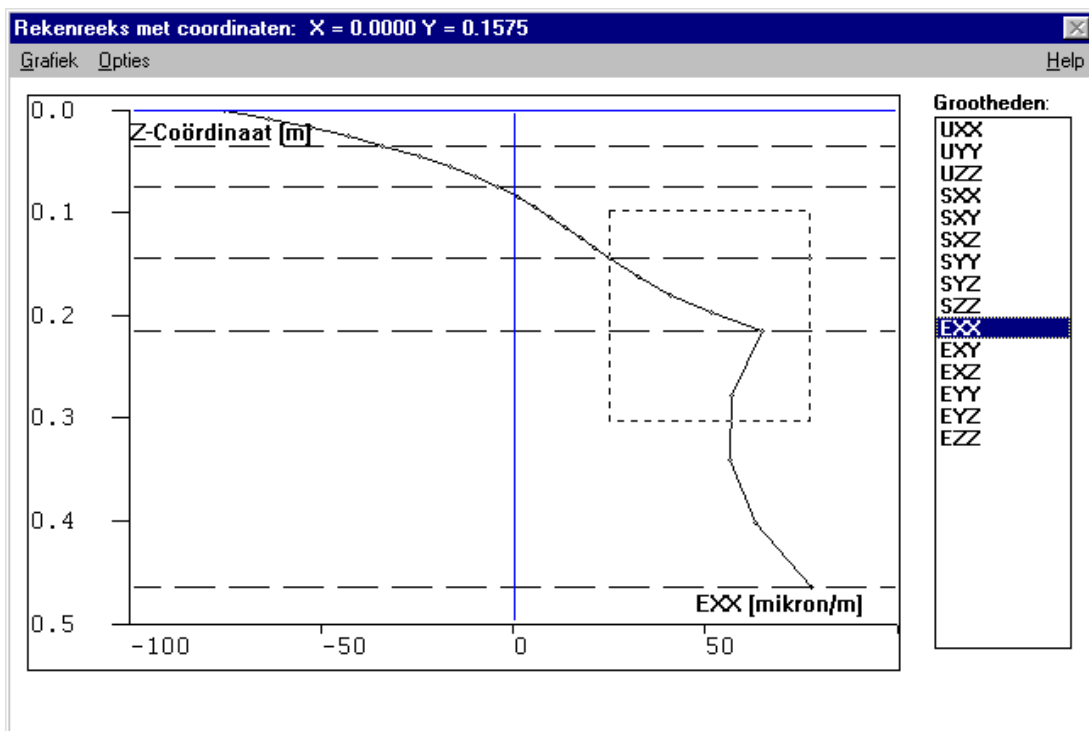


Fig. 9.3 Vergroten grafiek

Vervolgens wordt de muiscursor bewogen naar de tegenoverliggende hoek van het weer te geven gedeelte (de muisknop blijft hierbij ingedrukt). Na het loslaten van de muisknop wordt het geselecteerde gedeelte in maximale grootte weergegeven (zie Fig. 9.4).

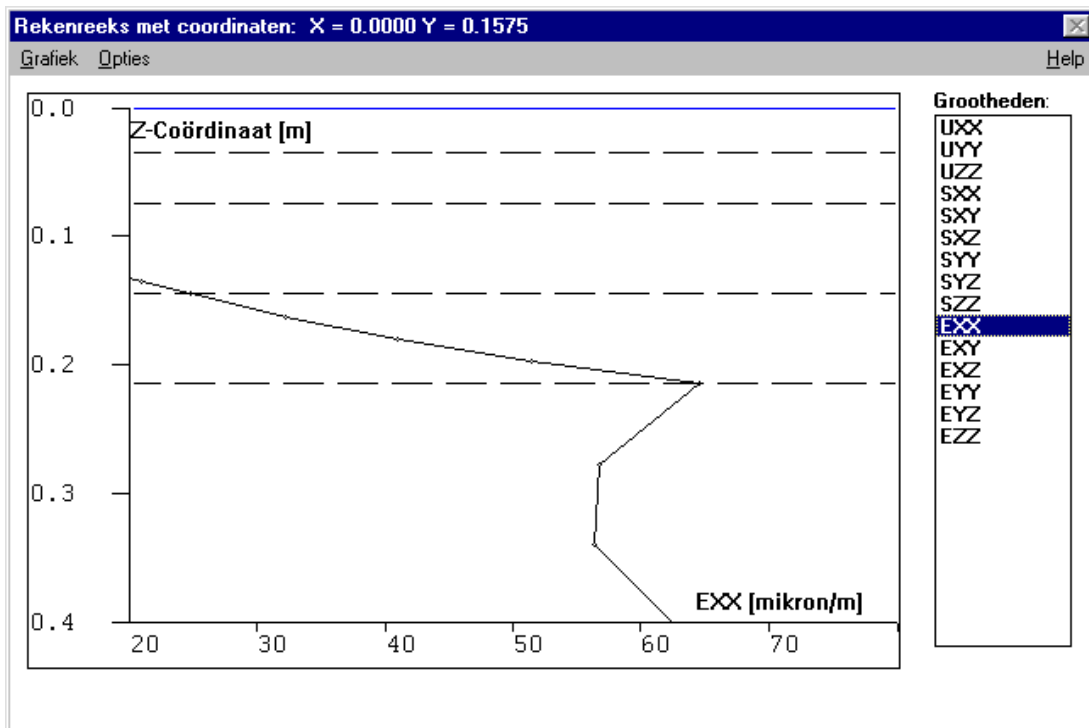


Fig. 9.4 Uitvergroot gedeelte grafiek

9.9 Helpstelsysteem

Via de menu-optie *H*elp (zie menubalk Fig. 9.1) wordt het helpstelsysteem geactiveerd voor het omgaan met grafieken.

9.10 Afsluiten grafische weergave

Het weergeven van een grafiek kan worden afgesloten door menu-optie *G*rafiek.*E*inde (zie menubalk Fig. 9.1) te selecteren.

10 Helpstelsysteem

Dit hoofdstuk geeft een kort overzicht van het gebruik van het helpstelsysteem. Een gedetailleerd overzicht van de verschillende mogelijkheden van het helpstelsysteem wordt gegeven in de MS-Windows gebruikershandleiding [lit.2].

Binnen CARE kan gebruik worden gemaakt van een context-gevoelig helpstelsysteem. Na het activeren van een *Help* menu-optie of een *Help* drukknop wordt het venster van het helpstelsysteem weergegeven. Dit venster bevat de helptekst, een menu en een aantal knoppen (zie Fig. 10.1).

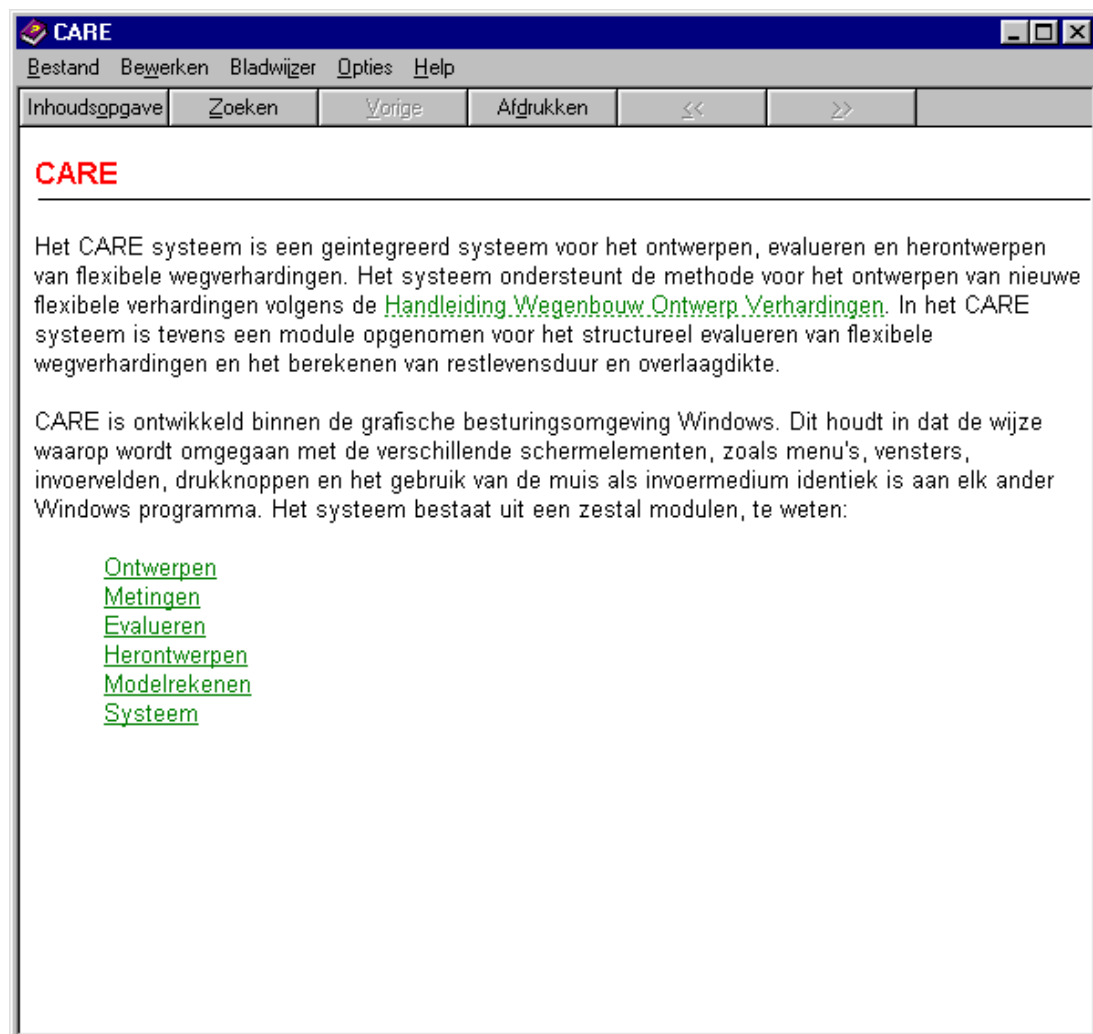


Fig. 10.1 Weergegeven helpstelsysteem

10.1 Weergegeven inhoudsopgave helpstelsysteem

Via de drukknop met de tekst *Inhoudsopgave* wordt de inhoudsopgave getoond van het helpstelsysteem voor CARE.

10.2 Selecteren onderwerp

Zodra in de helptekst de muiscursor een onderstreept onderwerp bereikt, verandert deze in een handje. Dit houdt in dat er meer gedetailleerde informatie is over het onderwerp. Wanneer u een dergelijk onderwerp selecteert, verschijnt de bijbehorende informatie in het venster.

Na het selecteren van een tekst welke door een stippellijn is onderstreept wordt tijdens het ingedrukt houden van de linker muisknop een kader getoond met extra informatie. Als de muisknop wordt losgelaten, verdwijnt de tekst weer.

10.3 Terugbladeren door de onderwerpen

Als de drukknop *Vorige* wordt geselecteerd, verschijnen de door u opgevraagde onderwerpen in omgekeerde volgorde op het venster, totdat u weer bij het beginscherm bent aangekomen.

10.4 Zoeken naar onderwerp

Na het selecteren van de drukknop *Zoeken* wordt het venster volgens Fig. 10.2 weergegeven. Op het tabblad Index kan op onderwerpen kan worden gezocht. Het gezochte woord kan worden ingevoerd in het tekstvak waarbij in het daaronder staande venster automatisch een indexvermelding wordt gezocht. De gebruiker kan ook direct in dit venster een indexvermelding selecteren. Selecteer aansluitend de drukknop *Weergeven*.

Via het tabblad Zoeken kan men zoeken op specifieke woorden en woordgroepen in Helponderwerpen in plaats van te zoeken naar informatie per categorie.

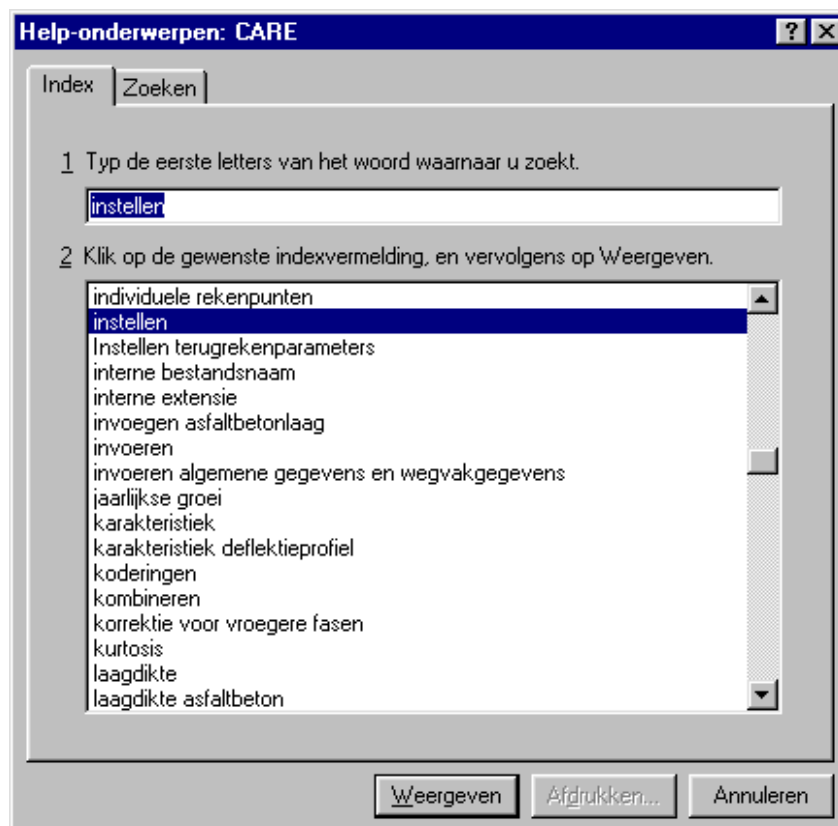


Fig. 10.2 Zoeken naar onderwerp

A Installatie

Voor het gebruik van CARE is minimaal de volgende software- en hardwareconfiguratie benodigd:

- processor 80386
- rekenprocessor 80387
- geheugencapaciteit 4 Mb
- grafische VGA kaart/monitor
- 3.5 inch floppy disk unit
- 40 Mb hard-disk unit
- MS-Windows versie 3.0
- MS-DOS versie 3.31

Randvoorwaarden

CARE wordt gebruikt onder de MS-Windows besturingsomgeving. Voor de installatie van het CARE programma wordt ervan uitgegaan dat MS-Windows correct is geïnstalleerd. MS-Windows moet in de Standaardmodus of Enhanced modus worden gestart.

Installatieprocedure

Voor de installatie van CARE volgens onderstaande procedure wordt er van uitgegaan dat het systeem wordt gebruikt op een individuele computer.

Voor de installatie van het CARE systeem volgens onderstaande procedure wordt er van uitgegaan dat het systeem wordt gebruikt op een individuele computer.

1. Uitpakken van het programma

Doe de CARE-floppy in drive A: en dubbelklik op CARE.EXE. Er wordt nu gevraagd een directory op te geven waarin CARE geplaatst wordt. Dit is tevens de werkdirectory. Standaard wordt CARE in de directory C:\CARE geplaatst. Geef een andere directory op als dat wordt gewenst, en druk vervolgens op Unzip. N.B. De stand - alone versie kan uitsluitend op de C - schijf worden geplaatst.

2. Het programma installeren onder Windows 3.x

Breng CARE onder MS-Windows via menu-optie *Bestand.Nieuw* op het scherm **Program-mabeheer** van MS-Windows.

Maak hierin eventueel eerst een programmagroep aan met een vrij te kiezen omschrijving en een groepsbestandsnaam. De laatste is de naam van het venster waarbinnen CARE vanuit MS-Windows zal kunnen worden gestart..

Als geen programmagroep wordt opgegeven wordt CARE in het op dat moment geselecteerde venster geplaatst.

Maak vervolgens in het venster een programma aan met dezelfde menu-optie *Bestand.Nieuw*. Geef een *Beschrijving* alsmede een *Opdrachtregel*. Deze opdrachtregel bestaat uit het pad naar de aangemaakte CARE - werkdirectory, een "\", de tekst "CARE.EXE", een spatie en de tekst "CARE.IMA" (zie Fig A.1, waarin CARE in de werkdirectory C:\CARE onder de "root" van de C-schijf is geplaatst).

Gewezen wordt op de noodzaak deze opdrachtregel juist in te voeren. Gebleken is dat gebruikers soms de toevoeging "CARE.IMA" over het hoofd zien, waardoor de foutmelding "snapshot load failed" verschijnt.



Fig A.1 Onder Windows 3.x brengen van CARE

Tevens wordt gewezen op de noodzaak om drives aan te duiden met behulp van een drive - letter.

Bij Werkdirectory is het van belang om de werkdirectory van CARE op te geven zonder verdere filenamen. Als in dit venster niet de juiste werkdirectory wordt opgegeven, treden er problemen op met de werking van het programma.

3. Het programma installeren onder Windows 95/98/NT

Breng CARE onder het Startmenu via de drukknop *Start.Instellingen.Taakbalk...* Op het blad *Programma's van het menu Start* wordt vervolgens via de drukknop *Toevoegen...* het venster opgeroepen (zie Fig A.2) waarin de *Opdrachtregel* moet worden opgegeven.

Deze bestaat uit het pad naar de aangemaakte CARE - werkdirectory, een "\", de tekst "CARE.EXE", een spatie en de tekst "CARE.IMA". (zie Fig A.2, waarin CARE in de werkdirectory C:\CARE onder de "root" van de C-schijf is geplaatst).

Gewezen wordt op de noodzaak deze opdrachtregel juist in te voeren. Gebleken is dat gebruikers soms de toevoeging "CARE.IMA" over het hoofd zien, waardoor de foutmelding "snapshot load failed" verschijnt.. Tevens wordt gewezen op de noodzaak om drives aan te duiden met behulp van een drive - letter.

Selecteer via de drukknop *Volgende* vervolgens een map voor de snelkoppeling, bijvoorbeeld de map "Programma's". Geef daarna via de drukknop *Volgende* een naam voor de snelkoppeling, bijvoorbeeld "CARE". Klik vervolgens op de drukknop *Voltoeien* en de installatie is voltooid.



Fig A.2 Onder Windows 95/98/NT brengen van CARE

4. Het programma installeren onder Windows XP

Breng CARE onder het Startmenu via de drukknop *Start.Instellingen.Taakbalken menu Start*. Op het tabblad *Menu Start* wordt vervolgens via de drukknop *Aanpassen* en vervolgens *Toevoegen...* in het volgende blad, het venster opgeroepen (zie Fig A.2) waarin de *Opdrachtregel* moet worden opgegeven.

Deze bestaat uit het pad naar de aangemaakte CARE - werkdirectory, een "\", de tekst "CARE.EXE", een spatie en de tekst "CARE.IMA". (zie Fig A.2, waarin CARE in de werkdirectory C:\CARE onder de "root" van de C-schijf is geplaatst).

Gewezen wordt op de noodzaak deze opdrachtregel juist in te voeren. Gebleken is dat gebruikers soms de toevoeging "CARE.IMA" over het hoofd zien, waardoor de foutmelding "snapshot load failed" verschijnt.. Tevens wordt gewezen op de noodzaak om drives aan te duiden met behulp van een drive - letter.

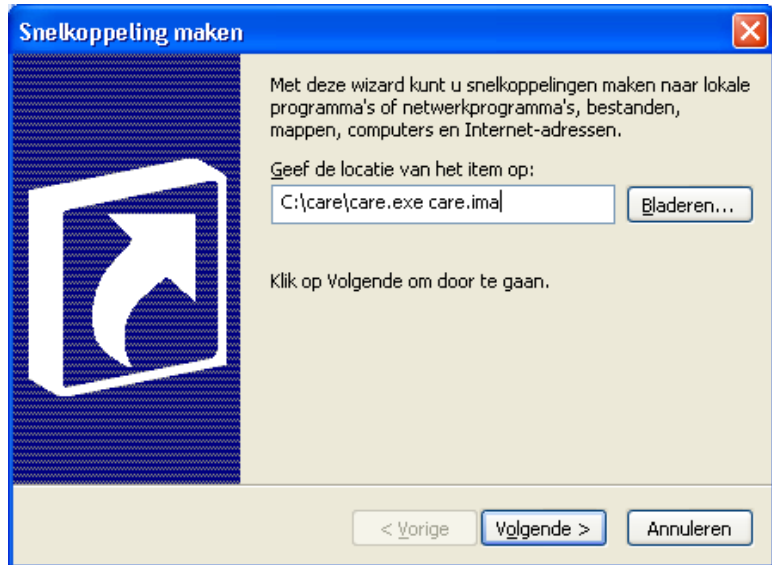


Fig A.3 Onder Windows XP brengen van CARE

Selecteer via de drukknop *Volgende* vervolgens een map voor de snelkoppeling, bijvoorbeeld de map "Programma's". Geef daarna via de drukknop *Volgende* een naam voor de snelkoppeling, bijvoorbeeld "CARE". Klik vervolgens op de drukknop *Voltooien* en de installatie is voltooid.

5. Het controleren van de beeldscherminstellingen

Bij een aantal beeldscherminstellingen kunnen problemen ontstaan met de weergave van vensters van CARE. Voor een optimaal gebruik van het programma wordt aanbevolen:

- geen grote lettertypen te gebruiken
- voor het lettertype in het "Berichtenvenster" het lettertype "System 10" te gebruiken
- voor de overige beeldscherminstellingen de "Windows-standaard" aan te houden

Selecteer hiervoor in het menu *Start* de menu-optie *Start.Instellingen.Configuratiescherm*. Dubbelklik op *Beeldscherm* en kies het blad *Vormgeving*. Selecteer onder *Schema* de "Windows-standaard". Kies onder *Item* het "Berichtenvenster". Kies hierin onder *Lettertype*: de optie "System" en onder *Punten*: de waarde "10".

Kies vervolgens het blad *Instellingen* en controleer of onder *Tekengrootte* is gekozen voor "Kleine lettertypen". Sluit vervolgens het venster *Eigenschappen voor beeldscherm* af met de drukknop *Ok* en start de computer eventueel opnieuw op.

6. Instellen van locatie van DATA- en SYSTEEM-directory

Default worden de CARE data- en systeembestanden geplaatst in de directory DATA en SYSTEEM die bij installatie onder de CARE - directory worden aangemaakt. Desgewenst is de plaats van de data- en systeembestanden echter te wijzigen door een setting in het WIN.INI bestand van uw computer. Deze setting wordt uitgevoerd door opnemen van de volgende regels in WIN.INI:

```
[CARE]
DATA=<drive letter>:\<data path>
SYSTEEM=<drive letter>:\<data path>
```

Een voorbeeld is:

```
[CARE]
DATA=D:\alg\caredata1999
SYSTEEM=C:\care\systeem
```

CARE selecteert deze directories dan automatisch bij het opstarten. Als in WIN.INI geen alternatieve locatie voor data- en of systeemdirectory is ingesteld wordt bij opstarten van CARE automatisch de subdirectory DATA en SYSTEEM onder de werkdirectory van CARE geselecteerd.

Zoals in deze Handleiding is toegelicht kan de geselecteerde datadirectory tijdens gebruik van CARE worden gewijzigd.

Bij het kiezen van de plaats van de systeemdirectory moet er rekening mee worden gehouden dat de gebruiker op deze directory schrijfrechten nodig heeft, in verband met de werking van de database - manager WINTRIEVE. Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat de bestanden PASSWORD.DAT en PASSWORD.IDX voor toegang tot module SYSTEEM zich in de opstart - datadirectory moeten bevinden. Tenslotte wordt ook hier gewezen op de noodzaak om drives aan te duiden met behulp van een drive - letter.

7. Installeren van de stuurprogramma's voor de beveiligingssleutel

Er dient een device driver voor de beveiligingssleutel te worden geïnstalleerd. Deze installatie heeft wel wijzigingen in het register tot gevolg en wordt via Configuratiescherm - Software ongedaan gemaakt. Deze installatie gebeurt door het activeren van HLDRV32.EXE (HLDRV16.EXE voor Windows 3.x). Hierbij verschijnt (na kiezen van de taal) het volgende scherm, van waaruit de installatie kan worden voltooid.



Fig A.4 Installeren stuurprogramma's voor beveiligingssleutel

De beveiligingssleutel kan een externe sleutel zijn voor op de parallelle poort maar kan ook een PCMCIA – kaartje zijn. De laatste vraagt soms ook weer om drivers. Meer drivers en informatie zijn verkrijgbaar op

http://www.aladdin.de/hardlock_english/e_download_setup_programs.html.

8. Veel voorkomende problemen

Met de aangemaakte snelkoppeling kan het programma worden opgestart. Indien alles goed verloopt verschijnt het volgende openingsvenster (hierbij is als voorbeeld aangenomen dat de programmabestanden onder S:\Apps staan):



Fig A.5 Openingsvenster indien geen problemen optreden

Een veel voorkomende fout is dat de snelkoppeling niet goed wordt aangemaakt; de toevoeging "care.ima" wordt vergeten. Dan verschijnt het volgende scherm:

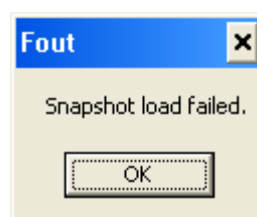


Fig A.6 Melding bij fout in snelkoppeling

Twee ander veel voorkomende oorzaken van niet opstarten zijn dat CARE de data- en systeembestanden niet kan openen (geen schrijfrechten) of dat de beveiligingssleutel problemen geeft. Als de data – en systeembestanden niet geopend kunnen worden geeft dat het volgende scherm:

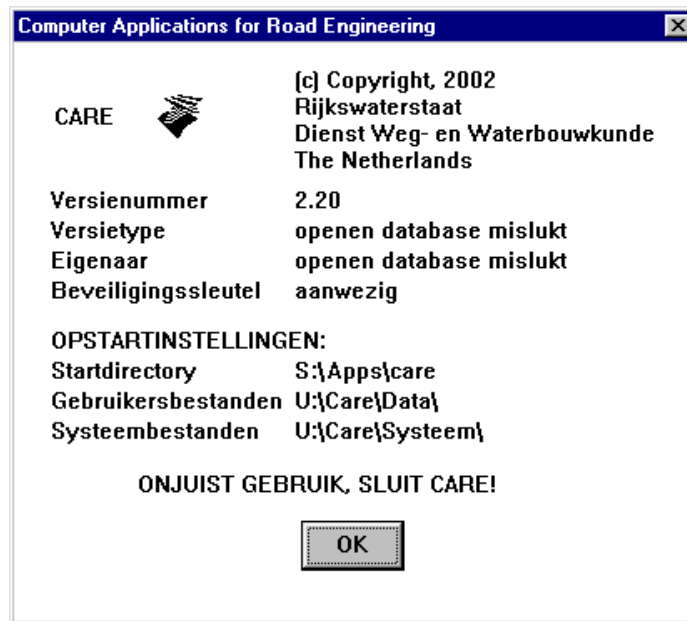


Fig A.7 Openingsvenster als systeembestanden niet toegankelijk zijn

Indien de beveiligingssleutel problemen geeft verschijnt het volgende scherm. Als de sleutel niet wordt aangetroffen wordt "niet gevonden, status hl_login = 7" weergegeven. Als de sleutel niet correct geprogrammeerd is wordt "niet correct" weergegeven. Als de drivers van de beveiligingssleutel niet functioneren wordt "niet gevonden, status hl_login = 14" weergegeven. Installeer in dat geval de device driver met het door de leverancier aangeleverde hulpprogramma HLDRV32.exe (zie par. A.7).



Fig A.8 Openingsvenster als beveiligingssleutel niet wordt gevonden

Tenslotte zij vermeld dat problemen kunnen ontstaan als bij de beeldschermen voor grote lettertypen wordt gekozen. Het is verstandig gewoon de de "Windows-standaard" aan te houden.

B Betrouwbaarheidsconcept

Het in deze Handleiding gehanteerde betrouwbaarheidsconcept aan de hand van een toelaatbaar gemiddeld Minergetal in combinatie met een betrouwbaarheidsfactor is gebaseerd op de volgende beschouwingen. In theorie zou, als de bij de berekening aangehouden ontwerpgegevens gelijk zouden zijn aan de werkelijke constructie- en verkeersgegevens en als er geen spreiding over het vak zou zijn, onderin de verharding op alle plaatsen gelijktijdig scheurinitiatie ontstaan bij een berekend gemiddeld Minergetal (belasting gedeeld door sterkte) gelijk aan 1.

In praktijk hebben de constructie-eigenschappen over het vak een zogenaamde statistische verdeling. Deze is per parameter te beschrijven met behulp van een gemiddelde en een spreiding. Bij de laatste gaat het bijvoorbeeld om de zogenaamde "binnenmengselspreidingen" in de stijfheids- en vermoeiingseigenschappen van het asfalt, alsmede om de spreiding van de laagdikten over het wegvak. Deze spreidingen zijn veelal aanzienlijk. De verkeersbelasting zal binnen een wegvak echter nauwelijks spreiding vertonen. De spreidingen die binnen een wegvak kunnen voorkomen worden de projectspreidingen genoemd.

Als de gemiddelde waarden en de projectspreidingen voor alle parameters bekend zouden zijn, zou een theoretische schade-ontwikkelingskromme kunnen worden afgeleid. Hiervoor moet het effect van de projectspreidingen in rekening worden gebracht.

Effect projectspreidingen

Door de spreidingen binnen een wegvak zullen reeds bij kleine waarden voor het gemiddeld Minergetal plaatsen aan te wijzen zijn waar het Minergetal groter is dan 1. Op deze zwakste plekken zal scheurinitiatie ontstaan. Naarmate het gemiddeld Minergetal toeneemt zal ook het percentage van het wegvak waarover het Minergetal de waarde 1 overschrijdt groter worden.

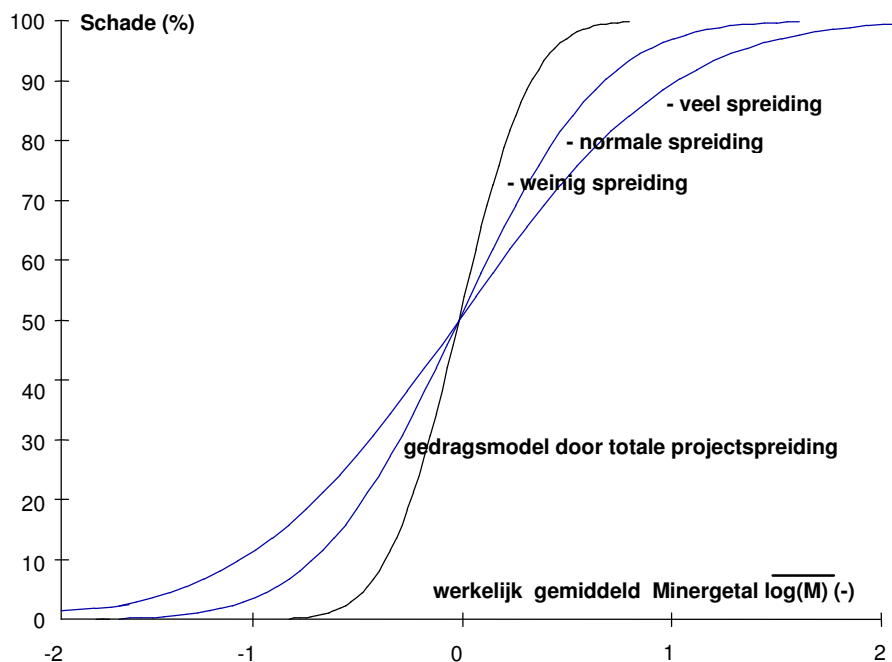


Fig B.1 Schade-ontwikkeling als functie van werkelijk gemiddeld Minergetal

Door uit de projectspreidingen van alle parameters de projectspreiding van het Minergetal te berekenen en op basis hiervan het percentage van de vaklengte met een Minergetal groter dan 1 uit te zetten als functie van het gemiddeld Minergetal, wordt de theoretische schade-ontwikkelingskromme voor het wegvak gevonden (zie Fig B.1).

De vorm van deze kromme wordt dus volledig bepaald door de grootte van de projectspreidingen. Grote projectspreidingen leiden tot een flauw verloop waarbij al vroeg enige schade optreedt. Kleine spreidingen geven een steil verloop waarbij de eerste schade pas later optreedt; de toename van schade verloopt dan echter veel sneller.

Onzekerheden

Een complicerende factor is dat de statistische kentallen in praktijk niet nauwkeurig bekend zijn; het zijn zelf weer zogenaamde stochasten. Zo is bijvoorbeeld bekend dat de vermoeiingssterkte van asfalt niet alleen per mengsel een aanzienlijke spreiding vertoont (binnenmengselspreiding) maar ook van mengsel tot mengsel sterk kan variëren (tussenmengselspreiding). Dit wordt gelustreerd in Fig B.2, waarin schematisch de resultaten worden weergegeven van vermoeiingsproeven op vijf mengsels die alle aan dezelfde specificaties voldoen.

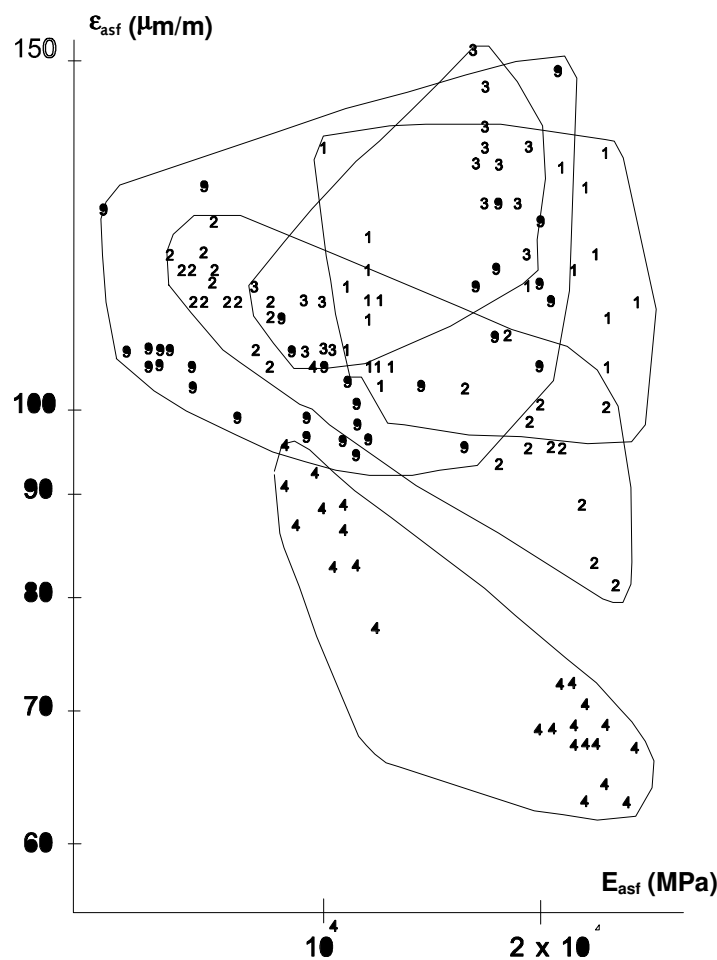


Fig B.2 Schematische voorstelling resultaten vermoeiingsonderzoek op 5 mengsels vervaardigd binnen dezelfde specificaties

Uit Fig B.2 blijkt duidelijk dat er per mengsel een aanzienlijke spreiding is in vermoeiingssterkte (de binnenmengselspreiding). Deze is op te vatten als de projectspreiding zoals in het voorgaande besproken. Bovendien hebben de mengsels systematisch verschillende vermoeiingseigenschappen. Als in de figuur per mengsel een gemiddelde vermoeiingslijn wordt bepaald, worden vijf verschillende lijnen gevonden. Deze spreiding in de gemiddelde vermoeiingssterkte van individuele mengsels wordt de tussenmengselspreiding genoemd

Doorgaans is de ontwerper gedwongen een keuze te maken voor een vermoeiingskarakteristiek, zoals een F78-karakteristiek of een F1- of F2-karakteristiek. De gekozen karakteristiek moet representatief zijn voor het gekozen of aanwezige mengsel. De F78-karakteristiek geldt bijvoorbeeld voor grindasfaltbeton volgens de in 1978 opgestelde eisen en is bepaald aan de hand van een groot aantal vermoeiingsproeven op meerdere individuele mengsels. Hierbij bleken zowel de binnen- als tussenmengselspreidingen globaal een factor 2 te bedragen. De F78-karakteristiek is ook nog geldig voor de volgens de Standaard RAW-Bepalingen [lit.6] vervaardigde grindasfaltbetonmengsels.

Bij gebruik van een vermoeiingskarakteristiek moet er dus rekening mee worden gehouden dat een forse systematische fout kan worden gemaakt. Deze staat los van de binnenmengselspreiding en heeft dus geen invloed op de **vorm** van de schade-ontwikkelingskromme in Fig B.1. Het gevolg van een systematische fout in de vermoeiingslijn is echter dat het werkelijk gemiddeld Minergetal (de gemiddelde belasting gedeeld door de gemiddelde sterkte) kan afwijken van het berekend gemiddeld Minergetal. Het gevolg hiervan is dat de werkelijke schade niet overeenkomt met de voorspelde schade (de gedragingskromme wordt als het ware op de verkeerde plaats afgelezen). De tussenmengselspreiding is dan ook een belangrijke oorzaak waardoor verhardingen met een vergelijkbaar ontwerp zich in praktijk sterk verschillend blijken te gedragen.

Een dergelijke systematische afwijking kan zich voordoen in de verkeersbelasting. Zoals reeds gesteld zal deze binnen een wegvak nauwelijks spreiding hebben; de waarde is over het hele vak praktisch gesproken gelijk aan het gemiddelde. Er is dus geen invloed op de spreiding van de levensduur binnen het vak en dus ook niet op de vorm van de gedragingskromme in Fig B.1. De werkelijke verkeersbelasting wijkt in praktijk echter vaak af van de bij het ontwerp aangenomen waarde. De belasting is dan over het gehele wegvak systematisch hoger of lager dan verwacht. Ook dit betekent een verschil tussen berekend en werkelijk gemiddeld Minergetal, waardoor de gedragingskromme in Fig B.1 als het ware op de verkeerde plaats wordt afgelezen.

Resumerend kan per ontwerpgrootheid niet alleen een projectspreiding binnen het vak rond de gemiddelde waarde aanwezig zijn maar kan ook de waarde van het gemiddelde zelf een zekere onbetrouwbaarheid hebben. Deze onbetrouwbaarheid kan ook worden uitgedrukt in termen van spreiding. Het resultaat van deze onzekerheden is dat het werkelijk gemiddeld Minergetal in Fig B.1 binnen een zekere band van de berekende waarde kan afwijken.

Projectspreiding, onzekerheid en gedragingsmodel

Als de mogelijke afwijking tussen werkelijk en berekend Minergetal in Fig B.1 wordt verwerkt ontstaat Fig B.3. Horizontaal is het op grond van de aangenomen ontwerpparameters berekend gemiddeld Minergetal uitgezet.

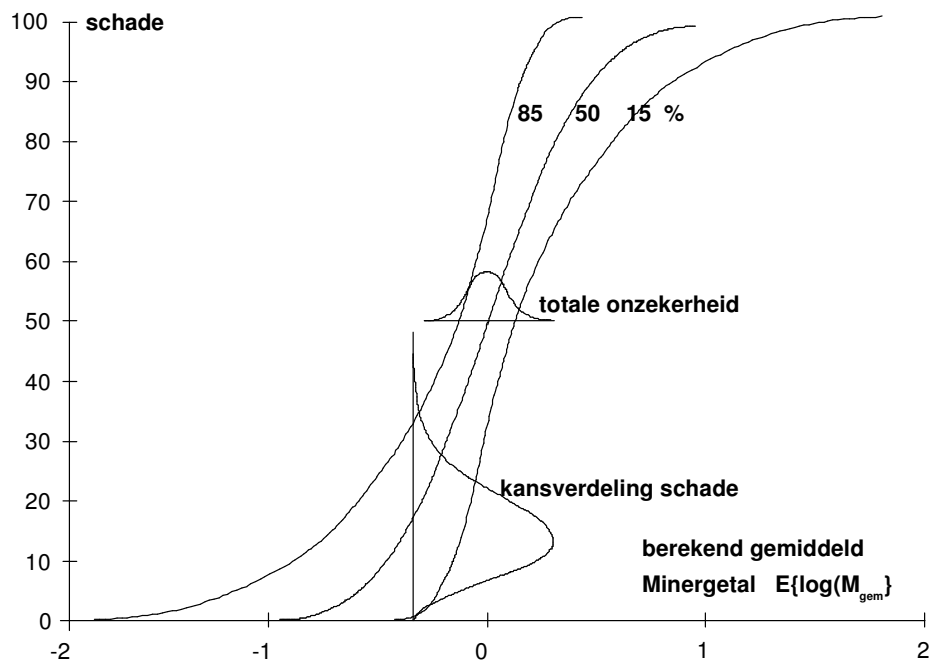


Fig B.3 Schade-ontwikkeling als functie van berekend gemiddeld Minergetal

Doordat het werkelijk gemiddeld Minergetal hiervan binnen een zekere band kan afwijken kan ook de werkelijke ligging van de schade-ontwikkeling binnen een zekere band afwijken van de berekende kromme. Afhankelijk van de grootte van de onzekerheden is dus de kans aan te geven dat de gedragskromme een bepaalde positie aanneemt.

Restlevensduur				
Betrouwbaarheid gedragskromme [%]	Structurele restlevensduur [jaar]	Verwachte structurele schade [%]	Betrouwbaar- heids- of veldcali- bratie factor [-]	Onderschrijdings- kans bij veld- calibratie [%]
95	< 0.0	z.groot [39 %]	4.6	93
90	< 0.0	z.groot [25 %]	3.3	88
85	< 0.0	z.groot [17 %]	2.6	82
80	0.9	groot [12 %]	2.2	77
75	2.2	enig [8 %]	1.9	72
70	3.4	enig [6 %]	1.6	67
60	6.0	gering [3 %]	1.3	57
50	8.8	gering [2 %]	1.0	50
30	15.9	z.gering [0 %]	0.6	
15	24.5	geen [0 %]	0.4	
10	29.2	geen [0 %]	0.3	
5	36.6	geen [0 %]	0.2	
Stijfheidsmodulus asfalt [MPa] : 8033				
Asfaltrek [mikron/m] : 93.3		Aanwezige dikte [m] : 0.180		
Toelaatbaar Miner-getal [-] : 0.63		Diktereductie ivm randbelasting : 0.000		
		In rekening gebrachte dikte [m] : 0.180		
			Ok	Help

Fig B.4 Resultaat berekening restlevensduur op basis asfaltrek criterium

Zo bestaat er, gezien de mogelijke fouten in de ontwerpparameters, een kans van 15 % dat de werkelijke kromme links buiten de aangegeven band ligt. Als wordt uitgegaan van de meest linkse gedragsskromme, is de betrouwbaarheid dus 85 %; in 85 % van alle gevallen zal de werkelijke gedragsskromme meer naar rechts gelegen zijn. Er is zelfs 15 % kans dat de kromme rechts buiten de aangegeven band ligt

Een gedragsskromme kan dus worden gekarakteriseerd door een betrouwbaarheidspercentage; dit is de kans dat het werkelijke gedrag even goed is als of beter is dan het gedrag volgens de betreffende kromme.

Vanuit dit concept geeft CARE waarden voor de restlevensduur voor verschillende keuzen voor de gedragsskromme. In Fig B.4 is een voorbeeld opgenomen van een restlevensduurberekening met CARE.

Kanttekeningen

Bij het bovenstaande moeten enkele kanttekeningen worden geplaatst. De vermoeiingssterkte en de verkeersbelasting zijn als voorbeeld gebruikt om het verschil tussen projectspreidingen (spreiding binnen een vak) en onzekerheden (systematische afwijkingen tussen vakken onderling) en het verschil in doorwerking daarvan te illustreren. Deze beschouwingen gaan echter op voor alle ontwerpparameters, zij het dat deze niet allemaal even veel invloed hebben.

Daarnaast moet opgemerkt worden dat ook de projectspreiding van de ontwerpparameters in principe van vak tot vak kan verschillen. Momenteel wordt met dit laatste aspect bij het herontwerp slechts rekening gehouden voor zover het de spreiding in de ontwerprek betreft (zie par.5.10).

Het betrouwbaarheidsconcept is hierdoor in de toekomst nog verder te ontwikkelen. Het stelt ons nu echter reeds in staat rekening te houden met het schade-ontwikkelingsgedrag van verhardingen alsmede met de vaak belangrijke verschillen in dit gedrag tussen schijnbaar vergelijkbare verhardingen.

C Systeemmeldingen

Deze bijlage bevat een overzicht van alle door het systeem gegenereerde soorten systeemmeldingen. Deze meldingen worden geactiveerd om de gebruiker van aanvullende informatie te voorzien, te waarschuwen voor onbedoelde acties, of te informeren over een opgetreden foutsituatie. Elke melding wordt weergegeven in een venster. De onderdelen van een melding bestaan uit een meldtekst en een meldteken.

De meldtekst bevat een korte beschrijving van de opgetreden situatie en één of meerdere oorzaken als gevolg waarvan de melding is gegenereerd. Het meldteken wordt in de vorm van een pictogram visueel weergegeven. Voor de verschillende soorten meldingen zijn hiervoor drie afbeeldingen gedefinieerd.

Informatiemeldingen

Een informatiemelding is herkenbaar als een venster met een informatieteken (zie Fig C.1). Dit venster bevat één drukknop met de tekst: "OK".

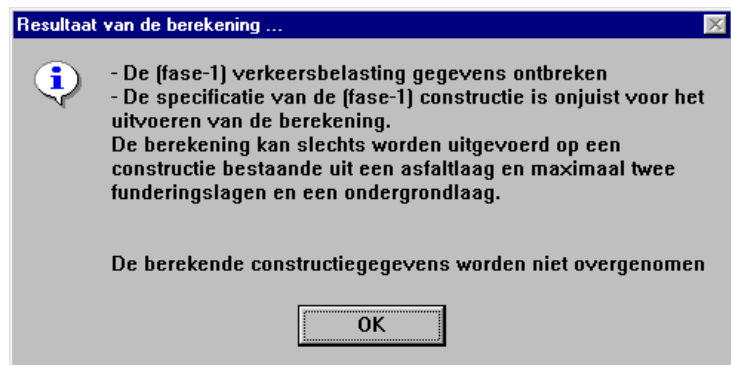


Fig C.1 Venster Informatiemelding

Waarschuwingsmeldingen

Een waarschuwingsmelding is herkenbaar als een venster met een vraagteken (zie Fig C.2). Dit venster kan meerdere drukknoppen bevatten met teksten, zoals "Ja", "Nee" of "OK".



Fig C.2 Venster waarschuwingsmelding

Foutmeldingen

Een foutmelding is herkenbaar als een venster met een stopteken (zie Fig C.3). Dit venster kan meerdere drukknoppen bevatten met teksten zoals "Ja", "Nee" of "OK".



Fig C.3 Venster Foutmelding

D Definities

Deze bijlage bevat definities van termen, zoals deze in CARE worden gebruikt.

Ontwerpbestand

Een ontwerpbestand is een bestand dat is aangemaakt in module ONTWERPEN. Het kan een verzameling sterkte- en belastingsgegevens bevatten aan de hand waarvan een asfaltdikte en een levensduur van een wegverharding kan worden berekend. Het kan ook worden gebruikt in module HERONTWERPEN om de restlevensduur en de dikte van de versterkingslaag uit te rekenen.

Meetbestand

Een meetbestand is een bestand met resultaten van valgewichtdeflectiemetingen op een wegvak. De resultaten van deze metingen kunnen via de module METINGEN worden verwerkt. Een meetbestand kan in de module EVALUEREN worden gebruikt voor het terugrekenen van constructieparameters.

Evaluatiebestand

Een evaluatiebestand is een bestand dat is aangemaakt in de module EVALUEREN. Het kan teruggerekende constructieparameters bevatten. Hierbij wordt meestal een meetbestand gebruikt. Een evaluatiebestand kan ook worden bewaard als een herontwerpbestand, zodat hierop een herontwerp kan worden uitgevoerd.

Herontwerpbestand

Een herontwerpbestand kan zijn aangemaakt in module HERONTWERPEN en kan dan een verzameling sterkte- en belastingsgegevens bevatten aan de hand waarvan een restlevensduur en een versterkingsdikte kan worden berekend. Een herontwerpbestand kan echter ook in de module EVALUEREN zijn aangemaakt; het zal dan met name constructiegegevens bevatten. Voorts is het mogelijk een ontwerpbestand als herontwerpbestand te gebruiken.

Rekenbestand

Een rekenbestand bevat een verzameling constructie- en rekenbelastingsgegevens aan de hand waarvan rekken, spanningen en verplaatsingen op willekeurige plaatsen in de gemodelleerde constructie zijn te berekenen.

E Literatuur

- [lit.1] Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, vierde editie, december 1998
- [lit.2] Microsoft Windows Handboek, voor de grafische besturingsomgeving Windows, versie 3.0, voor het MS-DOS besturingssysteem, Microsoft Corporation
- [lit.3] Shell Pavement Design Manual. Shell International Petroleum Company Limited, London, 1978
- [lit.4] Francken, L.; Clauwaert, C. Characterization and structural assessment of bound materials for flexible road structures.
- [lit.5] Mastercurves voor de stijfheid van asfalt. DWW-rapport W XO-N-92-11, 1992
- [lit.6] Standaard RAW-Bepalingen. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek (CROW), Ede
- [lit.7] Deflectieprofiel geen valkuil meer. CROW - publicatie 92
- [lit.8] Dynatest productinformatie
- [lit.9] Multilayer Elastic Program for Backcalculating Layer Moduli in Pavement Evaluation. Van Cauwelaert, F.J., Alexander, D.R., White, T.D, Barker, W.R. Nondestructive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli. Bush/Baladi, ASTM STP 1026