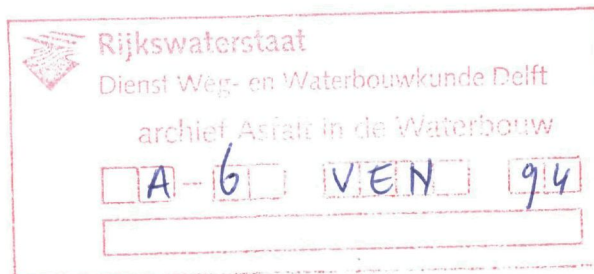


INVLOED VAN KRUIP OP HET VERMOEIINGSGEDRAG
IN DE DRIEPUNTSBUIGPROEF

April 1994

M.F.C. van de Ven NPC
C.C. Montauban DWV



Samenvatting

In de nieuwe wet op de waterkeringen moet de beheerder van een zeedijk iedere 5 jaar een uitspraak doen over de veiligheid van zijn dijk. Het betreft dan het kunnen doorstaan van een zogenaamde superstorm.

Met de actuele vermoeiingseigenschappen van het asfalt wordt berekend of de bekleding een superstorm kan doorstaan. De vermoeiingseigenschappen aan materiaal uit de dijk worden in een driepuntsbuigopstelling bepaald.

Een bijkomend effect tijdens de als sprongbelasting uitgevoerde proeven, de permanente doorbuiging, wordt in deze paper nader beschouwd. Aangegeven wordt wat de invloed op de vermoeiingslijnen kan zijn, afhankelijk van temperatuur, frekwentie en belastingstijd.

Summary

In the new law on retaining walls the manager must pronounce upon the safety of his dike. Every 5 years this must be investigated and reported.

The safety of the dike is related to the so-called superstorm. With the actual properties of the asphaltic-concrete calculations can be made if the dike can resist a superstorm. The actual fatigue properties of the material from the dike can be determined with a three-point bending test.

During fatigue-tests carried out with the force only to one direction, creep can influence the fatigue results.

In this paper is shown how the influence of creep can be related to temperature, frequency and loading time.

INHOUD

1. Inleiding
2. Driepuntsbuigproef
3. Smith-diagram voor vermoeiing
4. Vergelijking proeven met berekeningen
5. Conclusies/stellingen

Referenties

1. Inleiding

In het kader van de nieuwe wet op de waterkeringen moet de beheerder van een zeedijk iedere 5 jaar een uitspraak doen over de veiligheid van zijn dijk voor de komende 5 jaar.

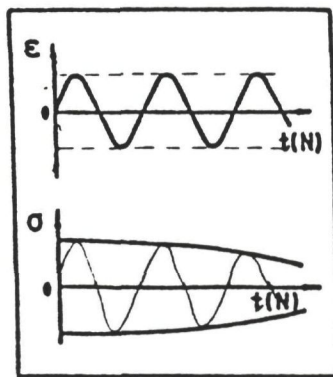
Omdat de aktuele buigtreksterkte een dominante rol speelt in het berekenen van de benodigde dikte [1] worden bij onbekend of twijfelachtig zijn van de materiaaleigenschappen de vermoeiingseigenschappen van het asfalt bepaald.

Dit kan met behulp van materiaal uit de dijk. De vermoeiingseigenschappen worden in een driepuntsbuigopstelling bepaald.

Vanwege de aard van de constructie en de belasting is gekozen voor een sprongbelasting (kracht van 0 tot max. en weer terug naar 0). Hierbij treedt permanente deformatie op.

In veel krachtgestuurde dynamische proeven wordt permanente deformatie verkregen. Voorbeelden zijn de dynamische kruipproef, de dynamische indirecte trekproef, dynamische direkte trekproef, vierpuntsbuigproeven (krachtgestuurd), etc. Soms is dat gewenst, soms niet.

De standaard rekgestuurde vierpuntsbuigproef zoals die in de wegenbouw wordt gebruikt voor het bepalen van vermoeiingsgedrag heeft door de aard van de proef geen permanente deformatie, zie figuur 1.



Figuur 1. Vervormingsgestuurde vierpuntsbuigproef.

In tegenstelling tot bij wegen wordt bij een zeedijk gerekend met een relatief laag aantal lastherhalingen ($N_f < 10^6$) en zal tijdens een superstorm de mogelijkheid bestaan dat de ondersteuning van de onderliggende lagen niet altijd optimaal is (slecht verdicht zandlichaam, verwekingsgevaar).

De testcondities in de driepuntsbuigproef zijn afgestemd op de omstandigheden van een superstorm:

- Aantal lastherhalingen: gering;
- Krachtsignaal: sprongbelasting, veiligheidshalve vanwege ondergrond;
- Temperatuur: tussen 0°C - 10°C ;
- Frequentie : tussen 1 Hz- 10 Hz.

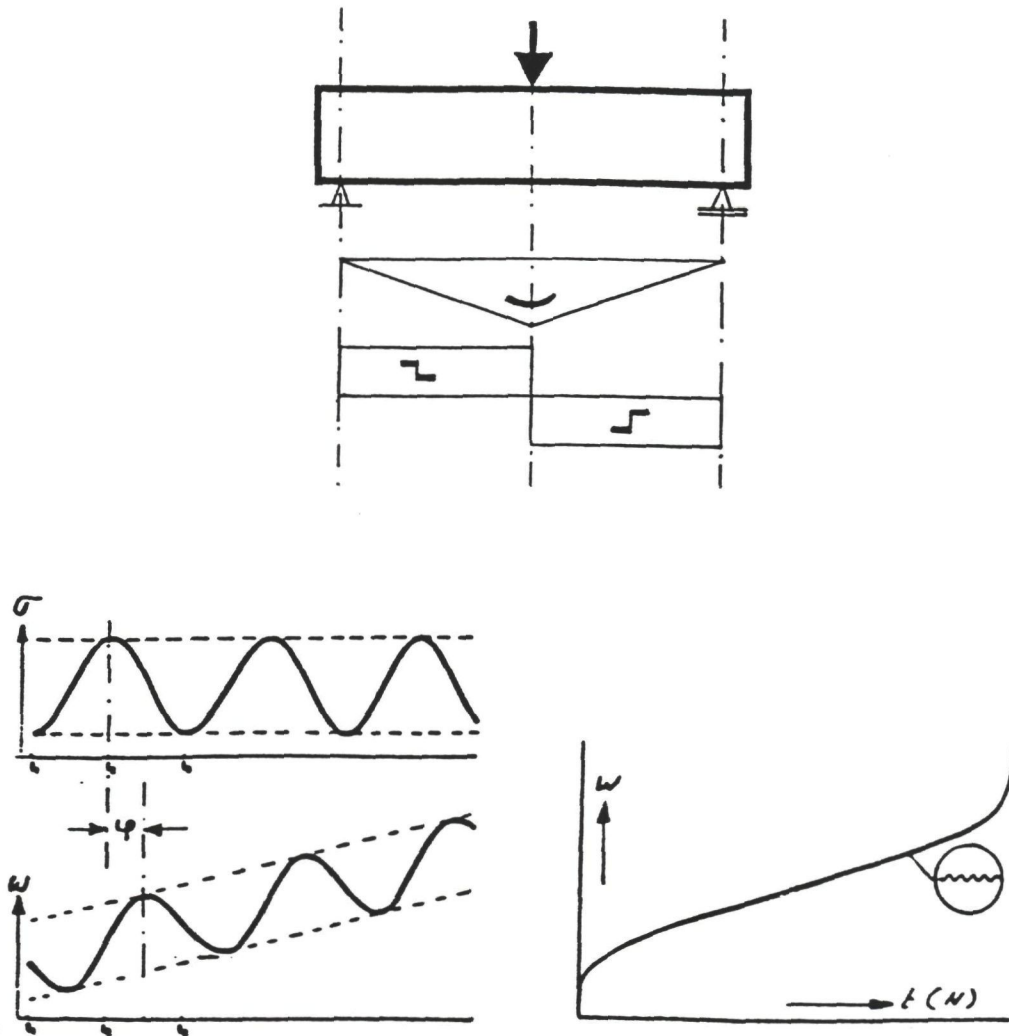
In deze paper wordt nagegaan hoe groot de invloed van deze proefomstandigheden is op de permanente deformatie.

2. Driepuntsbuigproef

De driepuntsbuigproef wordt in Nederland gebruikt om aan proefstukken uit de zeedijk vermoeiingsonderzoek te doen. De afmetingen van het proefstuk zijn zodanig dat ze goed uit boorkernen kunnen worden vervaardigd [2].

Proefstukafmetingen zijn meestal $220 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$. De opleglengte is dan 200 mm.

De proeven worden met een zogenaamde sprongbelasting uitgevoerd. Een overzicht van het mechanisch schema en de signalen (kracht/spanning en doorbuiging/rek) is gegeven in figuur 2.



Figuur 2. Driepuntsbuigproef-sprongbelasting.

Vergelijking met figuur 1 voor de signalen van de vervormingsgestuurde vierpuntsbuigproef maakt de verschillen duidelijk.

Naast de nagenoeg elastische rimpel is er een permanente toename van de doorbuiging. Deze is per lastherhaling een klein gedeelte van de momentane rimpel. Daarom wordt uit de dynamische rimpel een stijfheid berekend voor het asfalt.

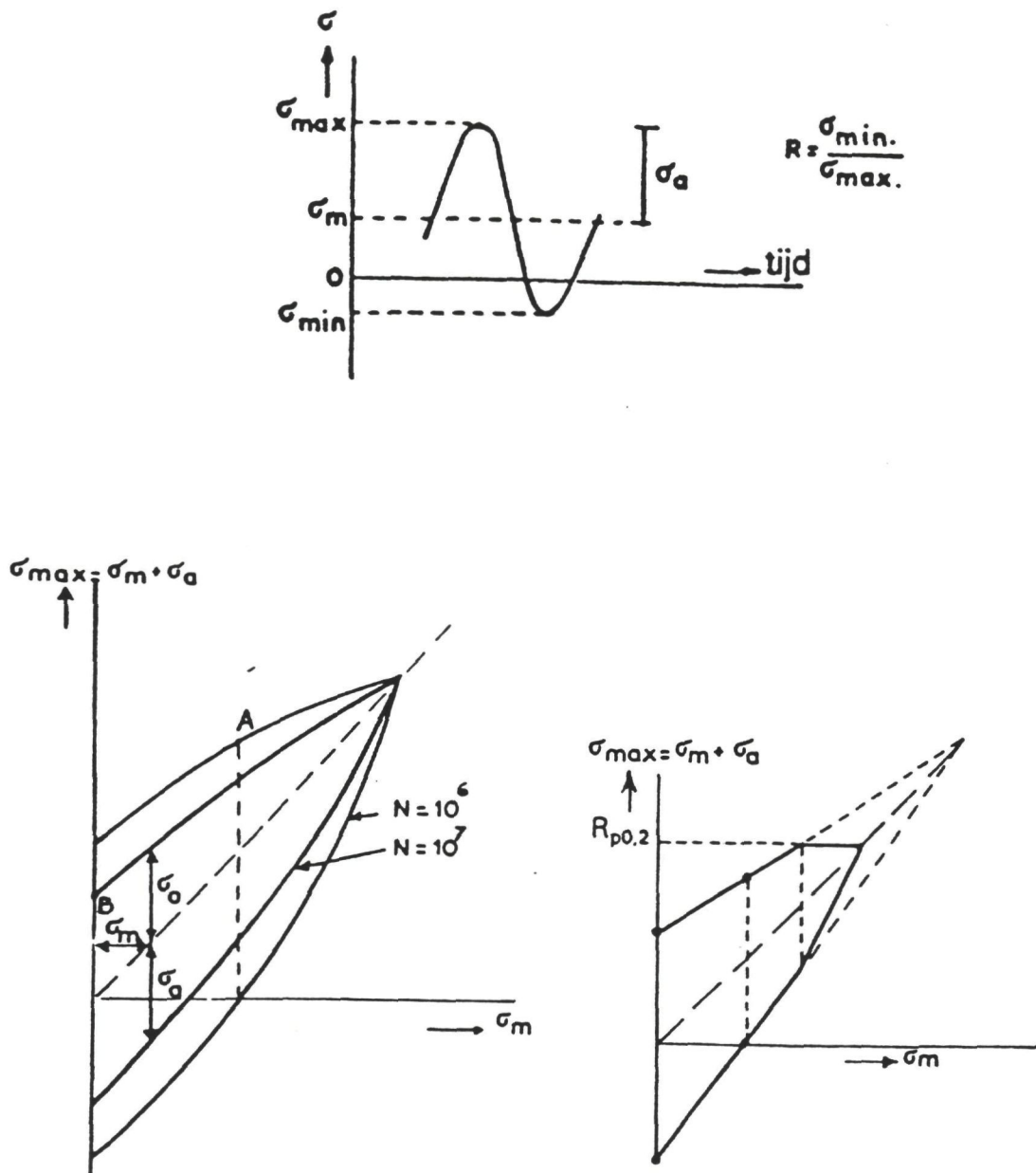
Omdat de vermoeiingseigenschappen dominant zijn voor de berekeningen, wordt hier verder voornamelijk gekeken naar de invloed van de toenemende permanente deformatie op de vermoeiingslevensduur.

3. Smith-diagram voor vermoeiing

Bij krachtgestuurde vermoeiingsproeven wordt in de literatuur veel gebruik gemaakt van het Smith-diagram [3,4].

Hierbij wordt er dan van uitgegaan dat kruip bij deze proeven geen rol van betekenis speelt. Dit gaat goed op voor elastisch materiaalgedrag zoals we dat zien bij veel metalen in een groot temperatuurtraject maar ook bij ongewapend beton voor de wegebouw [4].

Voor een uitgebreide beschrijving van het Smith-diagram wordt verwezen naar de literatuur [3]. In figuur 3 is voor krachtgestuurde sinusvormige signalen aangegeven hoe een Smith-diagram is opgebouwd. Het voordeel van een Smith-diagram is dat men met een oogopslag kan zien wat bij eenzelfde vermoeiingslevensduur de konsekwenties voor wisselbelasting en sprongbelasting zijn.

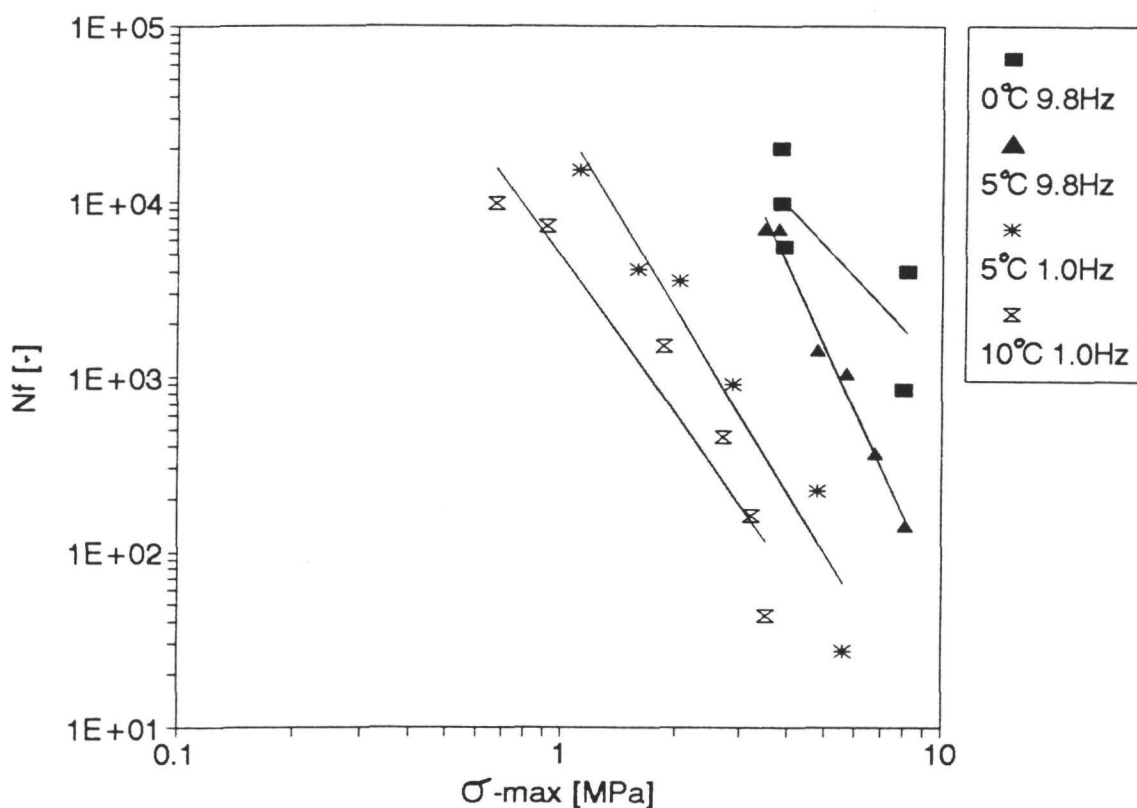


Figuur 3. Smith-diagram [3].

Zo kan men uit de figuur zien dat de amplitude (σ_a) bij de sprongbelasting lager is dan bij de wisselbelasting voor eenzelfde waarde van de levensduur. We zullen deze informatie in het volgende hoofdstuk kwalitatief gebruiken om een indruk te krijgen van de invloed van kruip.

4. Vergelijking proeven met berekeningen voor wisselbelasting

Als voorbeeld is genomen het projekt Deltagoot, omdat dit een nieuw aangelegd proeftalud is. Aan materiaal uit deze dijk is beperkt vermoeiingsonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dat vermoeiingsonderzoek zijn gegeven in figuur 4.



Figuur 4. Proefresultaten vermoeiing Deltagoot.

Van deze asfaltbekleding zijn ook alle samenstellingsgegevens bekend. Hierdoor is het mogelijk om met behulp van de materiaalsamenstelling de vermoeiingswaarden te berekenen met BANDS-PC of nomogrammen. BANDS-PC en de nomogrammen zijn gebaseerd op wisselbelasting, rekgestuurd of krachtgestuurd.

Met BANDS-PC zijn berekend:

- prognose 1; de amplitude van de wisselspanning is gelijk aan de hele sprongbelasting (dus tweemaal de amplitude van de sprongbelasting)
- prognose 2; de amplitude van de wisselspanning is gelijk aan de amplitude van de sprongbelasting.

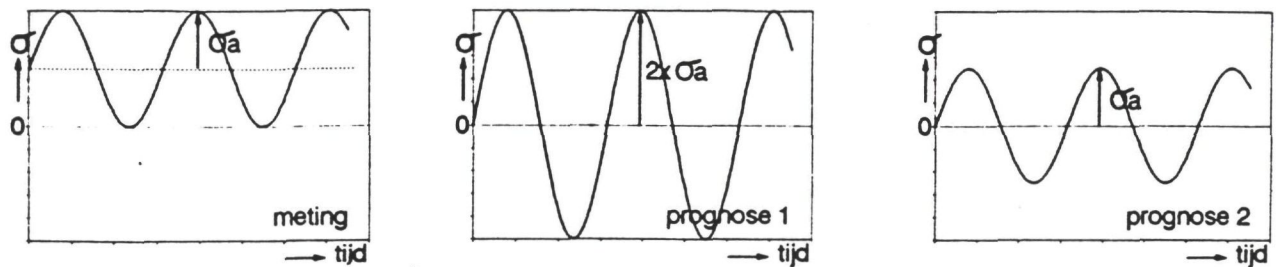
In figuur 5 is ter verduidelijking aangegeven welk signaal voor de meting is gebruikt en met welke signalen de prognoses zijn uitgerekend.

Uit het Smith-diagram is dan af te leiden, dat prognose 1 ongunstiger is en prognose 2 gunstiger is dan de sprongbelasting in de driepuntsbuigproef.

In figuur 6 zijn de resultaten van de berekeningen en de metingen samengevat voor:

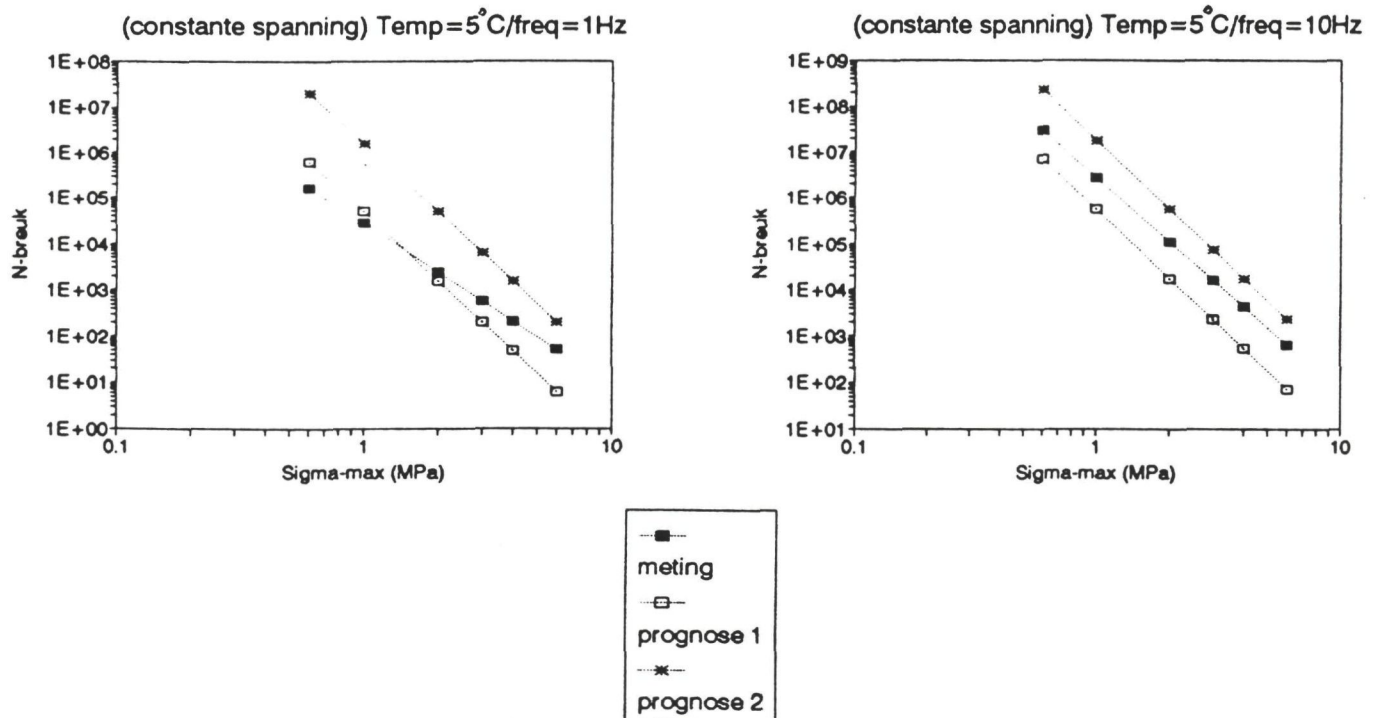
$T = 5^{\circ}\text{C}$, $f = 10\text{ Hz}$;

$T = 5^{\circ}\text{C}$, $f = 1\text{ Hz}$.



figuur 5. Meetsignaal en signalen gebruikt voor de prognose.

Prognose + Meting Deltagoot



Figuur 6. Vergelijking prognoses met meetresultaten.

5. Conclusies/stellingen

Conclusie ($T = 5^{\circ}\text{C}$ en nieuw asfalt).

In de veronderstelling dat permanente deformatie geen invloed heeft en het Smith-diagram geldig is voor asfalt mag worden verwacht dat de metingen (sprongbelasting) tussen de prognoses (wisselbelasting) inliggen.

Dit blijkt bij 10 Hz het geval te zijn.

Bij 1 Hz daarentegen is dit niet het geval. Blijkbaar heeft bij een frequentie van 1 Hz de permanente deformatie vooral bij langere belastingtijd aanzienlijke invloed op de vermoeiingslijn.

Stellingen

- * Met behulp van het principe van het Smith-diagram kan een goede indruk worden verkregen van de invloed van permanente deformatie op het vermoeiingsgedrag van asfalt;
- * Nomogrammen zijn bruikbaar met de restrictie dat bij sprongbelasting een correctie moet worden ingevoerd;
- * Bij de omstandigheden voor de superstorm geven de meetresultaten veilige vermoeiingslijnen.

Referenties

- [1]. Leidraad voor de toepassing van asfalt in de Waterbouw, TAW 1994.
- [2]. C.C. Montauban, M.F.C. van de Ven: Determination of mechanical properties of hydraulic asphalt concrete by means of a 3-point bending test, Eurobitume 1993 Stockholm.
- [3]. G. den Ouden, B.M. Korevaar: Metaalkunde deel 1, Delft.
- [4]. J. Eisenmann: Betonfahrbahnen, Munchen 1979.