

Hoe meten we winterschade?



Themadagen 'Winterschade wegen' – april 2009
Christ van Gulp / Jacob Groenendijk – KOAC NPC

Meten aan wegen

- Meten aan wegen
 - geen probleem
- Meten aan wegen die geleden hebben aan winterschade
 - moet kunnen
- Meten om winterschade in kaart te brengen
 - waar draait het eigenlijk om?

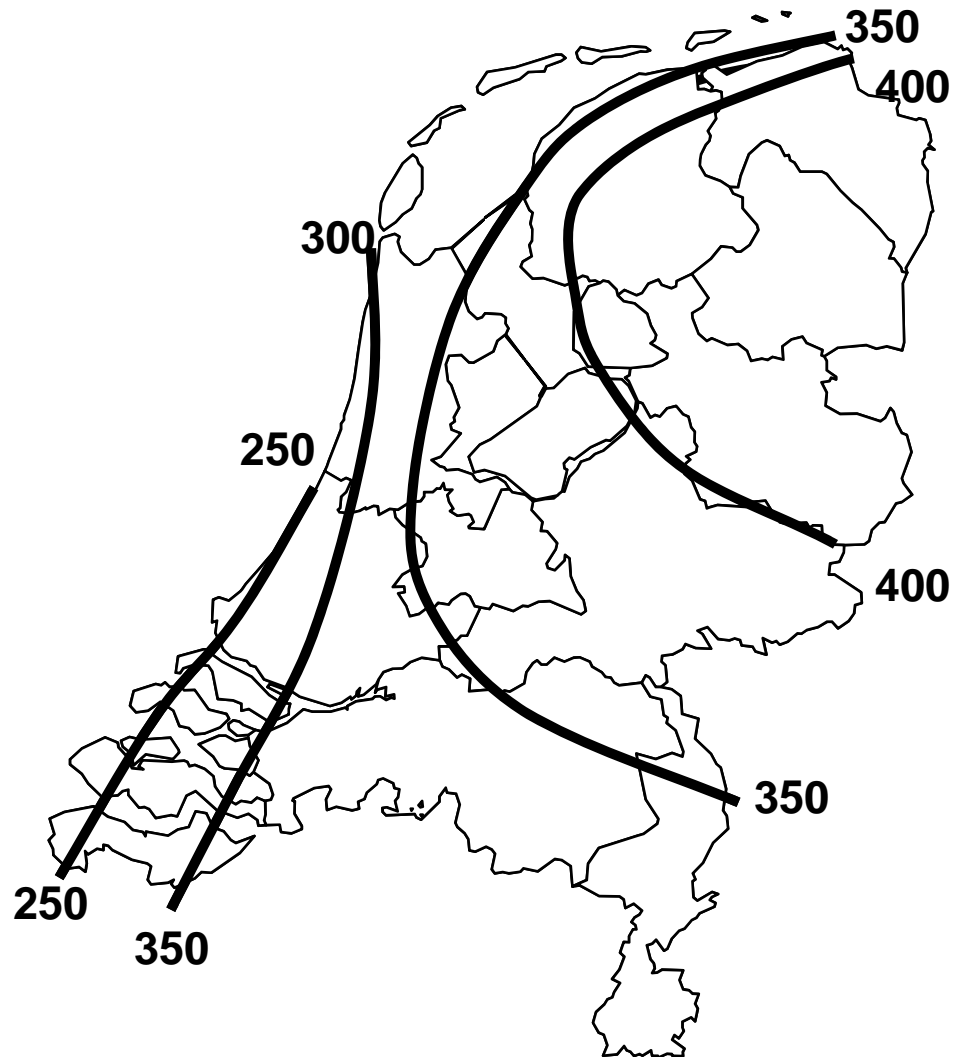
Winterschade waar in de weg

- Asfaltlaag
- Wegconstructie
 - fundering
 - zandbed
 - ondergrond

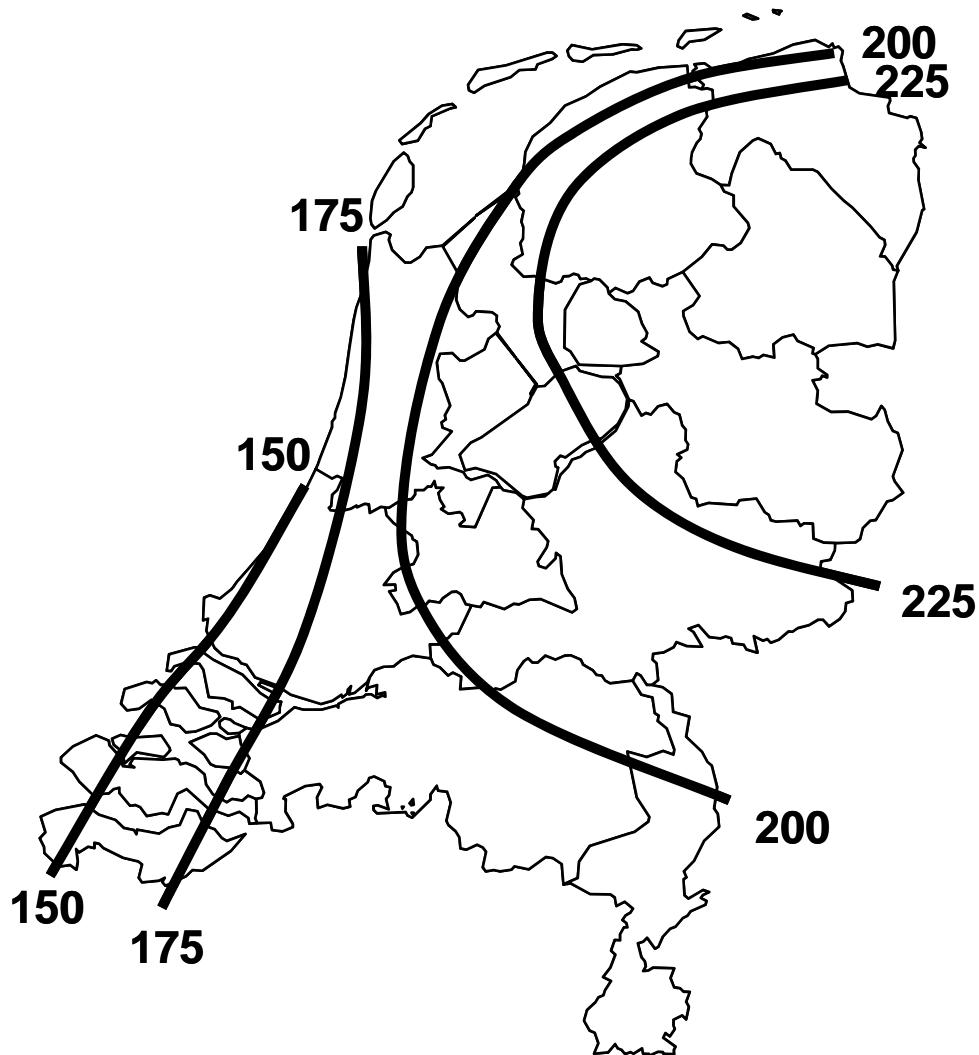
Wanneer winterschade volgens Noord-Amerika?

- Temperaturen beneden vorstgrens
- Hoge waarden van vorstindex
 - vorstindex groter dan $360^{\circ}\text{C}\cdot\text{dag}$

Vorstindex eenmaal per 100 jaar

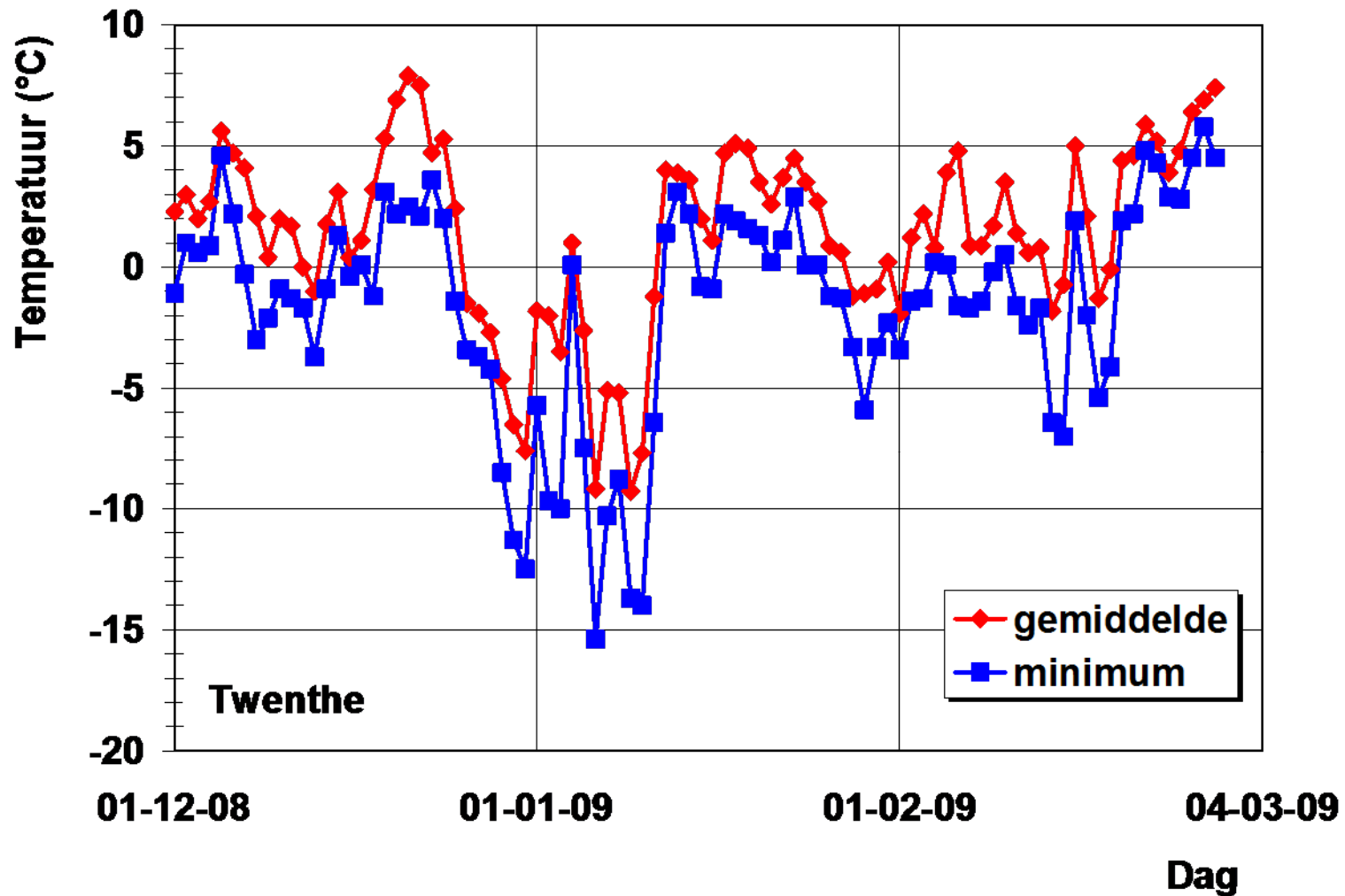


Vorstindex eenmaal per 20 jaar

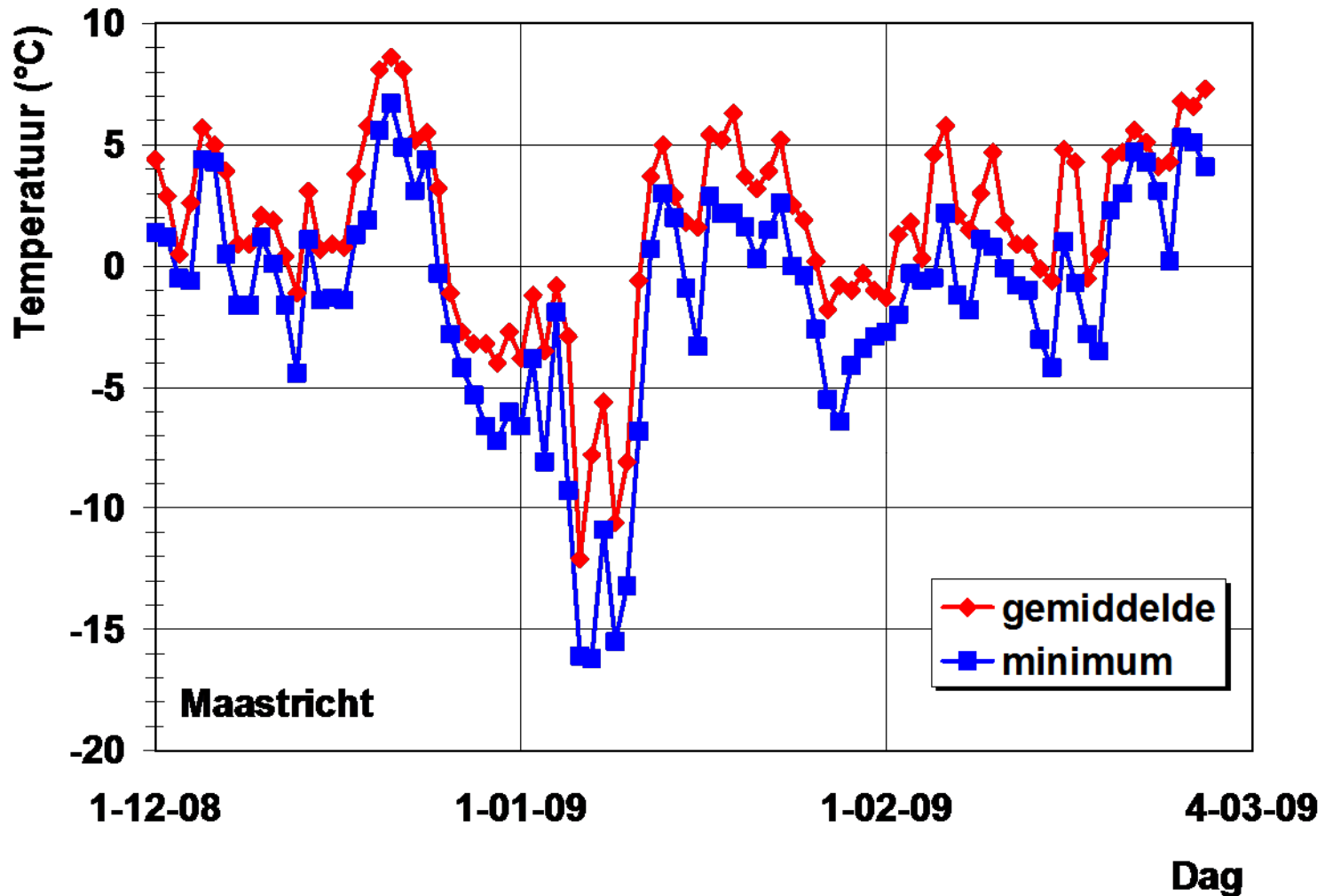


Vorstindex 2008/09
Twenthe, Maastricht
82

Wintertemperatuur



Wintertemperatuur



Wanneer winterschade volgens Noord-Amerika?

- Temperaturen beneden vorstgrens
- Hoge waarden van vorstindex
 - vorstindex groter dan $360^{\circ}\text{C}\cdot\text{dag}$
- Temperatuurcycli vorst/dooi
 - thermische schade ook bij dag/nachtcycli boven vorst
- Aanwezigheid van vocht
- Geringe porositeit

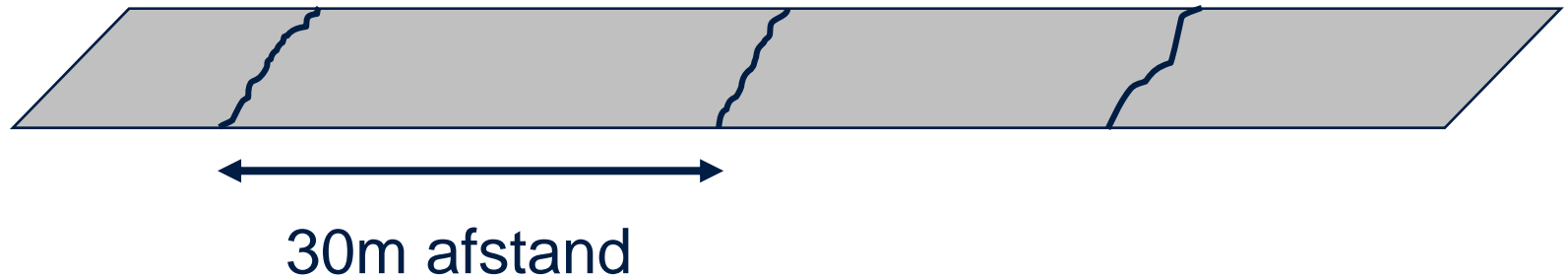
Typische winterschade

- Rafeling
- Gat
- Scheurvorming
- Permanente vervorming
 - asfalt
 - straatsteenverharding

Wat zijn winterscheuren?



Patroon thermische scheurvorming



Nieuwe verharding

Patroon thermische scheurvorming



5m afstand

Oude verharding

Meting winterschade

- Gedetailleerde visuele inspectie waarin locatie en vorm van scheurvorming wordt vastgelegd
- Pas op: patroon van schade heeft veel overeenkomst met dwarsscheuren veroorzaakt door gebonden funderingen

Oorzaken thermische scheurvorming

- Opbouw en dwarsprofiel van wegverharding
- Klimaat
- Materiaal in wegconstructie

Breedte wegverharding

- Afstand dwarsscheuren kleiner bij smalle wegen dan bij brede wegen
- Afstand dwarsscheuren wordt kleiner bij toenemende ouderdom

Klimaat

- Ouderdom van asfalt en wegverharding
 - oude wegverhardingen zijn gevoeliger
 - wat is rol van veroudering van bitumen?
- Temperatuur
 - brengen zeer lage temperaturen meer schade?
- Koelsnelheid
 - leidt een snelle temperatuurdaling tot meer schade?

Temperatuurdaling

Hoge temperatuur

Asfalt

Lage temperatuur

Asfalt

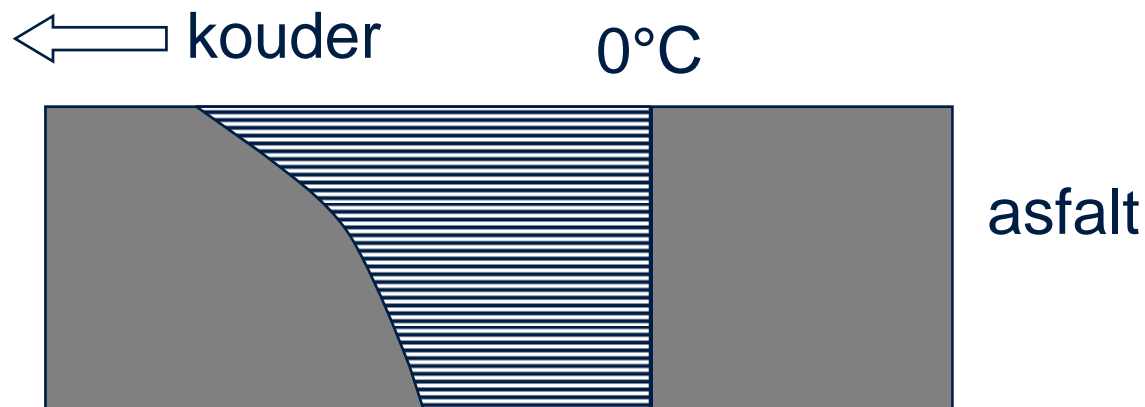


Krimp = meting winterschade

Uitzettingscoëfficiënt

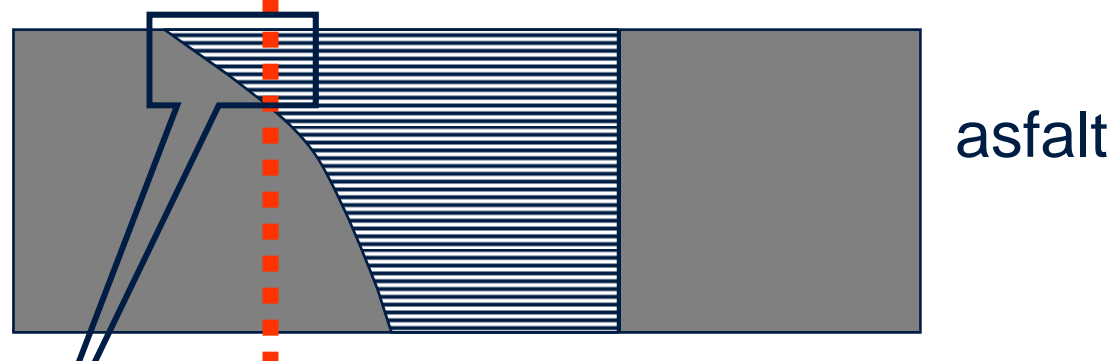
- Lineaire uitzettingscoëfficiënt
 - ongeveer $20 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ tussen -40°C en $+20^\circ\text{C}$
- Volumetrische uitzettingscoëfficiënt
 - driemaal lineaire uitzettingscoëfficiënt

Temperatuur(gradiënt)



Thermische spanning

Thermische spanning



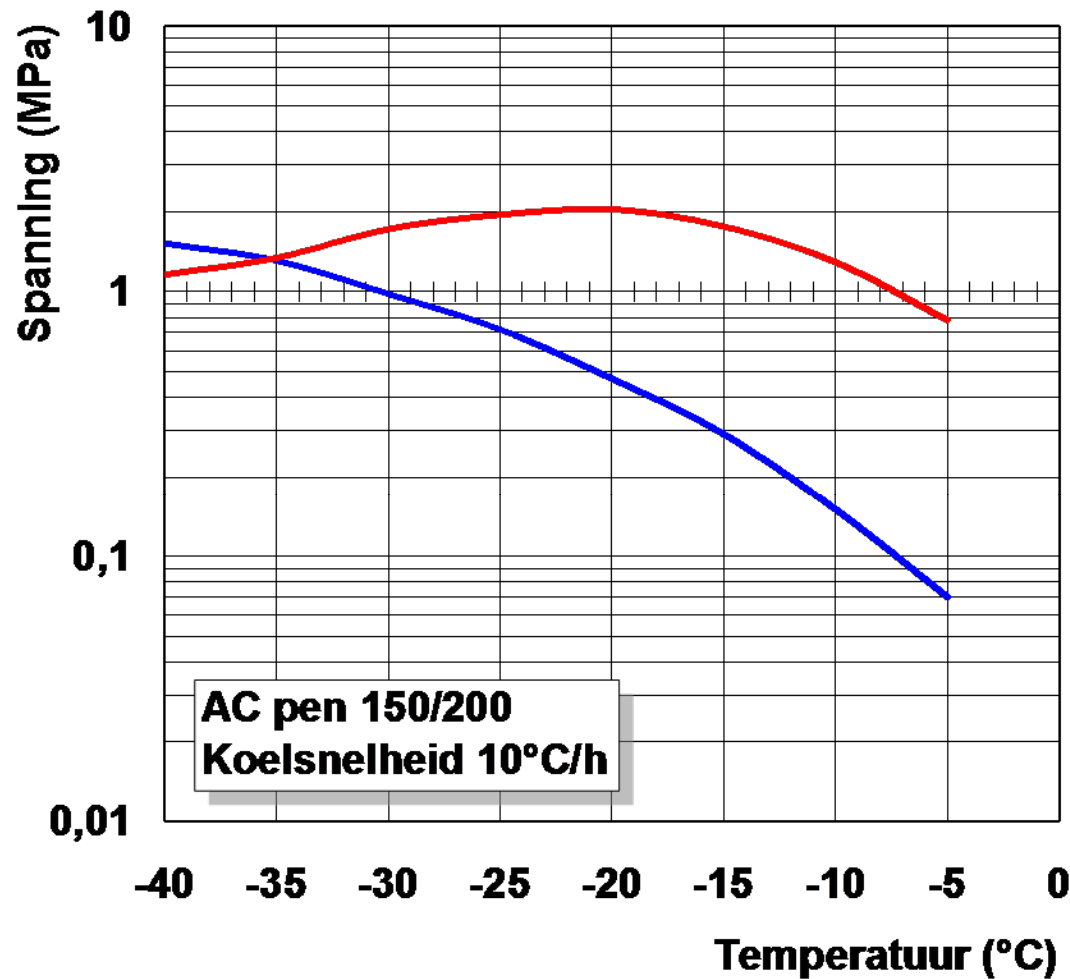
asfalt

Treksterkte

Scheurvorming

- Dwarsscheuren
- Afstand afhankelijk van lokale condities

Voorspelling scheurtemperatuur



— Thermische spanning
— Treksterkte

Meten van thermische parameters

- Hoe hoog lopen de thermische spanningen op?
- Hoe lang blijven de thermische spanningen in het asfalt?
 - wat is de relaxatie?
 - wat zijn de restspanningen?

Metingen thermische gevoeligheid

- Thermal stress restrained specimen test (TSRST)
- Thermisch indifferent frame

Proefopstelling thermische gevoeligheid



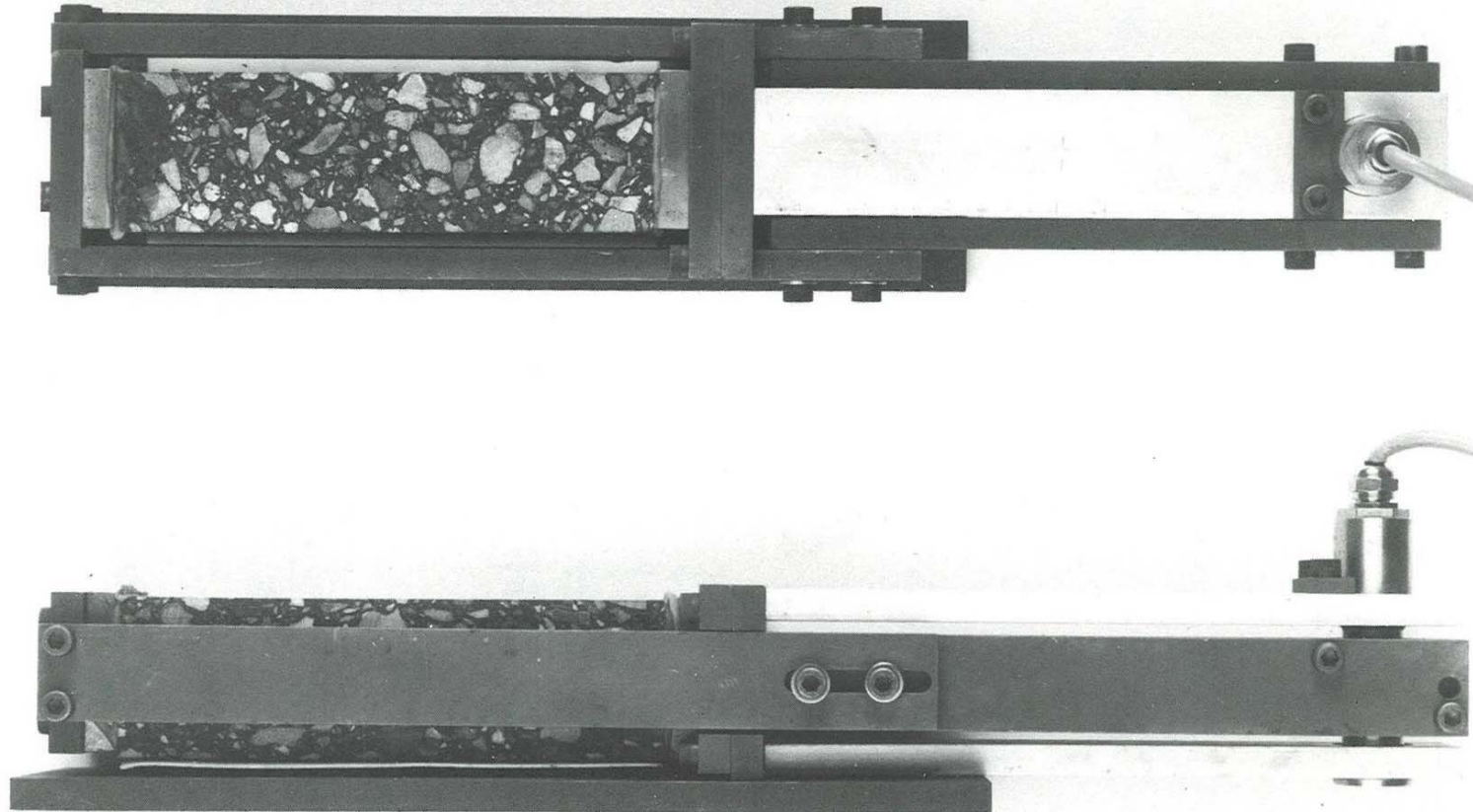
Proef thermische gevoeligheid (lage temp.)

- Proefstuk aan twee platen gelijmd
 - SHRP-versie: 250 x 50 x 50mm
- Constante koelsnelheid
- Proefstuk wordt op constante lengte gehouden met stappenmotor
- Per 2,5 μ m lengte verandering correctie
- Continue krachtmeting
- Duur proef 6 tot 24 uur

Testopstelling thermische spanning

- Testframe bestaande uit staal en aluminium
- Thermische krimp van staal en aluminium compenseren elkaar
- Lengte van proefstuk wordt ingenieus constant gehouden
- Meten van trekspanningen

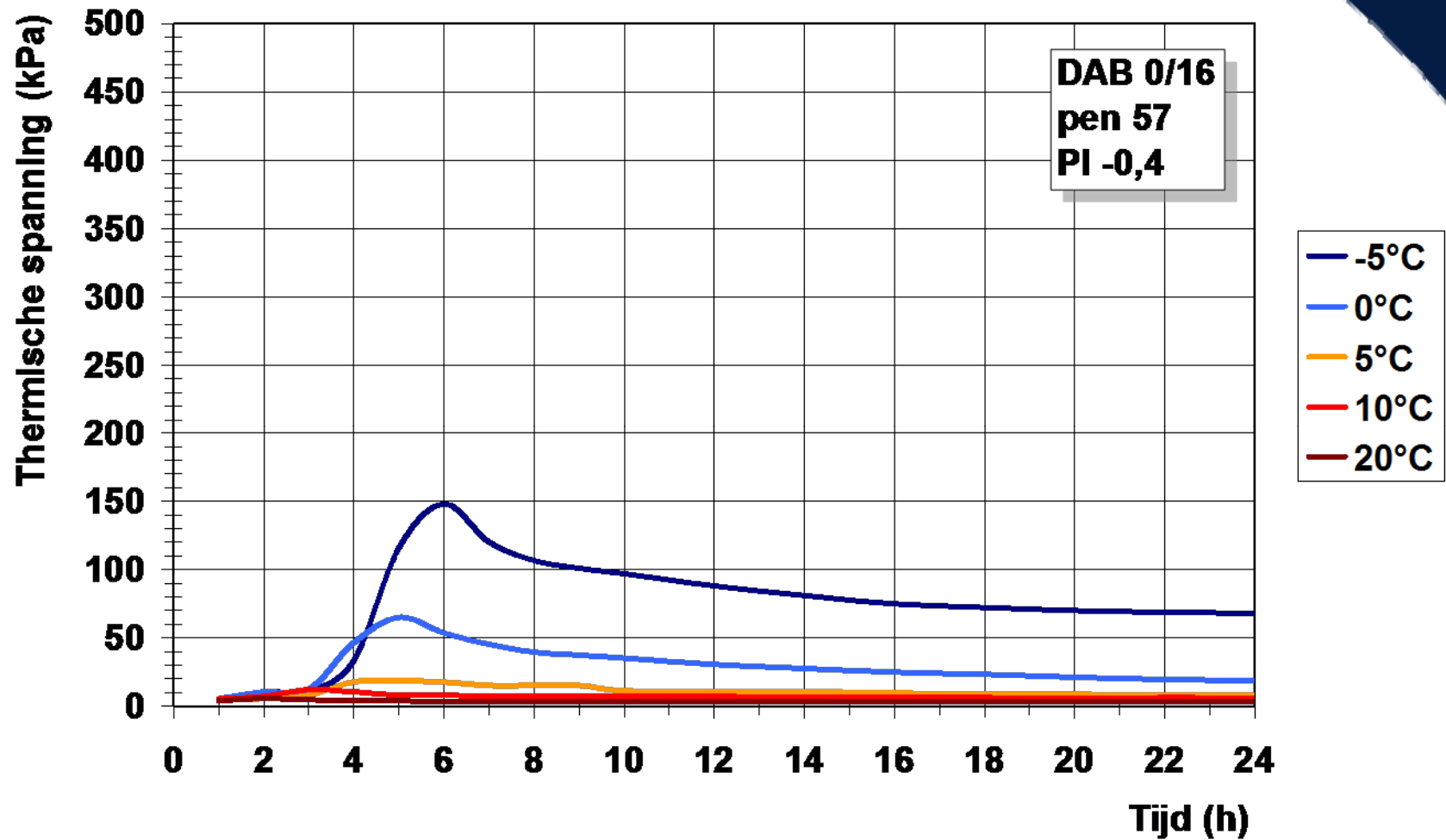
Thermisch indifferent frame



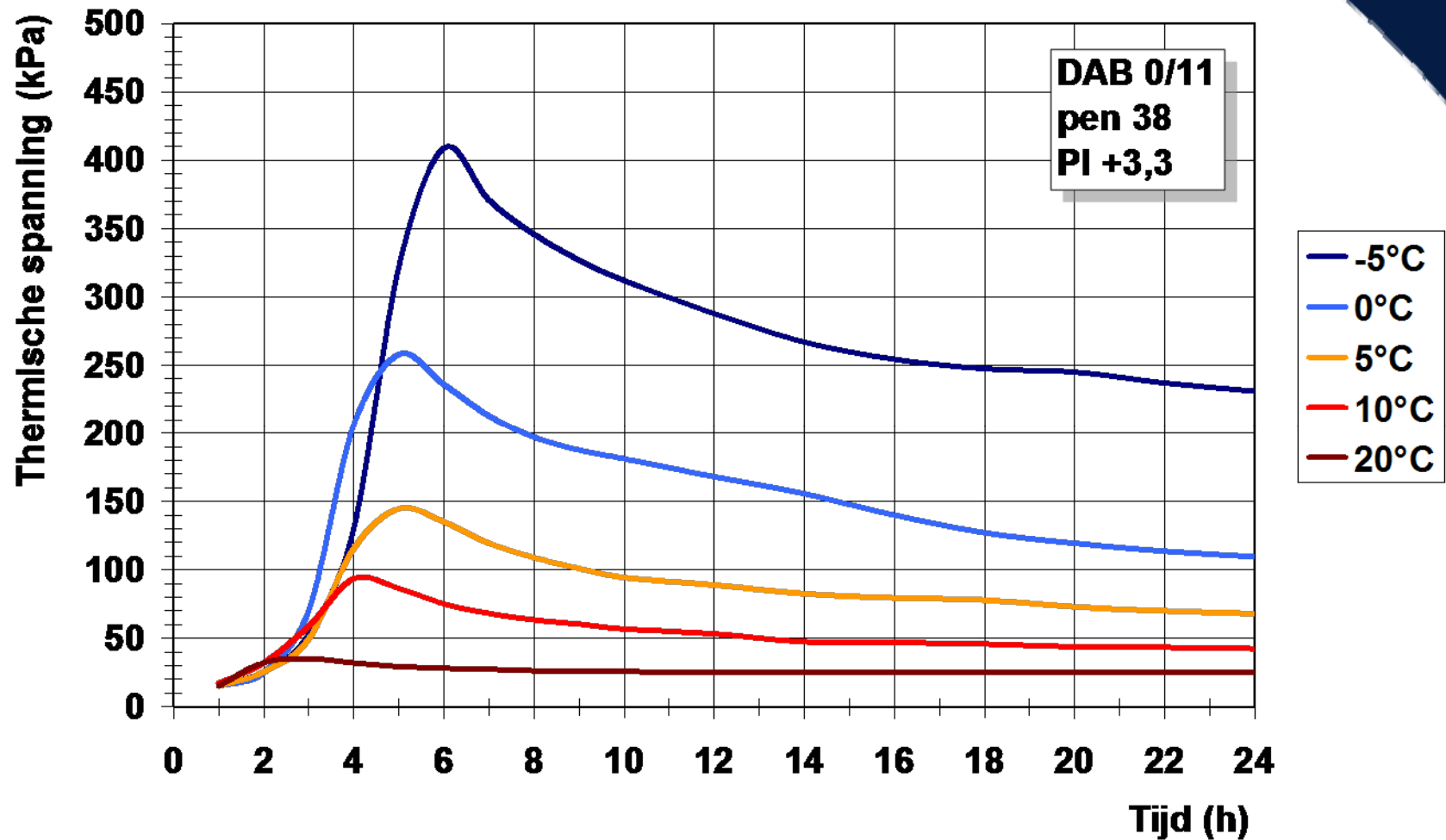
Relaxatie

- Bepaling verloop thermische spanning
- Spanningsloos maken van proefstuk bij starttemperatuur van 40°C
- Temperatuur verlagen met snelheid van -10°C/uur
- Eindtemperaturen: 20, 10, 5, 0 en -5°C
- Duur proef: 24 uur

Thermische spanning



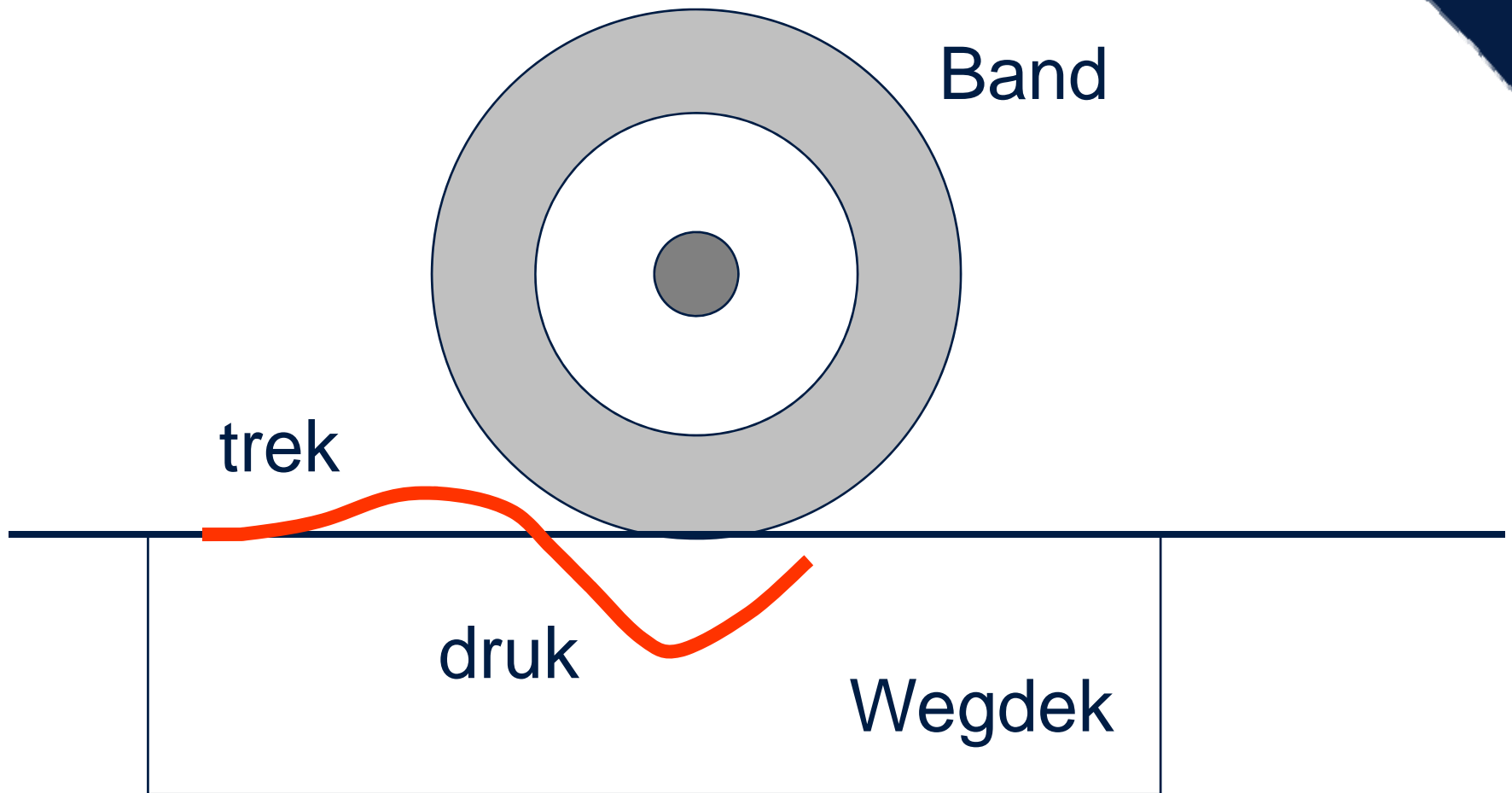
Thermische spanning



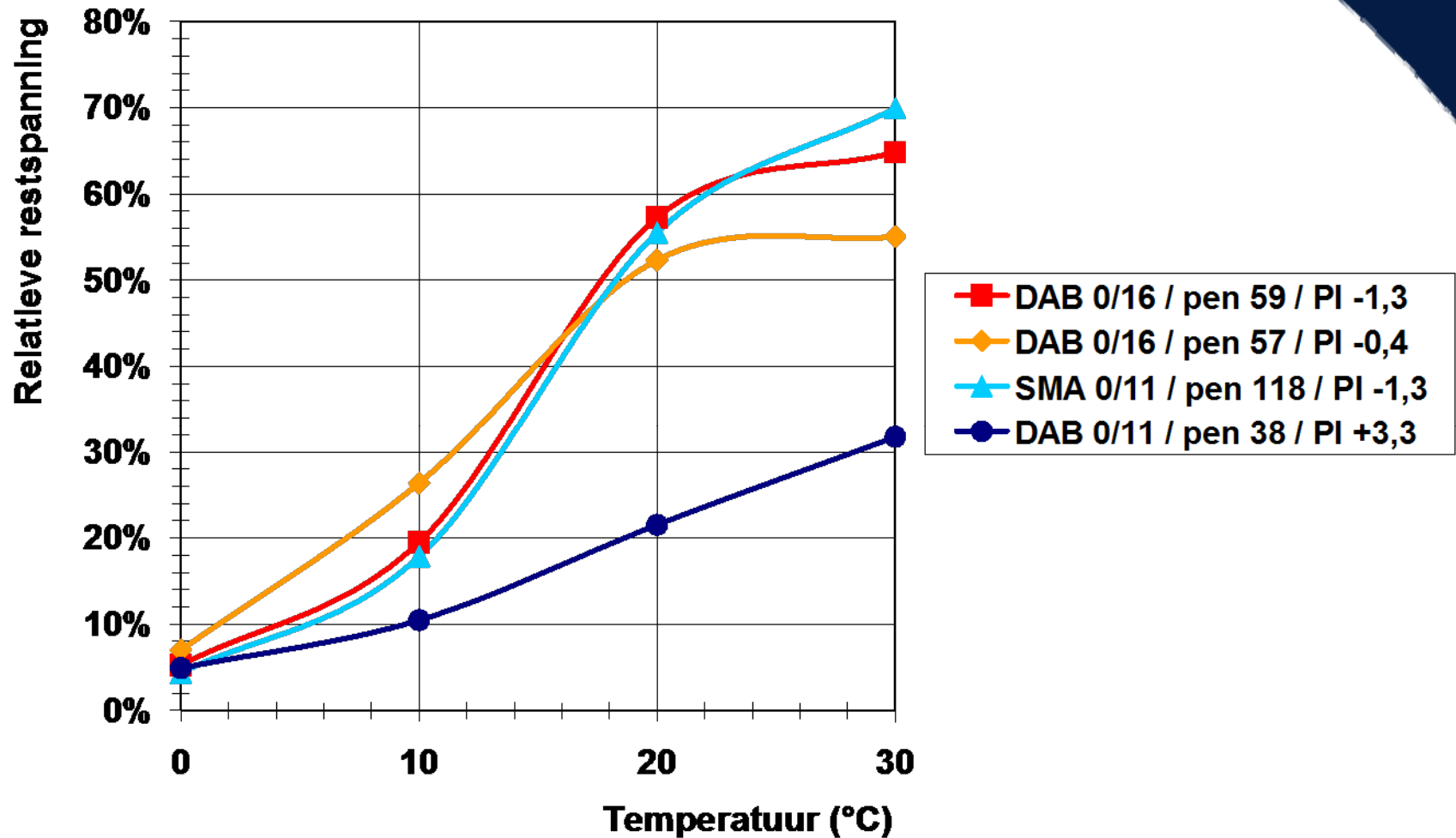
Relaxatiegedrag deklaag

- Boven 5°C slechts geringe opbouw thermische spanningen
- Bij -5°C restspanning van 25% tot 50% van thermische belasting

Restspanningen



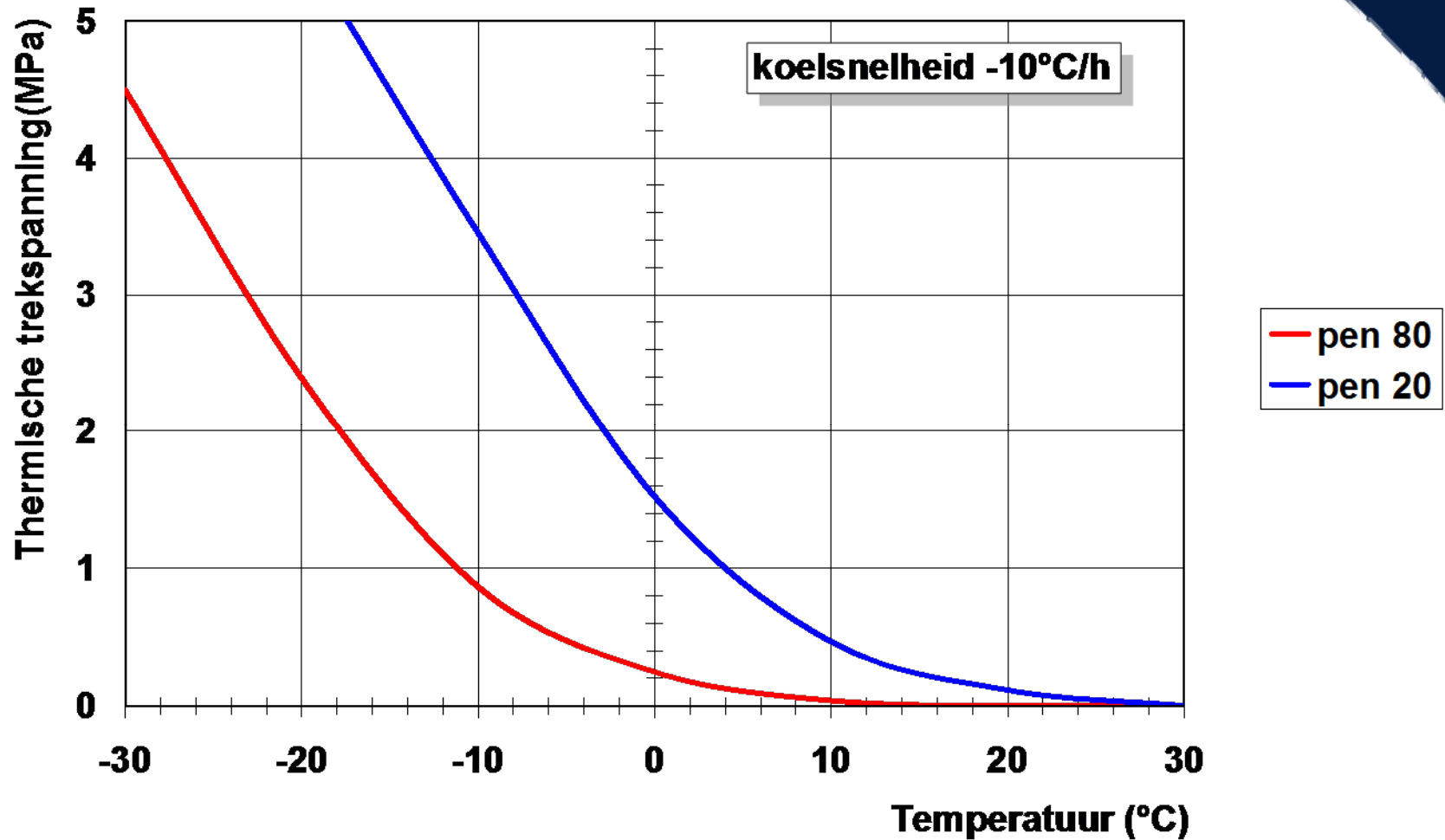
Restspanningen



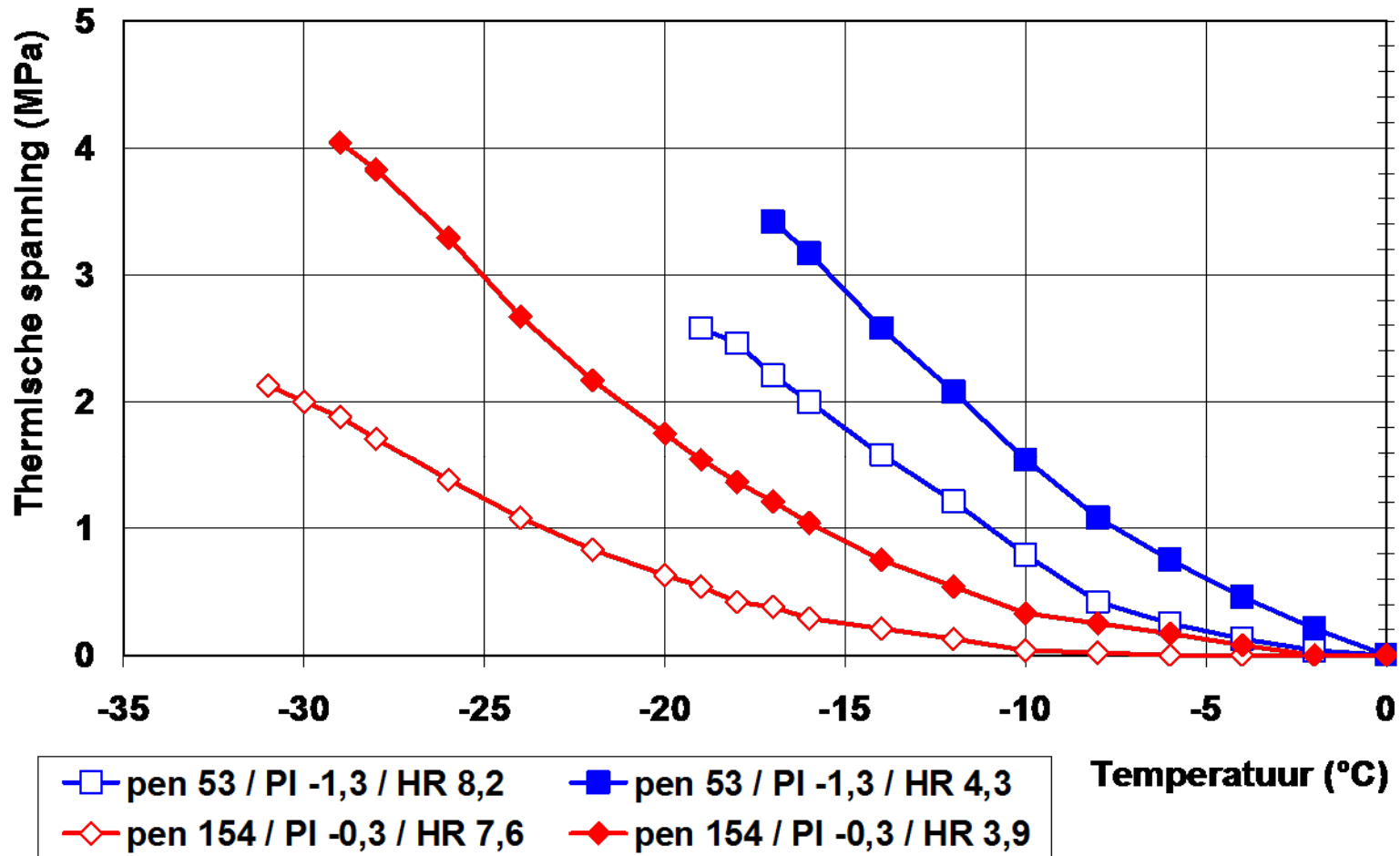
Thermische spanning en restspanning

- Bij lage temperatuur
 - hoge thermische spanning
 - langzame relaxatie
 - geen opbouw van restspanningen (trek) door verkeer

Effect penetratie en veroudering



Effect holle ruimte



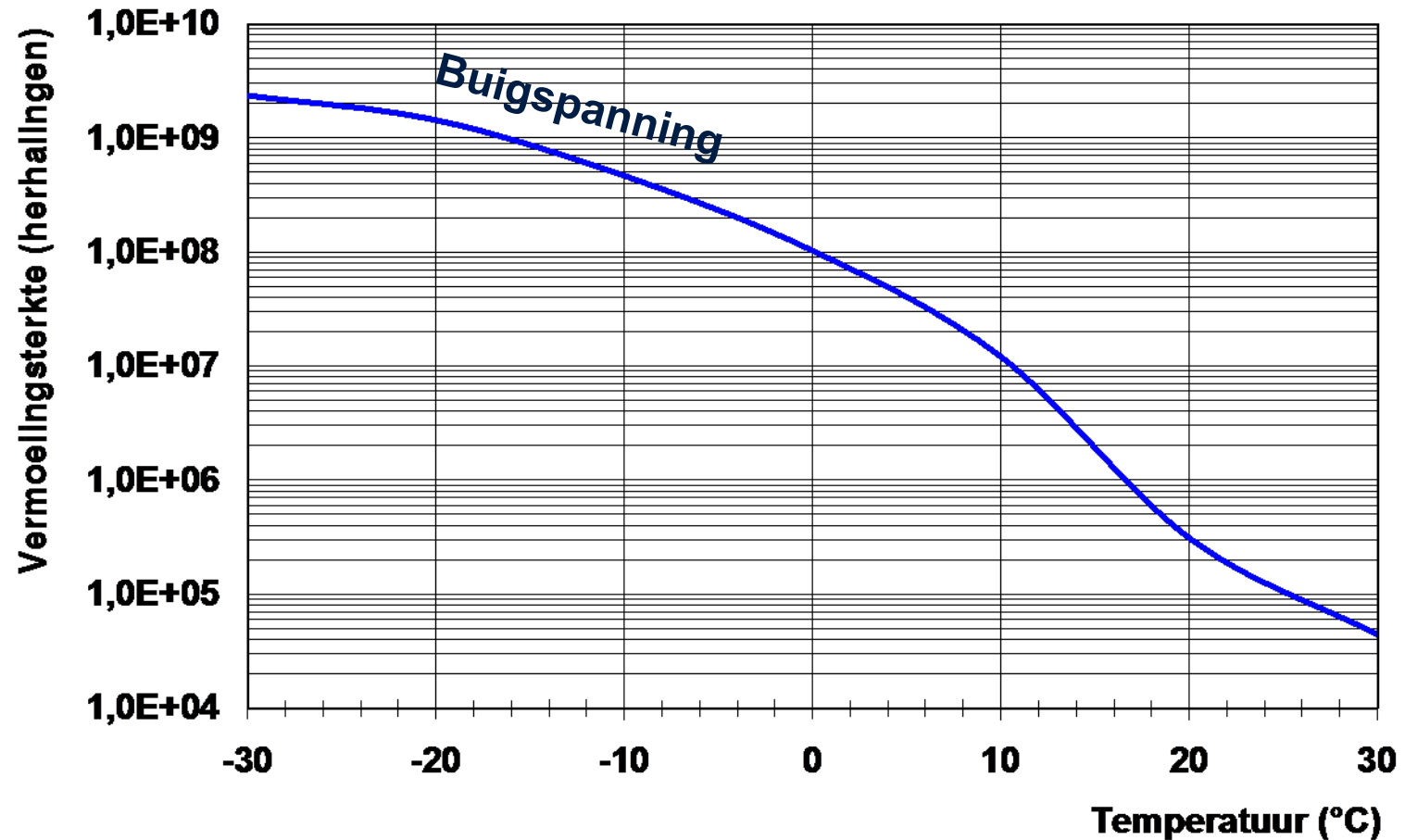
Effect temperatuur op levensduur

- Levert een daling van de temperatuur een langere of kortere levensduur op in termen van vermoeiing?

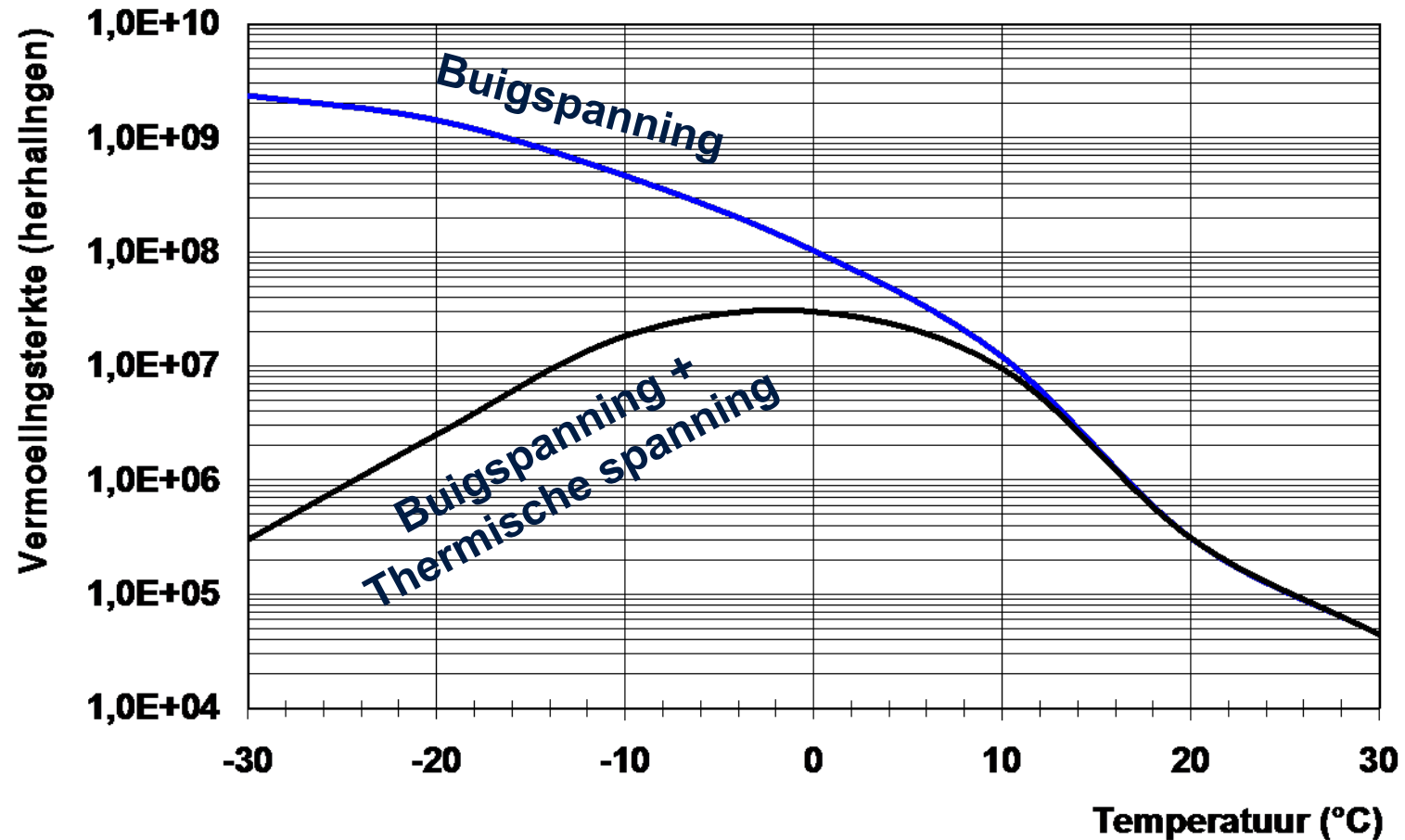
Effect daling temperatuur

- Hogere stijfheidsmodulus bitumen
- Hogere stijfheidsmodulus asfalt
- Lagere rek onderin asfalt onder belasting
- Hogere vermoeiingssterkte

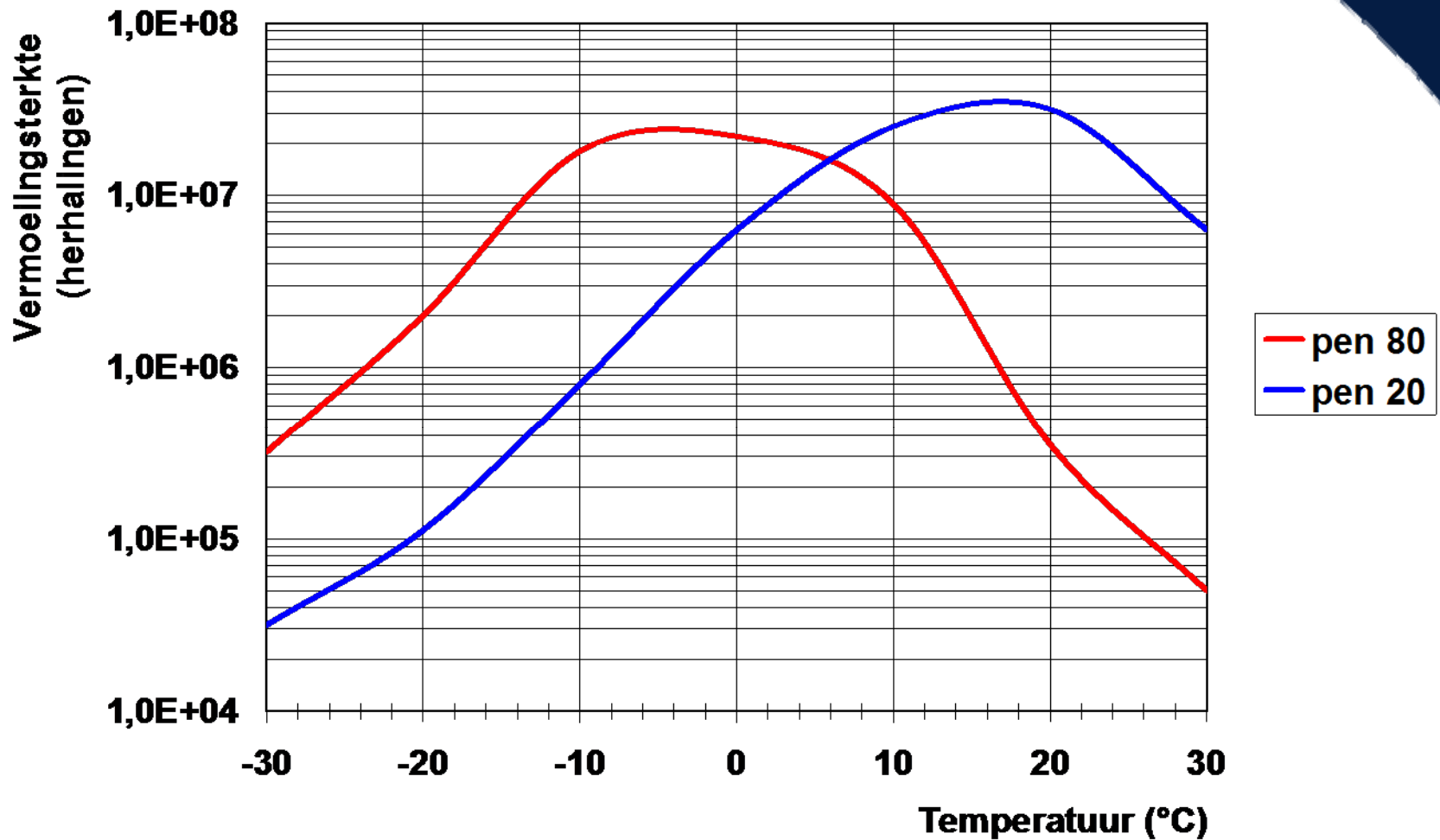
Vermoeiingsgedrag



Vermoeiingsgedrag



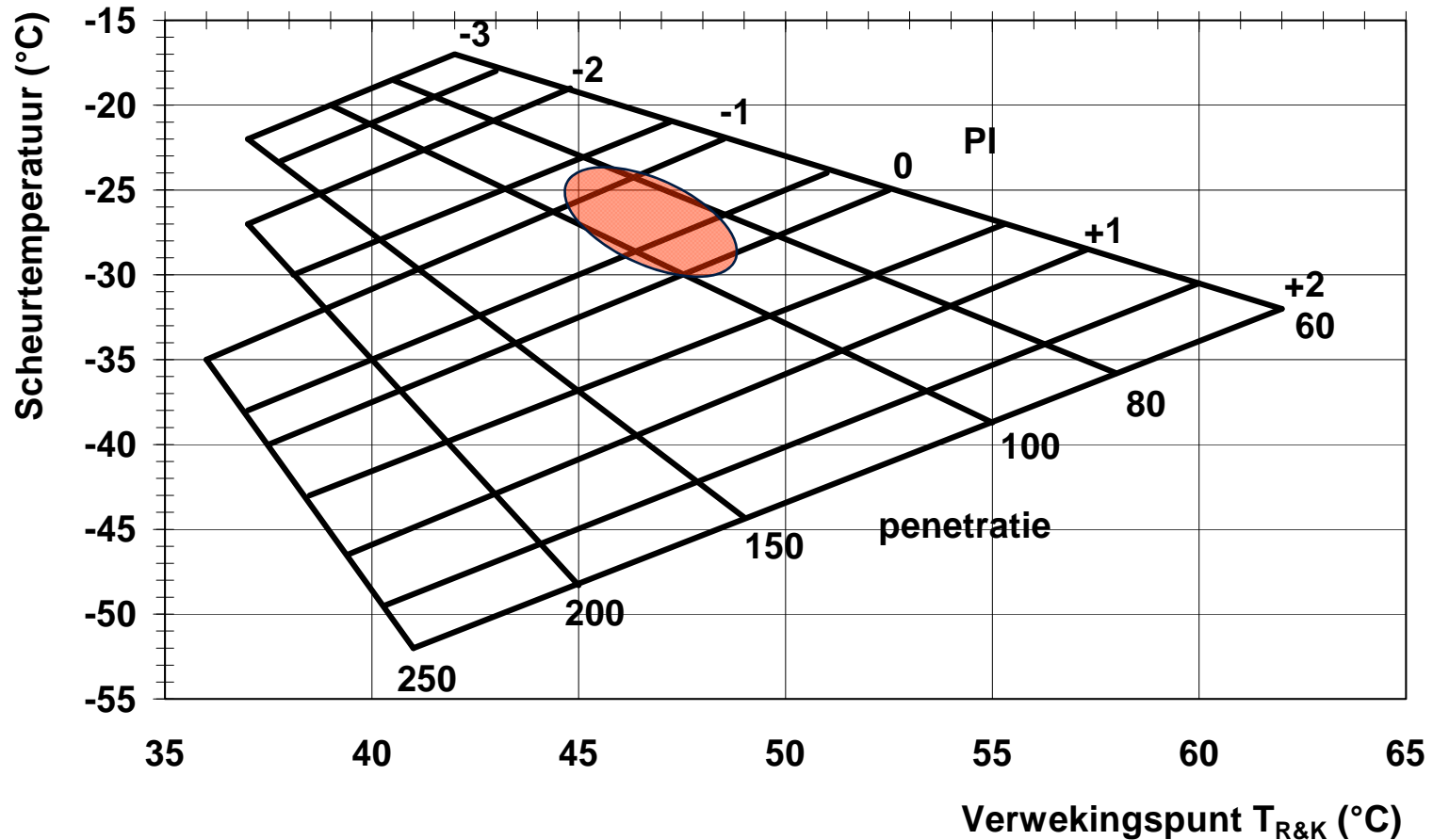
Invloed pen bitumen op vermoeiingsgedrag



Conclusie

- Zachtere bitumen heeft beter gedrag bij lage temperaturen dan harde bitumen
- Zorg dat de stijfheidsmodulus van bitumen in het asfalt niet te hoog wordt
- Verhinder veroudering
- Verhoog gemiddelde penetratie

Voorspelling breuktemperatuur



Water ook van belang

- Vuil trekt water aan
- Water in scheuren zet uit bij vorst
- Water zorgt voor stripping
- Zout water verergert stripping

Effect winter op draagkracht

- Grotere stijfheid door lage temperatuur en bevriezing van vocht
- Uiteendrukken van materialen door uitzetting bij bevriezing van vocht
- Draagkrachtverlies tijdens dooi (opdooi, ijslensvorming)

Vorstindringing

- Vuistregel bepaling vorstindringing

$$Z_{VI} = 0,5 \cdot h_{\text{verh}} + 0,045 \cdot \sqrt{I_n}$$

Z_{VI} = vorstindringingsdiepte (m)

h_{verh} = dikte wegconstructie tot en met fundering (m)

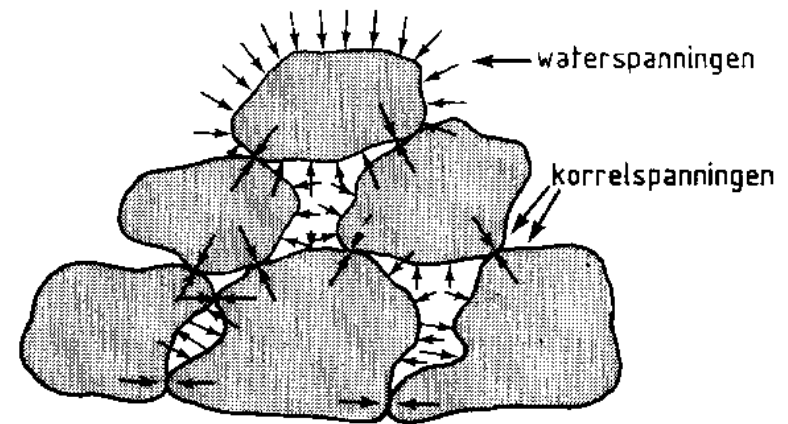
I_n = vorstindex

Vorstindringing

- Vorstindex
- Materialen en vochtgehalte
 - warmtecapaciteit (*bevriezen kost energie*)
 - holle ruimte
- In wegverharding meestal lager vochtgehalte dan naast de weg; daarom vorstindringingsdiepte onder de weg groter
- Dikkere verhardingen minder gevoelig

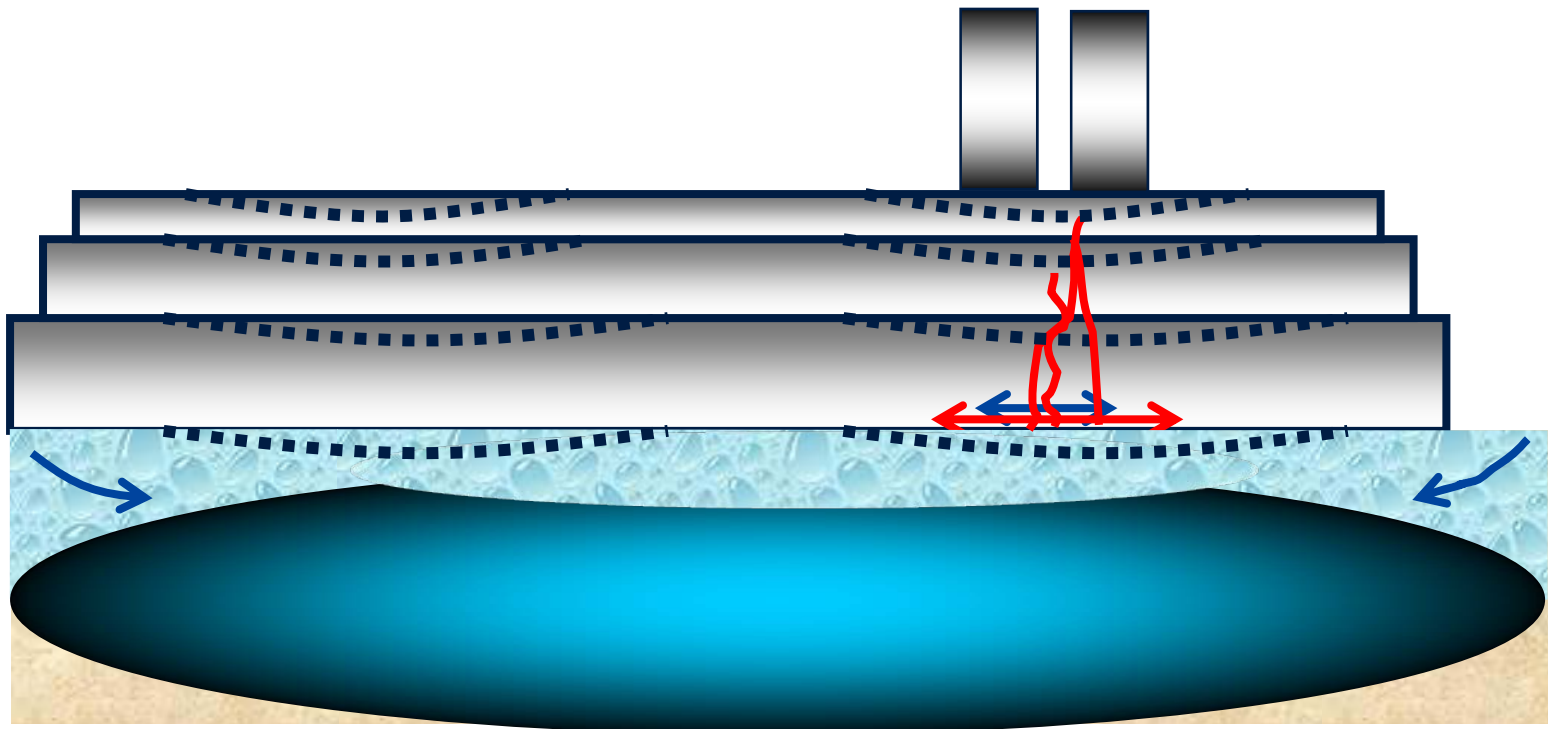
Effect op draagkracht

- Toestromen water
- Aangroeien ijslens
- Verlagen korrelspanning



Effect dooi op draagkracht

- Verweking van zandbed en ondergrond begin van dooi in de grond



Kunnen we winterschade meten?

- Metingen gevoeligheid van fundering en onderliggende lagen voor winterschade
 - draagkracht
 - vochthuishouding
 - korrelverdeling ongebonden lagen
 - afwateringsmogelijkheden

Kunnen we winterschade meten?

- Gedetailleerde visuele inspectie
- Metingen van gevoeligheid van asfalt en bitumen voor winterschade
 - bitumeneigenschappen
 - thermische spanningen
 - relaxatie

Materiaalfactoren

- Korrelverdeling mineraalaggregaat
 - gering effect bij goed ontworpen mengsel
- Bitumengehalte
 - toename bitumen, toename temperatuurkrimp, maar afname bitumenstijfheid
- Holle ruimte asfaltmengsel
 - gering effect; let op scheuren

Geschikte meting

- Thermal Stress Restrained Specimen Test goede indicator voor weerstand tegen scheurvorming bij lage temperaturen
- Goede indicatoren van breuktemperatuur
 - Penetratie
 - Verwekingspunt $T_{R\&K}$
 - Viscositeit bij 60°C

Eindoordeel winterschade

- We kunnen de gevoeligheid van een weg voor lage temperaturen bepalen
- Meten van winterschade is mogelijk door gedetailleerde visuele inspectie
- Beperkt de toename van de stijfheidsmodulus van bitumen