



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Brandwerendheid van tunnels

Aanleiding, onderzoek en
stand van zaken m.b.t.
afspatten

Bart Hendrix
31 oktober 2018



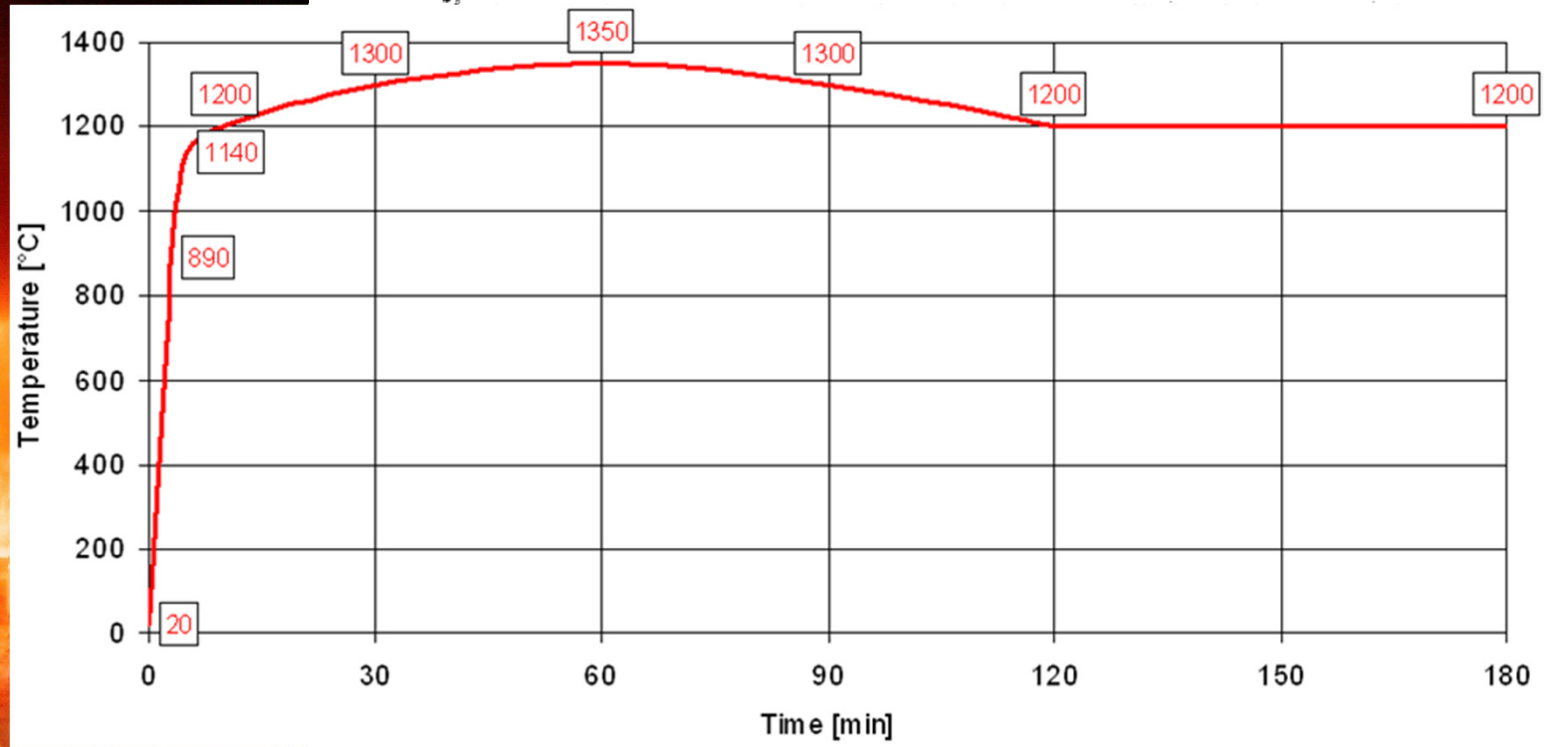
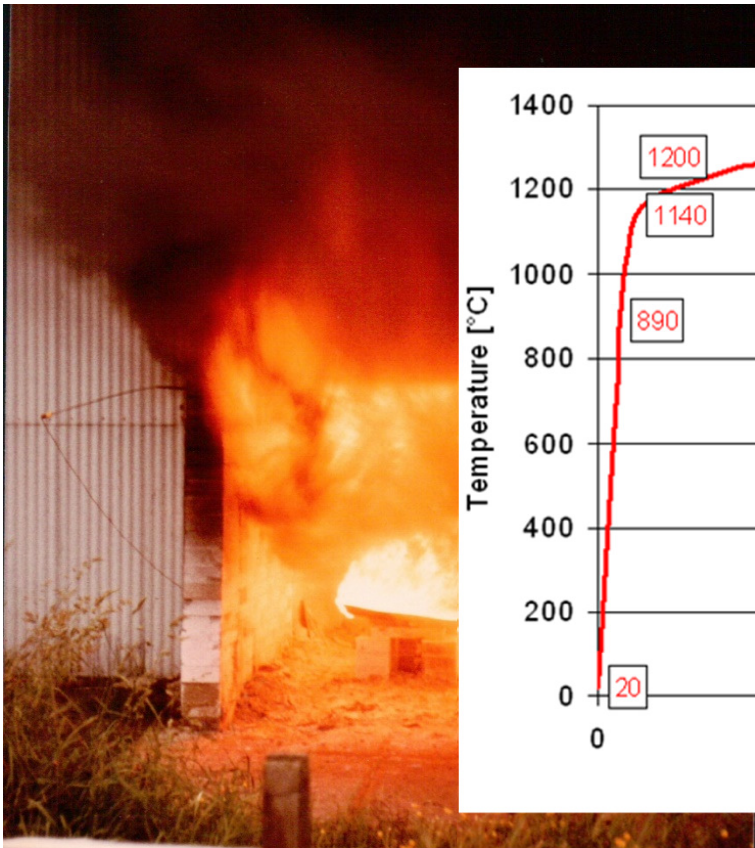
Deze uiteenzetting:

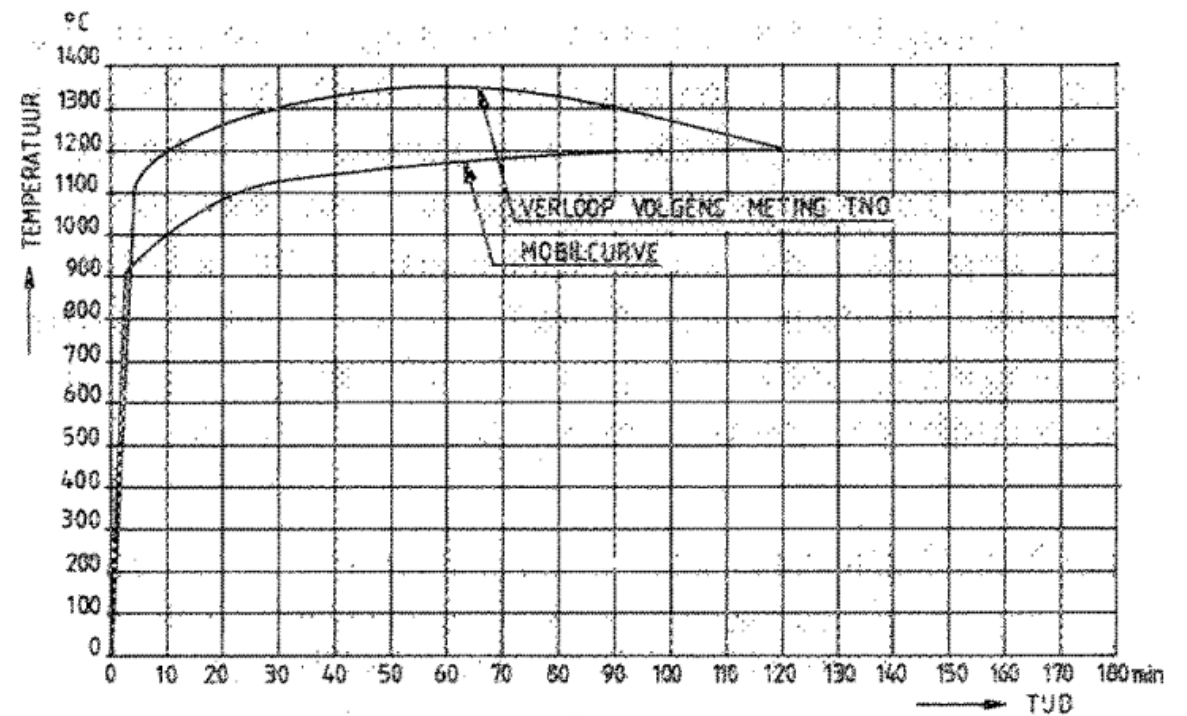
- Ontstaansgeschiedenis van de RWS brandkromme
- Filosofie brandbescherming in RWS tunnels in de tijd
- Waarom onderzoek naar afspatgevoeligheid?
- Waar staan we nu met dit onderzoek?



Ontstaansgeschiedenis RWS brandkromme (1)

- 1974: opdracht van RWS aan TNO m.b.t. vervoer brandgevaarlijke stoffen door tunnels
- 1977: t.a.v. brand: OK, mits enkele aanpassingen aan tunnels
- 1979/1980: eerste brandproeven in proeftunnel TNO Rijswijk





Bron: Het vervoer van gevaarlijke stoffen door tunnels – KIVI 1984



Ontstaansgeschiedenis RWS brandkromme (2)

- Uitgangspunt:
 - Brand in omsloten ruimte
 - Brandvermogen
 - Tijdsduur
- Validatie RWS brandkromme:
 - Runehamar tests (2003) ihkv. UPTUN project
 - => Temperatuur ✓
 - => Uitgangspunten ✓





Filosofie brandbescherming tunnels RWS (1)

- Tot 1980: geen brandbescherming in tunnels
- Brand Velsertunnel (1978) + Onderzoek TNO =>

Vanaf 1980: hitte werende bekleding in tunnels

- Standaard pakket (afgezonken tunnels):
 - dak + bovenste meter van de wanden v.v. HWB



Filosofie brandbescherming tunnels RWS (2)

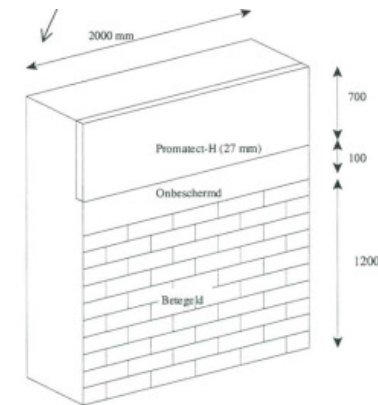
- Afspatten: geen issue
- Eind jaren '90:
Westerscheldetunnel (WST)
=> hoge betonsterkteklasse
- WST beton tunnelsegmenten
bleken afspatgevoelig





Filosofie brandbescherming tunnels RWS (3)

- WST: afspatten van 'tunnelbeton' ?
- Nieuw: landtunnels => andere eisen?
 - repareerbaarheid
- BRAWAT => verkennend onderzoek
 - BRAWAT I: literatuurstudie
 - BRAWAT II: dek + HWB
 - BRAWAT III: wand deels kaal, deels HWB => Geen afspatten





Filosofie brandbescherming tunnels RWS (4)

1. Afspat**gevoelig** beton en thermische isolatie door hittewerende bekleding



WST



Filosofie brandbescherming tunnels RWS (5)

2. Afspat**on**gevoelig beton en thermische isolatie door overdikte beton
3. Afspat**on**gevoelig beton en thermische isolatie door hittewerende bekleding

KWA





Filosofie brandbescherming tunnels RWS (6)

Afspatongevoeligheid aantonen via mengseleisen in ROBK 6, later ROK

Temperatuureisen:

- Constructieve wapening $< 250^{\circ} \text{C}$
- Constructieve beton $< 380^{\circ} \text{C}$
- Beton mag niet afspatten

Bij brand cf. RWS brandcurve gedurende 1 of 2 uur



Waarom onderzoek naar afspatten?

- Geluiden uit de markt m.b.t. spatgedrag van zgn. “ROK beton”
- Validatie van RWS eisen i.h.k.v. aantoonbaarheid (BRAWAT test vs. testprotocol)
- Onderzoek en paper door Efectis m.b.v. spatgedrag van “ROK beton”



Testprogramma

- Tijdlijn:
 - Eind 2016: vervaardiging proefstukken
 - 3 mengsels
 - Maart 2017: eerste serie brandproeven
 - 3 mengsels x 2 proeven = 6 proeven
 - Augustus 2017: 2 brandproeven herstelmaatregel
 - December 2017: 2 brandproeven kaal beton 1 jaar oud.





Resultaten testen

- 1e serie proeven na 3 maanden: afspatten
- Tussentijds: 2 proeven met HWB => OK
- 2e serie na 12 maanden:
gelijk aan 3 maanden



Figuur 1: afspatgevoelig beton. Links voor brandproef, rechts na brandproef



Wat is concreet het probleem?

- Recept afspat**on**gevoelig beton gebaseerd op 'standaard tunnelbeton' (o.a. 2de Benelux-tunnel)
- Recept is in 2000 getest, bleek niet af te spatten en is vervolgens toegestaan in onze normen (ROBK → ROK, vandaar: ROK-beton).
- Herhaling proef 2017: ROK-beton spat **wel** en **doorgaand** af.
- Recente Rijks-tunnels vaak op ROK-beton gebaseerd.



Aanpak: hoe verder?

- Brandwerendheid tunnels tot 2000 => BRAWAT onderzoek
- Tunnels 2000 – 2008 => vervolgonderzoek
- Tunnels 2000 – 2017 & lopend werk => eerst aanpakken
 - KWA tunnel
 - Ketheltunnel
 - Salland-Twente tunnel
 - 2e Coentunnel
 - Maar ook: A9GDW, RLR, ARZ, ZAD.



Aanpak: hoe verder (2)?

- Nieuwe tunnels:
 - Laboratoriumproeven
 - Aantonen testbeton vs. toegepast
- Bestaande tunnels:
 - Mobiele oven proeven
- Kleine branden onderzoek
- Beton onderzoek





Waar staan we nu?

- Beton binnen ROK “familie” vertoont afspatten
 - Veel getest sinds begin 2018
 - Niet alle data zijn openbaar
- KWA: mobiele oven testen (deze en volgende week)
- Drie overige tunnels 2008-2017 volgen



De dag van vandaag

- Tipje van de sluier, maar met een reden
- Mochten er nog vragen zijn, dan hoor ik die graag.
- Dank voor uw aandacht!

bart.hendrix@rws.nl