Welkom bij het

KPT

KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Onze taken

1.

2.

3.

KPT

KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

1. Bibliotheek - website
2. Helpdesk - Q&A
3. Inventarisatie
4. **Kennis delen**
5. Publieks-communicatie

4.

5.

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Uitdagingen tunnelvluchtdeuren

Inhoudsopgave

- Uitdagingen tunnelvluchtdeuren
- De Rijkswaterstaat-brandcurve
- Welke deurtypen zijn er
- Welke zaken maken een tunneldeur specifiek
- Gaat dan alles goed in de praktijk?
- Wat is de praktijk in onderhoud
- De tunneldeur van de toekomst

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Uitdagingen tunnelvluchtdeuren

- Belangrijkste eisen:
  - RWS-brandcurve, 1 uur vlamdichtheid en temperatuur (EI^2-60)*
  - RWS-brandcurve, 2 uur vlamdichtheid en warmtestraling (EW)*
  - Openingskracht <100 N
  - Sluittijd <15 seconden
  - Luchtdichtheid
  - Rookdichtheid (200 gr)
  - Jaarlijks aantonen van openingskracht en sluittijd.
  - Elke 100 mtr
  - Bij geboorde tunnels elke 250 mtr een dwarsverbinding

* beiden met 50 Pa overduk in het fornuis

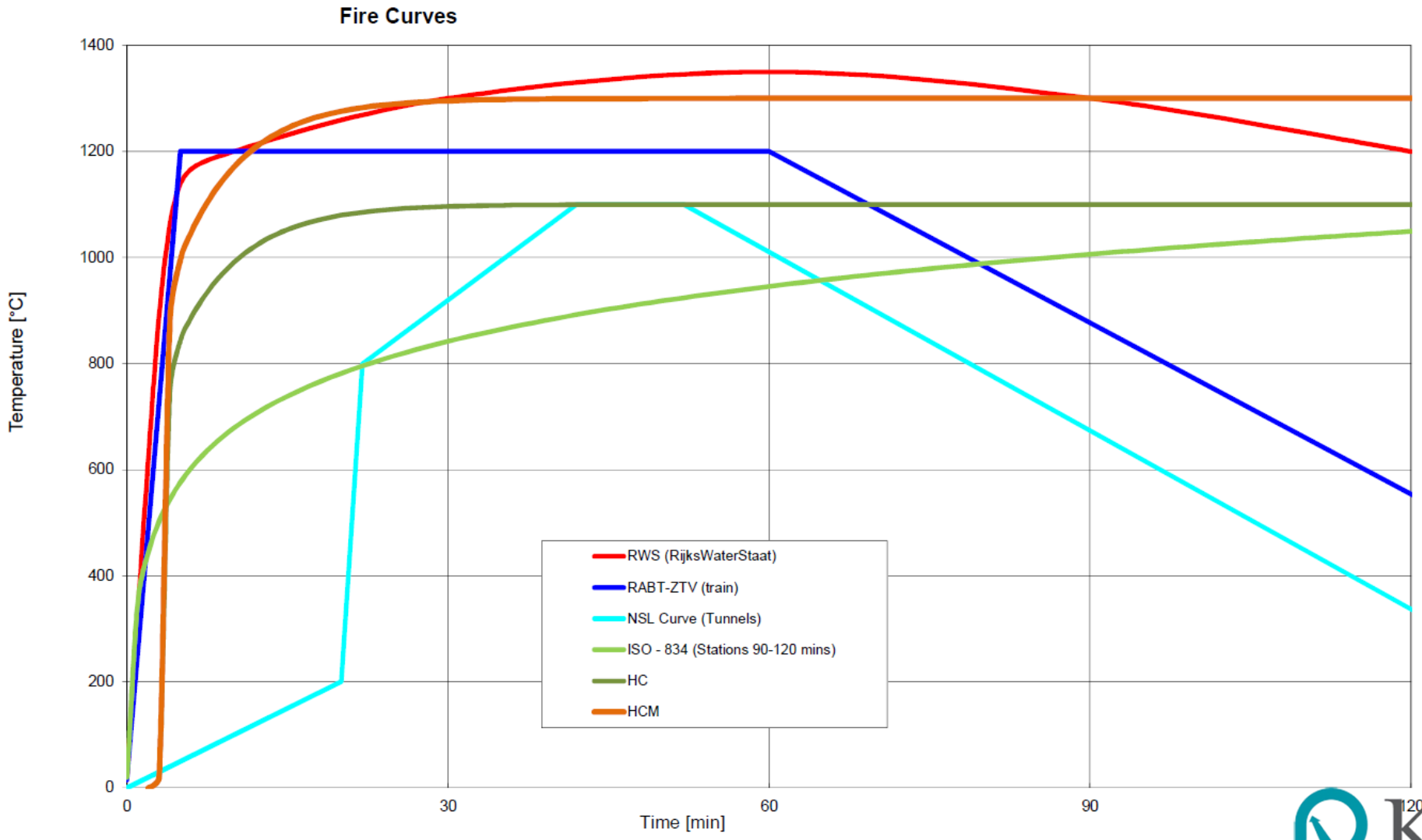
KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

De RWS-brandcurve

- Rijkswaterstaat-brandcurve
  - Herkomst
  - Wat is er zo bijzonder aan?
  - Wat betekent dit voor de deuren?
  - Hoe doen andere landen dit?
  - Brandtest
    - éénzijdig
    - tweezijdig

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

De RWS-brandcurve



KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

De RWS-brandcurve

- Vergelijk met ISO 834
- Verschillen met RWS curve:
  - 524 graden na 5 minuten
  - 522 graden na 10 minuten
  - 458 graden na 30 minuten

Tijd (min)	ISO 834 Temp (°C)	RWS Temp (°C)	Verschil (%)
0	20	20	0%
5	~576	~1100	~91%
10	~678	~1200	~77%
30	~842	~1300	~54%
60	~945	~1350	~43%
120	~1050	~1350	~29%

- Totale brandbelasting is factor 4!

Kenmerk	ISO 834	RWS (Rijkswaterstaat)	Verschil (%)
Temperatuur (na 10 min)	~678°C	~1200°C	+77%
Temperatuur (na 60 min)	~945°C	~1350°C	+43%
Max. Temperatuur	~1050°C	~1350°C	+29%
Brandbelasting	~800 MJ/m²	~4000 MJ/m²	+400%
Piekvermogen	~2 MW	~250 MW	+12.400%

- Smeltpunt van staal ligt tussen 1371°C tot 1540°C!

KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

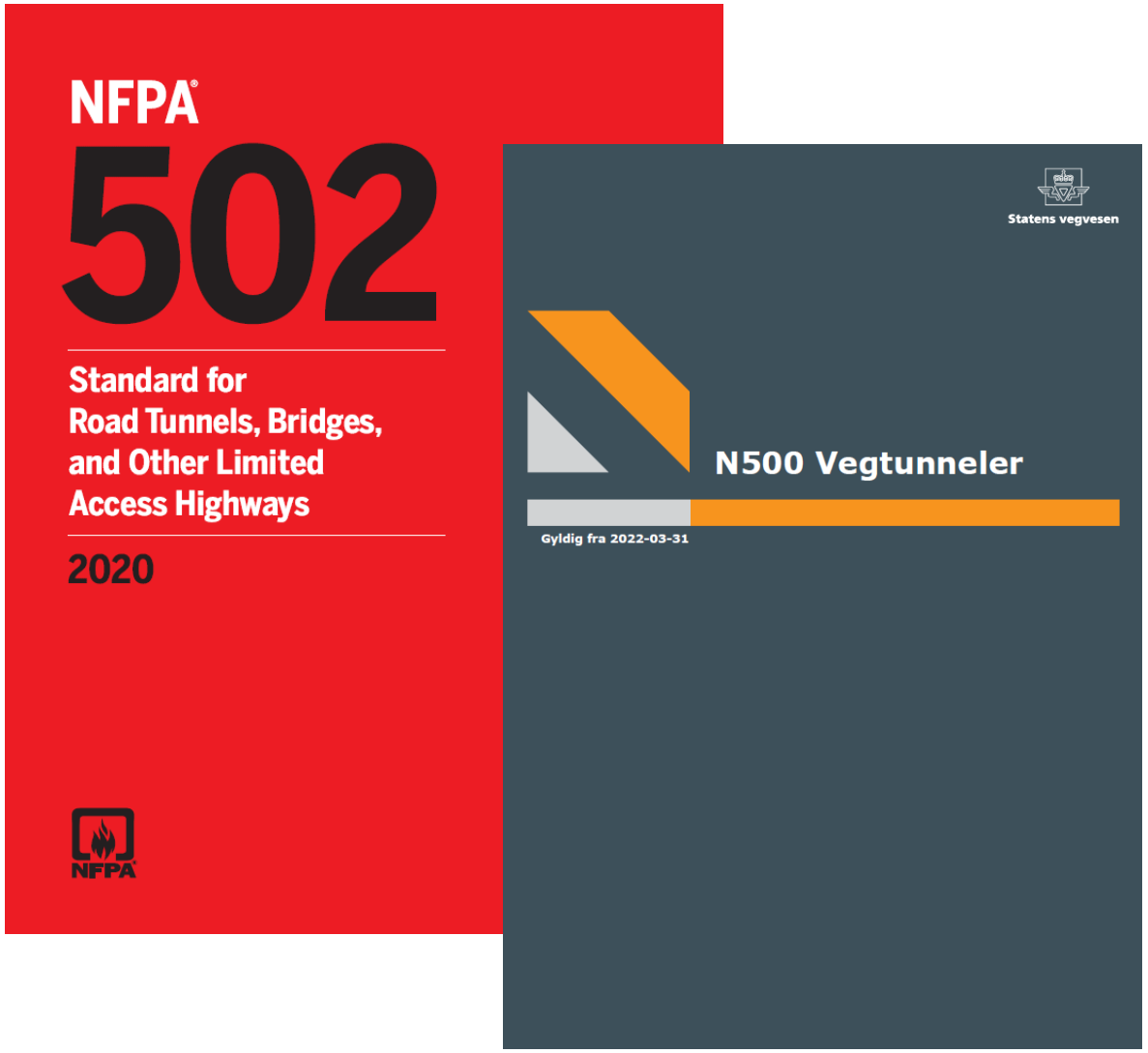
De RWS-brandcurve

- Wat betekent dit voor de deuren?
  - Extreem brandwerend
  - Afdichtingen spelen een grote rol
    - Luchtdichting
    - Rookdichting
    - Branddichting
  - Desondanks eenvoudig bedienbaar

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID
G21
Tunnel Door©
by InterDam

De RWS-brandcurve

- Hoe doen andere landen dit
  - Noord Amerika: NFPA 502
  - Noorwegen: N500
  - In beide wordt RWS-curve genoemd
  - Verder wereldwijd veel verschillen, zelfs in Europa



KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

De RWS Brandcurve

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

G21
Tunnel Door©
by InterDam

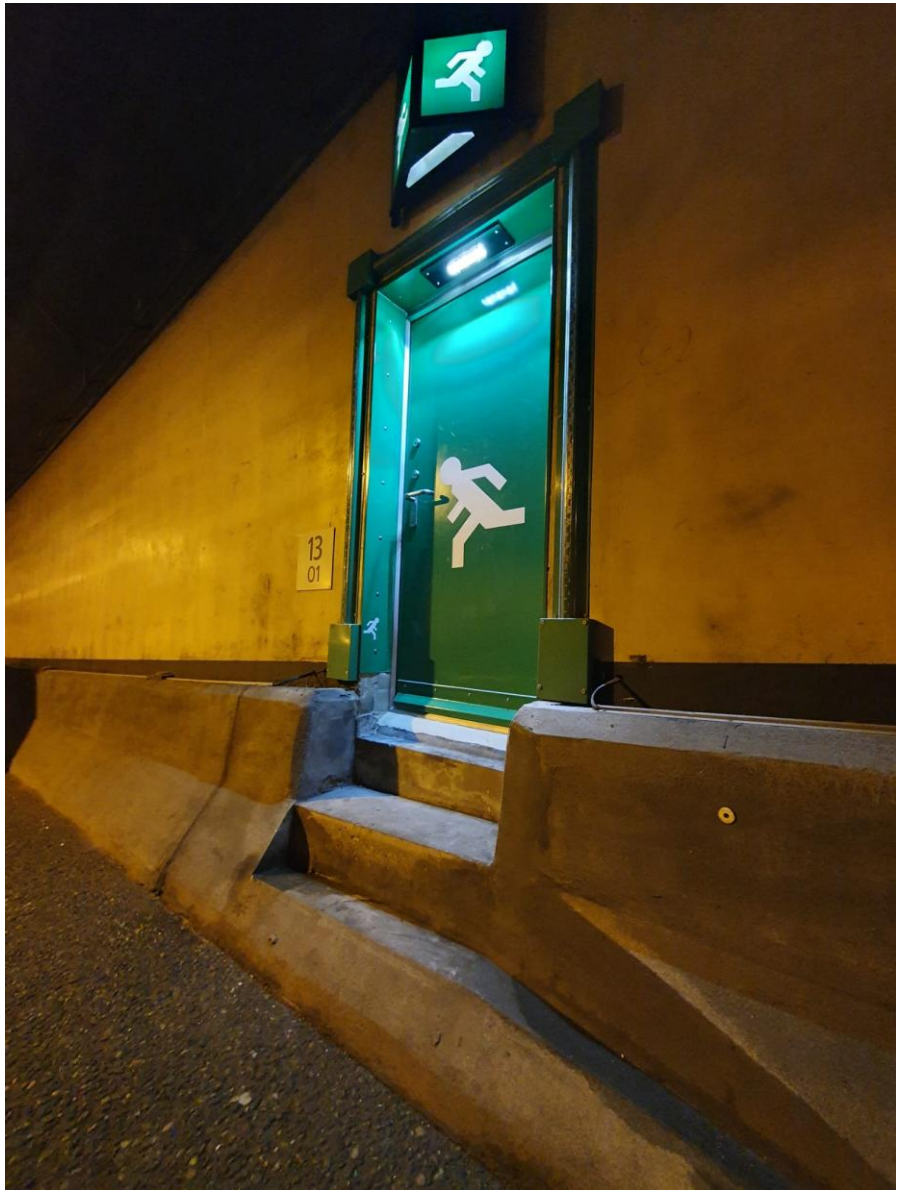
De RWS Brandcurve

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Welke deurtypen zijn er?

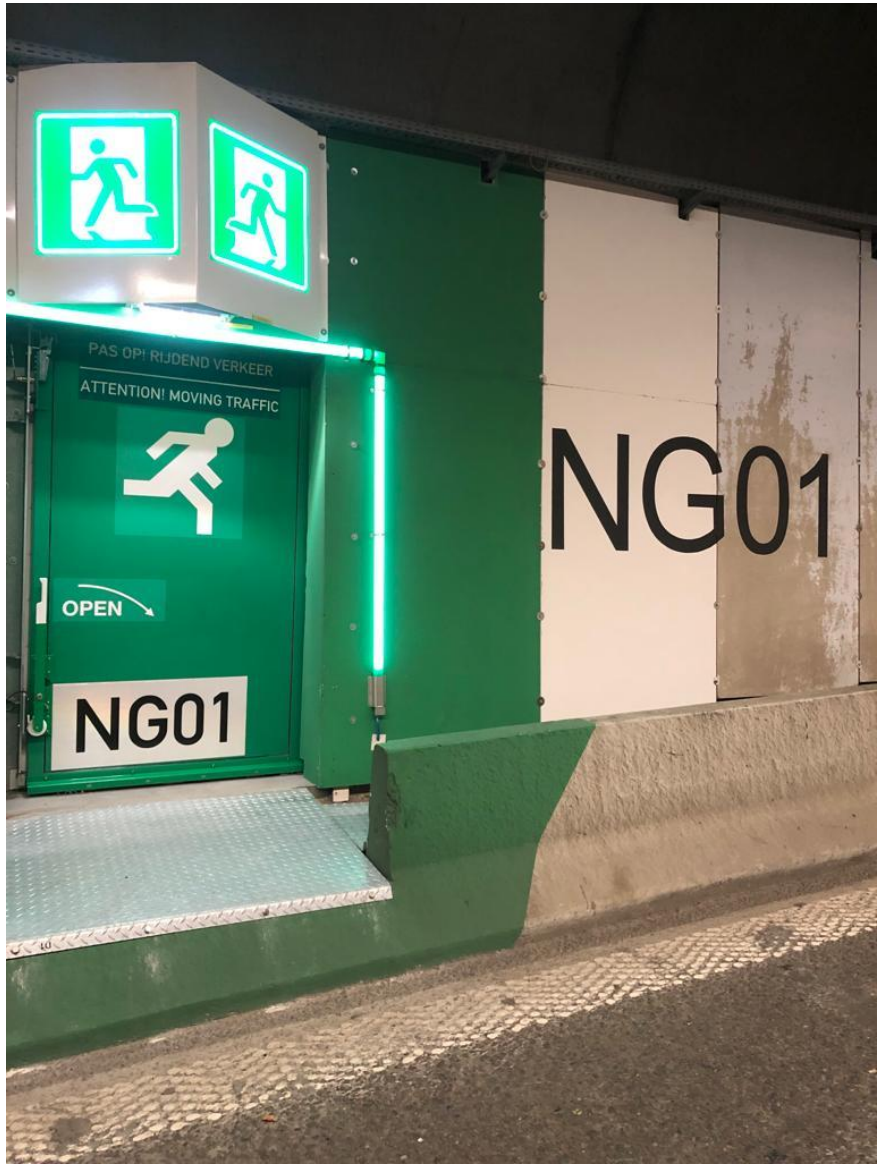
- Verschillende deurtypen:
  - Schuifdeuren
  - Scharnierende deuren enkelvleugelig
  - Scharnierende deuren dubbelvleugelig

- In middentunnelkanaal
- Aan de rijbaanzijde
- Als deur in scheidingswand



KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID
G21
Tunnel Door©
by InterDam

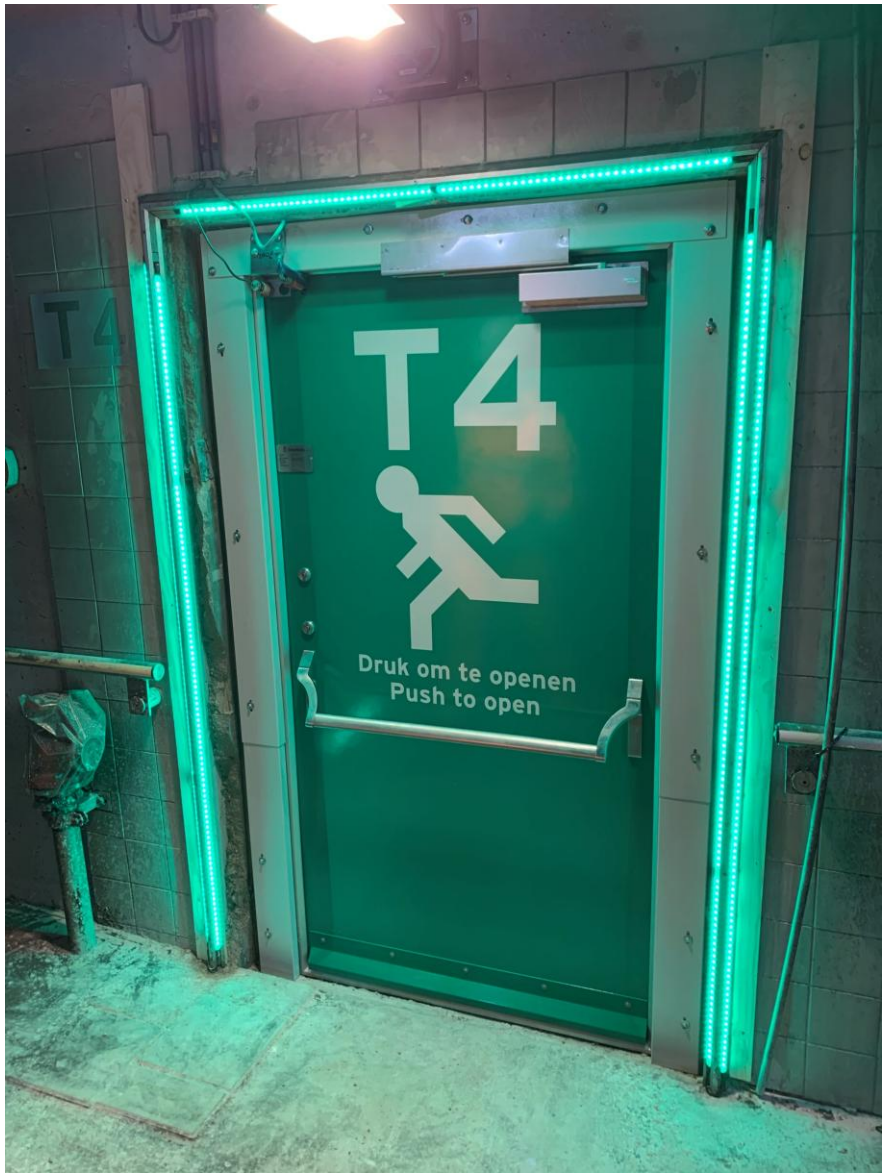
Welke deurtypen zijn er?



- Schuifdeuren:
  - Minder gevoelig voor over/onderdruk
  - Groter deurblad om betonopening te overlappen, dus zwaarder
  - Voorkeur van Rijkswaterstaat en Agentschap Wegen en Verkeer
  - Meeste regelgeving is hierop toegespitst (bijv. generiek testprotocol)

KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Welke deurtypen zijn er?



- Scharnierende deuren:
  - Lastiger om brandwerendheidseisen te halen
  - Gevoeliger voor drukverschillen
  - RWS-testprotocol voorziet er niet in
  - Openingskrachten t.g.v. overdruk!
  - Door overdruk ook uitdagingen bij het sluiten

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Welke zaken maken een tunneldeur specifiek?

- De eisenset (zie eerdere slide)
- De omgeving
  - Buitenlucht, pekel, uitlaatgassen, remstof, vervuiling, etc.
- Het gebruik
  - De deur gaat zelden open, in geval van calamiteit moet hij wel functioneren
- De rol die hij vervult
  - Dezelfde als de wand tussen rijbaan en MTK of zelfs als deur in tussenwand (brandwerendheid) = statisch
  - Vluchtfunctie; hij moet openen bij calamiteit = dynamisch

KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Gaat dan alles goed in de praktijk?

- Nee

- Heinenoordtunnel oplevering uitgelicht
- Piet Heintunnel oplevering uitgelicht

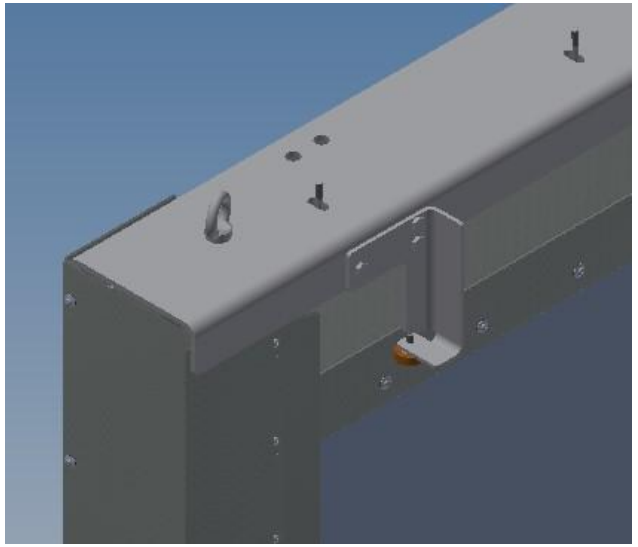
KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

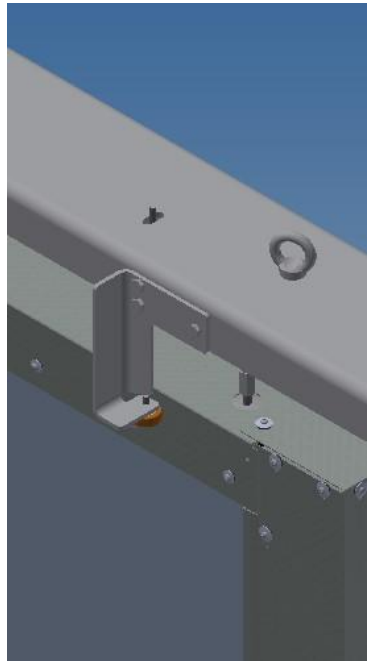
Heinenoordtunnel uitgelicht

- Schuifdeuren
- 2 types (in MTK en aan rijbaanzijde)
- Nieuw ontwikkeld type met frame/kozijn
- Minder afhankelijk van de vlakheid van betonwand (wens RWS)
- Vanzelfsprekend voldoend aan de gestelde eisen
- Tijdens oplevering (overdruk situatie) beweging van het deurblad
- Daardoor extra geleiding van het deurblad benodigd
- Nog voor oplevering is het ontwikkeld, geproduceerd en geïnstalleerd.
- Uiteindelijk kon toch op tijd worden opgeleverd
- De extra geleiding is in het huidige ontwerp standaard meegenomen

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Heinenoordtunnel uitgelicht





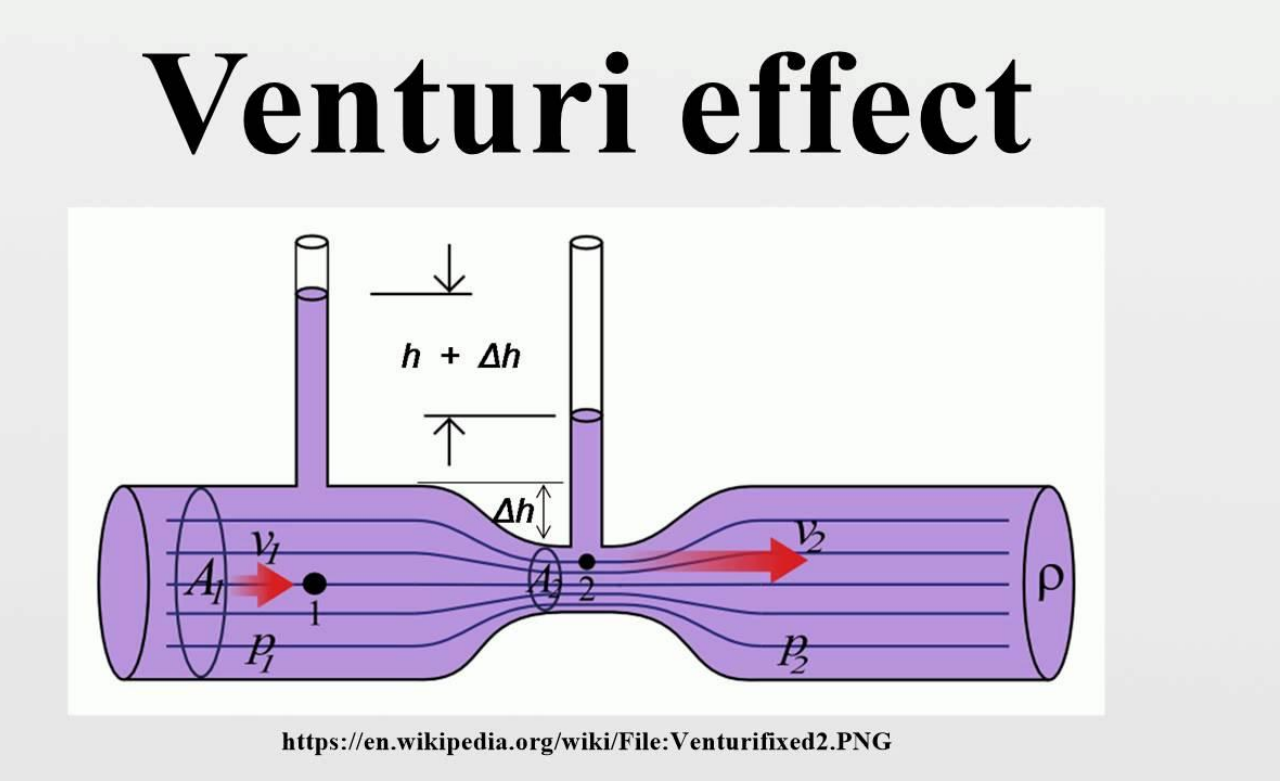
KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Piet Heintunnel uitgelicht

- Scharnierende deuren
- 400Pa overdruk ontwerpeis
- Overige Eisen conform RWS eisen
- Ontwerp:
- Zware scharnierende deur met openingsmotor
- Dranger om deur te laten sluiten
- Bij oplevering bleek de deur goed te openen
- Sluiten was een gevaar voor de vluchter; de overdruk werkte mee met dichtdrukken
- Na analyse en extra engineering is een rempomp op de deuren gemonteerd
- Motor, dranger en rempomp resulteren in een kritisch en gevoelig samenspel
- Bij ingeschakelde tunnelventilatie werkt dan ook de tunnelconfiguratie niet mee.

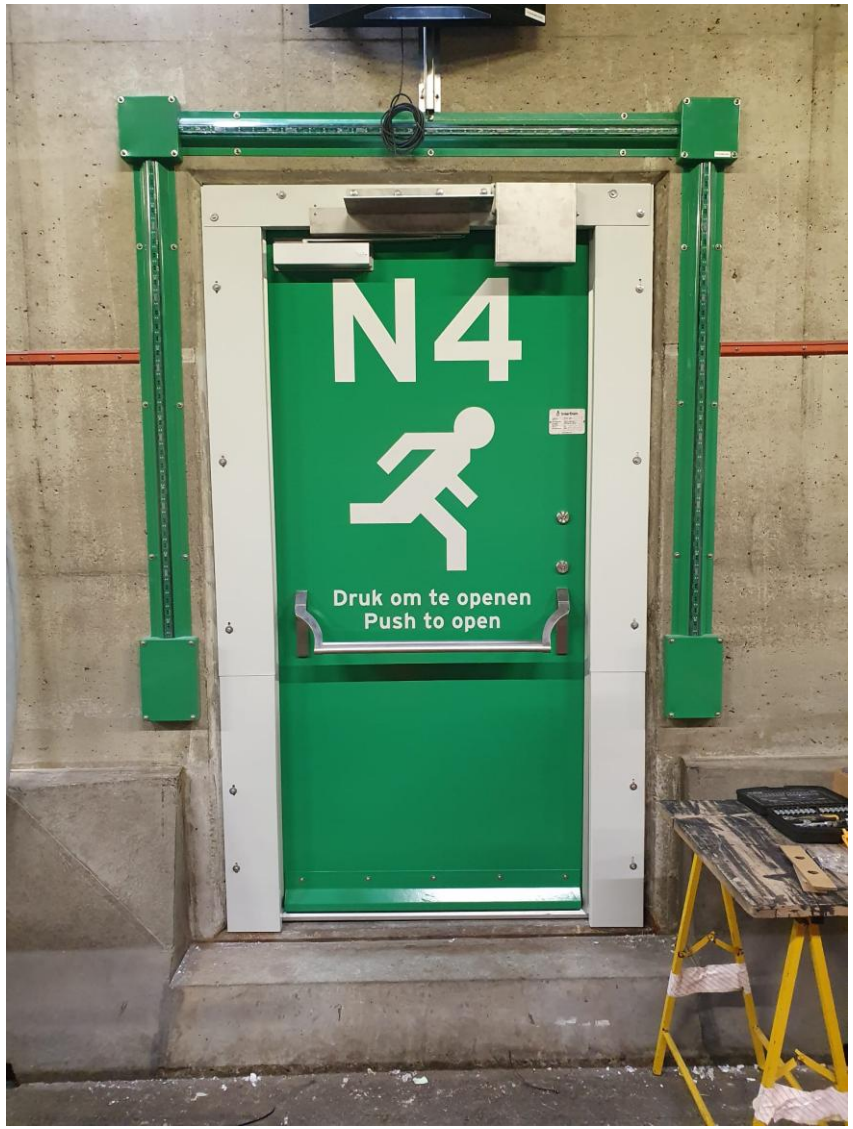
KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Piet Heintunnel uitgelicht



KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID
G21

Piet Heintunnel uitgelicht



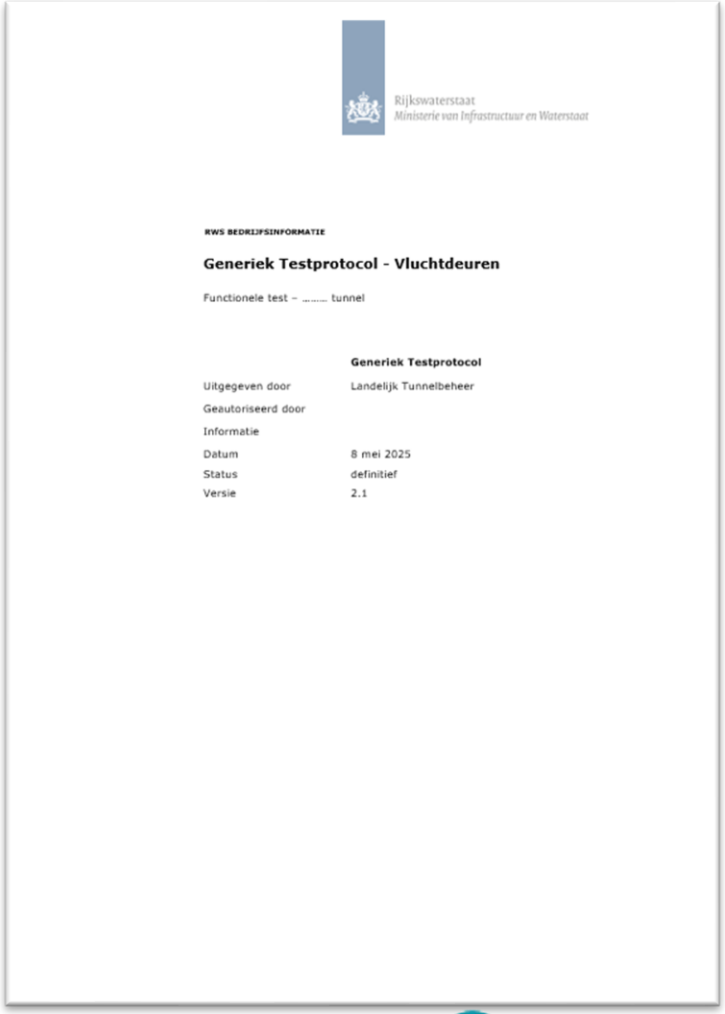
KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Wat is de praktijk in onderhoud?

- Geen harde eisen aan onderhoud
  - Er is geen standaard, slechts functionele eisen
  - Soms de civiele aannemer leidend, soms installatieaannemer
  - 1, 2, 3 of 4 keer per jaar onderhoud, komt allemaal voor
  - Onvoldoende expertise bij (hoofd)aannemers
  - Degradatie van secundaire items krijgt onvoldoende aandacht
    - Corrosie, stickers, etc.
  - RWS Generiek testprotocol alleen gebruikseisen >> Onderhoudsprotocol??
- Degradatie >> eerder renoveren noodzakelijk
- Vaak ad-hoc in plaats van structureel

KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Wat is de praktijk in onderhoud



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS BEDRIJFSINFORMATIE

Generiek Testprotocol - Vluchtdeuren

Functionele test – ..... tunnel

	Generiek Testprotocol
Uitgegeven door	Landelijk Tunnelbeheer
Geautoriseerd door	
Informatie	
Datum	8 mei 2025
Status	definitief
Versie	2.1

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

G21 Tunnel Door© by InterDam

Tunneldeur van de toekomst

- Beinvloedingsfactoren:
  - Invloed elektrificatie wagenpark?
  - Invloed waterstof/LNG/CNG in wagenpark?

- Toekomstige ontwikkelingen:
  - Alternatieve manieren van openen?
  - Toepassing composiet materiaal?
  - Toepassing magneetrail in schuifdeuren?
  - Electrische bediening?
  - …….

KPT KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Tunneldeur van de toekomst

Als we Chat GPT vragen:

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

Bedankt voor de aandacht

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID

KPT
KENNISPLATFORM TUNNELVEILIGHEID