



Parallele sessies deel 2

Tunnel klimaatproof

Gioffry Maduro

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT

donderdag 25 januari 2024



Programma

1. **Intro** door Gioffry met een voorstelronde van de sprekers (5 minuten)
2. **Toelichting** onderzoek 'Tunnel in dienst van de omgeving' door Steven (10 minuten)
3. Uiteenzetting '**toekomstige uitdaging** Nederland' door Mike (10 minuten)
4. Onderzoek klimaatverandering m.b.t. tunnels een **huidige uitdaging**. Hebben onze pompen, leidingen en kelders voldoende capaciteit? door Rik (10 minuten)
5. Interactief deel waar we 10min **vragen** beantwoorden & 10min **mentimeter (interactief)** over de rol die het COB daarin kan/moet hebben. (20 minuten)
6. **Wrap up** door Steven met een vooruitblik wat we dit jaar gaan doen. (5 minuten)

Tunneldag 25 JANUARI 2024



dinsdag 8 november 2022



dienst van

Tunnel in de omgeving

Steven Kruijf

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT

donderdag 25 januari 2024



Leefbaarheid en veerkracht onder druk

Door functies ondergronds te brengen, blijft er bovengronds ruimte over voor andere doeleinden. Belangrijk voor [meervoudig ruimtegebruik](#) in Nederland en Vlaanderen.

Al sinds 2014 ziet het COB deze samenhang en de noodzaak om ruimte integraal te benaderen. Ondergronds ruimtegebruik kan een essentiële bijdrage leveren aan een [mooi, leefbaar en duurzaam](#) Nederland.

Begin 2023 heeft het COB binnen de ontwikkellijn Duurzaamheid drie werkpakketten opgesteld: Energietransitie, Circulariteit en [Tunnels in de omgeving](#).

Tunneldag

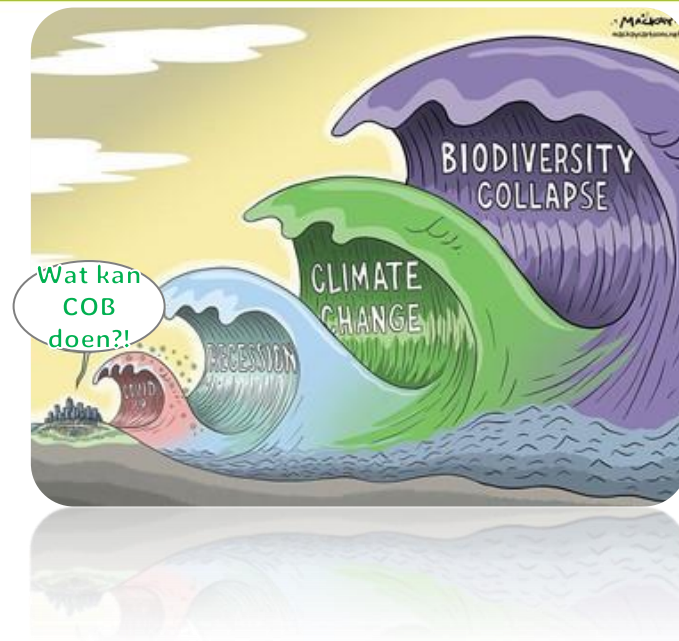
25 JANUARI 2024



dinsdag 8 november 2022

Doelstellingen: Ontwikkellijn Duurzaamheid COB

1. In 2030 zijn gerenoveerde en nieuw gebouwde tunnels **energie neutraal** en is beheer van tunnels gericht op het verlagen van energiegebruik door transitie.
2. In 2030 is bij gerenoveerde tunnels ingezet op zoveel mogelijk hergebruik, zijn nieuwbouwtunnels toekomstbestendig en volledig herbruikbaar en is beheer van tunnels **volledig circulair**, met als doel om in 2030 nog maar de helft primaire bouwstoffen te gebruiken en de milieubelasting te verlagen.
3. In 2030 bieden tunnels aantoonbaar oplossingen voor een **klimaatbestendige en waterrobuuste** inrichting. Door het juiste evenwicht tussen klimaatadaptatie en biodiversiteit zijn tunnels passend in hun omgeving.



Tunneldag

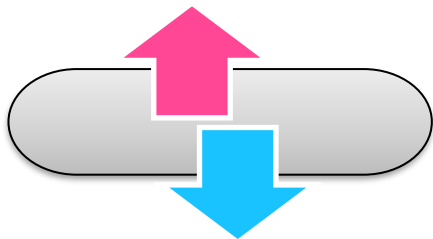
25 JANUARI 2024



In een haalbaarheidsonderzoek is bepaald welke meerwaarde (op D3) het COB kan bieden samen met haar netwerk.

Aantoonbare meerwaarde van tunnels (NU)

Primaire functies
Bereikbaarheid + Doorstroming



Secundaire functies
Flora en fauna + Waterkering +
Wonen + Ruimtegebruik + Landschap + Verbinding

Potentie van tunnels in dienst van de omgeving (Ecosysteemdiensten):



Tunneldag

25 JANUARI 2024

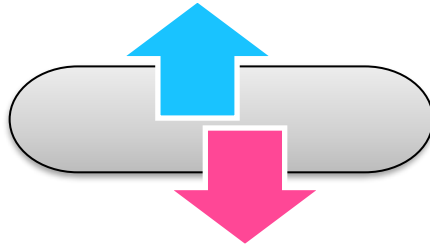


Bijv. Lantis (Oosterweel) of Zuidasdok.

Aantoonbare meerwaarde van tunnels (LATER)

Primaire functies

Flora en fauna + Waterkering +
Wonen + Ruimtegebruik + Landschap + Verbinding



Secundaire functies

Bereikbaarheid + Doorstroming

Potentie van tunnels in dienst van de omgeving (Ecosysteemdiensten):



Bron: PBL, RIVM, WUR, CICES 2014

Tunneldag

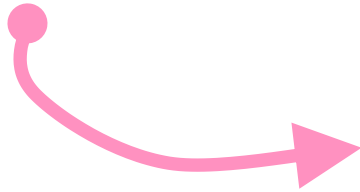
25 JANUARI 2024



Bijv. Lantis (Oosterweel) of Zuidasdok.

Ontwikkelingen op tunnelgebied

- **Klimaatverandering:** Het belang van klimaatadaptatie **maakt secundaire functies** van het tunnelnetwerk op dit gebied **belangrijker**.
- **Waterveiligheid:** Nederland moet in 2050 **klimaatbestendig en waterrobuust** zijn. Het tunnelnetwerk kan een belangrijke rol vervullen in de waterveiligheid van Nederland en Vlaanderen.



Tunnels in dienst van de omgeving

Tunneldag

25 JANUARI 2024



De rol van het COB



- *Het COB als verbinder*, Meerdere partijen hebben kennis en het COB verbindt binnen en buiten haar netwerk
- *Het COB als techneut*, Door dicht bij techniek te blijven gebruikt het COB dat om invulling te geven aan omgevingsvraagstukken.
- *Het COB als informant*, Het COB zet haar assortiment aan creatieve methodes in om bestaand onderzoek te delen met de markt.
- *Het COB als visionair*, Techniek is ondergeschikt maar is een middel. Samen met kennisdragers ontwikkelt het COB een visie op een geïntegreerd klimaatadaptief en waterrobuust Nederland.

Tunneldag

25 JANUARI 2024



De verwachting is dat het COB komende periode haar samenwerkingen met andere organisaties uitbreid en de beschikbare (technische) tunnelkennis gebruikt om samen antwoorden te geven op maatschappelijke omgevingsvraagstukken.



Tunneldag 25 januari 2024

Toekomstige uitdagingen

voor tunnels als gevolg van klimaatverandering

(Mike Woning – Deltares)

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT



Klimaatverandering

Vier scenario's voor klimaatverandering in Nederland rond 2100



- Nattere winters
- Heftigere (zomerse) buien
- Toename droogte

Tunneldag 25 JANUARI 2024

25 januari 2024

Nattere winters

Veel regen over lange tijd (groot volume i.t.t. hoge piek)

- Waterafvoer vanuit polders & boezems onder druk
 - RWS Casestudie 'Grootschalige Wateroverlast in Zuid-Holland' – vgl bui juli 2021 'Limburg'
 - Afhankelijk van regio: potentiële overbelasting van regionaal watersysteem

Toestroom water vanuit de omgeving naar de tunnels → onvoldoende afvoer-/bergingscapaciteit tunnel/ verdiepte ligging

- Pompcapaciteit vanuit de tunnels is in principe voldoende groot om direct regenwater af te voeren tenzij de putten slecht onderhouden zijn
- Pompcapaciteit kan onvoldoende zijn om additioneel regenwater uit omgeving weg te pompen

Tunneldag

25 JANUARI 2024



25 januari 2024

Nattere winters

Veel regen over lange tijd

➤ Afhankelijk van regio: verhoging grondwaterstand

Bij constructieve gebreken: **opdrijven van tunnels en verdiepte liggingen**

- Denk aan bijv. Vlakte tunnel & Margriet tunnel
 - NB de ondervonden problemen waren niet het gevolg van klimaatverandering maar kwamen (waarschijnlijk) door corrosie trekankers
 - Klimaatverandering kan dit fenomeen wel verergeren

Tunneldag

25 JANUARI 2024



25 januari 2024

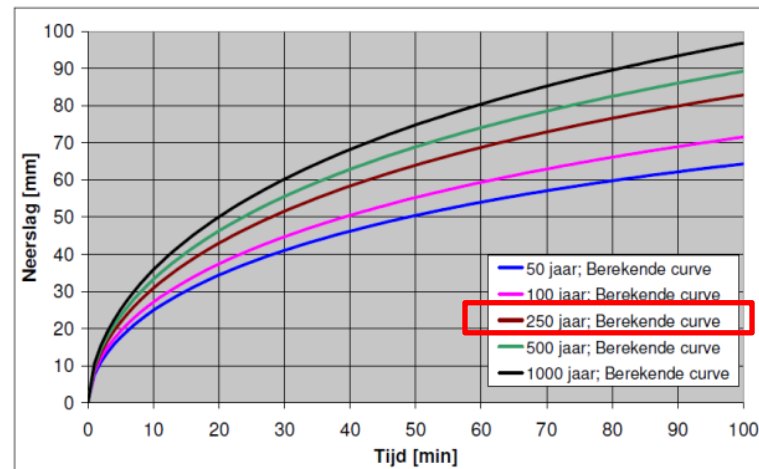
Heftigere zomerse buien

Hoge piekafvoer

- Ontwerpeisen voor afvoer in tunnels HWN (2021):
 - ... maar deze buien worden heftiger!

Onvoldoende pomp- en/ of bergingscapaciteit in tunnel a.g.v. verouderde ontwerpeisen

- Huidige tunnels zijn ontworpen o.b.v. verouderde ontwerp bui intensiteit
 - 'nieuwe' 1:250 jaar bui mogelijk heviger dan nu in ontwerpeisen
- Probleem wordt verergerd door slecht onderhouden putten
 - dit is in de huidige situatie soms al een uitdaging



'extreme neerslagcurven voor 21^e eeuw' – uit 'Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem' (29 januari 2021)

Tunneldag

25 JANUARI 2024

25 januari 2024



Toename droogte

Langdurige droogte komt vaker voor

➤ Veel tunnels hebben last van lekkage → water bezwaar, pomp energie

Door droogte kunnen de **effecten van lekkage worden verergerd rondom de tunnel/ verdiepte ligging:**

- Droogte schade in de landbouw en natuur
- meer inklinking & oxidatie van veen
- Verzilting/ droogteschade landbouw
- Schade funderingen/ leidingen

Tunneldag 25 JANUARI 2024



25 januari 2024

Samenvatting

Door klimaatverandering kan potentieel de volgende gevolgen hebben voor tunnels en verdiepte liggingen:

- **onvoldoende afvoer- en bergingscapaciteit tunnel/ verdiepte ligging a.g.v. toestroom vanuit de omgeving**
- **onvoldoende afvoer- en bergingscapaciteit tunnel/ verdiepte ligging a.g.v. verouderde ontwerpeisen**
 - speelt nu al indien putten slecht worden onderhouden
- **Eerder opdrijven van tunnels en verdiepte liggingen a.g.v. constructieve gebreken**
- **Verergeren effecten droogte a.g.v. lekkage**

Tunneldag

25 JANUARI 2024



25 januari 2024



Hebben onze pompen, leidingen en kelders nog voldoende capaciteit?

Door: Rik Savelkouls

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT

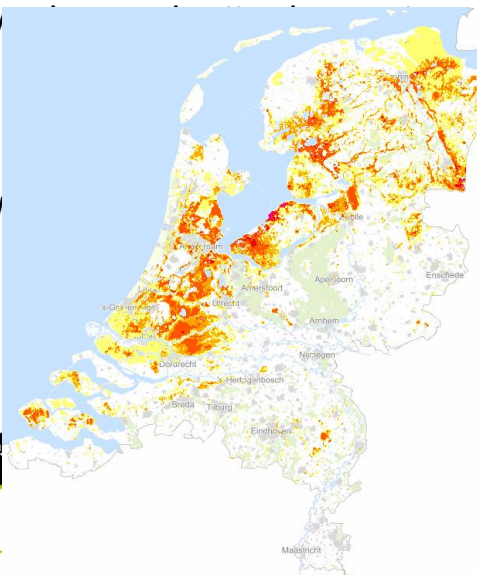


Hebben onze pompen, leidingen en kelders nog voldoende capaciteit?

- Effect van klimaatverandering
 - Bodemdaling
 - Intensere buien

• Voldoende klimaatcapaciteit?

• Voldoende capaciteit?
? accepteren



kennisCentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik

Naam	(Rijks)weg	Gemeente	Jaar van openstelling
Velsertunnel	A22	Velsen	1957
Coentunnel	A10	Amsterdam	1966/2013
Schieholtunnel	A4	Haarlemmermeer	1966
Beneluxtunnel	A4	Schiedam/Rotterdam	1967
Heinenoordtunnel	A29	Barendrecht/Binnenmaas	1969
Vlaketunnel	A58	Reimerswaal/Kapelle	1975
Drechtunnel	A16	Dordrecht/Zwijndrecht	1977
Botlekentunnel	A15	Rotterdam	1980
Zeeburgertunnel	A10	Amsterdam	1990
Noordtunnel	A15	Alblasserdam/Hendrik-Ido-Ambacht	1991
Wijkertunnel	A9	Beverwijk/Velsen	1996
Sijwendetunnel	N14	Leidschendam-Voorburg	2003
Thomassentunnel	A15	Rotterdam	2004
Tunnel Swalmen	A73	Roermond	2008
Roertunnel	A73	Roermond	2008
Leidsche Rijntunnel	A2	Utrecht	2011
Salland Twentetunnel	N35	Hellendoorn	2015
Ketheltunnel	A4	Schiedam	2015
Koning Willem-Alexandertunnel	A2/N2	Maastricht	2016
Gaasperdammertunnel	A9	Amsterdam	2020

Wat is 'voldoende capaciteit'?

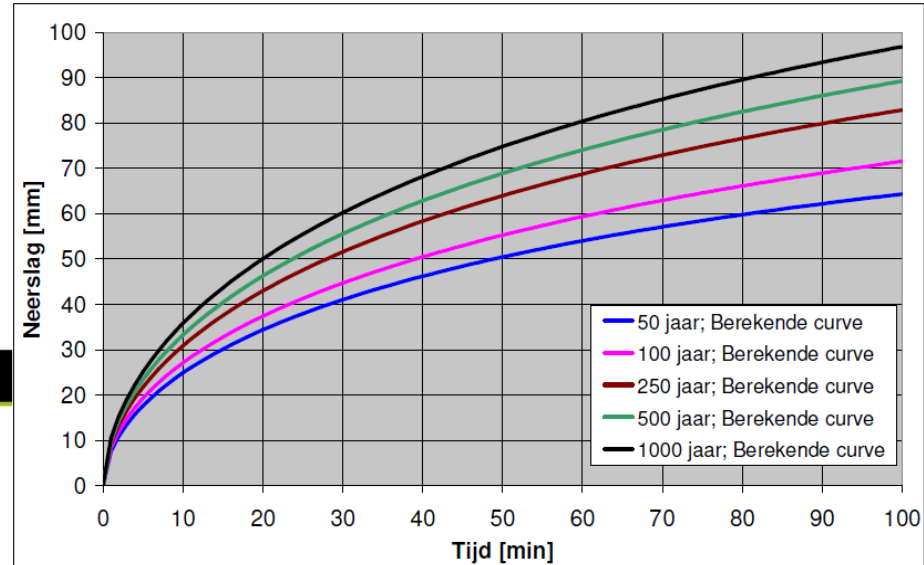
- Wetgeving en standaarden bieden een antwoord:
 - Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels:
 - » Bijlage 4, Artikel 35.17
 - Landelijke Tunnelstandaard:
 - » BSTTI#3159

Tunneldag 25 JANUARI 2024



Wat is 'voldoende capaciteit'?

De benodigde pompcapaciteit dient, in samenhang met de bergingscapaciteit van de vloeistofkelders en de gebruikte regeling van de pompen, te kunnen voorkomen dat de vloeistofkelders overstromen in het geval dat er een maatgevende regenbui plaatsvindt, met een overschrijdingsfrequentie van één keer per 250 jaar conform het diagram "Extreme neerslagcurves voor de 21ste eeuw":

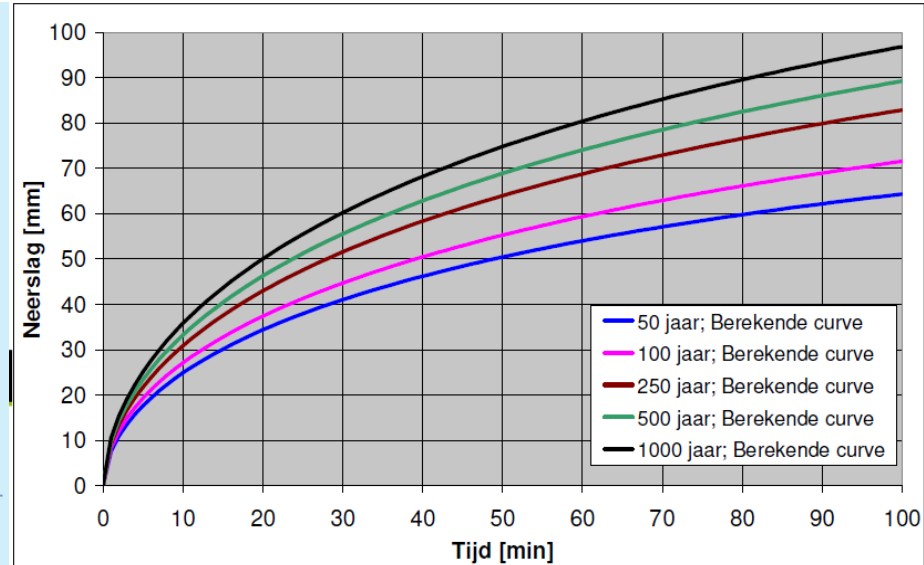
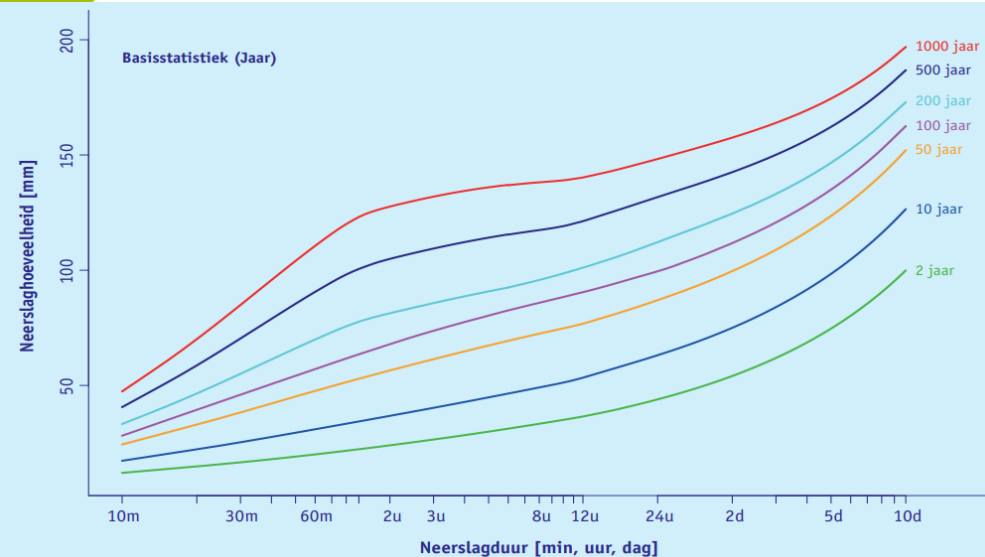


Tunneldag 25 JANUARI 2024



Wat is 'voldoende capaciteit'?

- “Extreme neerslagcurves voor de 21^{ste} eeuw”
 - Neerslagcurves uit 1933 vernieuwd op basis van recente neerslaggegevens
 - Klimaatscenario's van het KNMI meegenomen
 - » Toenamefactor van 17,5% toegepast op de berekende neerslagcurven
 - Uitgebracht in Oktober 2006



Wat is 'voldoende capaciteit'?

- Huidige eis:
 - Gericht op een bui van 1 keer in de 250 jaar
 - ~70 mm neerslag in 1 uur
- In context:
 - Dit is nu een bui van 1 keer in de 100 jaar
 - 1 keer in de 250 jaar:
 - » ~90 mm neerslag in 1 uur
 - » Bui kan significant langer duren

TABEL 6

KLIMAATSCEENARIO STATISTIEK VOOR HET SCENARIO 2050 UPPER VOOR HET JAAR; NEERSLAGHOEEVEELHEDEN (IN MM) BIJ VERSCHILLENDE NEERSLAGDUREN TUSSEN 10 MINUTEN EN 24 UUR

T [jaar]	Neerslagduur							
	10 min	30 min	60 min	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur	24 uur
0.5	9.8	12.7	15.2	18.6	22.4	26.4	28.8	34.1
1	12.3	16.3	19.7	23.7	28.2	33.0	35.9	41.7
2	14.8	20.1	24.3	29.0	34.2	39.8	43.1	50.1
5	18.3	25.7	31.2	37.2	43.4	49.9	53.6	62.5
10	21.2	30.7	37.5	44.6	51.7	58.8	62.8	72.9
20	24.6	36.6	45.2	53.6	61.7	69.5	73.7	84.4
25	25.8	38.8	47.9	56.8	65.3	73.4	77.6	88.4
50	30.0	46.4	57.8	68.6	78.3	87.0	91.3	101.4
100	34.8	55.6	69.9	83.0	94.2	103.5	107.6	115.8
200	40.5	66.7	84.8	98.6	107.2	114.1	117.2	131.6
250	42.5	70.8	90.3	104.9	113.5	120.2	123.0	137.0
500	49.5	85.3	110.0	127.3	135.7	141.3	143.1	154.9
1000	57.8	103.0	134.2	154.8	162.6	166.4	166.6	174.6

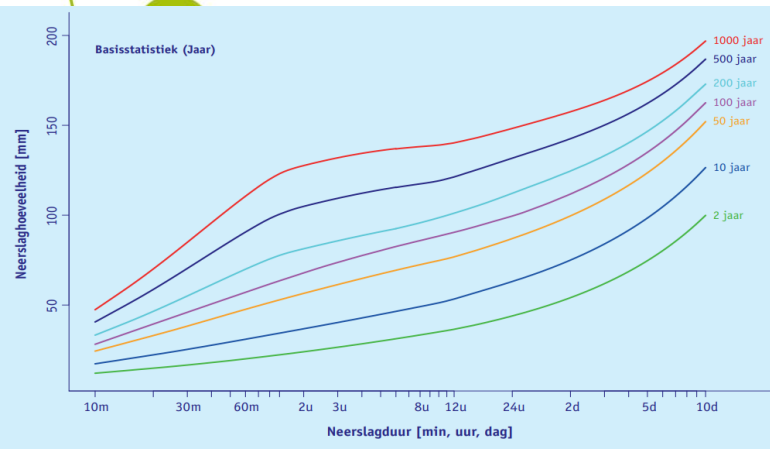
Tunneldag

25 JANUARI 2024

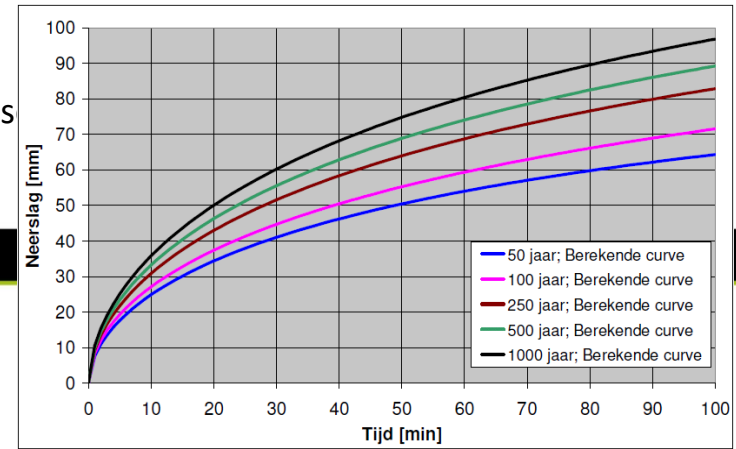


Wat is 'voldoende capaciteit'?

- Wat nu?
 - Eis bijstellen naar nieuwe curven met een bui van 1 keer in 250 jaar?
 - » Pompkelders/pompen van alle tunnels opschalen
 - » Alternatieve methoden van waterberging/-afvoer toepassen?
 - Eis bijstellen naar nieuwe curven met een bui van 1 keer in 100 jaar?
 - » Accepteren dat er vaker wateroverlast en tunnelsluitingen zullen zijn?
 - Eis houden zoals hij is?
 - » Accepteren dat er vaker wateroverlast en tunnelsluitingen zullen zijn?



orten kunstwerken met dit s



Hoe wordt er bij andere soorten kunstwerken met dit soort eisen omgegaan?

- Dijken hebben een uitgebreid systeem voor de maximaal acceptabele faalkans
 - Elk individueel dijktraject krijgt zijn eigen eis om aan te voldoen
 - Hier wordt rekening gehouden met:
 - » Lokaal Individueel risico
... Kans op overlijden
 - » Economisch risico
... Economische schade
 - » Groepsrisico
... Kans op overlijden
 - Tunnels worden afgeleid op basis van de kans op overlijden
 - Een tunnelafsluiting kan leiden tot economische gevolgen



Hoe wordt er bij andere soorten kunstwerken met dit soort eisen omgegaan?

- Differentiatie in eis voor ‘voldoende capaciteit’ per tunnel?
 - Elke (Rijks)tunnel heeft momenteel dezelfde eis
 - » Een bui van 1 keer in de 250 jaar op basis van “Extreme neerslagcurves voor de 21ste eeuw”
 - Bij dijken levert differentiatie veel op:
 - » Lagere kosten bij minder belangrijke dijken
 - » Een andere manier om naar waterveiligheid te kijken
 - » Specifieke bescherming van maatschappelijk belangrijke gebieden
- Wat zou differentiatie in de eis voor tunnels kunnen betekenen en hoe kan dit er uit zien?

Wat zou differentiatie in de eis voor tunnels kunnen betekenen en hoe kan dit er uit zien?

- Als eis kan een methodiek voorgeschreven worden met een 'maximaal toelaatbaar risico'
 - Bijvoorbeeld een maximaal toelaatbaar risico van €600,- per jaar
- Tunnels kunnen een lagere of een hogere eis krijgen dan ze nu hebben

	Lange omleiding	Middelende omleiding	Korte omleiding
<i>Veel verkeer</i>	Beneluxtunnel T=500	Coentunnel T=500	Drechtunnel T=50
<i>Middelende hoeveelheid verkeer</i>	Heinenoordtunnel T=250	Ketheltunnel T=100	Noordtunnel T=50
<i>Weinig verkeer</i>	Westerscheldetunnel T=200	IJtunnel T=50	Vlaketunnel T=50

Tunneldag 25 JANUARI 2024

Hebben onze pompen, leidingen en kelders nog voldoende capaciteit?

- De huidige definitie van 'voldoende capaciteit' is achterhaald
- Als we 'voldoende capaciteit' opnieuw willen definiëren, kunnen we inspiratie uit andere vakgebieden halen

Tunneldag 25 JANUARI 2024



Vragen?

10min

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT



Menti

2 vragen

Tunneldag · 25 JANUARI 2024 · COB, DELFT

