



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RBK(versie 1.2.1, 16-11-2022) Aanvullingen tunnels

Stufib 12-3-2025

Aaldert Zeilmaker

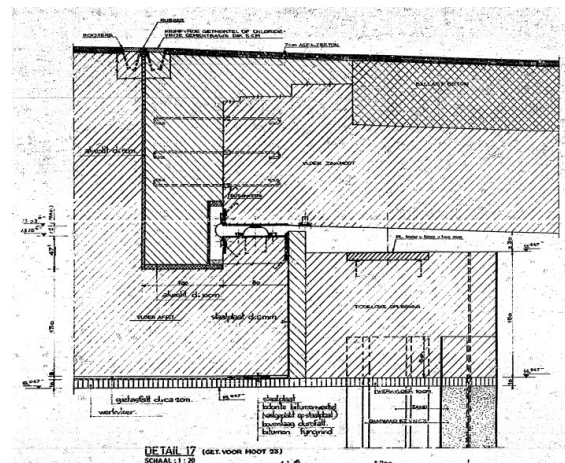
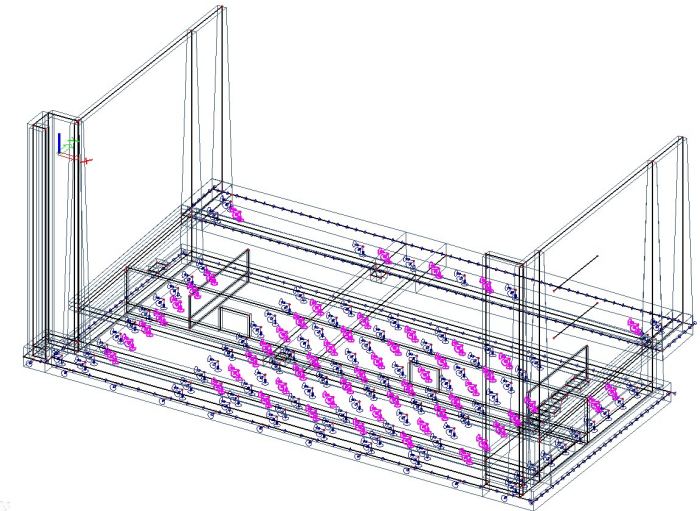
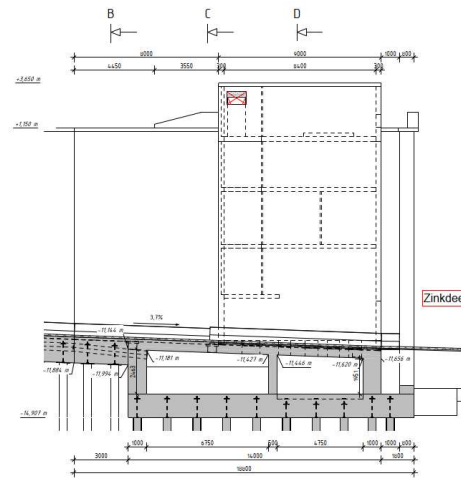
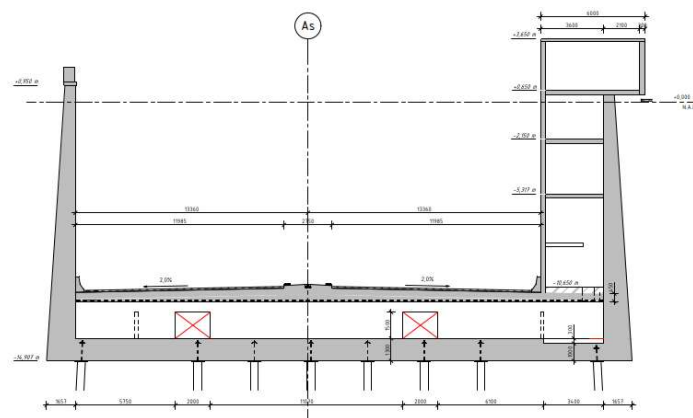
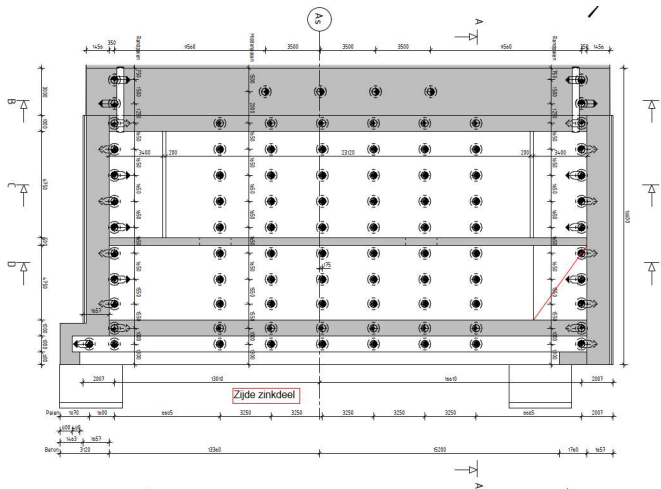
RWS GPO

Tunnels en natte kunstwerken





Waterkelders Prinses Margriettunnel





- A. Overschrijding u.c.'s (constructie ziet er goed uit)
- B. Ontbreken wapening (aanvankelijk)

Toetsing

1. Bestaand versus nieuw (verslechtering ?, > X %)
2. Verslechtering
 - a. Inspecteerbaar, geen schade, plausibele verklaring
 - b. Inspecteerbaar, geen schade, geen plausibele verklaring
 - c. Inspecteerbaar, met schade
 - d. Niet inspecteerbaar
3. Herverdeling, wel / geen wapening bekend, voldoende wapening en rotatiecapaciteit



In beheer- en onderhoudplan een inspectieplan

- A. Wanneer, wat, waar meten
- B. Signalerings- en interventiewaarde
- C. Wat doen bij interventiewaarde

Getoetst door TU Delft

Wellicht 2D berekening uitvoeren en vergelijken met 3D

Algemeen toepasbaar maken



Belastingen

1. Waterdruk (ook herzien in ROK ?)
 - Hoe bepalen ? Betrouwbaarheid meetreeksen
 - Invloed aanleg constructie (b.v. toerit) in holocene pakket ? Te meten ?
 - BGT, UGT bij gekozen betrouwbaarheidsindex, referentieperiode en restlevensduur
 - Frequentie van BGT (vermoeding) opgeven
 - Etc.
 - Per project opnemen in contract ?
2. Verkeersbelasting, effect op fundering, vermoeding
3. Horizontale verplaatsingen, effect op fundering
4. Opspaneffect



5. Explosies

- ROK-0050, voldoet huidige arsenaal ?

6. Brand

- Nieuwbouw, brandproeven in oven
- Bestaand, niets doen ?, berekeningen ?, mobiele brandproeven ?

7. Aardbeving



Partiële factoren

NEN 8700, H6 Toetsing door de methode van partiële factoren

Bijlage A2 Toepassing op bruggen

Tabel 2-2 RBK verwijst naar bijlage A2 (van toepassing voor bruggen)

		Blijvend 6.10 a	Blijvend 6.10 a/b	Blijvend 6.10 b	Verkeer	Wind	Overig veranderlijk
	β (CC3)	$\gamma_{G, sup}$	$\gamma_{G, inf}$	$\xi \gamma_{G, sup}$	$\gamma_{Q, 1}$	$\gamma_{Q, 1}$	$\gamma_{Q, 1}$
Nieuwbouwniveau	4,3	1,40	0,90	1,25	1,50	1,65	1,65
Verbouwniveau	3,6	1,30	0,90	1,15	1,30	1,60	1,50
Gebruiksniveau ¹	3,3	1,25	0,90	1,15	1,25	1,50	1,30
Afkeurniveau	3,1	1,25	0,90	1,10	1,25	1,50	1,30

tabel 2-2: Partiële belastingfactoren voor verschillende veiligheidsniveaus



Voor tunnels welke belastingen en welke belastingcombinaties (incl. partiële factoren) te hanteren ?

- Wind van toepassing ?
- Belasting door grond en water toevoegen ?



Dwarskracht

- Voor VB 1974 grotere beton schuifspanning toegestaan
- TNO-IBBC methode ontwikkeld gelijktijdig met invoering VB 1974
- TNO-IBBC methode opgesplitst in capaciteits- (herberekening en proeven) en dimensioneringsformules (ontwerp)
- Discussiepunten TNO-IBBC methode:
 - Schaaleffect. Referentie is 300 mm. Ook bij grotere dikten ? Ja ?
 - Plaat effect. Plaat meer herverdeelcapaciteit bij imperfecties dan balk. Toepassen ? Nee ?
- Tunnels voor invoeren VB 1974 zonder dwarskrachtwapening op basis van huidige kennis constructief veilig ? Meten betondruksterkte. Probabilistisch, TNO-IBBC methode capaciteit formule of huidige RBK ? Bewezen sterkte ?
- Wat is de beste ontwerpmethode voor nieuwe tunnels ? (ROK)



Restlevensduur

- RBK bij NEN-EN 1992-1-1 art. 7.1 (P), bruikbaarheid en duurzame veiligheid garanderen
- Inspecties
- Degradatiemodellen, chloride / carbonatatie, diffusie en/of scheuren, overlappingslassen, wat meten
- Constructie berekeningen, waar meten, uitspraak restlevensduur



CUR regelgeving

- CUR98-9(trekpalen)-CUR166(damwanden)-CUR236(grondankers) Geharmoniseerd met Eurocode 1997-NEN9997-NEN8707 ?
- Bij tegenstrijdigheid: welke aanhouden ?
- Wordt afhankelijk van het veiligheidsniveau, de restlevensduur of ontwerplevensduur de betrouwbaarheid(sindex) voor CC3 behaald ? Zie RBK tabel 1-7 en 2-2

	Ongewijzigde doorsnedes (verificatie)		Gewijzigde doorsnedes (ontwerpen)		Geheel nieuwe delen/doorsnedes (ontwerpen)	
	Veiligheids- niveau	Restlevens- duur	Veiligheids- niveau	Restlevens- duur	Veiligheids- niveau	Ontwerp- levensduur
Gedeeltelijk vernieuwen	Gebruik	$\geq 30^*$	Verbouw	$\geq 30^*$	Nieuwbouw	≥ 100
Verbreden	Gebruik	≥ 30	Verbouw	≥ 30	Nieuwbouw	≥ 100
Versterken	Gebruik	≥ 30	Verbouw	≥ 30	Nieuwbouw**	$\geq 100^{**}$
Veranderen	Gebruik	≥ 30	Verbouw	≥ 30	n.v.t.	n.v.t.

tabel 1-7: Veiligheidsniveau en ontwerplevensduur bij verbouw.

Overig

Tabel 5-1, RBK, Stroomschema t.b.v. gebruik beoordelingsmethode voor de bestaande fundering op basis van de NEN8707

Niveau	Situatie kunstwerk	Vermoeden van schade aan fundering (5, 6, 9)	Belasting-toename op funderings-element klein, maximaal 5% (5, 7, 8)	Ontwerp-gegevens fundering beschikbaar	Gegevens fundering, voor berekening, achterhaalbaar met onderzoek?	Gebruik NEN 8707 (6)	Toe te passen beoordelingsmethode van de NEN8707 (paragraaf) (1,2,3,4)	
Nieuwbouw	Geheel nieuwe constructie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		Nee		
Gebruik en afkeur	Geen aanpassing	Nee	n.v.t.	Ja		Nee		
				Nee	Ja	Nee		
				Nee	Nee	Nee		
		Ja	n.v.t.	Ja		Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Ja	Ja	observatiemethode (2.7)	
	Veranderen belasting Het kunstwerk wordt aangepast niet zijnde versterkt, geheel- of gedeeltelijk vernieuwd, verbreed of versterkt. Veranderen is bijvoorbeeld het wijzigen van het verhardings-pakket of de weg-of rijstrookindeling. De krachtwerking wijzigt niet ten opzichte van het ontwerp.	Nee	Ja	Ja		Nee		
				Nee	Ja	Nee		
				Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)	
			Ja	Ja	Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)
					Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)
					Nee	Kan niet		
		Ja	Ja	Ja		Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Nee	Kan niet		
			Nee	Ja		Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Ja	Ja	berekeningen (2.4)	
				Nee	Nee	Kan niet		
Verbouw	Versterken (constructie)	Gelijk aan "- veranderen (belasting)"						
	Bestaande onderdelen van het kunstwerk (bovenbouw) worden versterkt. Bijvoorbeeld door een betonnen overlaging.							
	Verbreden: Het kunstwerk (bovenbouw) wordt verbreed. Bijvoorbeeld voor een extra rijstrook.	Gelijk aan "- veranderen (belasting)"						
	Gedeeltelijk vernieuwen Een deel van het kunstwerk (bovenbouw) wordt vervangen door nieuwbouw.	Gelijk aan "- veranderen (belasting)"						

Opmerking 5, niet geldig voor palen op kleef (dus ook voor trekpalen ?)



Dank voor de aandacht

Vragen ?