



Herberekening en versterking van een dubbele boogbrug

23 november 2016



- Vergroten capaciteit A27
- Onzekerheid draagkracht 3 stalen bruggen



Brug bij Hagestein



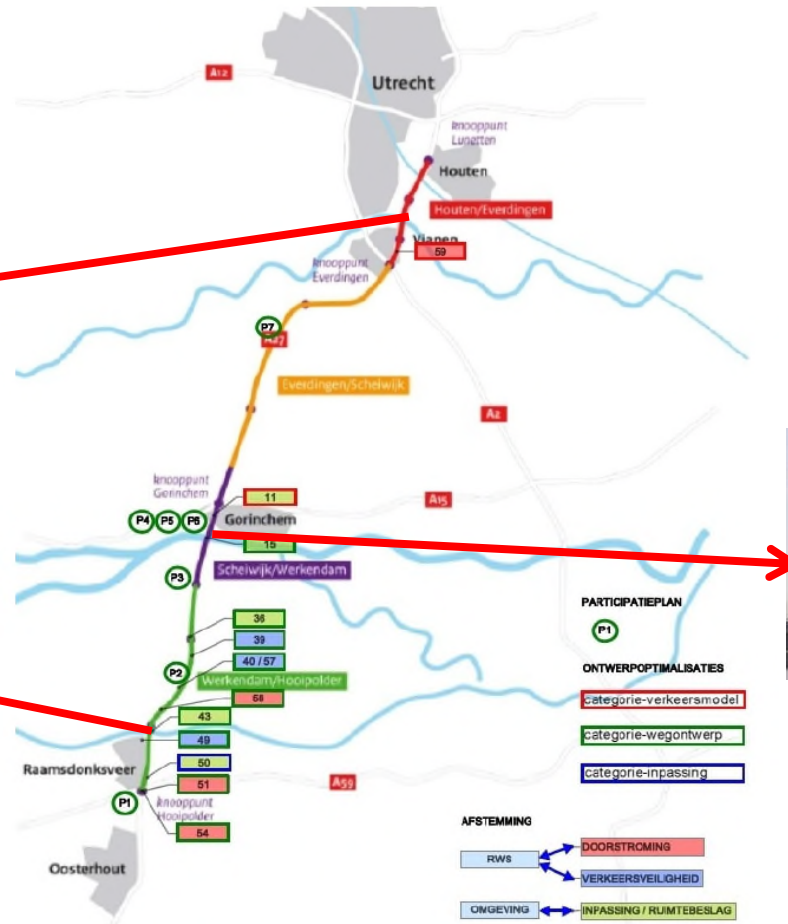
Merwedebrug



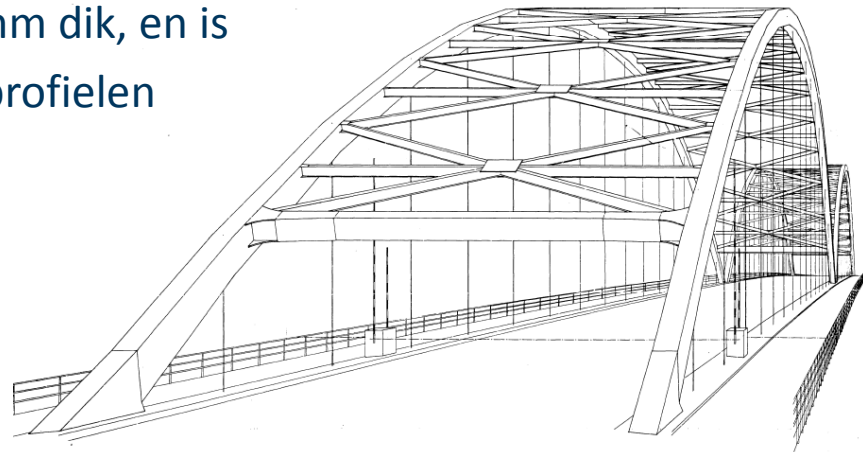
Brug bij Keizersveer



Inleiding Projectbeschrijving



- 2x 170 meter overspanning
- Hoofdligger van 2,5 meter hoog
- Boog is 1 meter tot 1,6 meter hoog
- De dekplaat is 10 mm dik, en is verstijfd met bulb profielen





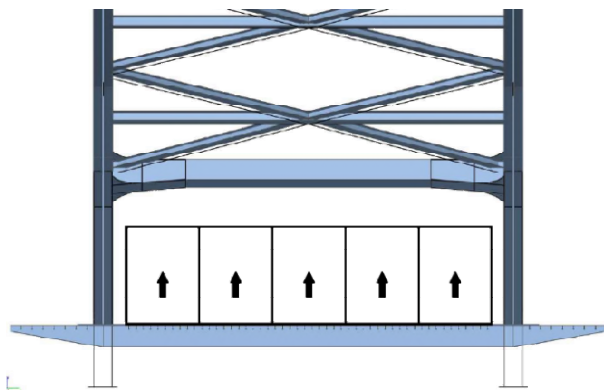
Uitgangspunten Belastingen en reductiefactoren

- Aangepaste statische belastingen TNO
- Reductiefactoren NEN 8700 serie:
 - Correctiefactoren α_q
 - Kortere referentieperiode
 - Trendreductie
 - Grote invloedslengten

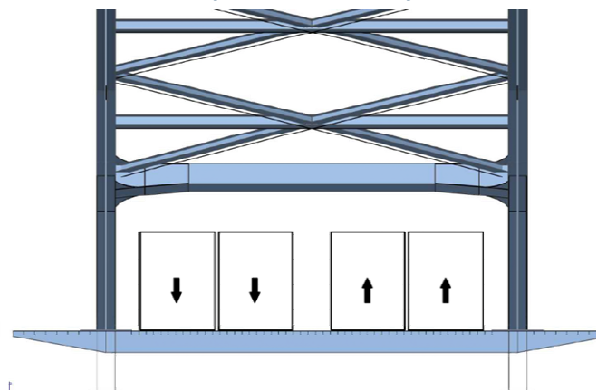
	Referentie periode	Trend reductie	Invloeds- lengte	TNO	Totale reductie
Dwarsdrager	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Boog	0,97	0,96	0,86	0,85	0,68

- NEN 8700 en NEN 8701
 - Werkelijke indeling ipv theoretische indeling

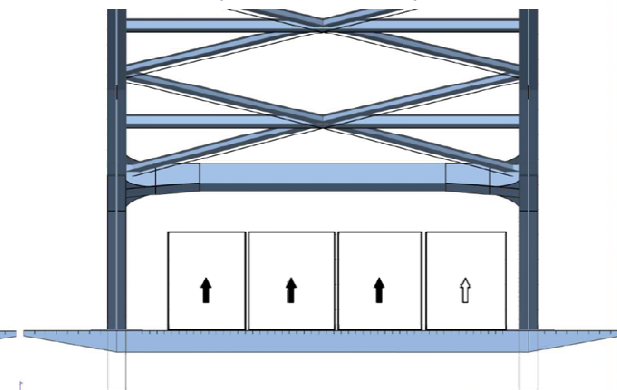
Theoretische wegindeling



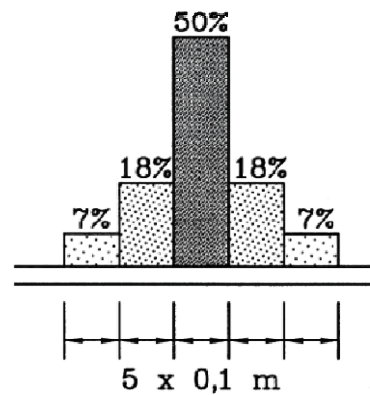
Werkelijke wegindeling
(1961-2023)



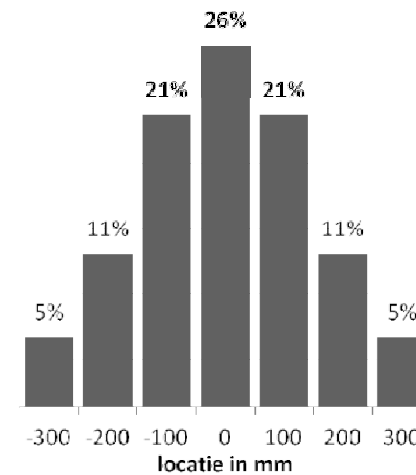
Toekomstige wegindeling
(2023-2053)



- Wagens volgens NEN 8700 serie
- Convooi
 - Set van willekeurige vrachtwagens bruglengte achter elkaar
 - Twee vrachtwagens 50 meter achter elkaar
 - Inhalen
- Dwarsspreiding



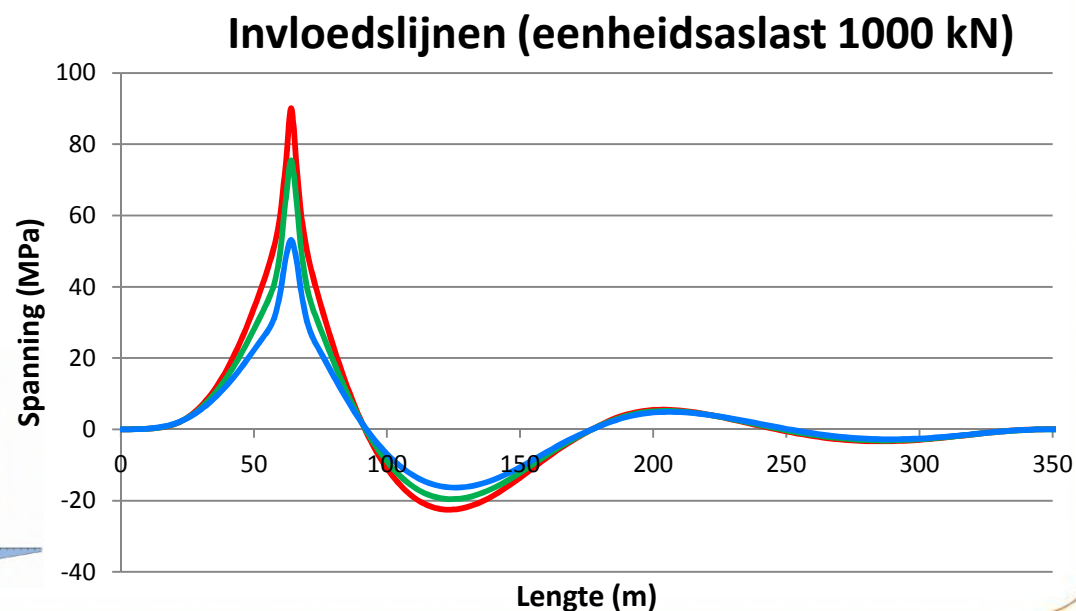
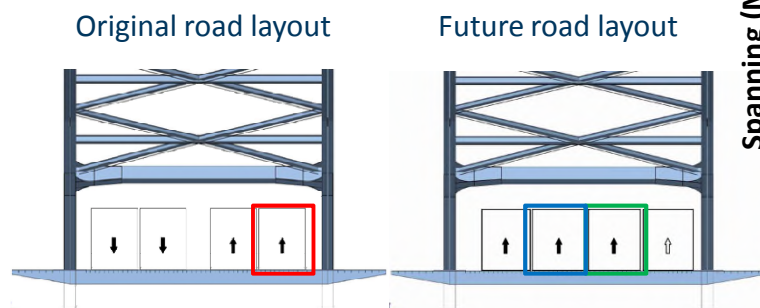
Eurocode



Projectspecifiek

Vermoeing Invloed wegingdeling

- Bestaande wegingdeling: 1961 – 2023
- Toekomstige wegingdeling: 2023 – 2053
- Slowlane
- Fastlane





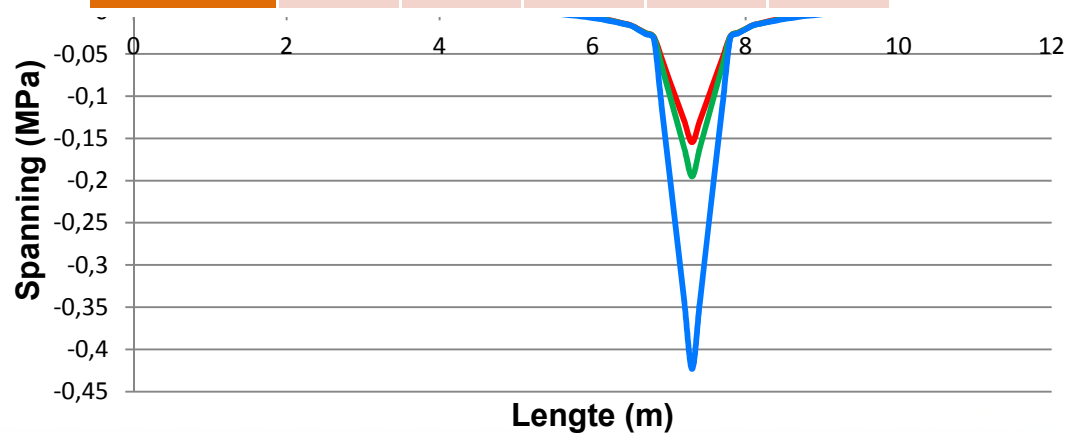
Vermoeing asfalt

- Asfalt
 - Elasticiteitsmodulus:
 - 0 °C: 15500 N/mm²
 - 15 °C: 8000 N/mm²
 - 30 °C: 500 N/mm²

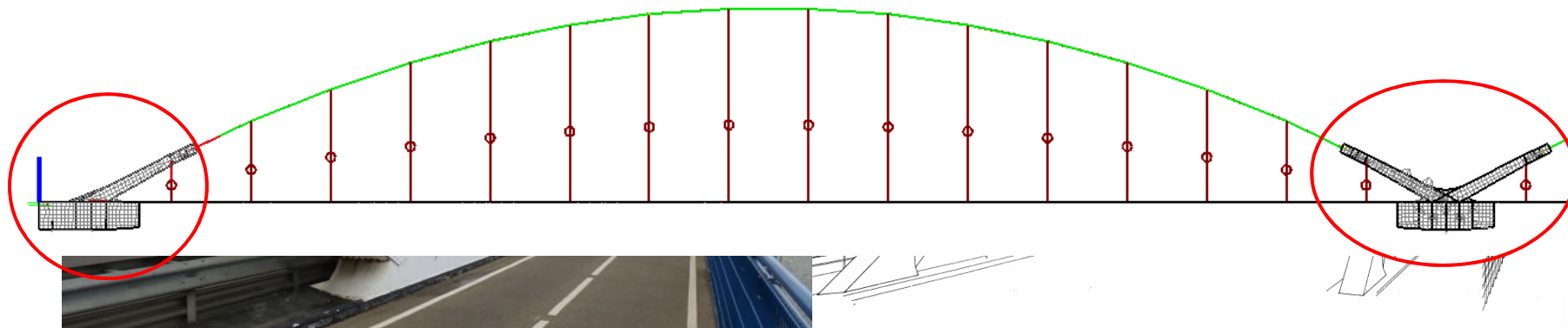
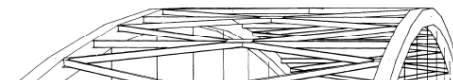
* Rekenvoorbeeld (fictief)

	0°C	15°C	30°C
Schade*	0,06		

	0°	15°	20°	25°	30°
Schade*	0,06	0,19	0,14	0,36	0,33

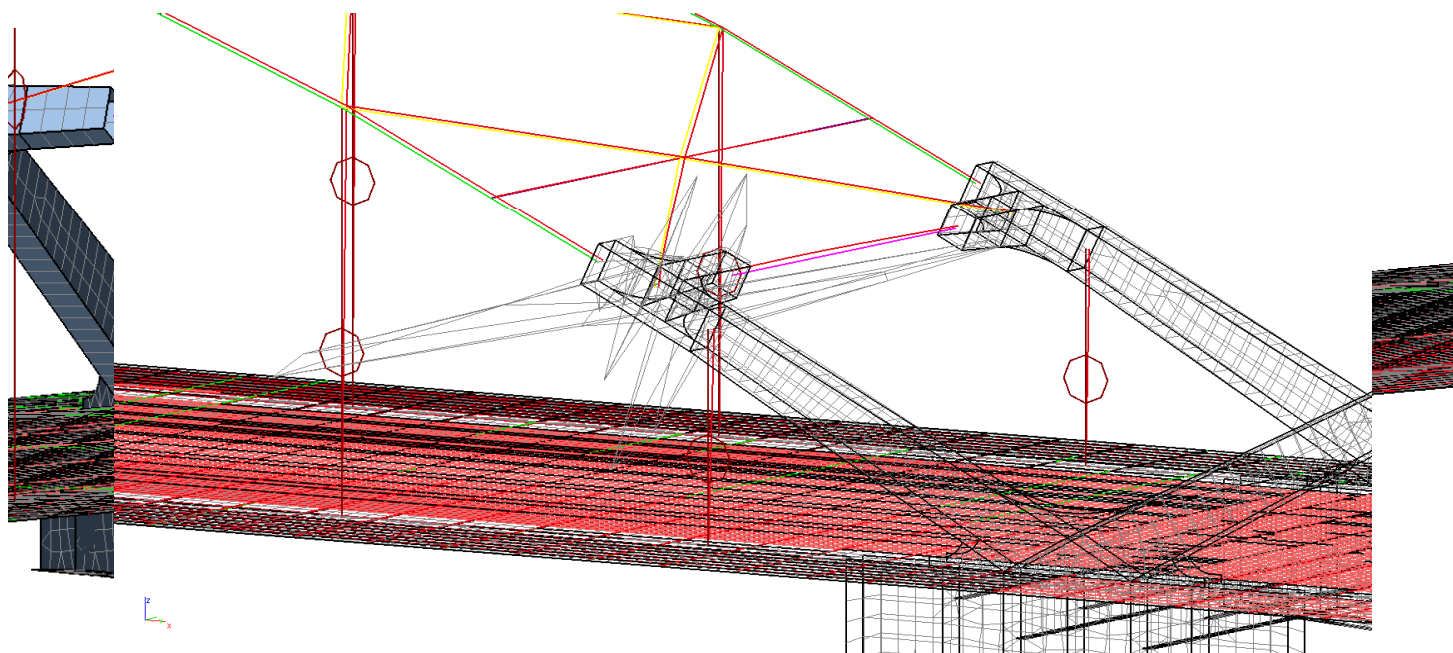


- Standaard rekenregels
- Eindige elementen model
- Gedeelte in 2d-elementen gemodelleerd in Scia



Boogstabiliteit

Niet optredende plooivormen



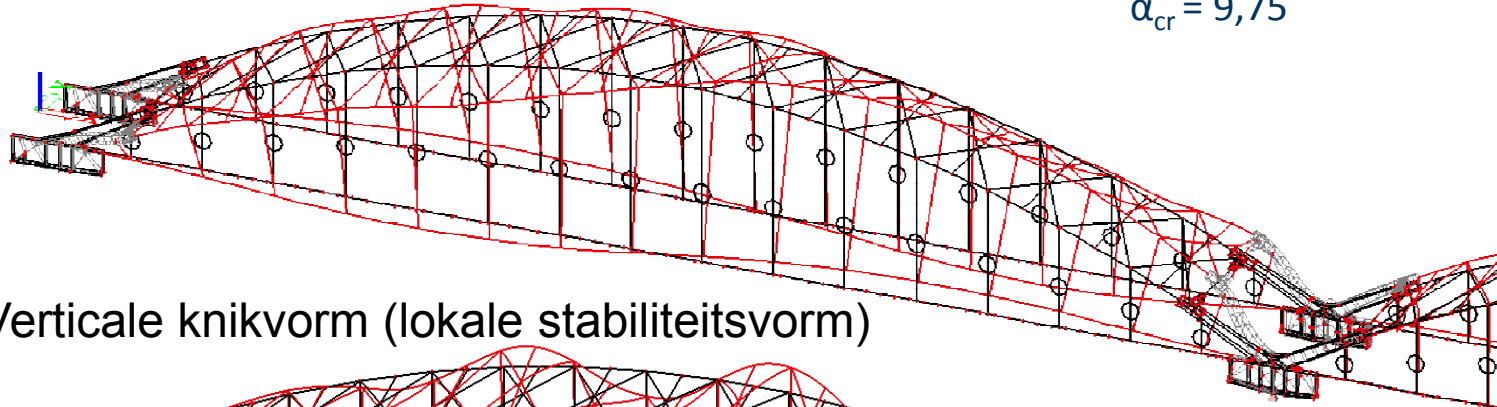
Boogstabiliteit

Vergelijk n-waarde van staafmodel en plaatmodel

Vorm	Staaftmodel		Grof net		Fijn net	
	nr.	n-waarde	nr.	n-waarde	nr.	n-waarde
Boog verticaal	1	6,82	3	6,85	170	6,84
Boog verticaal	6	7,35	8	7,37	193	7,36
Boog verticaal	16	8,76	22	8,80	-	-

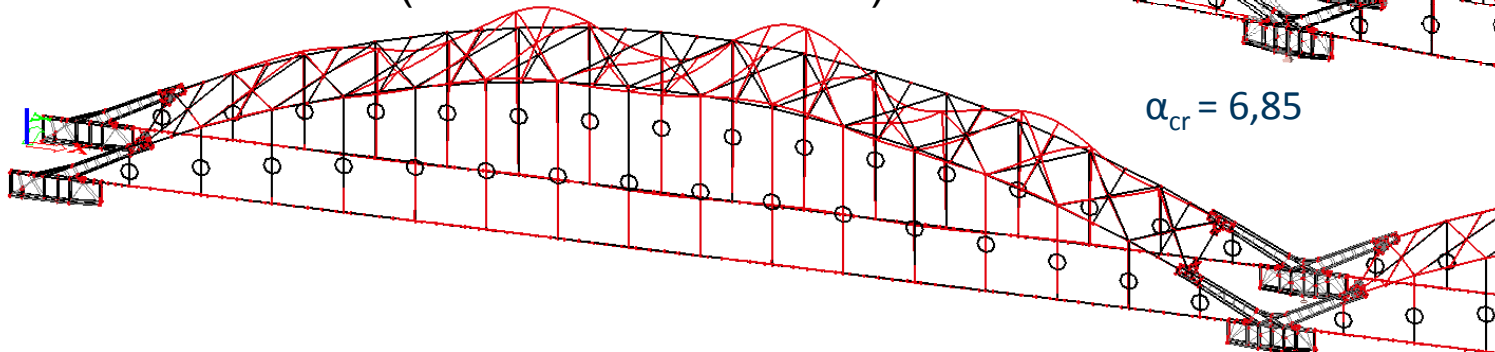
Uitknikken portaal (globale stabiliteitsvorm)

$$\alpha_{cr} = 9,75$$



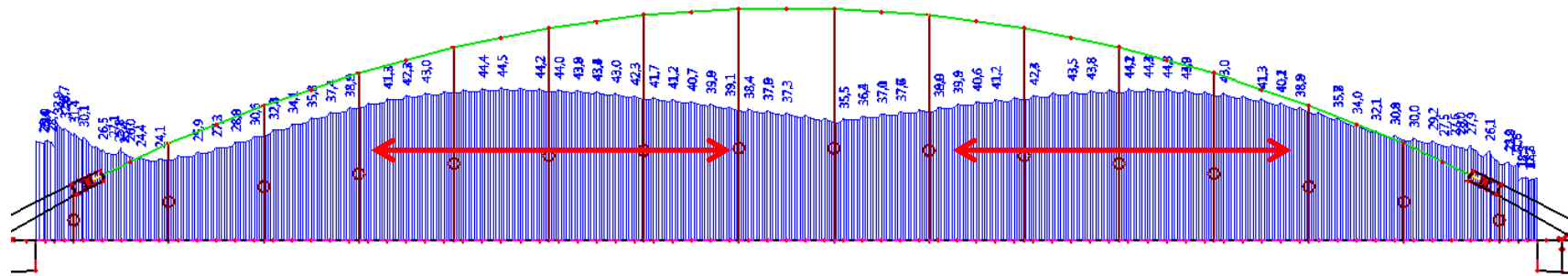
Verticale knikvorm (lokale stabiliteitsvorm)

$$\alpha_{cr} = 6,85$$



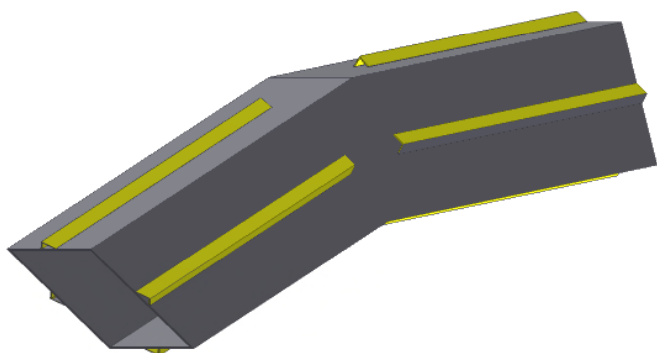
Versterkingsmaatregelen

Bereik

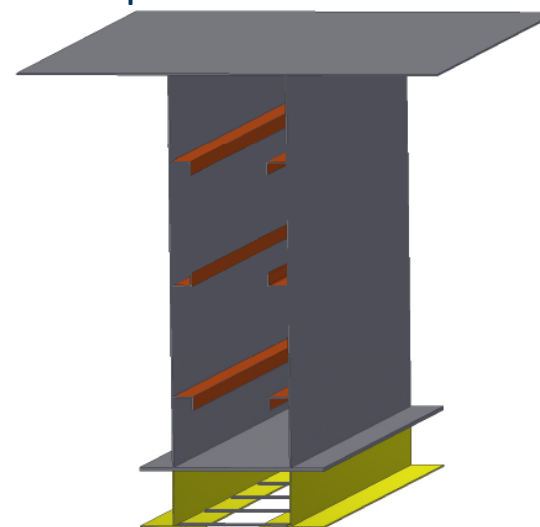


Versterkingsmaatregelen

- Versterkingen uit te voeren in ca. 2022 tbv vermoeiing
- Vervangen en verzwaren doorkoppelingen bulbprofielen
- Vlak slijpen stuiklas in dekplaat



Boog



Hoofdligger



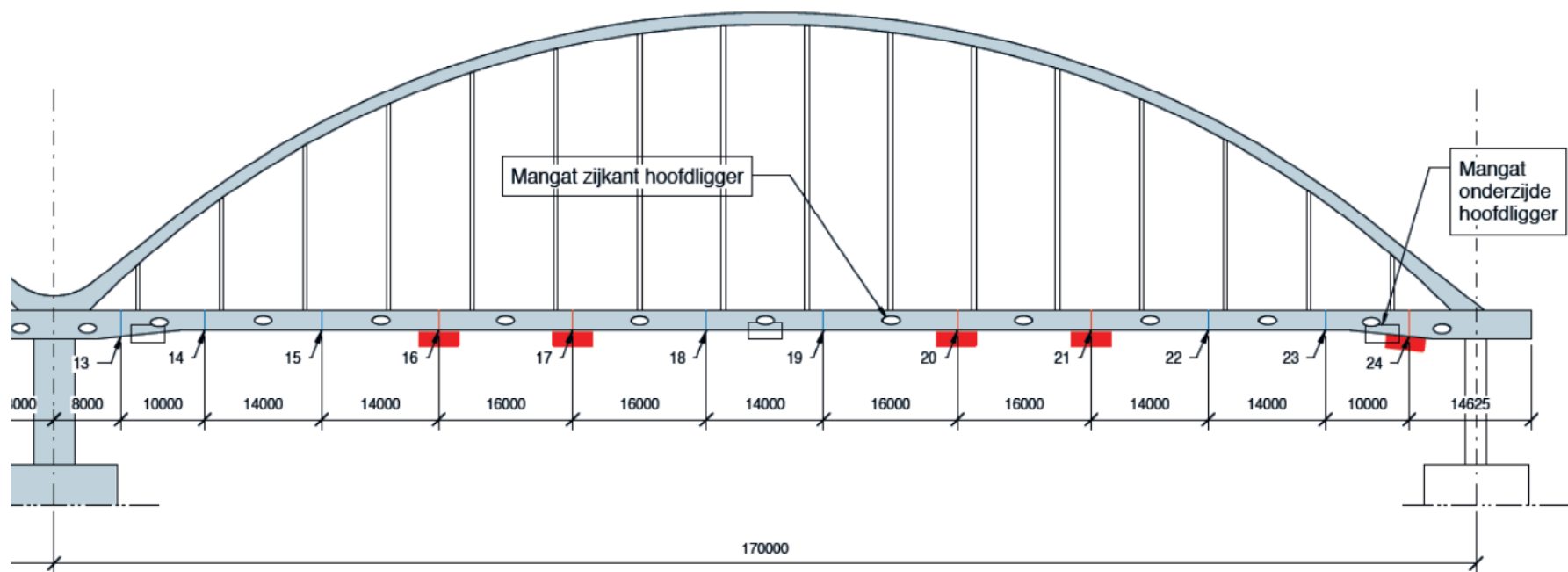
Versnelde aanpak Proces

- Visuele inspectie aan begin opdracht
- Enkele aanvullende inspecties n.a.v. bestuderen tekeningen op basis van de risico's
- Herberekening (toekomstige situatie - 2053)
 - Maken model
 - Toetsing op:
 - Sterkte
 - Stabiliteit
 - Verbindingen
 - Vermoeiing (tot 2023 en 2053)

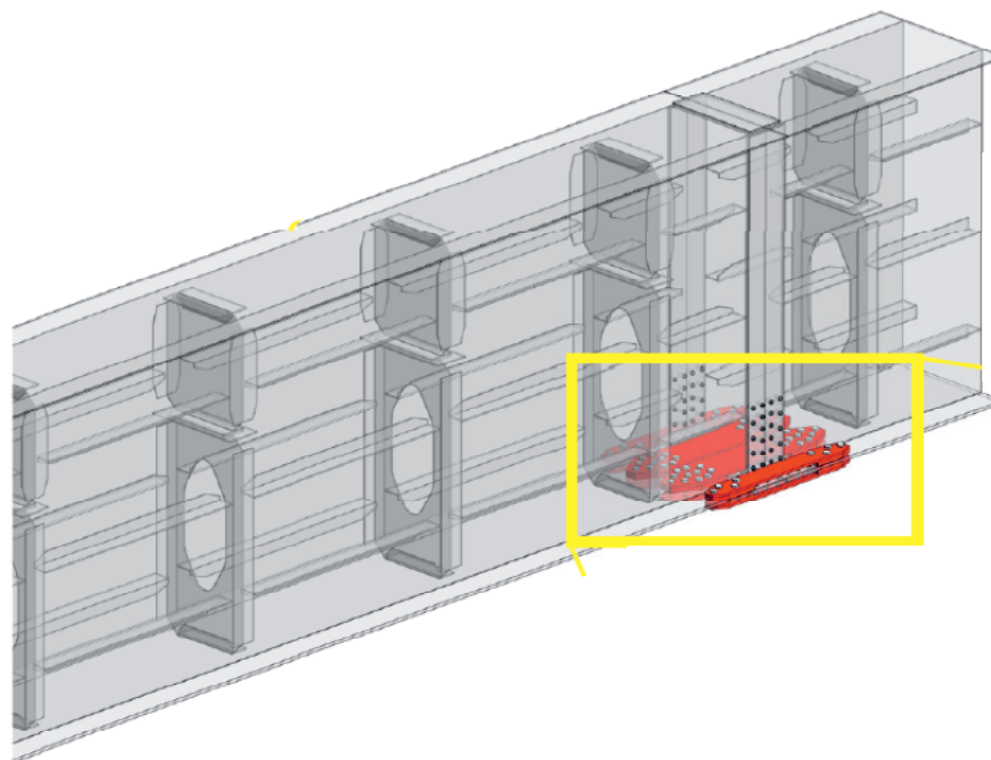


Versnelde aanpak Proces

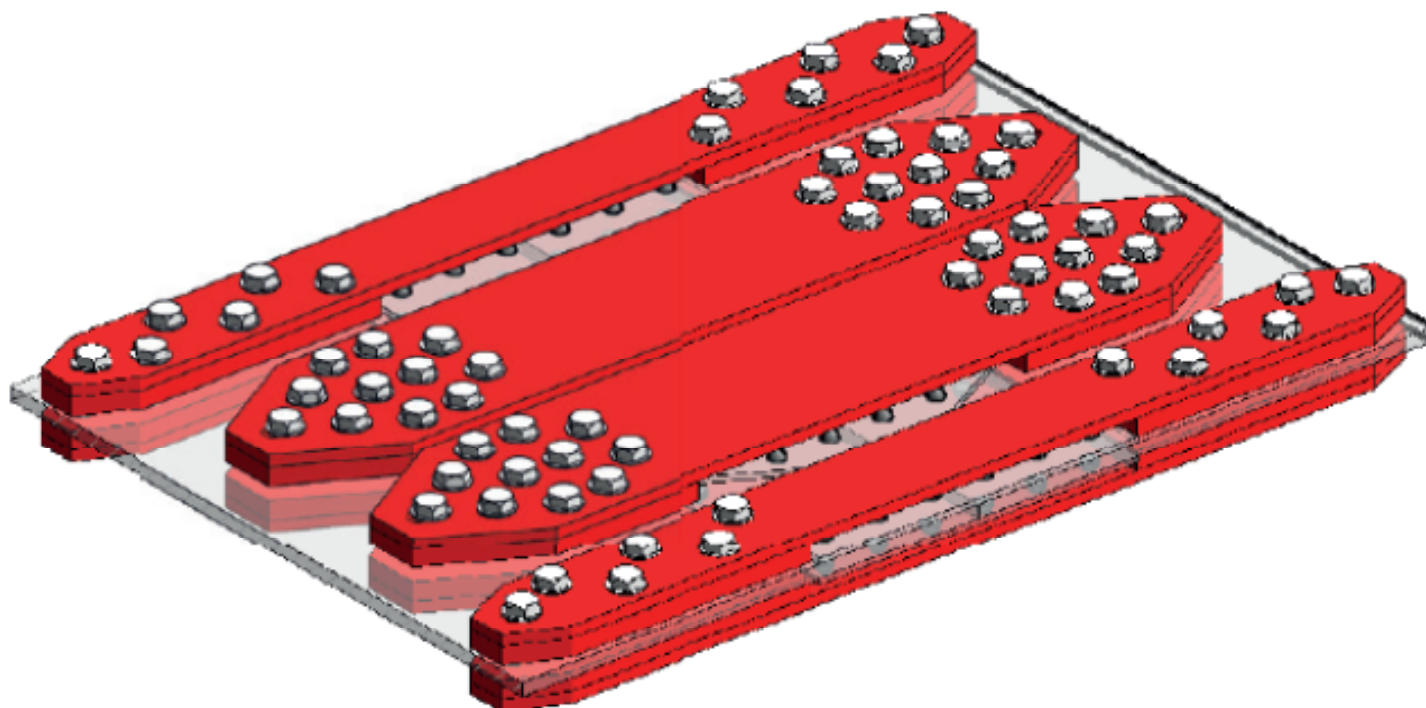
- N.a.v. 1^e rekenresultaten (enkele details kritisch)
 - Nadere herberekeningen (2023)
 - Bepalen inspectie-interval (TNO)
 - Inspecties tbv nul-situatie (NDO)
 - Resultaten inspecties » versnelde versterkingen noodzakelijk
 - Constructieve veiligheid tot 2023 gewaarborgd



Versnelde aanpak



Versnelde aanpak



Versnelde aanpak





Herberekening en versterking van een dubbele boogbrug

Bedankt voor jullie aandacht

