



Provinciaal Inpassingsplan RegioExpres

Toelichting bijlage 7

Geluid: Notitie brugmaatregelen



21-05-2024 - Versie 2.0

Autorisatieblad

Geluidsreducerende maatregelen

212- 034.195 Hefbrug Oude IJssel Doetinchem

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Jos de Bruijn	✓	21-05-2024
Gecontroleerd door	Arjen Steenbrink	✓	21-05-2024
Vrijgegeven door	Joost Cornelissen	✓	21-05-2024

Op dit autorisatieblad ontbreken de handtekeningen wegens de digitale verwerking van ons vrijgaveproces. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Versie	Naam	Korte toelichting	Datum
0.1	Jos de Bruijn	Eerste versie ter controle (afgezien van kosten en tekening)	05-02-2024
0.2	Jos de Bruijn	Kosten in bijlage toegevoegd	08-02-2024
0.3	Jos de Bruijn	Tekening toegevoegd in bijlage	13-02-2024
1.0	Jos de Bruijn	Opmerkingen Joost Cornelissen verwerkt	21-02-2024
2.0	Jos de Bruijn	Opmerkingen ProRail verwerkt aan de hand van overleg van 15 mei 2024	21-5-2024

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Omschrijving kunstwerk	5
2.1	Afbeeldingen van het kunstwerk	5
2.2	Specificaties brug	6
2.3	Specificaties spoorconstructie	11
2.4	Inspectiegegevens	11
3	Eis geluidsreductie en mogelijke maatregelen	12
3.1	Geluidsreducerende maatregelen	12
4	Geluidsmeting	14
4.1	Oplossingsrichtingen	14
4.2	Aanpak analyse	14
4.3	Generieke geluidsmaatregelen	16
4.4	Conclusie	16
5	Trade-off matrix	17
5.1	Advies	17
6	Uitwerken voorkeursoplossing	18
6.1	Ontwerpen oplossing.	18
6.1.1	<i>Raildempers</i>	18
6.1.2	<i>Zachte beddingplaatjes</i>	18
6.1.3	<i>Sandwichdemping</i>	18
6.2	Bepaling gevolgen maatregelen op draagkracht brug	19
6.3	Constructie tekeningen	19
6.4	Kostenraming	19
6.5	Overige ontwerpresultaten	19
6.5.1	<i>Beheer en onderhoud</i>	20
6.5.2	<i>Functionele systeemeisen</i>	20
6.5.3	<i>Locatiespecifieke risico's en kansen</i>	20
6.5.4	<i>Veiligheid</i>	20
6.5.5	<i>Conclusie</i>	21
	Colofon	22
	Bijlage 1: kostenraming	23
	Bijlage 2: doorsnede aanbruggen en doorsnede hefbrug afkomstig van tekening X16-RTI-CD-DWG-24000001	26

1 Inleiding

In het kader van de raamovereenkomst adviesdiensten Gebied Oost (project RegioExpres) is in november 2023 een geluidonderzoek uitgevoerd. In het geluidsrapport wordt als doelmatige maatregel geadviseerd een 5 dB brugmaatregel te treffen. In dit rapport gaat het om de brug over de Hefbrug Oude IJssel te Doetinchem. In voorliggend rapport wordt onderzocht op welke mogelijke wijze de gewenste geluidsreductie kan worden behaald.

In hoofdstuk 2 wordt eerst het kunstwerk beschreven op basis van beschikbare foto's, tekeningen, technische gegevens en inspectiegegevens. Daarna wordt in hoofdstuk 3 de gewenste geluidsreductie aangegeven alsmede het overzicht van mogelijke maatregelen inclusief de bijbehorende, te realiseren reductie per maatregel. Hoofdstuk 4 betreft een uiteenzetting van de akoestische eigenschappen van de brug (interpretatie geluidsmetingen). Hoofdstuk 5 gaat over de trade-off matrix (TOM) die voor onderhavige brug is opgesteld.

In hoofdstuk 6 wordt tenslotte de voorkeursoplossing verder uitgewerkt.

In bijlage 1 is de kostenraming weergegeven, en in bijlage 2 is de oplossing ingetekend in de doorsnede van zowel de hefbrug als de aanbruggen.

2 Omschrijving kunstwerk

2.1 Afbeeldingen van het kunstwerk

Het onderzoek betreft de Hefbrug Oude IJssel te Doetinchem. In figuur 1 is een luchtfoto van de stalen brug weergegeven.



figuur 1 overzicht brug

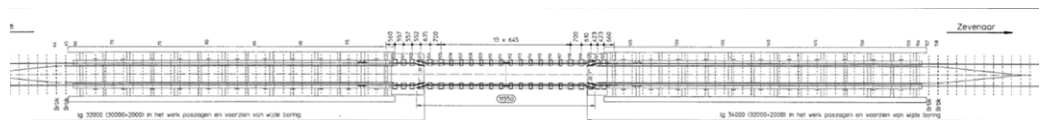


figuur 2 vooraanzicht brug

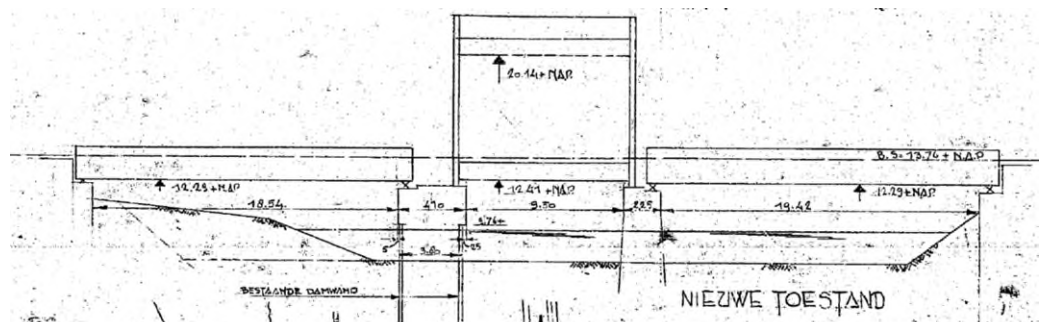
2.2 Specificaties brug

tabel 1 specificaties enkelsporige vakwerkbrug

Geocode	212
Kilometer	34.195
Bouwjaar	1947 (hefbrug) 1885 (onderbouw) aanbruggen rond 1952 van pijlers en overspanningen van aanbruggen [tek. 000529009]
Overspanning(en)	9,54 m (beweegbare deel); circa 22 m per aanbrug voor de aan weerszijden gelegen vaste aanbruggen [tek. 001354750]
Aantal bruggen	1 beweegbare en 2 vaste
Afstand h.o.h. spoor	n.v.t.
Afstand h.o.h. dwarsdragers	Ca 2,4 m
Afstand h.o.h. hoofdliggers	1,54 m
Gewicht per brug	onbekend
Max treinbelasting ontwerp op basis van VBS 47	$Q_m=147$ kN/m $Q_v=162$ kN/m
Stootcoëfficiënt	1,46
Max treinbelasting gebruik	C2 $Q_m=88$ kN/m $Q_v=110$ kN/m



figuur 3 bovenaanzicht



figuur 4 vooraanzicht

code	km	bouw- jaar	sterkte	lengte in m'	staaf coëff.	Qm kN/m	Qv kN/m
212	<u>Wentwischwijk - Zevenaar</u>						
	27.494	1945	VBS47	lg 3,03	1,48	158	208
	29.953	1969	VOSB63	lg 10,40	1,45	150	157
	34.195	1952	C 2	lg 20,574	1,24	81	94
				lg 3,81	1,54	258	lg 3,048
				lg 1,524	1,54	1091	388
		1947	VBS47	lg 9,45	1,46	147	162

q & q m

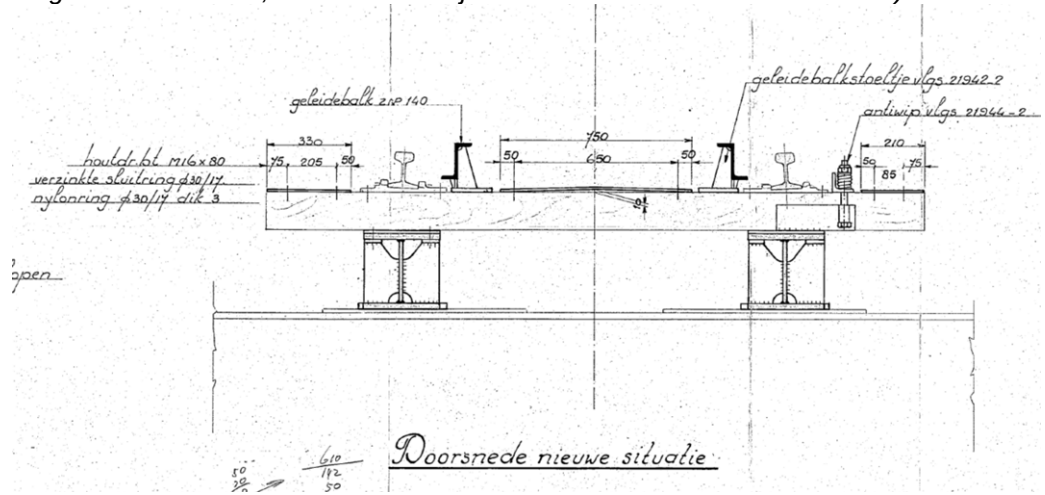
UIC 71

Zonder stoot, ligger op twee steunpunten, met gelijkmatigverdeelde belasting

		UIC-klasse								FAALS				Last-stelsel	
		C2		C4		D2		D4		p = 20t		p = 22,5t		VOSB 1963	
L	100 x (10log L)	q m	q v	q m	q v	q m	q v	q m	q v	q m	q v	q m	q v	q (m)	q v
[m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0,00	400	400	400	400	450	450	450	450	400	400	450	450	540	540
1,5	17,61	267	267	267	267	300	300	300	300	267	267	300	300	360	360
2	30,10	200	220	200	220	225	248	225	248	200	230	225	259	270	313
3	47,71	133	187	133	187	150	210	150	210	137	191	154	215	193	250
4	60,21	120	155	120	155	135	174	135	174	130	173	146	194	193	234
5	69,90	108	134	108	134	121	151	121	151	131	158	148	178	188	210
6	77,82	96	127	96	127	108	143	108	143	124	143	140	161	180	193
7	84,51	94	121	94	121	105	136	105	136	116	130	130	146	172	181
8	90,31	90	118	90	118	102	132	102	132	108	124	121	140	164	171
9	95,42	88	113	88	113	99	127	99	127	100	120	112	134	158	163
10	100,00	87	107	87	107	98	121	98	121	93	117	105	131	152	158
12	107,92	82	97	84	103	92	109	92	111	90	113	101	128	143	151
14	114,61	76	90	83	100	86	98	87	107	89	108	100	121	135	142
16	120,41	71	88	83	97	80	93	85	103	86	103	97	116	129	134
18	125,63	69	85	82	96	74	90	83	101	84	100	95	113	124	127
20	130,10	67	84	81	94	70	88	82	100	83	99	94	111	121	125
25	139,79	66	79	81	91	68	85	81	95	82	95	92	107	113	123
30	147,71	65	76	81	89	66	80	81	93	81	92	91	104	109	120
40	160,21	65	73	80	87	67	76	81	89	81	89	91	100	105	114
50	169,90	64	72	80	85	65	74	80	87	81	87	91	98	105	109
60	177,82	65	70	80	85	64	72	80	86	80	85	90	97	102	105
70	184,51	64	69	80	84	65	71	80	85	80	85	90	96	100	102
80	190,31	64	69	80	83	64	70	80	85	80	84	90	95	98	100
90	195,42	64	68	80	83	64	69	80	84	80	84	90	95	96	98
100	200,00	64	68	80	83	64	69	80	84	80	84	90	95	96	98
110	204,14	64	67	80	82	64	68	80	83	80	83	90	94	94	95
130	211,39	64	67	80	82	64	68	80	83	80	83	90	93	92	93
150	217,61	64	67	80	82	64	67	80	82	80	82	90	93	91	91
200	230,10	64	66	80	81	64	66	80	82	80	82	90	92		

q v & q m									
Zonder stoot, ligger op twee steunpunten									
ontwerp last-stelsels									
		NBV 1917		VOSB 1938		VBS 1947		VOSB 1963	
L	100 x (l)	q m	q v	q m	q v	q m	q v	q m	q v
[m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0,00	400	400	560	560	540	540	540	540
1,5	17,61	267	267	400	400	360	360	360	360
2	30,10	200	280	320	320	270	270	270	313
3	47,71	151	200	240	240	180	240	193	250
4	60,21	150	188	200	230	158	202	193	234
5	69,90	144	179	176	214	158	194	188	210
6	77,82	144	171	167	200	158	180	180	193
7	84,51	139	163	168	198	155	176	172	181
8	90,31	138	156	170	193	149	170	164	171
9	95,42	133	150	169	187	147	164	158	163
10	100,00	132	145	166	186	146	159	152	158
12	107,92	114	138	162	180	140	149	143	151
14	114,61	104	132	163	178	133	141	135	142
16	120,41	98	126	163	176	128	134	129	134
18	125,53	95	121	161	173	123	127	124	127
20	130,10	93	117	160	170	119	122	121	125
25	139,79	91	110	154	161	109	117	113	123
30	147,71	88	104	147	152	103	115	109	120
40	160,21	83	95	136	139	100	109	107	114
50	169,90	79	90	127	129	98	104	105	109
60	177,82	75	85	121	122	95	100	102	105
70	184,51	71	81	116	117	92	96	100	102
80	190,31	68	78	112	113	90	92	98	100
90	195,42	65	75	109	109	88	90	96	98
100	200,00	63	73	106	107	86	88	95	96
110	204,14	61	71	104	104	84	86	94	95
130	211,39	58	68	101	101	82	83	92	93
150	217,61	56	66	98	98	81	81	91	91
200	230,10			94	94				

Figuur 7 qm en qv VBS1947 (aan de omcirkelde waarden dienen geen waarde toegekend te worden, dit was zo ten tijde van inscannen van het document)



figuur 8 schets dwarsdoorsnede uit tekening 485421

Naam en/of soort object	Kilometring	Nadere plaatsaanduiding	Doorvaarthoogte *1 bij een gesloten brug en bij een waterpeil van NAP +10,00 meter	Laagste punt van de overspanning bij gesloten brug
Saap Roelofsbrug (fietsbrug)	Km 13.220	Ophaalbrug in fiets/voetgangersverbinding naast spoorbrug te doetinchem.	2.50 meter	NAP +12.50 m
Spoorbrug	Km 13.230	Hefbrug te Doetinchem in de spoorlijn Zevenaar – Winterswijk.	2.40 meter (gesloten) 10.10 meter geopend	NAP +12.40 m (gesloten) NAP +20.14 m (geopend)

Figuur 9 Hefbrug Oude IJssel te Doetinchem (doorvaart afhankelijk van open of gesloten toestand conform [Besluit van het college van dijkgraaf en heemraden van het Waterschap Rijn en IJssel houdende regels omtrent het varen om de Oude IJssel Verkeersbesluit Oude IJssel])



figuur 10 opbouw rijdek



Figuur 11 Aanzicht onderzijde hefbrug



Figuur 12 Bovenzijde plaatje is beweegbare deel



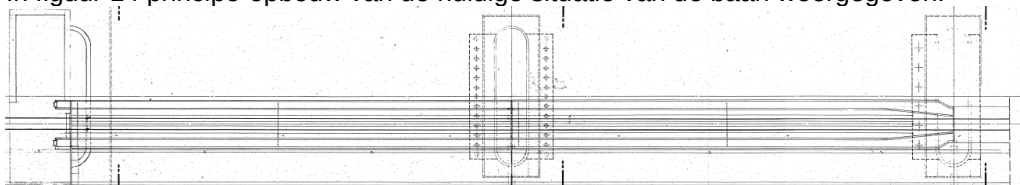
Figuur 13 Hoofdligger

2.3 Specificaties spoorconstructie

De huidige situatie van de enkelsporige hefbrug over de Oude IJssel te Doetinchem is weergegeven in figuur 7.

Op de enkelsporige brug is de spoorstaaf bevestigd op de dwarshouten welke weer bevestigd zijn op de langsligger, zie figuur 8.

In figuur 14 principe-opbouw van de huidige situatie van de baan weergegeven.



figuur 14 principe opbouw gedeelte baan huidige situatie

2.4 Inspectiegegevens

In [Norminspectie vaste kunstwerken, Hefbrug Oude IJssel Doetinchem, Geocode 212, Kilometer 034195, datum inspectie 6-7-2022, Kristian Gvozdenovic, Movares Nederland b.v., 1.0, definitief t.b.v. ProRail, 2-1-2023] is de laatste inspectie van de brug teruggevonden. In het uit 2022 stammende rapport worden voor 0-3 jaar vanaf 2022 aanbevolen enkele veiligheidsvoorzieningen aan te brengen. Daarnaast wordt onderhoud geadviseerd over 6-10 jaar vanaf 2022. Wat van beide punten al is gerealiseerd is onduidelijk.

Aanbeveling is, indien brug van geluiddempende voorzieningen wordt voorzien, eventueel onderhoud gecombineerd mee te nemen.

3 Eis geluidsreductie en mogelijke maatregelen

De vereiste geluidsreductie voor de hefbrug over de Oude IJssel te Doetinchem bedraagt ten minste 5 dB(A). In de volgende hoofdstukken van dit document wordt de uitwerking van maatregelen die leiden tot deze geluidsreductie gegeven.

3.1 Geluidsreducerende maatregelen

De te realiseren geluidsreducerende maatregelen die van toepassing zijn op de brug zijn weergegeven tabel 2 en tabel 3. In tabel 2 zijn weergegeven de geluidsmaatregelen gegeven in het document 'State-of-the-art Geluidsreductie bruggen'¹ met een indicatieve boven- en ondergrens van de geluidsreductie in dB(A). In tabel 3 zijn weergegeven de overige reductiemaatregelen.

Om een geluidsreductie van ten minste 5 dB(A) te realiseren zijn als eerste schatting de ondergrenzen van verschillende maatregelen uit tabel 2 en tabel 3 gecombineerd.

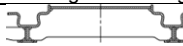
tabel 2 Overzicht reductiemaatregelen uit 'State-of-the-art Geluidsreductie bruggen'

	Bestaande maatregelen	Indicatie geluidsreductie [dB(A)]	Opmerkingen
A	Zachtere beddingplaten	1-2	Beperking vanwege aslasten, als zachtere platen mogelijk zijn dan deze reductie
B	Raildempers	3-4**	Er is rekening gehouden met het feit dat modernere raildempers (Corus en S&V) een grotere reductie geven dan de raildempers welke als uitgangspunt zijn gebruikt in rapport 1
C	Beddingplaten + raildempers	4-6	Zie A en B, raildempers nemen de extra trillingsenergie van de spoorstaven weg
D	Massa toevoegen	4-8	Sterk afhankelijk van het type brug, stijfheid e.d. Daarom zekerheidshalve van ondergrens (4 dB) uitgaan, deze mag gehalveerd opgeteld worden bij effect A, of B of C. Mag niet opgeteld worden bij effect E (is alternatief).
E	Sandwichdemping	4-8	Beplakken oppervlak hangt sterk af van brugconstructie, let op conservering. Daarom zekerheidshalve van ondergrens (4 dB) uitgaan, deze mag gehalveerd opgeteld worden bij effect A, of B of C. Mag niet opgeteld worden bij effect D (is alternatief).
F	Afscherming onderzijde	1-2	Is alleen een aanvullende maatregel in specifieke gevallen. Als de spoorstaven en liggers al stiller gemaakt zijn, kan dit extra effect worden behaald.
G	Afscherming/inpakken		Onderdoorvaart-/rijhoogte mag meestal niet kleiner worden

¹ 'State-of-the-art Geluidsreductie bruggen' van ProRail Kenniscentrum Spoorgeluid, opgesteld door Bert Paanakker (Movares), 26 maart 2007.

H	Getunedede puntdeempers		Verwacht effect tot zeer lage geluidsfrequenties
I	Perforatie		Mogelijkheden beperkt door sterkte brugconstructie
J	Slijpen/herprofielen		Heeft slechts tijdelijk effect

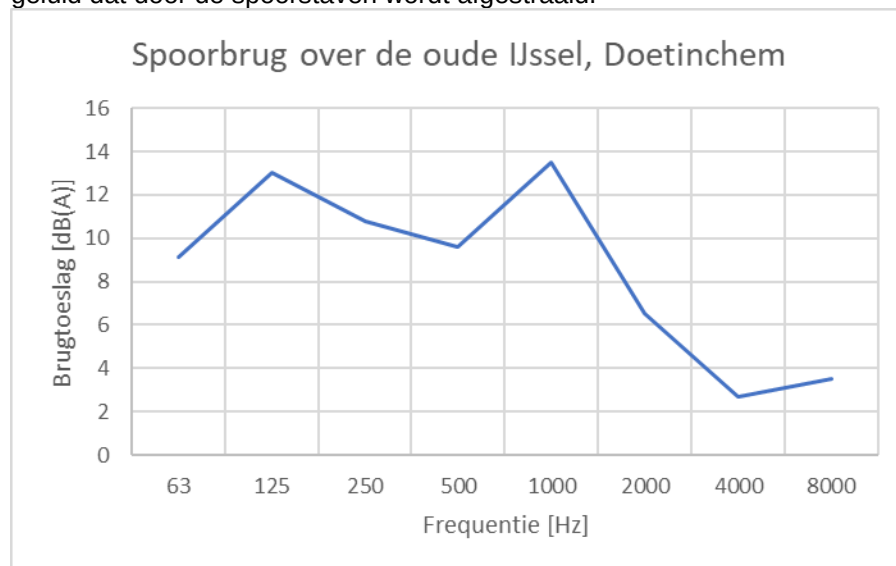
tabel 3 Overzicht overige reductiemaatregelen

	Overige maatregelen	Indicatie geluidsreductie [dB(A)]	Opmerkingen
a	Stille brug	-	Volledige stille brugconstructie
b	Kelpenconstructie of ingieten spoorstaven e	3	 Ingieten spoorstaven met gedeeltelijke stille brugconstructie
c	Dichte roostervloer	1	Roostervloer opvullen (rubber, kurk)
d	Absorberend materiaal op bovenflens langsligger		
e	Absorberend materiaal naast spoorstaaf		Mini geluidscherm
f	Absorberend materiaal tegen oven BS uitstekende hoofdliggers		
g	Spoorstaaf met vol lijf		
h	Geluidsarme ES- en compensatielassen		
i	Stille directe bevestiging		

Op basis van de reductiemaatregelen in de bovenstaande twee tabellen met de indicatieve geluidsreductie zijn in tabel 4 in paragraaf 4.3 combinaties samengesteld waarbij voor alle maatregelen de ondergrens van de geluidsreductie is aangehouden.

4 Geluidsmeting

Bij de brug is een geluidsmeting uitgevoerd [Meting brugtoeslag stalen spoorbrug over de Oude IJssel te Doetinchem, ing. Saskia Hardeman, M+P.ARC.23.01.2, 12 april 2023]. Op basis van de analyse van het geluidsspectrum uit figuur 15 blijkt dat er bij deze brug sprake is van een flinke dosis laagfrequent geluid (<250 Hz). Dit is doorgaans het geluid dat door de brugconstructie, d.w.z. hoofdliggers, dek, dwarsdragers wordt afgestraald. Daarnaast is er ook een piek bij 1000 Hz, dit is het geluid dat door de spoorstaven wordt afgestraald.



figuur 15 resultaat geluidsmeting

4.1 Oplossingsrichtingen

Maatregelen die het geluid van de sporen beter dempen, bijvoorbeeld andere railbevestiging en toepassing van raildempers. Op basis van de geluidsmeting is het geluid afkomstig van de brug relatief hard, waardoor maatregelen van brugtechnische aard ook effectief zullen zijn. Hierbij kan worden gedacht aan sandwichdemping.

4.2 Aanpak analyse

Het advies voor de geluidmaatregelen aan deze brug is gebaseerd op expert judgement. Bij die beoordeling zijn tekeningen, berekeningen en foto's gebruikt. Het advies is gebaseerd op kennis en ervaring van Movares met diverse andere stalen bruggen, zoals gedocumenteerd in het eerder genoemd rapport 'State-of-the-art Geluidsreductie bruggen'.

Opmerking: de in dit rapport aangegeven reducties zijn generiek en daardoor minder nauwkeurig dan als er per brug trillingsmetingen aan de spoorstaven, langsliggers en platen uitgevoerd waren, en er een gedetailleerd rekenmodel van de brug gemaakt was. Dit is met name van belang bij maatregelcombinaties, maar ook bij maatregelen die 'getuned' moeten worden op de specifieke constructie. Bijvoorbeeld resonantiefrequenties van specifieke brugdelen kunnen alleen met metingen bepaald worden en zijn vereist om het massa-veer-systeem te tunen. Voor deze fase van het

project geeft de analyse op basis van expert judgement echter een voldoende betrouwbaar resultaat.

4.3 Generieke geluidsmaatregelen

Spoortechnisch

- Zachtere beddingplaatjes: 1-2 dB;
- Raildempers: 3-4 dB;
- Zachtere beddingplaatjes + raildempers: 4-6 dB (ook minder doorgifte van trillingen naar brugconstructie);
- Het ingieten van de spoorstaven is bij deze brug niet mogelijk, vanwege de directe spoorbevestiging.

Brugtechnisch

- Sandwichdemping is een relatief lichte en effectieve maatregel;
- Het toevoegen van massa is bij deze brug niet mogelijk (het betreft deels hefbrug en daarnaast is de spoorconstructie er niet naar, toevoegen massa wordt alleen bij dubbelliggerbruggen toegepast).

Effect geluidmaatregelen

Op basis van de reductiemaatregelen genoemd in tabel 2 en tabel 3 met de daarbij behorende indicatieve geluidsreductie zijn in tabel 4 combinaties opgesteld, waarbij van alle maatregelen de ondergrens van de geluidsreductie is aangehouden. Omdat er zowel een hoge geluidsemissie is vanaf de spoorstaven en de brugconstructie, kunnen de effecten van de afzonderlijke maatregelen niet zonder meer worden opgeteld.

tabel 4 mogelijke combinaties reductiemaatregelen

Set		Mogelijke sets van maatregelen	Ondergrens indicatieve geluidsreductie [dB(A)]	Opmerkingen
1	C+E	Zachtere beddingplaatjes + Raildempers + Sandwichdemping	5	Het toepassen van zachtere beddingplaatjes (FC104 o.g. dik 8 mm) heeft nog goedkeuring van ProRail.
2	C+E+c	Zachtere beddingplaatjes + Raildempers + Sandwichdemping + Dichte roostervloer	6	Het toepassen van zachtere beddingplaatjes (FC104 o.g. dik 8 mm) heeft nog goedkeuring van ProRail.

4.4 Conclusie

De te bereiken geluidsreductie van 5 dB(A) is te realiseren met allebei de sets van maatregelen. Deze conclusie is op basis van expert judgement.

5 Trade-off matrix

Set 1 is goedkoper dan set 2 en wordt daarom aanbevolen. Indien er een grotere reductie behaald dient te worden dan 5 dB(A) kan tegen extra kosten en inspanning voor set 2 gekozen worden.

5.1 Advies

Geadviseerd wordt om set 1 toe te passen, omdat bij dit type brug uit ervaring blijkt dat met raildemping, zachte beddingplaatjes en sandwichdemping ook daadwerkelijk de vereiste geluidreductie behaald kan worden.

6 Uitwerken voorkeursoplossing

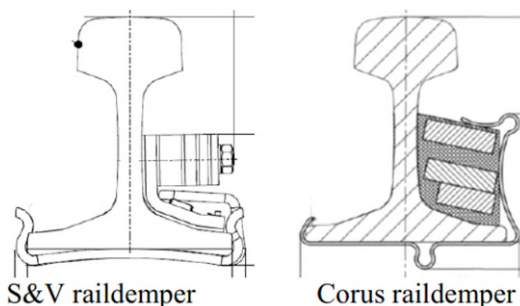
6.1 Ontwerpen oplossing.

De bepaalde oplossing Set 1 omvat het aanbrengen/vervangen van:

- Raildempers op de brug en tot 10 m aan weerszijde van de brug;
- Zachtere beddingplaatjes (FC104 o.g. dik 8 mm) + Vossloh SKL19;
- Opvangconstructie t.b.v. raildempers;
- Sandwichdemping.

6.1.1 Raildempers

Aan de spoorstaven wordt aan beide zijden een raildemper aangebracht, deze raildempers zijn van het type Schrey&Veit (ISB00119) of type Corus (ISV00032).



Opvangbakken

Om onbedoeld vallen van de raildempers te voorkomen, moeten er aan beide zijde naast de liggers opvangbakken worden aangebracht. Deze opvangbakken bestaan uit gezette geperforeerde RVS plaat en worden bevestigd aan de bestaande balken. Deze opvangbakken moeten in de vervolgfase nog ontworpen worden. Op de tekening is globaal aangegeven waar ze geplaatst moeten worden.

6.1.2 Zachtere beddingplaatjes

Het huidige beddingplaatje wordt vervangen door een beddingplaatje FC104 o.g. met een dikte van 8 mm conform SPC001116.

De verende draadklemmen worden vervangen door klembouten met volgring, borgplaat en veerklem Vossloh SKL19.

6.1.3 Sandwichdemping

De geluiddempende sandwichpanelen kunnen worden aangebracht aan de buitenzijde van de langsliggers en dwarsdragers. Om er zeker van te zijn dat de sandwichpanelen niet onbedoeld van de brug kunnen vallen, moeten de sandwichpanelen per paneel met minimaal 2 boutenverbindingen worden gezekerd. Daarnaast wordt geadviseerd, voor aanbrengen sandwichpanelen, om de aanhechting van de conservering te bepalen.

6.2 Bepaling gevolgen maatregelen op draagkracht brug

Uitgangspunt bij het bepalen van de gevolgen van het aanbrengen van de geluidsmaatregelen op de draagkracht van de brug is, dat de totale rekenbelasting van de brug eigengewicht + Treinbelasting met niet meer dan 3% mag toenemen. Deze grenswaarde is op basis van Expert Judgement bepaald en wordt als een veilige benadering beschouwd.

Voor dit project is geen berekening gevonden van de bestaande gewichtsbelasting van de brug, hierdoor is het niet mogelijk om de gewichtstoename ten gevolge van de maatregelen te bepalen. Echter, op basis van vele beschouwde bruggen in het project MJPG (meerjarenprogramma geluid) wordt gesteld dat de gewichtstoename ten gevolge van de maatregelen altijd onder de 1% zit en daarmee geen probleem is voor de sterkte van de brug.

6.3 Constructie tekeningen

Een doorsnede van de principe-oplossing is weergegeven voor zowel de aanbruggen als de hefbrug, zie bijlage 2.

6.4 Kostenraming

De uitgewerkte voorkeursoplossing is input voor de op te stellen raming van de investeringskosten.

Deze raming is weergegeven in bijlage 1. In de kostenraming wordt er vanuit gegaan dat de ondergrond van de bestaande constructie niet opnieuw geconserveerd wordt.

6.5 Overige ontwerpresultaten

Realisatie en bouwlogistiek

De werkzaamheden voor het aanbrengen van de geluidsmaatregelen worden deels binnen PVR uitgevoerd (aanbrengen raildempers en vervangen beddingplaatjes) en deels aan de onderzijde van de brug, onder BS-niveau (opvangbakken).

Voor het uitvoeren van de werkzaamheden binnen PVR zal er deels railgebonden materieel gebruikt moeten worden voor het aan- en afvoeren van bouwstoffen en het schiften van het spoor voor en achter de brug. De aan- en afvoer van bouwstoffen kan via het water plaatsvinden.

Gedurende de werkzaamheden aan de onderzijde zal het scheepvaart worden gehinderd en/of tijdelijk worden gestremd. Dit zal afgestemd moeten worden met de vaarwegbeheerder.

Grondverwerving

Voor het uitvoeren van geluidsmaatregelen Set 1 is geen terrein van derden nodig.

Bepaling aantal en duur TVP's

Voor het uitvoeren van geluidsmaatregelen Set 1 is een TVP van 12 uur nodig.

Voor het aanbrengen van de opvangbakken en de sandwichdemping is in principe

geen TVP noodzakelijk omdat de werkzaamheden aan de onderzijde van de brug plaatsvinden.

6.5.1 *Beheer en onderhoud*

Het aanbrengen van geluidsmaatregelen Set 1 heeft geen impact op het beheer en onderhoud van de brug.

6.5.2 *Functionele systeemeisen*

T.o.v. de bestaande (generieke) eisen zijn geen verdere eisen toegevoegd of aangepast.

6.5.3 *Locatiespecifieke risico's en kansen*

Er worden geen kansen en/of risico's geïdentificeerd.

6.5.4 *Veiligheid*

tabel 5 mogelijke veiligheidsconsequenties reductiemaatregelen

Cat.	Aspect	Ja/Nee	Toelichting / verwijzing
[1]	Zijn er door de geluidmaatregelen veiligheidsconsequenties met betrekking tot de volgende aspecten of omstandigheden?		
	Draagconstructie	Nee	
	Afvoer water /ophoping sneeuw	Nee	
	Zichtlijnen machinist	Nee	
	Zichtlijnen onderhoudspersoneel	Nee	
	Evacuatie en hulpverlening	Nee	
	Toegankelijkheid voor onderhoud en uitvoeren van onderhoud	Nee	
	Hulpmiddelen of maatregelen voor onderhoud	Nee	
	Afscherming derden	Nee	
	Aanraakgevaar stroomvoerende delen (derden)	Nee	
	Sociale veiligheid	Nee	
[2]	Welke bekende of nieuwe hazards zijn van toepassing ?	Hazard Nummer	Toelichting/verwijzing naar beheersmaatregel
	(onderdeel van) geluidmaatregel valt door falen bevestiging of onderhoud	RIS00060	Er zijn voor losrakende raildempers opvangbakken voorzien. zie par. 6.1.1.
	(onderdeel van) geluidmaatregel valt door falen bevestiging of onderhoud	RIS00060	Er zijn voor losrakende staalplaten (van de sandwichdemping) geïsoleerde bevestigingsbouten voorzien. zie par. 6.1.3.

In dit rapport zijn de spoor specifieke risico's ten behoeve van aanrijdgevaar en elektrocutiegevaar (conform Normenkader Veilig Werken / Voorschrift Veilig Werken) nog niet beschouwd. Hetzelfde geldt voor de veilige berijdbaarheid van de trein (PRC00036). In de volgende projectfase moet hier nadere invulling aan worden gegeven.

6.5.5 *Conclusie*

Voor deze brug is een hazard geïdentificeerd (losraken en vallen van brugonderdelen). In het ontwerp zijn maatregelen (opvangbakken) getroffen om de veiligheidsrisico's bij deze hazard te mitigeren.

Colofon

Opdrachtgever ProRail B.V.
Arno Booij

Uitgave Movares Nederland B.V.
Daalseplein 100
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Ondertekenaar Joost Cornelissen

Projectnummer MN002205

Opgesteld door Jos de Bruijn

© 2016, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage 1: kostenraming

Managementoverzicht SSK2018						
Object	Geactiveerd	Investeringskosten (rekenhorizon 1 jaar, reële kosten)				
		Voorziene kosten		Risicoreservering	Totaal	
Deelraming Spoorw erk	JA	€	124.523	€	5.000	€ 129.523
Deelraming Civiel w erk	JA	€	229.296	€	1.638	€ 230.934
Objectoverstijgende risicoreservering inclusief verschuiving	JA			€	36.046	€ 36.046
Kosten exclusief BTW		€	353.819	€	42.683	€ 396.502
<i>Bandbreedte: met een 70%-betrouwbaarheidsinterval liggen de kosten exclusief BTW tussen</i>		€ 297.377 en € 555.103				
<i>De variatiecoëfficiënt bedraagt</i>		± -25% / +40%				
Geraamde Kosten exclusief BTW				€		396.502
Organisatiegebonden reserveringen (opgave financier)				€		-
Onzekerheidsreserve (opgave financier)				€		-
Reservering scope w ijszigingen (opgave financier)				€		-
Gerealiseerde kosten buiten de raming maar binnen budget (opgave financier)				€		-
Aan te houden budget exclusief BTW				€		396.502

														Totaal

Probabilistische resultaten

Simulatie datum
Simulatie aantal
Afhankelijkheid
Verdeling
Over- en onderschrijdingswaarde

Probabilistische resultaten investeringskosten

Deterministische investeringskosten exclusief BTW = modus (T_waarde)	€	396.502
Verschuiving investeringskosten exclusief BTW	€	-

Probabilistische investeringskosten exclusief BTW = gemiddelde (Mu_waarde)

Variatiecoëfficiënt investeringskosten	-25% / +40%
--	-------------

Standaardafwijking investeringskosten
Scheefheid
Minimum waarde
Maximum waarde

P5 (95% overschrijdingskans)

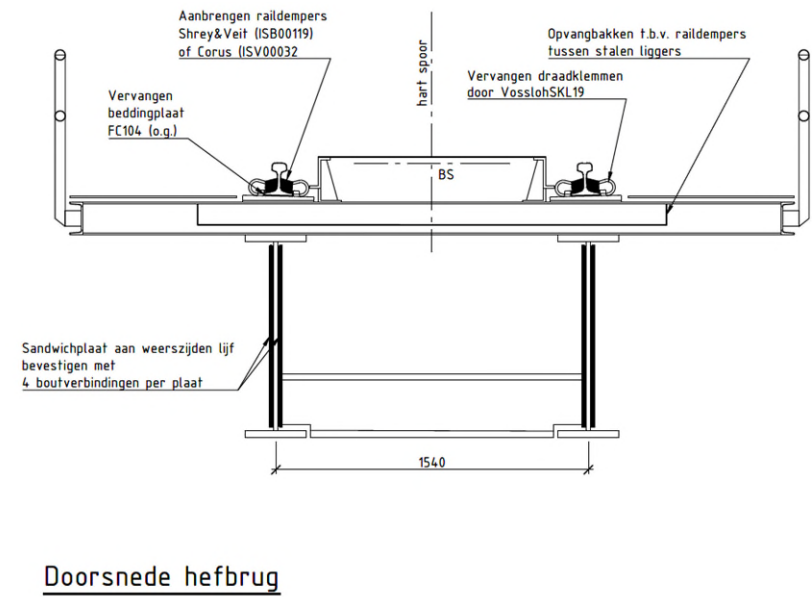
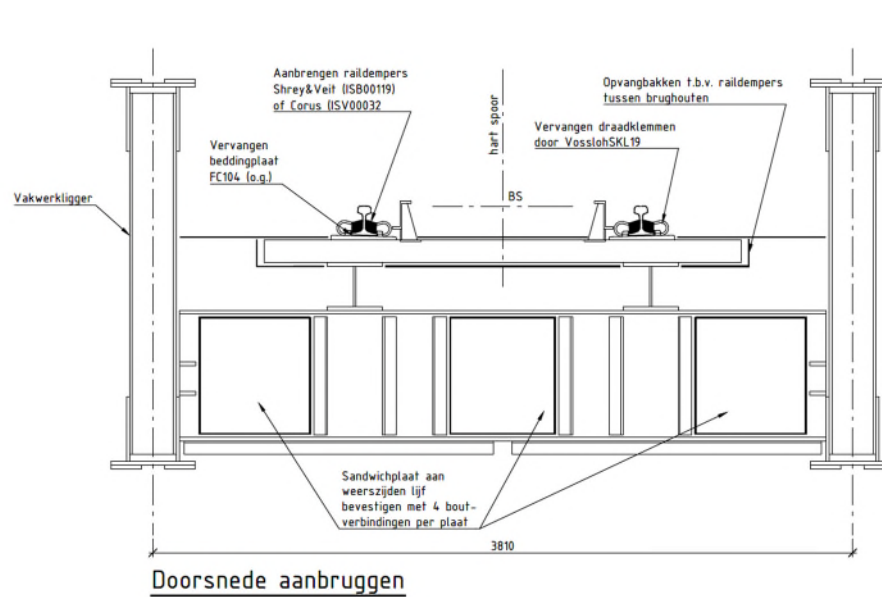
P15 (85% overschrijdingskans)	€	297.377
--------------------------------------	---	----------------

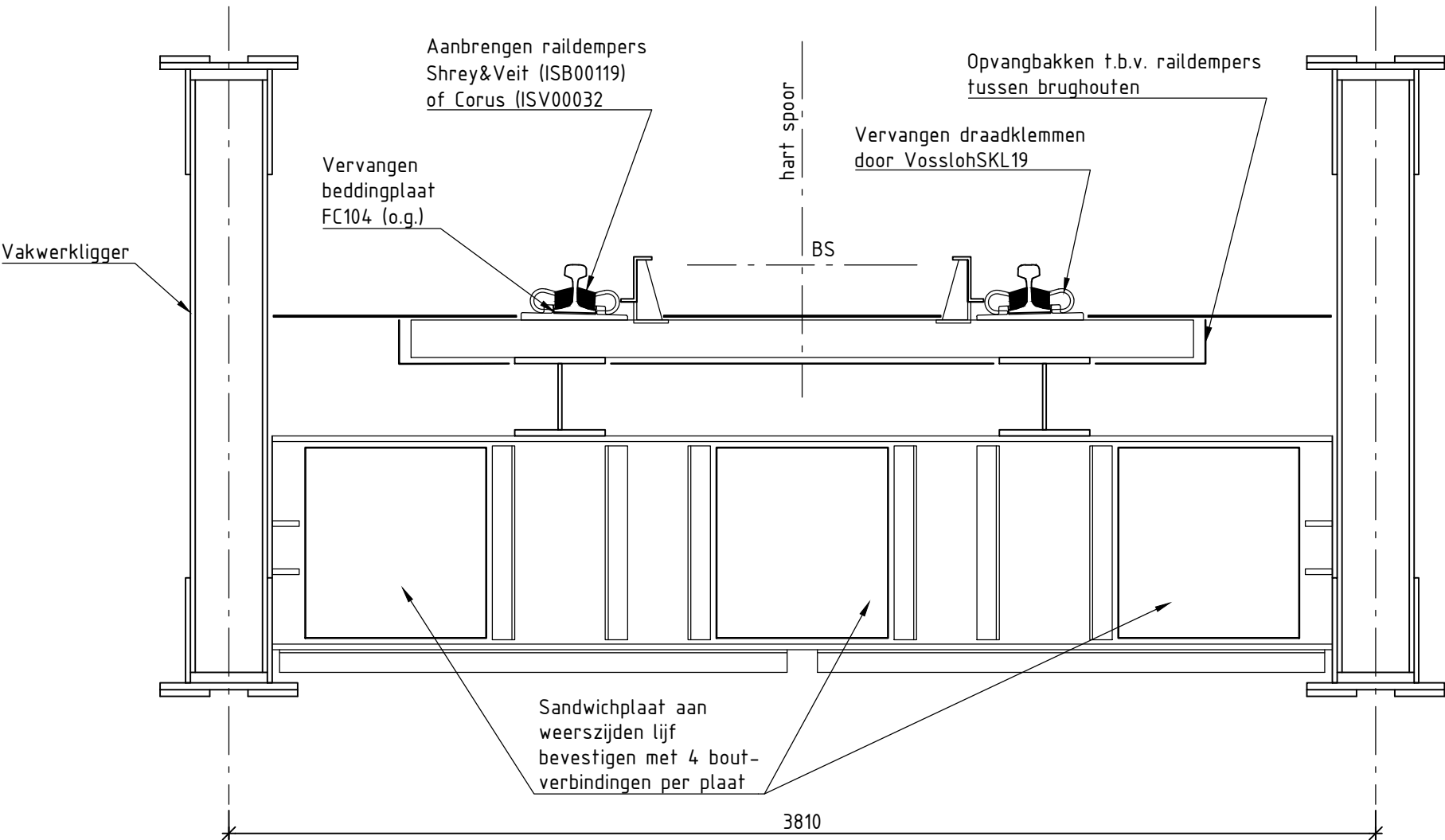
P50 (50% overschrijdingskans)

P85 (15% overschrijdingskans)	€	555.103
--------------------------------------	---	----------------

P95 (5% overschrijdingskans)

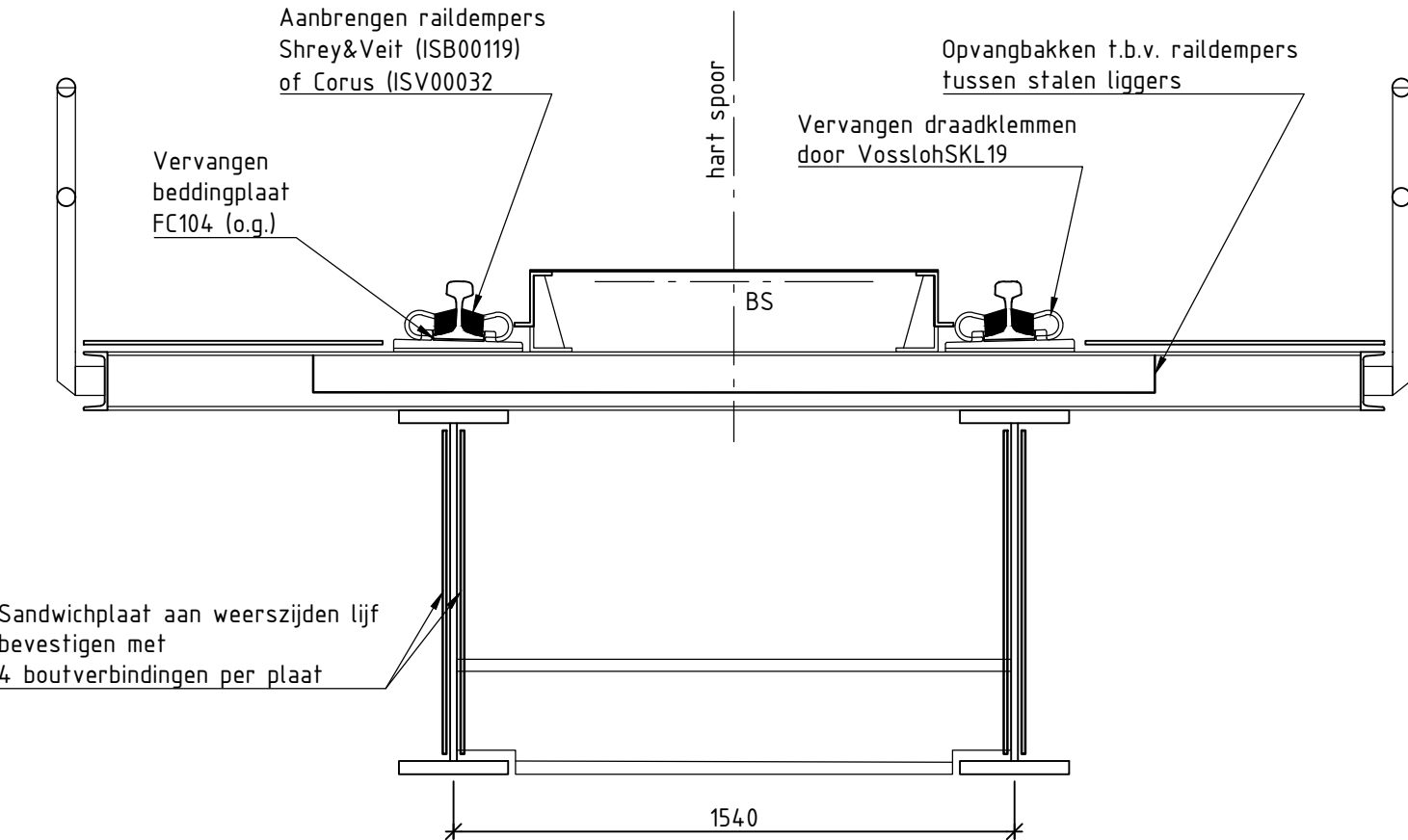
Bijlage 2: doorsnede aanbruggen en doorsnede hefbrug afkomstig van tekening X16-RTI-CD-DWG-24000001





Doorsnede aanbruggen

Schaal 1:20



Doorsnede hefbrug

Schaal 1:20

Projectnummer	MN002205	ProRail Winterswijk - Zevenaar Gebied Oost - Raamovereenkomst adviesdiensten Onderzoek Geluidsanering stalen bruggen Oude IJssel
Identificatiecode	X16-RTI-CD-DWG-24000001	
Versie	0.1	
Versiedatum	15-05-2024	
Documentstatus	Concept	
Formaat	A3 x 1	
Schaal	1:20	
Tekenaar	Timmermans, RF	
Contractnummer		
Projectleider		
Vrijgegeven		

Afdeling MI-O-KW-MO
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

