

DO ONTWERPBASIS VASTE KUNSTWERKEN

RIJNLANDROUTE N206 EUROPAWEG

Behoort bij beschikking van
Burgemeester en Wethouders
van Leiden

Z/25/3882401
DSO 2025082801151



Projectnummer	P0039055		
Projectomschrijving	RijnlandRoute N206 Europaweg		
Opdrachtgever	Provincie Zuid-Holland		
Contract-/besteknummer	DOS-2021-004823		
Ontwerpbestandsnaam	39055-RAP-00633 - DO Ontwerpbasis Vaste Kunstwerken		
Documentnummer	39055-RAP-00633		
Versienummer	2.0	Versiedatum	26-08-2025

Gezien door de constructeurs
van de gemeente Leiden.

26/9/25



Naam en paraaf		
Opsteller	Gecontroleerd	Vrijgegeven
M. de Hertog	C. Hattink	R. Gerritzen

DOCUMENTHISTORIE		
Revisienummer	Revisiedatum	Omschrijving
1.0	07-03-2025	Versie ter validatie aan Opdrachtgever
2.0	26-08-2025	NEN9997-1:2025 van toepassing verklaard, toegevoegd in par. 3.6.

DISTRIBUTIELIJST		
Kopie	Functie	Naam
1	Projectteam BKN	
2	Projectteam PZH	

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	1
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Context.....	2
1.3	Procesbeschrijving.....	2
1.4	Objectenboom.....	2
1.5	Werkpakketten en activiteit.....	3
2	SCOPEBESCHRIJVING EN DEMARCATIE.....	5
2.1	OBJ-3.0 – Kunstwerken.....	5
2.2	OBJ-3.1 - Lammebrug.....	5
2.3	OBJ-3.2 - Trekvlietbrug.....	6
2.4	OBJ-3.3 - Knotterpolderbrug.....	6
2.5	OBJ-3.4 – Lammenschanstunnel en OBJ-3.5 – Veldschanstunnel.....	7
2.6	OBJ-4.5.1 - Duiker [ecologisch] N206 Europaweg.....	7
2.7	OBJ-4.5.5 - Vleermuis hop-over N206.....	8
3	VAN TOEPASSING ZIJNDE DOCUMENTEN.....	9
3.1	Contractdocumenten.....	9
3.2	Projectspecifieke bindende documenten.....	10
3.3	Generieke bindende documenten.....	10
3.4	V&A tenderfase.....	11
3.5	Projectspecifieke informatieve documenten.....	11
3.6	Normen en Richtlijnen.....	12
4	VOORGAANDE ONTWERPFASE.....	13
4.1	Voorlopig ontwerp.....	13
4.2	Heroverwegingen en restpunten uit het VO.....	13
5	EISENANALYSE.....	14
5.1	Eisenanalyse.....	14
5.2	Verificatieplannen.....	14
6	ALGEMENE UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	15
6.1	Vormgeving.....	15
6.2	Beheer en onderhoud.....	17
6.3	Toekomstvastheid.....	17
6.4	Veiligheid.....	18
6.5	Duurzaamheid.....	20
6.6	Ecologie.....	20
6.7	Bouwbaarheid.....	20
6.8	Belendingen.....	22
6.9	Kabels en leidingen.....	23
7	CONSTRUCTIEVE UITGANGSPUNTEN.....	24
7.1	Normen en richtlijnen.....	24

7.2	Geotechnische randvoorwaarden	40
7.3	Geohydrologische randvoorwaarden	41
7.4	Toetsingen.....	41
8	OVERIGE UITGANGSPUNTEN OBJECTEN.....	43
9	PROGRAMMATUUR	44
9.1	Rekenprogrammatuur	44
9.2	Werkinstructie.....	44
9.3	NLCS.....	44
9.4	BIM	44
10	RAAKVLAKKEN	45
10.1	Interne raakvlakken	45
10.2	Externe raakvlakken.....	45
11	KANSEN EN RISICO'S	46
11.1	Kansen	46
11.2	Risico's	46
12	PRODUCTEN	50
12.1	DO fase	50
12.2	UO fase	52
	BIJLAGE I VERIFICATIEMATRIX.....	53
	BIJLAGE II RESTPUNTENLIJST	54
	BIJLAGE III TOETSFORMULIER CCV	57
	BIJLAGE IV MEMO IJSBELASTING.....	58
	BIJLAGE V COMMENTAAR OG OP VO ONTWERPBASIS	59

1 INLEIDING

De ontwerpbasis **DO** Vaste Kunstwerken heeft als doel om alle informatie die van belang is voor het ontwerp inzichtelijk te maken. Op deze wijze kan een eenduidig beeld worden geschetst voor start van de **DO** fase. In deze ontwerpbasis worden contractuele eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten vastgelegd die van toepassing zijn. Dit resulteert in een specificatie voor alle te ontwerpen objecten binnen de scope van dit document.

1.1 AANLEIDING

De provincie Zuid-Holland werkt samen met het Rijk en de regio Holland Rijnland aan een nieuwe verbinding: de Rijnlandroute. Voor het programma Rijnlandroute zijn de volgende drie hoofddoelen gesteld:

- Een betere oost-westverbinding voor het autoverkeer tussen de A4 en Katwijk;
- Het verbeteren van de leefbaarheid in de regio Holland Rijnland;
- Het mogelijk maken van ruimtelijke en economische ontwikkelingen in de regio.

Het programma RijnlandRoute bestaat uit drie projecten:

1. N434/A44/A4, inclusief de Corbulotunnel
2. N206 ir. G. Tjalmaweg
3. N206 Europaweg

Deze ontwerpbasis heeft betrekking op het project '**N206 Europaweg**'. De N206 is een provinciale weg, op Zuid-Hollands grondgebied, in beheer en onderhoud van de provincie Zuid-Holland. Het specifieke projectdeel bevindt zich tussen de Rijksweg A4 en de Rooseveltstraat te Leiden. Ter hoogte van de aansluiting van de Vrouwenweg op de N206 valt het deelproject N206 Europaweg binnen de bebouwde komgrens van de gemeente Leiden.

De N206 Europaweg en het Lammenschansplein vormen de belangrijkste ontsluitingsroute voor het zuidoostelijk deel van de Leidse regio. Bovendien vormen de Lammebrug en Lammenschansplein samen de stadsentree van Leiden. Op dit moment kunnen de N206 Europaweg en het Lammenschansplein het huidige verkeer niet aan. Hierdoor ontstaan er regelmatig files. Door toedoen van diverse ruimtelijke ontwikkelingen, onder andere in de Lammenschansdriehoek en Vlietzone, worden deze wegen steeds drukker. Daarom verbreden we de N206 Europaweg tussen het Lammenschansplein en de A4. Met een goed functionerende ontsluitingsroute aan deze zijde van de stad blijven Leiden en Voorschoten bereikbaar, nu en in de toekomst.



FIGUUR 1: PROJECTLOCATIE

1.2 CONTEXT

Deze ontwerpbasis is onderdeel van het ontwerp en startpunt voor de DO fase voor het ontwerp van de vaste kunstwerken. Naast deze ontwerpbasis zijn er ook ontwerpbasisdocumenten opgesteld voor de volgende disciplines:

DO ontwerpbasis wegen	39055-RAP-00625
DO ontwerpbasis Geotechniek	39055-RAP-00626
DO ontwerpbasis OVL	39055-RAP-00627
DO ontwerpbasis VRI	39055-RAP-00628
DO ontwerpbasis waterhuishouding	39055-RAP-00629
DO ontwerpbasis groenvoorzieningen	39055-RAP-00630
DO ontwerpbasis waterwegen	39055-RAP-00631
DO ontwerpbasis waterkeringen	39055-RAP-00632
DO ontwerpbasis kunstwerken vast	39055-RAP-00633
DO ontwerpbasis kunstwerk beweegbaar	39055-RAP-00634
DO ontwerpbasis grondkeringen en oevers	39055-RAP-00635
DO uitgangspunten notitie E&IA	39055-RAP-00636
DO ontwerpbasis Remmingwerken en Wachtplaatsen	39055-RAP-00637
DO ontwerpbasis ecologie	39055-RAP-00844

De ontwerpbasis Kunstwerken vast dient in samenhang met de ontwerpbasis Remmingwerken en wachtplaatsen beschouwd te worden. Deze documenten vormen samen de basis voor het definitief ontwerp van de vaste kunstwerken binnen het werkpakket WP-009-12 – DO kunstwerken vast (zie ook paragraaf 1.5).

Voor de geotechnische berekeningen ten behoeve van kunstwerken wordt ook verwezen naar de uitgangspunten beschreven in de ontwerpbasis Geotechniek.

1.3 PROCESBESCHRIJVING

Deze ontwerpbasis is voorafgaande aan de DO-fase opgesteld als doorontwikkeling van de VO ontwerpbasis vaste kunstwerken (39055-RAP-00169) en dient na goedkeuring en vrijgave als startdocument voor de DO-fase van het ontwerp van de vaste kunstwerken binnen het project. Na afronding van het DO krijgt de ontwerpbasis een update als startdocument voor de UO fase.

1.4 OBJECTENBOOM

Deze ontwerpbasis heeft betrekking op de onderstaande objecten. Ten opzichte van de objectenboom in de VO ontwerpbasis zijn de remmingwerken en wachtplaatsen verwijderd. Voor deze objecten gelden 39055-RAP-00637- DO ontwerpbasis Remmingwerken en wachtplaatsen. Voor de bouwputten geldt 39055-RAP-00626 - DO Ontwerpbasis Geotechniek. zie ook paragraaf 1.2

OBJ-3.0 – Kunstwerken

- OBJ-3.1 - Lammbrug (KW29)
 - OBJ-3.1.1 – Bovenbouw
 - OBJ-3.1.1.1 - Aanbrug
 - OBJ-3.1.2 - Onderbouw
 - OBJ-3.1.2.1 - Basculekelder
 - OBJ-3.1.2.2 - Pijler/Landhoofd
- OBJ-3.2 - Trekvluitbrug (KW30)
 - OBJ-3.2.1 - Vaste brug

OBJ-3.3 - Knotterpolderbrug (KW37)
OBJ-3.4 - Lammenschanstunnel (KW33)
OBJ-3.5 - Veldschanstunnel (KW32)

OBJ-4.0 - Inpassingsvoorzieningen

OBJ-4.5 - Faunapassage
OBJ-4.5.1 - Duiker [ecologisch] N206 Europaweg
OBJ-4.5.3 - Faunavoorziening Lammebrug
OBJ-4.5.4 - Faunavoorziening Trekvlletbrug
OBJ-4.5.5 - Vleermuis hop-over N206

OBJ-4.5.1 – Duiker [ecologisch] N206 Europaweg wordt ook wel “Ecoduiker” genoemd en omvat zowel de fysieke duiker (kunstwerk) als het functionele faunapassage object. De faunavoorzieningen Lammebrug en Trekvlletbrug worden integraal met de kunstwerken ontworpen.

OBJ-4.5.5 - Vleermuis hop-over N206 betreft het vleermuisportaal. Voorlopig wordt aangenomen dat deze grotendeels door de leverancier zal worden ontworpen. De inpassing valt binnen WP-009-09 - DO Groenvoorzieningen. Het functioneel ontwerp en specificatie van het vleermuisportaal valt onder WP-009-12 - DO Kunstwerken vast. Er worden in deze ontwerpnota geen uitgangspunten gegeven voor het Vleermuisportaal.

De objectenboom lijkt voor te sorteren op een gescheiden ontwerp van de fysieke voorzieningen zoals opgenomen in het kunstwerk enerzijds en een functioneel ontwerp van de faunavoorziening anderzijds. Integratie zou dan via raakvlak gestuurd worden. Hiervoor is in het geval van de faunavoorzieningen niet gekozen.

Ter illustratie van het bovenstaande: een tegenvoorbeeld. Een systeem waarbij wel gekozen is, om functioneel gescheiden los van elkaar de ontwerpen is bijvoorbeeld de openbare verlichting. Daar worden armaturen en kabels ontworpen als onderdeel van het desbetreffende werkpakket terwijl in het kunstwerk ontwerp mantelbuizen en spelingen worden opgenomen om dit te faciliteren.

1.5 WERKPAKKETTEN EN ACTIVITEIT

Deze ontwerpbasis wordt geschreven als onderdeel van WP-009-02 - DO Ontwerpbasis en is het resultaat van activiteit ACT-0130 - Opstellen DO ontwerpbasis kunstwerken vast.

Deze ontwerpbasis vormt de basis voor de volgende werkpakketten en bijhorende werkpakketactiviteiten:

WP-009-12 – DO Kunstwerken vast

ACT-0163 - Opstellen DO ontwerpnota Lammebrug vast
ACT-0164 - Opstellen DO ontwerpnota Trekvlletbrug
ACT-0165 - Opstellen DO ontwerpnota Knotterpolderbrug
ACT-0166 - Opstellen DO ontwerpnota fietsonderdoorgangen
ACT-0167 - Opstellen DO ontwerpnota ecoduiker

ACT-0168 - Opstellen DO tekening Lammebrug vast
ACT-0171 - Opstellen DO tekening Trekvlletbrug
ACT-0173 - Opstellen DO tekening Knotterpolderbrug
ACT-0174 - Opstellen DO tekening fietsonderdoorgang Lammeschanstunnel
ACT-0175 - Opstellen DO tekening fietsonderdoorgang Veldschanstunnel
ACT-0176 - Opstellen DO tekening ecoduiker

ACT-0177 - Opstellen DO berekening fietsonderdoorgangen
ACT-0178 - Opstellen DO berekening Trekvlletbrug bovenbouw
ACT-0179 - Opstellen DO berekening Trekvlletbrug onderbouw
ACT-0182 - Opstellen DO berekening Lammebrug vast bovenbouw

- ACT-0183 - Opstellen DO berekening Lammebrug vast onderbouw
- ACT-0187 - Opstellen DO berekening Knotterpolderbrug bovenbouw
- ACT-0188 - Opstellen DO berekening Knotterpolderbrug onderbouw
- ACT-0189 - Opstellen DO berekening ecoduiker

Onderstaande onderdelen zijn in de Work Breakdown Structure (WBS) wel onderdeel van werkpakket WP-009-12 – DO Kunstwerken vast, maar maken geen onderdeel uit van de scope van deze DO ontwerpbasis vaste kunstwerken.

39055-RAP-00637 - DO ontwerpbasis Remmingwerken en wachtplaatsen bevat uitgangspunten voor de volgende activiteiten:

- ACT-0169 - Opstellen DO tekening remmingwerk Lammebrug
- ACT-0170 - Opstellen DO tekening wachtplaats Lammebrug
- ACT-0172 - Opstellen DO tekening remmingwerk Trekvlietbrug

- ACT-0184 - Opstellen DO berekening remmingwerk Lammebrug
- ACT-0185 - Opstellen DO berekening wachtplaats Lammebrug
- ACT-0180 - Opstellen DO berekening remmingwerk Trekvlietbrug

39055-RAP-00626 - DO ontwerpbasis geotechniek bevat de uitgangspunten voor de volgende activiteiten:

- ACT-0186 - Opstellen DO berekening bouwkuip Lammebrug
- ACT-0181 - Opstellen DO berekening bouwkuip Trekvlietbrug
- ACT-0190 - Opstellen DO berekening bouwkuip ecoduiker

De tekeningen met betrekking tot de bouwkuipen zijn onderdeel van de tekeningpakketten van de kunstwerken.

Tussen kunstwerken en bouwkuipen / remmingwerken worden geen raakvlakken aangemaakt.

2 SCOPEBESCHRIJVING EN DEMARCATIE

Deze ontwerpbasis heeft betrekking op het ontwerp van de objecten zoals aangegeven in paragraaf 1.4. De objectgrenzen per object worden hieronder omschreven.

2.1 OBJ-3.0 – KUNSTWERKEN

De kunstwerken zijn een aantal constructies die worden gekenmerkt door de ongelijkvloerse kruising van twee wegen of waterwegen. Binnen de scope van deze objecten vallen:

- De hoofddraagconstructie van het object
- Aanvullende voorzieningen die binnen de constructie vallen
- Stootplaten en grondverbeteringslagen onder de stootplaat
- (Buigslappe) voegen ook wanneer deze binnen de verharding vallen

Niet binnen deze objecten vallen:

- Het stalen val en de bewegingswerken van de Lammebrug
- Brugtechnische installaties ten behoeve van het stalen val en de bewegingswerken
- Scheepvaartvoorzieningen en scheepvaartseinen
- Remmingwerken en wachtplaatsen
- (Asfalt)verhardingen en slijtlagen
- Voertuigkeringen en overig wegmeubilair
- Openbare verlichting en verkeersregelinstallaties
- Achteraf geplaatste (ingeboorde) bevestigingsmiddelen ten behoeve van onderdelen welke niet binnen het object vallen
- Afwateringsgoten
- Afwateringsputten achter het landhoofd en in de aardenbaan
- Gewapende grondconstructies
- Palenmatrassen
- Oevers
- Tijdelijke objecten ten behoeve van de bouw van het object

2.2 OBJ-3.1 - LAMMEBRUG

Binnen de scope van deze ontwerpbasis vallen de vaste delen van de Lammebrug:

- OBJ-3.1.1 - Bovenbouw
 - OBJ-3.1.1.1 - Aanbrug
- OBJ-3.1.2 - Onderbouw
 - OBJ-3.1.2.1 - Basculekelder
 - OBJ-3.1.2.2 - Pijler/Landhoofd
- OBJ-4.5.3 - Faunavoorziening Lammebrug

Deze objecten bestaan in hoofdzaak uit:

- De constructieve dekken (gevormd door geprefabriceerde liggers met een druklaag)
- De betonnen basculekelder inclusief funderingen en kwelschermen
- De constructieve bordessen en consoles in de kelder
- De betonnen tussenpijler inclusief funderingen
- De landhoofdbalken of -wanden inclusief funderingen en vleugelwanden
- De stootplaten

Verder behoren de volgende elementen tot het object

- De champkanten, leuning en mantelbuizen
- De randelementen
- Metselwerkafwerkingen aan kelder, tussenpijler en landhoofd
- Buitendeuren, poorten en luiken
- De trappen nabij de landhoofden
- Waterdichte membranen, hydrofobeerlagen en anti-graffiticoating
- Detailwapening ten behoeve van te bevestigen delen
- Afschot, afwateringsgoten en pompputten in de kelder

- De vaste, in te storten voorzieningen t.b.v. hijsmiddelen in de kelder
- De zinkers voor kabels onder de doorvaart, [mantelbuizen en trekputten in het beton](#)
- De wrijfgordingen
- De voorzieningen ten behoeve van vleermuizen
- De voorzieningen ten behoeve van de passage van kleine dieren onder de brug
- [Binnenwanden en -deuren en afwerkvloer van de installatieruimte in de kelder](#)
- [Constructieve aarding \(zoals opgegeven\): cadweldplaten, aardnokken en doorkoppeling.](#)

Onderstaande elementen behoren wel tot het object, maar worden in andere werkpakketten ontworpen:

- Zettingsberekeningen aan het einde van de stootplaat
- De tijdelijke voorzieningen (bouwuipen) om deze objecten te realiseren
- De remmingwerken en wachtplaatsen (indien van toepassing)
- [Openingen en sparingen ten behoeve van ventilatie en/of installaties](#)
- [Specificaties van de voorzieningen ten behoeve van vereffening en bliksembeveiliging \(aarding\)](#)

Tot de beweegbare delen van de Lammebrug (en dus niet het WP DO Kunstwerken Vast) behoren

- [De stalen vallen, bewegingswerken en elektrotechnische installatie](#)
- [De opleggingen en vastzetinrichtingen](#)
- [In te storten verankeringen ten behoeve van de beweegbare delen](#)
- [Stalen toegangsmiddelen \(trappen, ladders, leuningen\) in de basculekelder](#)
- [Kabelgoten, -ladders en -banen en brandwerende of waterdichte kabeldoorvoeren.](#)
- [Dompelpomp](#)

2.3 OBJ-3.2 - TREKVLIETBRUG

Binnen de scope van deze ontwerpbasis vallen onderstaande delen van de Trekvljetbrug:

OBJ-3.2.1 – Vaste brug
OBJ-4.5.4 - Faunavoorziening Trekvljetbrug

Deze objecten bestaan in hoofdzaak uit:

- De constructieve dekken (gevormd door geprefabriceerde liggers met een druklaag)
- De landhoofden inclusief funderingen en vleugelwanden
- De stootplaten

Verder behoren de volgende elementen tot het object

- De schampkanten, leuningen en mantelbuizen
- De randelementen
- De metselwerkafwerkingen van de landhoofden
- Waterdicht membranen, hydrofobeerlagen en anti-graffiticoating
- De detailwapening ten behoeve van te bevestigen delen
- De wrijfgordingen
- Voorzieningen ten behoeve van vleermuizen
- Voorzieningen ten behoeve van de passage van kleine dieren onder de brug.
- [Drainage boven de vloer van de landhoofden](#)

Onderstaande elementen behoren wel tot het object, maar worden in andere werkpakketten ontworpen:

- Zettingsberekeningen aan het einde van de stootplaat (aardebaan)
- De remmingwerken en wachtplaatsen (indien van toepassing)

2.4 OBJ-3.3 - KNOTTERPOLDERBRUG

Binnen de scope van deze ontwerpbasis vallen onderstaande delen van de Knotterpolderbrug:

OBJ-3.3 - Knotterpolderbrug

Dit object bestaat in hoofdzaak uit:

- De constructieve duikerelementen
- De funderingsbalken en vleugelwanden
- De schotbalkspinningen
- Het kwelscherm
- De stootplaten

Verder behoren de volgende elementen tot het object

- De schampkanten, leuning en mantelbuizen
- De randelementen
- Waterdicht membranen, hydrofobeerlagen en anti-graffiticoating (indien nodig)
- Detailwapening ten behoeve van te bevestigen delen
- De schotbalken
- De kist of kelder ten behoeve van het opslaan van schotbalken

Onderstaande elementen behoren wel tot het object, maar worden in andere werkpakketten ontworpen:

- Zettingsberekeningen aan het einde van de stootplaat
- De tijdelijke voorzieningen (bouwkuipen) om deze objecten te realiseren

2.5 OBJ-3.4 – LAMMENSCHANSTUNNEL EN OBJ-3.5 – VELDSCHANSTUNNEL

Binnen de scope van deze ontwerpbasis vallen de onderstaande delen van de Lammenschanstunnel en de Veldschanstunnel:

OBJ-3.4 – Lammenschanstunnel

OBJ-3.5 - Veldschanstunnel

De fietstunnels bestaan in hoofdzaak uit:

- [De hoofddraagconstructie van de tunnels](#)
- [Funderingen](#)
- De stootplaten

Verder behoren de volgende elementen tot het object

- De schampkanten, leuning en mantelbuizen op het dek
- De randelementen
- De metselwerkafwerkingen aan de wanden landhoofden
- Waterdichte membranen, hydrofobeerlagen en anti-graffiticoating
- De detailwapening ten behoeve van te bevestigen delen
- De detailengineering van de voorspanning, bijhorende details en werkvolgorde (indien van toepassing)
- Doorvoeren en eventueel sparringen ten behoeve van verlichting

Onderstaande elementen behoren wel tot het object, maar worden in andere werkpakketten ontworpen:

- Zettingsberekeningen aan het einde van de stootplaat
- De tijdelijke voorzieningen (bouwkuipen) om deze objecten te realiseren

Nader te bepalen zijn:

- De vleugelwanden: Afhankelijk van het te kiezen concept worden deze onderdeel van het Kunstwerk of een separate kerende constructie

2.6 OBJ-4.5.1 - DUIKER [ECOLOGISCH] N206 EUROPAWEG

De ecologische duiker (ecoduiker) bestaat in hoofdzaak uit:

- De betonnen segmenten
- De betonnen eind-segmenten/taludbakken

- De voorspankanalen en -kabels

Verder behoren de volgende elementen tot het object

- Eventueel waterdichte membramen, hydrofobeerlagen en anti-graffiticoating
- Bekleding van looprichels
- [Grondverbeteringen](#)
- [Geogrids bij wijze van uitvlakking van vervormingsverschillen](#)

Onderstaande elementen behoren wel tot het object, maar worden in andere werkpakketten ontworpen:

- [Inpassingsvoorzieningen aan de uiteinden van de Ecoduiker \(bijv. beplanting of afschermingen\)](#)
- De tijdelijke voorzieningen (bouwkuipen) om deze objecten te bouwen

2.7 OBJ-4.5.5 - VLEERMUIS HOP-OVER N206

Het vleermuisportaal bestaat in hoofdzaak uit

- Een rechthoekig kokerportaal
- Bebording of beplating tbv geleiding van vleermuizen
- Een paalfundering
- Bevestigingen en delingen

Daarnaast is er sprake van:

- Eventuele onderhouds- of kliminrichtingen
- Beveiligingen, deuren ed.
- Bestickering of verfraaiing
- Conservering
- Aarding

Niet tot dit object behoren:

- Bomen of beplantingen
- Voertuigkeringen

3 VAN TOEPASSING ZIJNDE DOCUMENTEN

Voor een volledig overzicht van de contractdocumenten wordt verwezen naar het aanbestedingsdossier. In de volgende paragrafen worden de meest relevante documenten voor scope [WP-009-12 - DO Kunstwerken vast](#) weergegeven.

Om eventuele tegenstrijdigheden te kunnen vertalen naar een ontwerp, is volgens het contract onderstaande hiërarchie van de documenten van toepassing verklaard:

1. Algemene landelijke wet- en regelgeving (bijv. bouwbesluit en keur-/beleidsstukken van waterschappen)
2. Basisovereenkomst incl. Nota's van Inlichtingen;
3. Vraagspecificatie delen 1, 2 en 3, waarbij vanuit de vraagspecificatie wordt verwezen naar de referentiedocumenten (bindende documenten). Deze worden daarmee als net zo bindend beschouwd en staan in hiërarchie gelijk aan de vraagspecificatie.
4. Annexen I tot en met XVI;
5. UAV-GC 2005;
6. De aanbidding;
7. De aanbestedingsdocumenten (Selectieleidraad en Inschrijfleidraad);
8. Documenten die door opdrachtnemer ter kennis zijn gebracht aan de opdrachtgever (documenten die opdrachtnemer aanlevert ter toetsing of acceptatie van het ontwerp)

Het Esthetisch Programma van Eisen (EPvE) is via vergunningen boven het contract gesteld. Afwijken van het EPvE is alleen mogelijk na goedkeuring van het Q-team.

Voor bovenstaande documenten geldt dat de versies die golden op de datum van inschrijving (zijnde 10 november 2023) leidend zijn.

Een nadere toelichting is te vinden in de memo "Structuur en Hiërarchie van het Contract", versie 2.0 van 27 maart 2024 (zie [00 Structuur en hiërarchie van het contract.pdf.](#))

3.1 CONTRACTDOCUMENTEN

Voor de DO-fase gelden onderstaande contractdocumenten:

TABEL 1: CONTRACTDOCUMENTEN

Map/ codering	Documenttitel	Versie	Datum	Auteur
-	Basisovereenkomst Rijnlandroute N206	D5.0	14-02-2024	PZH ¹
-	Vraagspecificatie deel 0 - Algemeen	D3.0	20-10-2023	PZH
-	Vraagspecificatie deel 1 – Eisen	D3.0	20-10-2023	PZH
-	Vraagspecificatie deel 2 - Proces	D3.0	20-10-2023	PZH
-	Dialog- en Inschrijvingsfase, Nvl's en Q&A			
¹ Provincie Zuid Holland				

3.2 PROJECTSPECIFIEKE BINDENDE DOCUMENTEN

Onderstaande documenten zijn projectspecifiek van aard en van toepassing op de scope van deze ontwerpbasis en conform Vraagspecificatie Deel 0 – Algemeen contractueel bindend:

TABEL 2: PROJECTSPECIFIEKE BINDENDE DOCUMENTEN

Map/ codering	Documenttitel	Versie	Datum	Auteur
2.1.0	Provinciaal Inpassingsplan (PIP) RijnlandRoute			PZH
2.1.02	Referentieontwerp			
2.1.03	EPvE RijnlandRoute Europaweg	3.5	30-09-2021	PZH
2.1.04	Integraal Veiligheidsplan	5.0	08-02-2023	PZH
2.1.10	Projectgebonden Risicoanalyse conventionele explosieven RijnlandRoute	Definitief	19-02-2016	PZH
2.1.18	Akoestisch onderzoek Reconstructie N206 Europaweg	Definitief, revisie 03	03-02-2022	PZH

3.3 GENERIEKE BINDENDE DOCUMENTEN

Onderstaande documenten zijn generiek van aard en van toepassing op de scope van deze ontwerpbasis en conform Vraagspecificatie Deel 0 – Algemeen contractueel bindend:

TABEL 3: GENERIEKE BINDENDE DOCUMENTEN

Map/ codering	Documenttitel	Versie	Datum	Auteur
2.2.03	Handboek Ontwerpcriteria Vaarwegen	1.0	Juni 2017	PZH
2.2.04	Handboek Ontwerpcriteria Wegen	5.0	September 2019	PZH
2.2.08	Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare kunstwerken	4.4	December 2022	PZH
2.2.09	Technisch Programma van Eisen (TPvE) Vaste kunstwerken	3.0	21-01-2016	PZH
2.2.15	Handreiking duurzaamheid in infrastructurele projecten		Januari 2023	PZH
2.3.1	Handboek Kwaliteit Openbare Ruimten – Deel I Uitgangspunten	2021		Gem. Leiden
2.3.1	Handboek Kwaliteit Openbare Ruimten – Deel II Inrichtingsprincipes	3 ^e herziene versie	December 2021	Gem. Leiden
2.3.1	Handboek Kwaliteit Openbare Ruimten – Deel III Details	3 ^e herziene versie	December 2021	Gem. Leiden
2.3.1	Handboek Kwaliteit Openbare Ruimten – Deel IV Technische eisen		01-12-2021	Gem. Leiden
2.4	NEN 6740: Geotechniek		September 2006	NEN
2.4	NEN 6787-1: Veiligheid van beweegbare kunstwerken – Beweegbare bruggen		Juni 2020	NEN
2.4	Richtlijnen Vaarwegen 2020		31 Juli 2020	RWS
2.4	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK)	1.4	April 2017	RWS
2.4.3	Bluswatervoorziening en bereikbaarheid		01-11-2012	Brandweer
2.4	CROW-publicatie 202 - Veilige inrichting van bermen		26-6-1995	CROW
2.4	CUR 166 Damwanden	5.0	01-10-2008	CROW
2.4	CUR-Aanbeveling 100 Schoon beton"		01-06-2004	CROW
2.4	KEUR Rijnland		13-05-2020	HH Rijnland
2.4	Besluit bouwwerken leefomgeving		01-01-2024	

3.4 V&A TENDERFASE

In de tenderfase zijn vragen gesteld door gegadigde en antwoorden gegeven door opdrachtgever (Q&A). Deze vragen en antwoorden zijn verwerkt in Relatics wanneer de vraag te relateren is aan een eis en komt daarmee terug in het verificatieplan. Sommige antwoorden zijn niet te koppelen aan eisen, maar geven wel uitgangspunten mee voor het definitieve ontwerp. De voor het DO van toepassing zijnde Q&A zijn opgenomen in onderstaande tabel. Deze tabel is een verkorte versie van de tabel uit 39055-RAP-00169 VO Ontwerpbasis Vaste kunstwerken).

TABEL 4: V&A

Nr.	Vraag	Antwoord
V97	EPvE, eis 3.6.6.8: In de eis staat dat de remmingswerken van de Trekvlietbrug terughoudend in vormgeving moeten zijn en dat ze bestaande uit houten palen en gordingen. In VS1 staat bij eis SYS-0500 dat het remmingwerk Trekvlietbrug uitgevoerd dient te worden conform het Handboek Ontwerpcriteria Vaarwegen. In dit handboek staat in paragraaf 4.3 dat geleidewerken (remmingwerken) gevormd worden door stalen buispalen verbonden met de nodige horizontale en verticale stalen delen. Uit welk materiaal moet het remmingwerk van de Trekvlietbrug bestaan?	De eis over houten remmingwerken is abusievelijk niet aangepast in de laatste versie van het EPvE. De materiaalstaat versie 3.6 is wel juist. De remmingwerken dienen van staal te zijn.
v166	In eis SYS-0020 heeft u de term "zwaarwegend argument" toegevoegd. Kunt u verduidelijken wat u hier onder verstaat?	Met zwaarwegende argumenten wordt bedoeld dat er een "voordeel" kan worden gehaald op de aspecten van de "ruit".
v167	Wij gaan er van uit dat "afstemming met de Opdrachtgever" in eis SYS-0020 niet meer is dan de inhoudelijke betrokkenheid bij het ontwerp zoals gesteld in VS0 par. 1.4.4. Indien deze lezing niet juist is, kunt u aangeven wat uw beeld is bij deze afstemming en welke invloed u in de processen (ontwerp en realisatie) hiermee wenst uit te oefenen?	Afstemming met de Opdrachtgever in eis SYS-0020 is de acceptatie door Opdrachtgever van de afwijking om funderingselementen niet te verwijderen.
v168	Ons beeld is dat eis SYS-0020 afgestemd en goedgekeurd is met het Waterschap. Indien palen / damwanden niet verwijderd mogen worden van het Waterschap worden consequenties in een Wijziging overeengekomen. Kunt u dit bevestigen?	Aanbesteder kan dit niet bevestigen. Palen / damwanden die in de beschermings- en/of kernzone van een waterkering staan mogen namelijk niet volledig worden verwijderd zoals in het antwoord van vraag V102 is aangegeven.

3.5 PROJECTSPECIFIEKE INFORMATIEVE DOCUMENTEN

Binnen het project gelden onderstaande projectspecifieke informatieve documenten:

TABEL 5: INFORMATIEVE DOCUMENTEN

Map/codering	Documenttitel	Versie	Datum	Auteur
3.1	Gegevens bestaande situatie			
3.2	Gegevens ondergrond			
3.3	Digitale modellen, effectenanalyses			

3.6 NORMEN EN RICHTLIJNEN

Onderstaande normen en richtlijnen zijn van toepassing op het ontwerp van de objecten binnen de scope van deze ontwerpbasis:

TABEL 6: NORMEN EN RICHTLIJNEN

Map/ codering	Documenttitel	Omschrijving	Auteur
	NEN-EN 1990:2002 + NB:2019	Grondslagen constructief ontwerp	NEN
	NEN-EN 1991-1-1:2002 + NB:2019	Belastingen, algemeen	NEN
	NEN-EN 1991-1-2:2002 + NB:2019	Belasting bij brand	NEN
	NEN-EN 1991-1-3:2003 + NB:2019	Sneeuwbelasting	NEN
	NEN-EN 1991-1-4:2005 + NB:2019	Windbelasting	NEN
	NEN-EN 1991-1-5:2003 + NB:2019	Thermische belasting	NEN
	NEN-EN 1991-1-6:2005 + NB:2013	Belasting tijdens uitvoering	NEN
	NEN-EN 1991-1-7:2006 + NB:2019	Stootbelastingen en ontploffingen	NEN
	NEN-EN 1991-2:2003 + NB:2019	Verkeersbelasting op bruggen	NEN
	NEN-EN 1992-1-1:2005 + NB:2020	Betonconstructies, algemeen	NEN
	NEN-EN 1992-1-2:2005 + NB:2011	Betonconstructies, brand	NEN
	NEN-EN 1992-2:2005 + NB:2016	Betonconstructies, bruggen	NEN
	NEN-EN 1993-1-1:2006 + NB:2016	Staalconstructies, algemeen	NEN
	NEN-EN 1993-1-6:2007 + NB:2017	Staal, sterkte en stabiliteit	NEN
	NEN-EN 1993-1-8:2006 + NB:2016	Staal, verbindingen	NEN
	NEN-EN 1993-1-9:2006 + NB:2009	Staal, vermoeiing	NEN
	NEN-EN 1993-2	Staal, bruggen	NEN
	NEN-EN 1996-1-1:2006 + NB:2018	Metselwerk, algemene regels	NEN
	NEN-EN 1997-1:2005 + NB:2019	Geotechniek, algemeen	NEN
	NEN6766:2023	Corrosie van stalen elementen in de ondergrond – eisen voor ontwerp en toepassing	NEN
	NEN9997-1:2025	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels	NEN

[Middels VTW-0070 is de in juni 2025 verschenen NEN9997-1:2025 van toepassing verklaard voor de definitieve constructies. De gewijzigde norm heeft met name impact op het paal draagvermogen van geboorde paalsystemen zoals schroefinjectiepalen \(bijvoorbeeld Fundex-GI en Tubex-GI\) en mortelschroefpalen. Deze worden in de V2.0 van de ontwerpdocumenten verwerkt.](#)

4 VOORGAANDE ONTWERPFASE

4.1 VOORLOPIG ONTWERP

Voor de objecten zoals beschreven in paragraaf 1.4 en hoofdstuk 2 zijn in de VO-fase ontwerpen opgesteld. Deze ontwerpen zijn vastgelegd in onderstaande documenten:

VO Ontwerpnota Lammebrug vast	39055-ONT-00327
VO Ontwerpnota Trekvljetbrug	39055-ONT-00328
VO Ontwerpnota Knotterpolderbrug	39055-ONT-00329
VO Ontwerpnota Fietsonderdoorgangen	39055-ONT-00330
VO Ontwerpnota Ecoduiker	39055-ONT-00331
VO tekening Lammebrug	39055-TEK-00332
VO tekening Trekvljetbrug	39055-TEK-00333
VO tekening Knotterpolderbrug	39055-TEK-00334
VO tekening Fietsonderdoorgangen	39055-TEK-00335
VO tekening Ecoduiker	39055-TEK-00336
VO principetekening Leuning en randen	39055-TEK-00408
VO berekening Lammebrug oostelijke aanbrug	39055-BER-00413
VO berekening Lammebrug westelijke aanbrug	39055-BER-00414
VO berekening Trekvljetbrug	39055-BER-00339
VO berekening Lammenschanstunnel	39055-BER-00337
VO berekening Veldschanstunnel	39055-BER-00338

Het VO geldt als startpunt voor het opstellen van het definitieve ontwerp.

4.2 HEROVERWEGINGEN EN RESTPUNTEN UIT HET VO

Zaken die in het VO of naar aanleiding van de review aangepast moeten worden zijn opgenomen in een lijst van heroverwegingen en restpunten. De lijst heeft betrekking op de Kunstwerken en de Grondkeringen/oeveren en is bijgevoegd in bijlage II

5 EISENANALYSE

5.1 EISENANALYSE

De eisenanalyse is uitgevoerd in/voor de VO-fase en vastgelegd in Relatics. Het doel van de analyse is een eenduidig beeld verkrijgen van de eisen van de opdrachtgever en haar stakeholders, de demarcatie van de eisen naar object en discipline en de wijze van verificatie.

Na de VO-fase en aan de start van de DO-fase is de eisenanalyse uitgebreid met Eisen afkomstig van de HKOR en het FTPvE . Het verificatieplan is daarop aangepast.

5.2 VERIFICATIEPLANNEN

De verificatieplannen voor de objecten en activiteiten zoals beschreven in paragraaf 1.4, paragraaf 1.5 en hoofdstuk 2 zijn vastgelegd in onderstaande documenten:

39055-VPL-00022 Verificatieplan

Na verificatie van de eisen wordt per activiteit een verificatierapport opgesteld.

6 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

In dit hoofdstuk worden de algemene uitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp beschreven.

6.1 VORMGEVING

Vanuit vormgeving worden een aantal belangrijke principes opgelegd aan de kunstwerken:

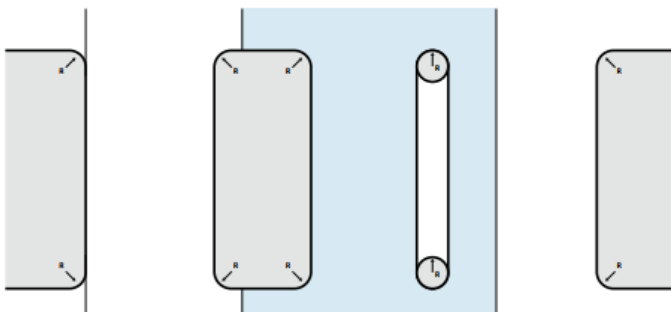
- Ruime onderdoorgangen
- Basculekelder Lammebrug aan de stadskant
- Doorgaande lijnen
- Eenduidigheid in het ontwerp
- Metselwerkafwerkingen
- Randdetails

In het VO is reeds invulling gegeven aan bovenstaande principes. Na goedkeuring van het VO geldt het VO als uitgangspunt voor de verdere uitwerking van het ontwerp in de DO-fase. De algemene uitgangspunten met betrekking tot de metselwerkafwerking en de randdetails zijn voor het DO relevant en worden in de volgende paragraaf kort toegelicht.

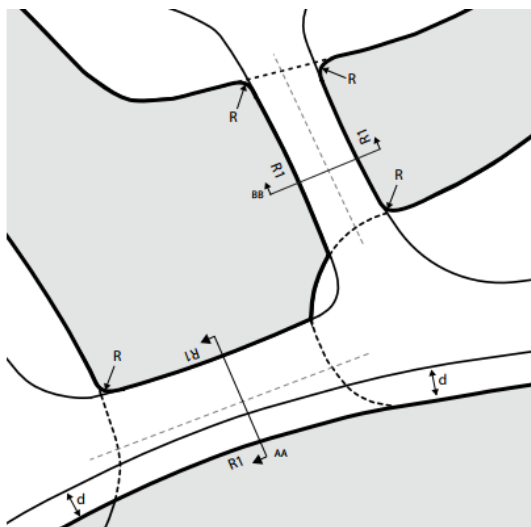
6.1.1 METSELWERKAFWERKINGEN

Voor de metselwerk bekleding wordt een dikte van 170 mm gereserveerd buiten de Profielen van vrije ruimte. Dit betreft een conservatieve aanname waarbinnen voldoende (ontwerp)ruimte blijft bestaan. *In het DO zal deze ruimte verder worden ingevuld met keuzes ten aanzien van steen, reliëf en eventueel een spouw. Het is nadrukkelijk niet de bedoeling om te optimaliseren in het geval dat het geheel dunner zou worden.*

In het EPvE worden voor de buitenhoeken van wanden afrondingen voorzien. Deze hebben een buitenstraal van 1,0 m



FIGUUR 1: AFRONDEN IN LAMMEBRUG

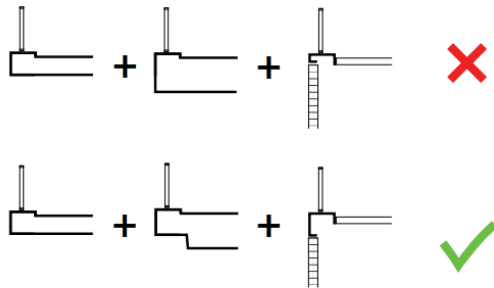


FIGUUR 2: AFRONDINGEN BIJ DE FIETSTUNNELS

Deze afrondingsstralen komen ook terug bij de landhoofden van de Trekvliefbrug.

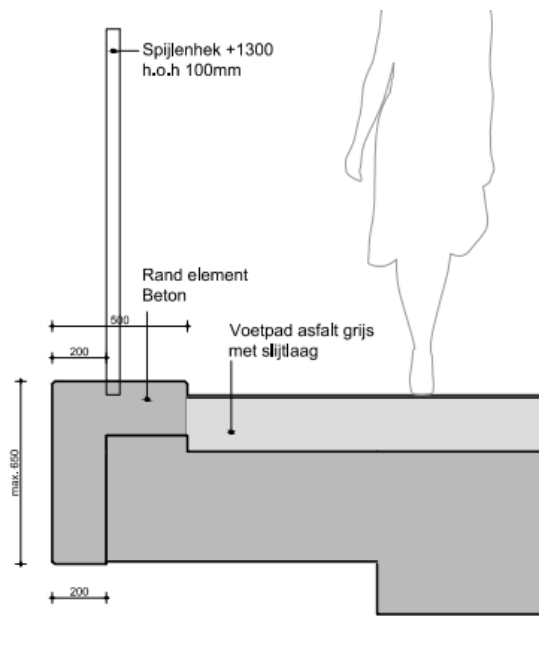
6.1.2 RANDDETAIL

Een ander belangrijk detail is het randdetail dat terug dient te komen in alle bruggen en grondkeringen



↑ RANDEDETAILS KUNSTWERKEN ZIJN ONDERDEEL VAN DE DOORLOPENDE LIJNEN, ZIE EIS 3.6.3.38.

FIGUUR 3: TERUGKEREND RANDDETAIL



FIGUUR 4: RANDDETAIL KUNSTWERKEN

De getekende verjonging heeft in het esthetisch ontwerp een relatie met de afrondingen nabij de landhoofden en is derhalve ook ca 1,0 m diep.

6.2 BEHEER EN ONDERHOUD

Door opdrachtgever is de volgende verdeling voor beheer en onderhoud opgesteld, zoals vastgelegd op tekening 435128-BO-4-0001 van de Provincie Zuid Holland:

Lammebrug

Dagelijks beheer en onderhoud bovenkant brug	Provincie Zuid Holland
Dagelijks beheer en onderhoud onderkant brug	Gemeente Leiden
Openbare ruimte onder kunstwerk	Gemeente Leiden

Trekvlietbrug

Dagelijks beheer en onderhoud bovenkant brug	Provincie Zuid Holland
Dagelijks beheer en onderhoud onderkant brug	Provincie Zuid Holland

Knotterpolderbrug

Dagelijks beheer en onderhoud	Gemeente Leiden
-------------------------------	-----------------

Lammenschanstunnel

Stootplaten, verharding en meubilair op brugconstructie	Provincie Zuid Holland
Openbare ruimte onder kunstwerk	Gemeente Leiden

Veldschanstunnel

Verharding en meubilair op brugconstructie	Gemeente Leiden
Openbare ruimte onder kunstwerk	Gemeente Leiden

Ecoduiker

Dagelijks beheer en onderhoud	Provincie Zuid Holland
-------------------------------	------------------------

Vleermuisportaal

Dagelijks beheer en onderhoud	Provincie Zuid Holland
-------------------------------	------------------------

De volgende onderdelen dienen in de DO-fase belicht te worden ten aanzien van beheer en onderhoud van de kunstwerken. Dit zal in de betreffende ontwerpnota's verder worden uitgewerkt:

- Vervangen zware onderdelen Lammebrug
- Toegang tot installaties Lammebrug (kelder en brugdek)
- Toepassen inspectiepaden
- ~~Inspecteerbaarheid Ecoduiker (besloten ruimte)~~

Verder wordt aangenomen dat door te voldoen aan de vraagspecificatie en het technisch programma van eisen, voldaan is aan de belangrijkste randvoorwaarden voor beheer en onderhoud.

6.3 TOEKOMSTVASTHEID

De volgende aspecten met betrekking tot toekomstvastheid zijn in het ontwerp van de kunstwerken meegenomen:

- Herindeelbaarheid kunstwerken. De wegingdeling op het dek van de kunstwerken kan wijzigen waarbij fiets-/voetpaden kunnen worden omgebouwd naar rijbanen voor wegverkeer. De aangehouden uitgangspunten hierbij zijn:
 - 1,05 m obstakelafstand tussen kant verharding en voertuigkering inclusief bouwtoeranties. Deze afstand wordt meegenomen in het wegontwerp
 - 1,1 m netto breedte voor geleiderail of barri r en uitbuigruimte of inspectiepad
 - ruimte voor slagboomkasten (bij Lammebrug). In het geval van een in de barri r ge ntegreerde afsluitboom betreft dit alleen 0,20 m extra vrije breedte voor onderhoud.
 - ruimte leuning: 0,13 m
 - ruimte tussen leuning en rand dek: 0,2 m
 - de eerste rijbaan begint in de gewijzigde situatie dus op **1,43 meter** vanaf de dekrand. Dit wordt in de berekening van de dekken meegenomen.

- Slopen van functieloze objecten
 - [Trekken van palen, zie 39055-MEM-00323 - trekken bestaande palen v2.0](#)
 - Rooien van functievrije kabels & leidingen
- Leuningen overal **1,30 m hoog**, zodat overal fietspaden mogelijk zijn
- Extra (lege) mantelbuizen in schampkanten meenemen
- Fietstunnels worden zodanig uitgevoerd dat het wegdek over de gehele breedte van de tunnel kan worden bereden (met inachtneming van de randafstanden zoals hierboven beschreven).

6.4 VEILIGHEID

6.4.1 VEILIGHEID & GEZONDHEID

Bij het contractdossier is een V&G plan bijgevoegd welke is opgesteld door de opdrachtgever. Het veiligheidsdossier van de opdrachtgever dient door de opdrachtnemer overgenomen te worden en verder doorontwikkeld en geactualiseerd op de komende fases.

De volgende risico's uit het V&G dossier van de opdrachtgever zijn van toepassing op het ontwerp

- Opstapeling van ontbindingsgassen in de Ecoduiker
- Maken van (lange)funderingselementen nabij in gebruik zijnde wegen.
- Hijsbewegingen van grote delen / Kraanbelastingen op constructies

In de komende ontwerpfases worden de veiligheidsrisico's nader uitgewerkt en nieuwe risico's toegevoegd aan het dossier in Relatics.

6.4.2 VEILIGHEIDSTHEMA'S

Op de objecten Vaste Kunstwerken zijn de onderstaande thema's van toepassing. Deze thema's zijn in de VO-fase meegenomen en de uitwerking van de thema's is beschreven in de VO Ontwerpnota's per object. De restpunten uit het VO met betrekking tot de veiligheidsthema's zijn hieronder weergegeven:

Lammebrug – Nautische veiligheid

Het ontwerp van de remmingwerken dient verder afgestemd en uitgewerkt te worden. Hiertoe worden ontwerpuitgangspunten afgestemd met de opdrachtgever met betrekking tot de nautische analyse en mogelijke aanvaarscenario's en aanvaarhoeken. Hierin dient ook de functie van de nevenvaart en de toelaatbare scheepvaart op de nevenvaart afgestemd te worden.

Verder dient de vaarwegverlichting, bebording en seinvoering te worden uitgewerkt.

Lammebrug – Brandveiligheid

De uitgangspunten met betrekking tot brandveiligheid bij de Lammebrug zijn uitgewerkt in de VO Ontwerpbasis Vaste kunstwerken (39055-RAP-00169). Samengevat geldt voor de Lammebrug:

- Voor een bouwwerk *geen gebouw zijnde* is geen andere sterkte bij brand gegeven dan dat "afhankelijk van de bestemming en inrichting van het bouwwerk redelijkerwijs nodig is om het bouwwerk bij brand te kunnen verlaten en te doorzoeken." Voor een brug is dat een zeer korte tijdspanne.
- [ROK 2.0]: Brandscenario's mogen beperkt worden tot voertuigbranden op de brug. In specifieke situaties met een verhoogde kans op brand van een transport voor brandbare/gevaarlijke stoffen onder de brug dient ook dit scenario beschouwd te worden, dit is echter voor de meeste bruggen van Rijkswaterstaat niet het geval. Derhalve wordt een voertuigbrand onder het kunstwerk niet beschouwd.
- Binnen de brugkelder (mogelijk wel een gebouw) gelden geen andere eisen ten aanzien van sterkte bij brand (functie 11c "andere overige gebruiksfunctie" kent geen eisen) maar wel ten aanzien van brandcompartimentering en vluchten.
- De technische ruimte met elektronische apparatuur welke zich binnen de kelder bevindt wordt als afzonderlijk brandcompartiment vormgegeven. Voor de weerstand tegen brandoverslag zal volstaan kunnen worden met 30 minuten op basis van art.4.53 lid 4.
- Vluchtroutes en blusmiddelen worden bepaald als onderdeel van de kelderinrichting en vallen derhalve in werkpakket "DO Lammebrug beweegbaar". Mogelijk volgen hieruit wel raakvlakeisen aan de brandscheidingen en/of te maken sparingen t.b.v. (vlucht-)deuren. Dit wordt beheerst via het raakvlakkenproces

Lammebrug – Elektronische veiligheid

In de betonconstructie wordt een structureel aardnet opgenomen. Eisen daarvoor zullen worden afgestemd met de installateur tijdens de DO-fase

Lammebrug – Hulpverlening

Toegang voor hulpverleners met betrekking tot de weg wordt beheerst in het wegontwerp

Toegang tot de kelder wordt beheerst in het DO.

Trekvluitbrug – Nautische veiligheid

De landhoofden van de brug steken een stuk de vaart in. Mogelijk moet op deze hoeken voorzieningen getroffen worden om scheepvaart te geleiden. Deze afweging zal in het DO gemaakt worden.

Alle kunstwerken - Sociale veiligheid

Een beoordeling van de sociale veiligheid zal worden uitgevoerd op het DO door een onafhankelijk en geregistreerd CPTED-expert. De aanbevelingen en/of verplichtingen worden opgevolgd en zullen worden verwerkt in het ontwerp.

6.5 DUURZAAMHEID

In de tenderfase is een MKI belofte gedaan welke in de ontwerp- en realisatiefase nader uitgewerkt en aangetoond dient te worden.

Mogelijke kansen en aandachtspunten:

- waar mogelijk ander materiaal toepassen
- optimalisatie wapening, onder meer door volledig voor te spannen
- optimalisatie paalfundering, Fundex of schroef-combinatiepalen in plaats van stalen buispalen
- RVS leuningen optimaliseren.
- Ecoduiker uitvoeren met voorspanning zonder aanhechting om de demonteerbaarheid en hergebruik na sloop te bevorderen.

6.6 ECOLOGIE

6.6.1 WET NATUURBESCHERMING

Door opdrachtgever is een ontheffing verkregen op de Wet Natuurbescherming met daaraan gekoppeld een aantal vergunningvoorschriften. Deze voorschriften zijn vertaald in eisen (herkenbaar aan het eisnummer {WNBH-####}) en toegevoegd aan het verificatieplan.

Voor de kunstwerken volgen eisen aan doorvliegvensters onder de bruggen.

Daarnaast zijn er randvoorwaarden aan de uitvoering. Deze worden niet aangetoond binnen het DO werkpakket en worden beheerst door afspraken met werkvoorbereiding en Ecoloog.

6.6.2 RICHTLIJN FAUNAVOORZIENINGEN

Van de faunavoorzieningen binnen dit werkpakket is bepaald dat zij moeten voldoen aan de Richtlijn faunavoorzieningen. In dat document wordt per objecttype (looprichel, ecoduiker, ecozone) een set eisen gegeven.

Deze zullen per object in de betreffende ontwerpnota worden afgeleid en aangetoond.

6.6.3 VERBLIJFPLAATSEN

Zie het VO voor een algemene beschrijving van de op te nemen fauna verblijfplaatsen. In overleg met de Ecoloog worden geschikte locaties gevonden en geïntegreerd in de kunstwerken. Zie ook [39055-RAP-00844 - DO ontwerpbasis ecologie] (nog op te stellen).

6.7 BOUWBAARHEID

In deze paragraaf dienen de randvoorwaarden en uitgangspunten vanuit de uitvoering opgenomen te worden. Deze hebben met name betrekking op de wegfasering, bouwfasering, bouwmethode en voorziene hulpconstructies.

6.7.1 BOUWTOLERANTIES

Zie voor een analyse van bouwtoleranties, toegenomen en de maatregelen het volgende (nog uit te brengen) document:
39055-MEM-00856 - Tolerantieanalyse Kunstwerken en Grondkeringen.

6.7.2 FASERING EN HULPCONSTRUCTIES

Zie de verschillende ontwerpnota's VO

6.7.3 EXECUTIEKLASSE STAALCONSTRUCTIES

Voor staalconstructies dienen executieklassen bepaald te worden volgens NEN-EN 1993-1-1. Daarnaast schrijft ROK 1.4 voor:

TABEL 7: ROK 1.4 - TABEL 7-4: AAN TE HOUDEN UITVOERINGSKLASSE

Product	Gevolgklasse (Consequence class)	Uitvoeringsklasse ¹⁾
Vaste stalen bruggen en staaldeel vaste staalbetonbruggen	2 3	3 4
Stalen palen en damwanden	-	n.t.b.
Staalbouwkundig deel beweegbare stalen bruggen	2 3	3 4
Staalbouwkundig deel waterbouwkundige staalconstructies	2 3	3 4
Mechanische uitrusting van beweegbare stalen bruggen en waterbouwkundige staalconstructies	2 3	3 4
Geluidsschermen	Allen	2/3 (zie GCW)
Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders)	2	3
Bijbehorende onderdelen		
• Opleggingen bruggen	Allen	3
• Voegovergangen bruggen		3
• (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk		2
• Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (banen, wagens)		3
• Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (paden)		2

¹⁾ De uitvoeringsklasse is van toepassing op alle onderdelen van de constructie

Staalconstructies komen (behoudens het val en de leuningen) bij de kunstwerken alleen voor in de onderbouw. Voor het bepalen van de uitvoeringsklasse (executieklaas, EXC) wordt het volgende aangehouden:

- Funderingen welke op vermoeiing belast worden, worden als EXC3 uitgevoerd.
- Funderingen welke niet vermoeiinggevoelig zijn worden uitgevoerd in EXC2

Daarbij wordt de volgende procedure gehanteerd:

- Als de stalen behuizing niet constructief wordt gebruikt (dat wil zeggen: niet wordt beschouwd in de berekening) op het niveau dat in de paal wordt overwogen: EXC2
- Als de stalen behuizing constructief wordt gebruikt op het niveau dat in de paal wordt beschouwd, maar de spanningsamplitudes kleiner zijn dan $\Delta\sigma_{L,D}$ (vermoeiingsgrens bij constante amplitude voor fLM1) of kleiner dan $\Delta\sigma_{L,L}$ (grenswaarde voor fLM4a) : EXC2
- Andere gevallen : EXC3
- Bovenstaande aspecten met betrekking tot de uitvoeringsklasse dienen per constructie/paalfundering door de constructeur te worden bepaald en vastgelegd.

Voor niet-risicovolle stalen delen (zoals leuningwerken), wordt EXC2 aangehouden conform categorie (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk.

6.7.4 OVERIGE UITGANGSPUNTEN T.A.V. DE UITVOERING

Lassen aan de wapening

Constructief lassen aan wapening is alleen toegestaan na overleg met constructeur. Lassen van hijsogen aan (prefab) wapeningskorven is toegestaan.

Toepassen borgstaven

Constructie	Borgstaven	Reden
vloeren	alleen aan de onderzijde	om het aantal dekkingsblokjes te beperken en het aanbrengen van de wapening te vereenvoudigen
wanden	worden verwijderd	
balken	alleen aan de onderzijde	aan de flanken hebben borgstaven weinig zin omdat hier al weinig dekkingsblokjes nodig zijn

Conform ROK 1.4 mogen borgstaven niet in de betondekking zitten. Bij de vlakken waar borgstaven worden toegepast de betondekking dus intact laten en de eigenlijke wapening dus dieper in het beton laten steken. Bij de bepaling van de factor $k_x = c_{toeg} / c_{nom}$ mag de extra dekking op de hoofdwapening, die het gevolg is van de borgstaaf, dus niet in rekening worden gebracht.

Betonoppervlak

Voor betonconstructies die in het zicht komen wordt in SYS-0229 en in het EPvE schoon beton CUR 100 klasse B1 volgens tabel 1 geëist. Dit betreft de volgende zichtvlakken:

- randelementen
- onderzijde prefab dekken
- onderzijde dekken van fietstunnels
- loopvlakken betonnen trappen
- plinten onder het metselwerk
- onderslagbalk en tussenpijler Lammebrug.

De detaillering en uitvoering van in het werk gestorte zichtvlakken wordt besproken met de architect. Deze legt deze aspecten voor aan het Q-team. De hieruit volgende uitgangspunten worden in de DO-fase vastgelegd. Dit betreft met name eisen aan:

- ligging en uitvoering van stornaden
- vormgeving van bekistingsvlakken
- plaatsing van afstandhouders
- detaillering, voorkomen van grindnesten en zandstrepen
- kleurverschillen tussen diverse storten
- toepassing van 3D geprinte betonnen delen.

Bovenstaande punten worden vastgelegd in een werkplan Schoonbeton.

Hiermee wordt invulling gegeven aan de eis "B1 conform CUR 100" ook al zal niet voor alle vlakken aan alle eisen conform de tabel voldaan worden

De overige betonnen onderdelen zitten niet in het zicht en hoeven hier dus niet aan te voldoen.

6.8 BELENDINGEN

Omdat de bestaande kunstwerken geheel gesloopt worden hoeft bij het ontwerp van de vaste Kunstwerken in principe geen rekening gehouden te worden met delen waarop aangesloten moet worden. Echter:

- Een deel van de palen van de bestaande kunstwerken zal niet worden getrokken
- Er moet gewerkt worden vlakbij de tijdelijke constructies uit Fase 1 van het werk.

De positie van palen kan worden afgeschat uit de Areaalgegevens. De exacte posities dienen later ingemeten te worden.

Bij het slopen van bestaande constructies en het aanbrengen van nieuwe constructies dient rekening gehouden te worden met

- panden die vlakbij de bouwlocaties staan (o.a. aan de Vlietweg en aan de Kanaalweg)
- eventuele reeds eerder gerealiseerde delen van het werk
- de tijdelijke constructies uit Fase 1 van het werk.

Specifiek wordt benoemd:

- De tijdelijke Lammebrug staat zeer dicht naast de nieuwe. Zo komt een deel van de bouwkuip voor de kelder van de Lammebrug (praktisch) onder de tijdelijke Lammebrug te staan. De consequenties zullen worden beheerst via het raakvlakkenproces
- De overige delen van Fase 1 zijn in principe gescheiden van de definitieve kunstwerken. Bij de modellering zullen faseringsmodellen worden gemaakt om eventuele raakvlakken tijdig te beheersbaar te maken.
- Nabij het project liggen enkele panden die gevoelig zijn voor trillingen. De bijbehorende risico's worden beheerst door het toepassen van zo goed als trillingsvrije funderingssystemen en het doen van trillingsanalyses in het funderingsontwerp. Deze laatste worden uitgewerkt in de Ontwerpbasis Geotechniek.
- Langs de Trek vlietbrug en GK17 en 18 loopt een onderheid stamriool dat zeer gevoelig is voor zetting en trillingen.

6.9 KABELS EN LEIDINGEN

Tijden het ontwerp zal regelmatig overlegd worden met de coördinator K&L derden om raakvlakken in beeld te brengen en te beheren. Hiervoor wordt met name het raakvlakkenproces gebruikt.

Voor het constructief ontwerp is het stamriool nabij de Trekvlietbrug bepalend.

In alle palenplannen en bouwkuiptekeningen worden de K&L tekeningen geprojecteerd om conflicten vroegtijdig te identificeren.

7 CONSTRUCTIEVE UITGANGSPUNTEN

7.1 NORMEN EN RICHTLIJNEN

7.1.1 REFERENTIEPERIODE EN GEVOLGKLASSE

Conform eis SYS-0147 zijn voor de hoofddraagconstructies van de kunstwerken de volgende referentieperiodes en gevolgklassen aan te houden:

- Levensduur: 100 jaar
- Remmingswerken Lammebrug: 50 jaar
- Lammebrug, Trekvlietbrug, fietstunnels en duikers in N206: CC3 (SYS-0088)
- Knotterpolderbrug: CC2 (SYS-0088)
- op kunstwerk aansluitende grondkeringen: CC2.

Voor bepaalde (vervangbare) onderdelen zijn lagere levensduureisen van toepassing (SYS-0147):

- leuning en overige kleine staalconstructies: 50 jaar
- opleggingen: 40 jaar
- houten delen: 30 jaar
- conservering: 15 jaar

7.1.2 MATERIALEN EN MATERIAALEIGENSCHAPPEN

7.1.2.1 BETON

De volgende betonsterkteklassen worden toegepast:

- dek (drukragen): C35/45 (minimum i.v.m. milieuklasse)
- dek (prefab): C55/67
- dek (in situ voorgespannen): C45/55
- onderbouw: C30/37, in spatzone C35/45

Beton	f_{ck} [N/mm ²]	$f_{ck;cube}$ [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	$f_{cd}^{1)}$ [N/mm ²]	$f_{ctd}^{1)}$ [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	ϵ_{c3} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [N/mm ²]	$E_{c;red}^{2)}$ [N/mm ²]
C30/37	30	37	38	20	1,35	2,9	1,75	3,5	32.800	11.000
C35/45	35	45	43	23	1,5	3,2	1,75	3,5	34.000	13.000
C45/55	45	55	53	30	1,8	3,8	1,75	3,5	36.000	16.000
C55/67	55	67	63			4,2	1,75	3,5	38.000	

¹⁾ f_{cd} en f_{ctd} zijn gegeven voor blijvende en tijdelijke belastingen.

²⁾ $E_{c;red}$ wordt toegepast om de statische eigenschappen van een gescheurde doorsnede te benaderen.

7.1.2.2 WAPENINGSSTAAL

Voor de wapening wordt uitgegaan van betonstaal B500B.

Betonstaal	f_{yk} [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	ϵ_{uk} [%]	E_s [N/mm ²]	α [K-1]
B500B	500	435	5,0	200000	10-5

7.1.2.3 VOORSPANSTAAL

Voor de voorspanning wordt uitgegaan van voorspanstaal Y1860 klasse 2.

Betonstaal	f_{yk} [N/mm ²]	$f_{y,0.1}$ [N/mm ²]	ϵ_{uk} [%]	E_s [N/mm ²]	ρ_{1000} [%]	α [K-1]
Y1860	1860	1600	3,5	205000	2,5	1,2 x 10-5

7.1.2.4 STAAL

Voor staalconstructies worden staalsoorten S235 en S355 aangehouden. Mogelijk wordt voor de buispalen van het remmingswerk uitgegaan van een hogere staalkwaliteit (S460, X70)

De eigenschappen zijn (voor plaatdiktes tot en met 40 mm)

constructie staal	f_u [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	α [K-1]
S235	360	235	210000	$1,2 \times 10^{-5}$
S355	490	355	210000	$1,2 \times 10^{-5}$

Overeenkomstig ROK 1.4 is kwaliteit J2+N vereist voor alle risicovolle stalen delen. Wanneer dat noodzakelijk blijkt zullen nadere aanduidingen zoals +Z35, +C, etc. in het DO bepaald worden

Voor de leuningconstructies op de Lammebrug en de Trekvljetbrug wordt conform eisen SYS-00541 resp. SYS-00542 RVS toegepast. De eigenschappen van de te kiezen legering bevatten:

- sterkte-eigenschappen worden aangenomen als:

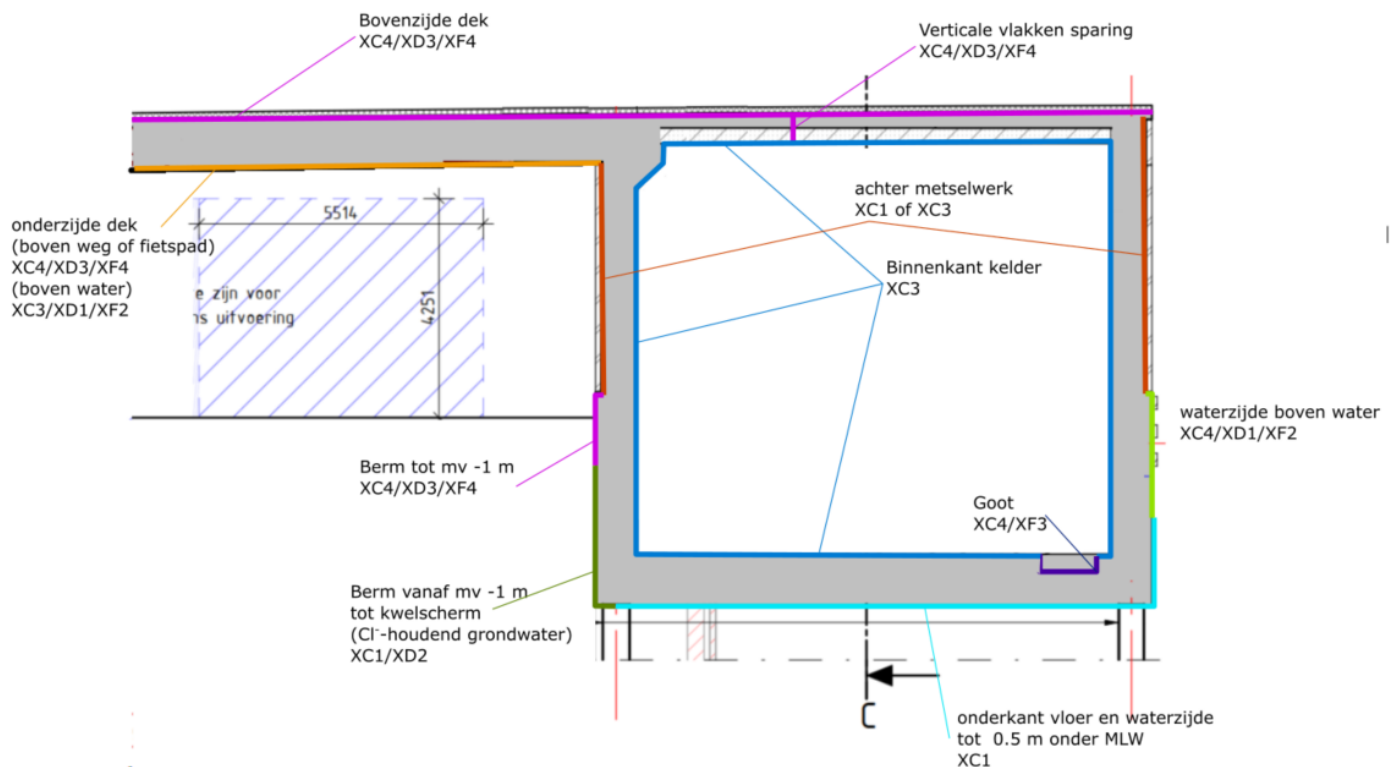
Roestvast staal (austenitisch)	f_u [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	α [K-1]
316 L, profiel	500	200	210000	$1,2 \times 10^{-5}$
316 L, plaat	520	260	210000	$1,2 \times 10^{-5}$

- corrosievastheid, zoutbestendigheid (PREN) minimaal gelijkwaardig aan 1.4404 (AISI 316L).
- overige eig
- enschappen zoals lasbaarheid, koudvervormbaarheid en verspaanbaarheid in overleg met de fabrikant.
- Oppervlaktebewerking van eindproduct volgens opgave architect

7.1.3 MILIEUKLASSEN EN DEKKINGEN

De aan te houden minimale dekkingen op de wapening volgen uit de milieuklassen alsmede uit de constructieklasse voor het desbetreffende onderdeel.

Voor alle constructie-onderdelen geldt constructieklasse S4 als uitgangspunt. Deze constructieklasse wordt voor alle onderdelen met twee klassen verhoogd tot S6 om te voldoen aan 100 jaar levensduur. Bij elementen met een plaatgeometrie wordt de constructieklasse verlaagd naar S5. Bij prefab elementen wordt de constructieklasse nog één klasse verlaagd vanwege de hoge betonsterkteklasse.



FIGUUR 5 MILIEUKLASSE PER OPPERVLAKTE VAN BETONWERK (BASCULEKELDER BIJ WIJZE VAN VOORBEELD)

Bij beton achter metselwerk waarbij de tussenruimte geheel gevuld is met mortel XC1 aanhouden, anders in verband met condensvorming XC3.

In combinatie met de constructieklasse kan dan de minimale dekking worden vastgelegd. De toegepaste dekking moet altijd gelijk of groter zijn dan de minimale dekking. Dit leidt tot de volgende tabel:

TABEL 8 MILIEUKLASSE EN DEKING PER BOUWDEEL

onderdeel	milieuklassen					Constructie- klasse	C _{nom} [mm]	C _{toegepast} [mm]
	XC	XD	XS	XF	XA			
Wanden/ vloeren luchtzijde	XC4	XD3	n.v.t.	XF4	n.v.t.	S5	60	60
Vloeren grondzijde (op werkvloer)	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	55	60
Wanden grondzijde	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	45	60
Dek boven en onderzijde (C45/55)	XC4	XD3	n.v.t.	XF4	n.v.t.	S4	60	60
Funderingsbalk zijkanten (b > 1000 mm)	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	45	60

onderdeel	milieuklassen					Constructie- klasse	C _{nom} [mm]	C _{toegepast} [mm]
	XC	XD	XS	XF	XA			
Funderingsbalk onderzijde op werkvloer	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	55	60
bascule-kelder binnenzijde	XC3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	40	60
bascule-kelder grondzijde	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	45	60
bascule-kelder onderkant vloer (op werkvloer)	XC1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S4	35	60
Funderingspalen (prefab;C45/55)	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	S5	45	45
Funderingspalen (in-situ, met casing; C30/37)	XC4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		S6	50	60
Randelementen/barriers	XC4	XD3	n.v.t.	XF4	n.v.t.	S6	60	60

7.1.4 CORROSIE STALEN DELEN

Conform eis SYS-00429 en Q&A moet de afname van de doorsnede van onbeschermd staalwerk ten gevolge van corrosie bepaald worden conform CUR 166 en tweezijdig worden toegepast.

Hiervan wordt naar aanleiding van de validatiesessies afgeweken en NEN6766:2023 toegepast.

Dit leidt tot het volgende:

- Voor stalen buispalen en damwanden in de grond die constructief worden benut moet op basis van het grondonderzoek de corrosieafname worden bepaald
- Voor palen met stalen casings in contact met een waterlijn moet de staaldoorsnede worden verwaarloosd tot 0,5 m onder de waterlijn.
- Geheel stalen palen (bijvoorbeeld van remmingwerken) moeten tot 1 meter onder het theoretisch bodemprofiel worden beschermd volgens de eisen in [Handboek Ontwerpcriteria Vaarwegen]
- Stalen damwanden moeten worden voorzien van een betonnen sloof tot minimaal 0,5 m onder de waterlijn. {SYS-0313}

Voor het bepalen van alle grenstoestanden, met inbegrip van vermoeiing, worden de minimale afmetingen gebruikt.

Voor vermoeiingsgevoelige delen (daar waar de spanningswisseling boven de vermoeiingsgrens komt) is corrosieafname niet toegestaan zie ook NEN-EN1993-1-9 §1.1 (7), deze delen zullen voldoende moeten worden geconserveerd of uitgevoerd in weervast- dan wel roestvast staal.

7.1.5 BELASTINGEN BGT EN UGT

7.1.5.1 EIGEN GEWICHT

Voor het eigen gewicht van gewapend beton wordt $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ aangehouden. Het eigen gewicht van het beton wordt in veel rekenprogramma's automatisch meegenomen.

7.1.5.2 RUSTENDE BELASTINGEN

Alle overige permanente belasting wordt (afhankelijk van de geometrie van de constructie) ingevoerd als rustende belasting. Veel voorkomende voorbeelden:

TABEL 9: RUSTENDE BELASTINGEN

Element	Waarde
geleiderails	lijnlast 2,0 kN/m
leuningen	lijnlast 1,0 kN/m
gewapend beton	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
barriers	6,50 kN/m
randelementen conform EPvE	4,75 kN/m
vulbeton	$\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
asfalt	$\gamma_a = 23 \text{ kN/m}^3$
asfalt op dekken	$q_{EG,asfalt} = \gamma_a * h = 23 * 0.17 = 3,91 \text{ kN/m}^2$
metselwerk	$\gamma_a = 20 \text{ kN/m}^3$
droog zand	$\gamma_g = 18 \text{ kN/m}^3$
nat verzadigd zand	$\gamma_g = 20 \text{ kN/m}^3$
klei	$\gamma_g = 17 \text{ kN/m}^3$
veen	$\gamma_g = 12 \text{ kN/m}^3$
horizontale gronddrukken	factoren voor actieve, neutrale of passieve gronddruk
opspanning door temperatuur	factoren verhoogd

Voor de Lammebrug geldt verder: de belastingen uit het val worden (per draaipunt en oplegpunt) opgegeven door Rusthoven.

7.1.5.3 KRIMP EN KRUIP

Voor het bepalen van de tijdsafhankelijke uitdrogings- en autogene krimp wordt gebruik gemaakt van formules (3.10) en (3.13) van NEN-EN 1992-1-1+NB. Hierbij geldt als input:

- de afmetingen van het betreffende constructiedeel
- het aantal vlakken dat kan uitdrogen
- de betonsterkteklasse, deze twee klassen hoger aanhouden indien dit negatief werkt (zie ROK 1.4, art. 3.1.2)
- de aanwezige drukspanning t.g.v. voorspanning of permanente belasting
- de relatieve vochtigheid. Hiervoor wordt aangehouden:
 - constructies in water: $RV = 100\%$
 - constructies ondergronds (boven grondwater): $RV = 95\%$
 - constructies boven water: $RV = 80\%$
 - constructies boven land: $RV = 75\%$

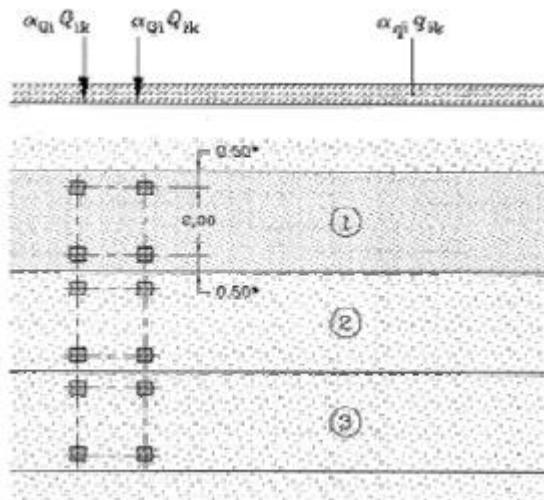
7.1.5.4 MOBIELE BELASTINGEN LM1 EN LM2

Conform NEN-EN 1991-2 dienen brugdekken tussen de voertuigkeringen (geleiderails, barriers) vrij indeelbaar opgedeeld te worden in theoretische rijstroken van 3,0 meter en een eventuele reststrook. Vanwege toekomstvastheid (zie par. 6.3) wordt gerekend met een mogelijke toekomstige herindeling waarbij de eerste rijstrook op 1,4 meter vanaf de dekrand ligt. Elk van deze rijstroken moet een keer als maatgevende rijstrook worden belast met een laststelsel LM1. Twee andere rijstroken moeten belast worden als rijstrook 2 en 3. Hierbij moet steeds de ongunstigste configuratie worden gekozen. Conform eis SYS-00456 resp. SYS-00573 mogen de op de Lammebrug en de Trekvliefbrug aan te brengen barriers niet gezien worden als permanente voertuigkeringen. Dit vanwege de beoogde toekomstvastheid.

De configuratie en vorm van LM1 volgt uit NEN-EN 1991-2 par. 4.3.2:

Tabel 4.2 – Belastingsmodel 1: karakteristieke waarden

Positie	Tandemstelsel TS	Gelijkmatig verdeelde belasting (GVB)
	Aslast Q_{ik} (kN)	q_{ik} (of q_{rk}) (kN/m ²)
Rijstrook nummer 1	300	9
Rijstrook nummer 2	200	2,5
Rijstrook nummer 3	100	2,5
Overige rijstroken	0	2,5
Resterende oppervlakte (q_{rk})	0	2,5



FIGUUR 6: POSITIE VAN ASLASTSTELSELS

Hierin zijn vergrotingsfactoren voor dynamische effecten reeds inbegrepen. Wielprent is 0,4 x 0,4 meter.

Conform NEN-EN 1991-2 par. 4.3.2 moeten bij Nobs ≥ 2000000 voertuigen/jaar en per rijstrook voor een rijweg met meer dan 3 theoretische rijstroken de waarden voor rijstrook 1 nog worden verhoogd:

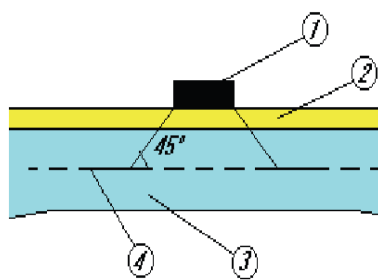
- $\alpha_{q1} = 1,15$. De verdeelde belasting wordt dan $9,0 \times 1,15 = 10,35$ kN/m²
- $\alpha_{qi} = 1,40$. De verdeelde belasting wordt dan dus $2,5 \times 1,4 = 3,50$ kN/m²

Bij de Lammebrug wordt ook het val belast door verkeersbelasting. Deze belasting komt via de hoofdliggers op de draaipunten van het val en de oplegpunten t.p.v. de voorhar. De belastingen van een rijstrook op de basculekelder en de middenpijler zullen moeten worden ingeschat.

Voor de Knotterpolderbrug (met verkeerscategorie 4, Nobs = 50000 voertuigen/jaar en rijstrook) mag conform NEN-EN 1991-2 tabel NB.1 een reductie worden toegepast. Hier mogen voor de reductiefactoren α_{q1} , α_{Q1} en α_{qr} 0,96 worden aangehouden.

Voor lokale toetsingen kan stelsel LM2 maatgevend zijn. Conform NEN-EN 1991-2 par. 4.3.3 moet gerekend worden met 1 as van 400 kN en een wielprent 0,35 x 0,6 meter. Hierin is een vergrotingsfactor voor dynamische effecten reeds inbegrepen.

De spreidingslengte is gelijk aan 2 maal de dikte van het asfalt pakket (0,1 m) + de dikte van het dek + de breedte van het wiel oppervlakte (0,4 m). Afhankelijk van de dikte van het dek kan hiermee het totale spreidingsgebied van het tandemstelsel van LM1 worden vastgelegd.



- 1: Wiellast
- 2: Asfalt
- 3: Betonplaat
- 4: Middenvlak betonplaat

FIGUUR 7: SPREIDING VAN WIELLASTEN

7.1.5.5 MOBIELE BELASTINGEN LM3

Conform TPvE Vaste Kunstwerken dienen alle kunstwerken behoudens de Knotterpolderbrug geschikt te zijn voor een laststelsel LM3. Conform TPvE Vaste Kunstwerken moet gerekend worden met 8 assen van ieder 150 kN met een h.o.h. afstand van 1,5 m en een wielprint van 0,5 x 0,5 meter. Dit laststelsel:

- hoeft conform TPvE par. 5.2 alleen gerekend te worden op één vastgestelde rijstrook per rijrichting. Dit stelsel hoeft dus niet op alle rijstroken gerekend te worden c.q. rekening te houden met vrije indeelbaarheid
- ~~moet conform NEN-EN 1991-2 par. 4.3.4 gecombineerd worden met LM1 en verdeelde belasting op rijstroken 2 en 3 (zie par. 7.1.5.4)~~

Q&A Vraag V184 stelt dat dit LM3 een kunstwerk moet kunnen passeren met de normale snelheid van het verkeer. Dit betekent volgens NEN-EN 1991-2 par. 4.3.4 dat bovenop de statische belasting van LM3 een extra dynamische factor in rekening moet worden gebracht:

$$\varphi = 1,40 - \frac{L}{500} \quad \varphi \geq 1$$

waarin:

L is de getalswaarde van de invloedslengte, in m.

Voor de fietstunnels en de Trekvlitbrug (*L* ca. 10 meter) wordt deze factor 1,38. Voor de Lammbrug (*L* ca. 25 meter) wordt deze factor 1,35.

Uit validatiesessie:

- stelsel LM3 alleen meenemen voor de UGT, niet voor de BGT of vermoeiing
- LM3 hoeft niet gecombineerd te worden met stelsels LM1 op de naastgelegen stroken
- LM3 mag in dwarsrichting gunstig gepositioneerd worden zolang dit duidelijk wordt gerapporteerd.

7.1.5.6 MOBIELE BELASTING, ONDERHOUDSVOERTUIG

Bij fietspaden dient volgens eis SYS-0194 ook gerekend te worden op een onderhoudsvoertuig conform NEN-EN 1991-2 par. 5.3.2.3:

- 2 assen met een as-afstand van 3,0 meter
- karakteristieke waarde van de aslast is 25 kN
- spoorbreedte 1,75 meter
- wielprint 0,25 x 0,25 meter.

7.1.5.7 REMMEN EN AANZETTEN

De rem en aanzetbelasting grijpt aan op strook 1 van belastingmodel 1 of belastingmodel 3.

De grootte van de belasting is gelijk aan (NEN-EN 1991-2 par. 4.4.1):

$$F_{hk} = 0,6 * (2 * \alpha_{Q1} * Q_{1k}) + 0,10 * \alpha_{Q1} * q_{1k} * w_1 * L \leq 800 \text{ kN, waarin:}$$

- Q_{1k} : de belasting is van het stelsel LM1 (alleen rijstrook 1)

- q_{1k} : de bijbehorende verdeelde belasting is (alleen rijstrook 1)
- w_1 : de breedte van de theoretische rijstrook 1
- L de lengte is van de constructie of (bij aanwezigheid van dilataties) het beschouwde deel van de constructie. Conform ROK 1.4 hoeven de stootplaten hierbij niet te worden meegerekend.

Dit betekent voor de diverse constructies:

- Lammebrug, aanbrug NW + val: $L = 42,0$ meter, $F_{hk} = 0,6 * (2 * 300) + 0,1 * 10,35 * 42 * 3 = 490,4$ kN
- Lammebrug, aanbrug ZO: $L = 22,8$ meter, $F_{hk} = 0,6 * (2 * 300) + 0,1 * 10,35 * 22,8 * 3 = 430,8$ kN
- Trekvliesbrug: $L = 40$ meter (incl. L -wanden). Hier treedt dezelfde remkracht op als bij de Lammebrug aanbrug NW (490,4 kN)
- Fietstunnels: $L = 12$ meter, $F_{hk} = 0,6 * (2 * 300) + 0,1 * 10,35 * 12 * 3 = 397,3$ kN
- Knottenpolderbrug: $L = 10$ meter, $F_{hk} = 0,6 * (2 * 300) + 0,1 * 9 * 10 * 3 = 387$ kN

Indien bij landhoofden frontwanden worden toegepast mogen deze conform NEN-EN 1991-2 par. 4.9.2 berekend worden op de remkracht uit één as, dus $0,6 * Q_{1k} = 0,6 * 300 = 180$ kN.

7.1.5.8 CENTRIFUGAALKRACHTEN

De Trekvlies brug ligt in een boog, waardoor centrifugaalkrachten op de constructie kunnen optreden welke veroorzaakt worden door verkeer dat door de boog rijdt. De grootte van de centrifugaalkracht is beschreven in NEN-EN 1991-2 par. 4.4.2. Per kunstwerk:

- Trekvliesbrug: ligt in boog $R \approx 80$ meter. De centrifugaalkracht is dan gelijk aan $0,2$ x de totale verticale belasting uit wegverkeer die bij dit kunstwerk in rekening is gebracht

De beide tunnels liggen vlakbij een kruispunt (T-splitsing) en kennen wel afbuigende stroken. Hier is de snelheid van het verkeer echter zodanig laag dat dit niet leidt tot noemenswaardige centrifugaalkrachten.

7.1.5.9 TEMPERATUUR

Voor de fietstunnels en de betonnen aanbruggen worden de temperatuurbelastingen berekend conform de methode beschreven in ROK 1.4. Deze gaat uit van een jaarlijkse en dagelijkse temperatuurcomponent. Uitgegaan wordt van een referentietemperatuur van de grond van $+15$ °C.

Dekken van de bruggen en onderdoorgangen

De brugdekken worden direct blootgesteld aan zoninstraling. De temperatuurbelastingen worden berekend conform NEN-EN 1991-1-5.

De dekken vallen in de categorie type 3 (betondekken, plaat). Voor het betondek geldt:

- Referentie temperatuur lucht $T_0 = 10^\circ$
- Maximale temperatuur constant $T_{e,max} = T_{max} + 2 = 30 + 2 = 32^\circ$
- Minimale temperatuur constant $T_{e,min} = T_{min} + 8 = -25 + 8 = -17^\circ$

De gelijkmatige temperatuurcomponent van de temperatuur belasting is het verschil tussen de referentie temperatuur en de maximale/minimale temperatuur.

In de zomer is de gelijkmatige temperatuur component:

$$\Delta T_{c,zomer} = (T_{e,max} - T_0) * N_{max,p} = (32 - 10) * 1,04 = +23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

In de winter is de gelijkmatige temperatuur component:

$$\Delta T_{c,winter} = (T_0 - T_{e,min}) * N_{max,p} = (-10 - 17) * 1,11 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

De temperatuurgradiënt wordt als volgt bepaald:

Opwarmen:

- Bovenzijde : $\Delta T_{g,opwarmen} = +5,3$ °C (inclusief vergrotingsfactor voor 100 jaar, $N_{max,p} = 1,04$)
- Onderzijde: $\Delta T_{g,opwarmen} = -5,3$ °C (inclusief vergrotingsfactor voor 100 jaar, $N_{max,p} = 1,04$)

Afkoelen:

- Bovenzijde : $\Delta T_{g,afkoelen} = -2,5 \text{ °C}$ (inclusief vergrotingsfactor voor 100 jaar, $N_{min,p} = 1,11$)
- Onderzijde: $\Delta T_{g,afkoelen} = +2,5 \text{ °C}$ (inclusief vergrotingsfactor voor 100 jaar, $N_{min,p} = 1,11$)

De gelijkmatige temperatuurcomponent en de temperatuurgradiënt mogen volgens paragraaf 6.1.5 van NEN-EN 1991-1-5 gecombineerd worden tot 4 temperatuurcombinaties. In onderstaande tabel zijn de combinaties weergegeven op basis van $\omega_N = 0,35$ en $\omega_M = 0,75$.

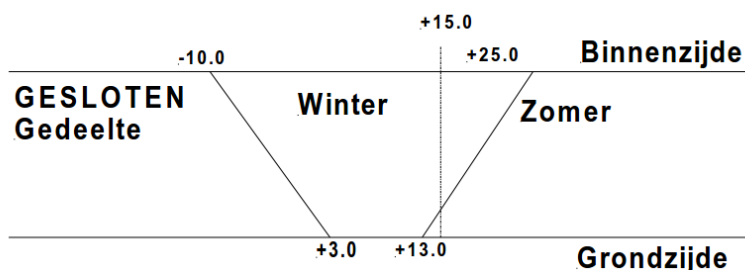
TABEL 10: TEMPERATUURBELASTINGEN

Type	Combinatie 1 + 2 ($1,00 \cdot \Delta T_M + 0,35 \cdot \Delta T_N$)	Combinatie 3 + 4 ($0,75 \cdot \Delta T_M + 1,00 \cdot \Delta T_N$)
Zomer (opwarmen)		
Opwarmen ΔT ,boven [°C]	+13,4	+27,0
Opwarmen ΔT ,onder [°C]	+2,8	+19,0
Lineaire component [°C]	+8,1	+23,0
Gradient [°C] boven/onder	+5,3/-5,3	+4,0/-4,0
Winter (afkoelen)		
Opwarmen ΔT ,boven [°C]	-13,0	-31,9
Opwarmen ΔT ,onder [°C]	-8,0	-28,1
Lineaire component [°C]	-10,5	-30,0
Gradient [°C] boven/onder	-2,5/+2,5	-1,9/+1,9

In de rekenmodellen kunnen zowel de gradiënt als de gelijkmatige component als temperatuurbelasting worden ingevoerd.

Wanden en vloeren gesloten gedeelten

Voor gedeelten die niet direct door zonlicht worden beschenen gelden wat lichtere eisen. Voor het bepalen van de lineaire temperatuur component voor het gesloten gedeelte wordt weer uitgegaan van een referentie temperatuur van +10 °C (zie vorige paragraaf).



FIGUUR 8: JAARLIJKSE TEMPERATUURWISSELINGEN VOOR GESLOTEN DOORSNEDE, CONFORM BLZ. 44 VAN ROK 1.4

Ook hier kunnen weer de gradiënt en het lineaire gedeelte worden bepaald. E.e.a. is weergegeven in onderstaande tabel:

Type	Combinatie gesloten deel
Zomer (opwarmen)	
Constante component [°C]	+9,0 = $(25+13)/2 - 10$
Gradient [°C] lucht/grond	+6,0 / -6,0
Winter (afkoelen)	
Constante component [°C]	-13,5 = $(-10+3)/2 - 10$
Gradient [°C]	-6,5 / +6,5

In de rekenmodellen kunnen zowel de gradiënt als de gelijkmatige component als temperatuurbelasting worden ingevoerd. Voor de gradiënt gelden dan de volgende in te voeren waarden:

Type	Combinatie gesloten deel
Zomer (opwarmen)	
Bovenzijde (lucht zijde)	+15,0
Onderzijde (grond zijde)	+3,0
Winter (afkoelen)	
Bovenzijde (lucht zijde)	-20,0
Onderzijde (grond zijde)	-7,0

7.1.5.10 ONGELIJKMATIGE ZETTINGEN

Alle constructies (met uitzondering van de Ecoduiker) zijn onderheid. Dit betekent dat de zettingen zeer klein zijn.

Conform ROK 1.4, paragraaf 10.1, art. 2.4.9.(1)P geldt een maximaal toelaatbare steunpuntszakking van 50 mm en een maximaal zettingsverschil tussen twee opeenvolgende steunpunten van 30 mm. Deze waarden betreffen maximaal toelaatbare zettingen voor funderingen ontworpen volgens NEN 9997-1 en gelden in de bruikbaarheidsgrenstoestand.

Indien de fundering maximaal 50 mm mag zetten en er een maximale verschilzetting van 30 mm mag optreden in de fundering dient het kunstwerk in staat te zijn deze vervormingen op te nemen in de onder- en bovenbouw. Derhalve wordt in het ontwerp rekening gehouden met een zettingsverschil van 30 mm tussen opeenvolgende steunpunten.

7.1.5.11 WIND

Conform NEN-EN 1991-1-4 wordt:

- uitgegaan van windgebied 2, $v_b = 27 \times 1 \times 1 = 27$ m/s
- uitgegaan van een constructie van 6 meter boven het maaiveld, onbebouwd
- dit levert een stuwdruk van $0,71 \text{ kN/m}^2$
- het aangestraalde oppervlak gerekend van de dekdikte vermeerderd met een windband van 2,0 meter hoogte vanaf bovenzijde wegdek voor verkeer (NEN-EN 1991-1-4, art. 8.3.1.(5))

Verder ontstaat bij de basculekelder van de Lammbrug een windbelasting wanneer het val geopend is. Deze windbelasting wordt t.z.t. door Rusthoven opgegeven. Vaak is hierbij de brug op vastzetinrichting maatgevend. Voor een eerste indicatie wordt:

- uitgegaan van windgebied 2
- uitgegaan van een constructie van 11 meter boven het maaiveld
- referentieduur 15 jaar

Deze stuwdrukken moeten nog worden vermenigvuldigd met vormfactorcoëfficiënten:

- voor de onderbouw: conform NEN-EN 1991-1-4 hoofdstuk 7 (tabel NB.6 - 7.1)
- voor de bovenbouw: conform NEN-EN 1991-1-4 hoofdstuk 8 (tabel NB.18 – 8.2). Omdat de breedte van het dek meestal veel groter is dan de dikte leidt dit tot een factor 3,0.
- voor het val in geheel geopende stand geldt een vormfactor $C_t = 1,2$ (NEN 6786 fig. 2)

7.1.5.12 SNEEUW

Sneeuwbelasting is doorgaans enkele ordes kleiner dan de overige veranderlijke belastingen en is niet maatgevend. Wordt vooralsnog niet in de beschouwing meegenomen.

7.1.5.13 OVERIGE VERTICALE EN HORIZONTALE VERANDERLIJKE BELASTINGEN

Verder wordt gerekend op de volgende verticale veranderlijke belastingen:

- op fiets- en voetpaden, openbaar toegankelijke taluds en groenstroken: 5 kN/m^2
- op inspectiepaden (niet openbaar toegankelijk): 2 kN/m^2

Schampbelastingen (NEN-EN 1991-2, art. 4.7.3.2.1):

- bij rijbanen: 100 kN verdeeld over 0,5 meter, aangrijpend op een hoogte van 0,05 meter onder de bovenzijde van de schampkant
- bij voet- en fietspaden behoeft geen schampbelasting te worden gerekend

Belastingen op leuningen (zowel horizontaal als verticaal):

- op inspectiepaden etc. (niet openbaar toegankelijk): 0,8 kN/m
- op openbaar toegankelijke plaatsen: 3,0 kN/m
- in verband met toekomstvastheid worden alle leuningen bepaald als ware langs een openbaar toegankelijk fietspad.

7.1.5.14 WATERDRUK

Belasting door waterdruk treedt onder andere op bij de basculekelder van de Lammbrug en bij de duikerconstructies. De belasting wordt berekend gebruik makend van een soortelijk gewicht van water van 10 kN/m³.

Bij de Knotterpolderbrug worden schotbalkspinningen toegepast om het peil in het Rijn-schiekanaal te kunnen scheiden van de Vrouwenvaart. Conform eis SYS-00245 moet rekening gehouden worden met een waterstandsverschil van 0,8 meter.

7.1.5.15 IJSDRUK

Voor de aangehouden ijsdruk tegen de basculekelder en de landhoofden van de Lammbrug, zie 39055-MEM-00528, tevens opgenomen in bijlage IV. Hierin wordt een lijnlast op waterniveau voorgesteld van 120 kN/m voor thermische ijsdruk.

7.1.6 BIJZONDERE BELASTINGEN

Voertuig op de rand van het dek

In de UGT en BGT wordt gerekend met verkeer dat zich (in de toekomstige wegindeling) tussen de geleiderails bevindt. In een calamiteitengeval kan een auto door de geleiderail breken en op de rand van het dek blijven staan. Hier worden alleen de laststelsels LM1 en LM2 in rekening gebracht, zonder de bijbehorende verdeelde belasting.

Horizontale belastingen op schampkanten en stootranden

Conform NEN-EN 1991-2 par. 4.7.3.2 wordt hier een horizontale last van 100 kN gerekend, werkend over 0,5 meter. Tevens kan een stelsel LM1 door de geleideconstructie breken en op de rand van het brugdek staan.

Aanrijden van barriers en geleiderails

De grootte van de aanrijdkrachten zijn sterk afhankelijk van de stijfheid van de voertuigkerende constructie.

In CROW-publicatie 202 “Handboek veilige inrichting van bermen” staat volgende tabel:

Tabel 11. Gemiddelde botskrachten loodrecht op constructie

Prestatie- klasse	Kinetische energie (Kj)	Zijdelingse verplaatsing (m) ten gevolge van botsing					
		≤ 0,10	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00
		Gemiddelde loodrechte botsbelasting (kN)					
T1	6,2	16,8	9,3	5,8	4,2	3,3	2,7
T2	21,5	36,5	24,2	16,7	12,7	10,3	8,6
T3	36,6	46,7	33,8	24,7	19,4	16,0	13,6
N1	43,3	59,2	42,0	30,3	23,7	19,4	16,5
N2	81,9	112,0	79,4	57,2	44,7	36,7	31,1
H1	126,6	93,6	76,6	61,7	51,6	44,4	38,9
H2	287,5	133,0	116,8	100,4	88,1	78,5	70,8
H3	462,1	266,4	227,1	189,8	163,0	142,9	127,1
H4a	572,0	311,3	267,6	225,4	194,7	171,4	153,1
H4b	724,6	269,1	242,1	213,6	191,1	172,8	157,8

In het wegontwerp is uitgegaan van prestatieklasse N2. Dit geeft voor een barrier een plaatselijke kracht van 112 kN en voor een geleiderail een kracht van 80 kN.

Aanrijden van voertuigkerende leuningen

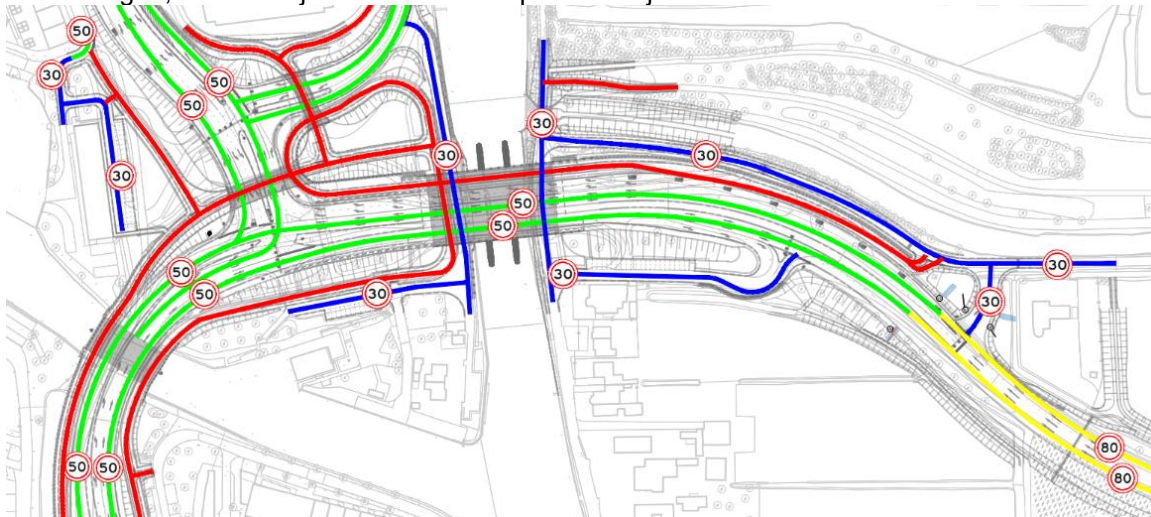
Op het moment van schrijven van deze uitgangspuntennota worden alle leuningen die aan rijbanen grenzen die gebruikt worden door zwaar verkeer afgedekt door een voertuigkering. Er zijn dus geen voertuigkerende leuningen voorzien.

Aanrijden van constructies

De wegen die onder de N206 door lopen zijn alle binnenstedelijk. Gerekend wordt conform NEN-EN 1991-1-7 tabel NB.1 met:

- aanrijden tegen zijkant dek: 1000 kN
- aanrijden tegen kopse kant pijler: 1000 kN (werkend in vlak van pijler)
- schampen langs zijkant pijler: 500 kN (werkend loodrecht op vlak pijler)

Dit wijkt af van de waarden uit ROK 1.4 (die voor snelwegen is bedoeld waar $v_{max} > 100$ km/uur. In de Validatiesessie is afgesproken dat BKN voor de diverse situaties waar aanrijden mogelijk is een analyse uitvoert. Uit onderstaande afbeelding blijkt dat waar er wegen onder kunstwerken gaan (alleen bij de Lammebrug) altijd een lage ontwerpsnelheid geldt en, in verband met bochten en kruisingen, er nauwelijks risico bestaat op te hard rijden. :



Bij het ontwerp moet wel rekening gehouden worden met het eventueel beschadigdraken van afbouwdeelen: ontwerp de bevestigingen robuust, zodat een aangereden beschadigd zwaar onderdeel niet valt maar blijft hangen. Zorg voor tweede draagweg zodat voortschrijdend instorten onmogelijk wordt.

Bij fietspaden kan gerekend worden met lagere belastingen:

- aanrijden tegen zijkant dek: 100 kN (aanrijding door toevallig aanwezige personenauto)
- aanrijden tegen kopse zijde wand 100 kN (werkend in vlak van pijler)
- schampen langs wand 50 kN (werkend loodrecht op vlak pijler)

Aanvaren van constructies

Door het toepassen van voldoende zware remmingwerken is geen frontale aanvaring op de pijler en de basculekelder mogelijk.

Schampen van de constructie in de doorvaart is wel mogelijk. Hierbij wordt uitgegaan van de volgende scheepsklassen:

- Lammebrug: CEMT 3 (eis SYS-0236)
- Trekvljetbrug: CEMT 0 (eis SYS-0235)

Voor de Lammebrug kan de aanvaarbelasting tegen de onderbouw berekend worden gebruik makend van de methode zoals beschreven in ROK 1.4. Hieruit volgt voor respectievelijk CEMT-klasse I, II en III:

		CEM III	CEMT II	CEMT I
Watersverplaatsingstonnage	ROK 1.4, tabel 5-3	1000 ton	650 ton	400 ton
Vaarsnelheid		3,33 m/s	3,33 m/s	3,33 m/s
Kinetische energie	$0,55 \cdot M \cdot v^2$	6,1 MNm	4,0 MNM	2,4 MNM
Fdx	$3,3 \cdot \sqrt{E} + 5,6$	13,7 MN	12,2 MN	10,7 MN
Aanvaarhoek	α	5°	8°	12°
Reductiefactor	δ	0,34	0,42	0,51
F_{dy}	$\delta \cdot F_{dx} \cdot \sin \alpha$	406 kN	713 kN	1.135 kN
F_r	$0,5 \cdot F_{dy}$	203 kN	357 kN	568 kN

Voor de Lammebrug kan ook het dek worden aangevaren door een te hoog schip. Hiervoor geldt een kracht van 1000 kN.

Voor de Trekvljetbrug gelden conform ROK 1.4 vaste waarden voor aanvaren en schampen (CEMT-0):

- aanvaren tegen dek of onderbouw: 500 kN
- schampen langs onderbouw: 250 kN

De Knotterpolderbrug ligt op enige afstand van de mond van de Vrouwenvaart in het Rijn-Schie-Kanaal. Hier wordt niet gerekend met aanvaarbelastingen.

Brand- en explosiegevaar

Zie voor een onderbouwing van deze risico's het hoofdstuk veiligheid.

7.1.7 BELASTINGEN VERMOEING

Voor vermoeiing wordt in lijn met het antwoord op vraag v144 (Q&A, aanbiedingsfase) aangehouden:

- Verkeerscategorie 1 volgens tabel NB.5 (2.000.000 per jaar)
- middellange afstand uit tabel NB.6 of NB.8 voor de Lammebrug, de Trekvljetbrug en de fietstunnels.

In het antwoord op de vraag wordt gesproken over "NB.6", daar deze tabel bedoeld is voor staalconstructies wordt voor de vaste delen van de Lammebrug en Trekvljetbrug NB.8 (model 4b) aangehouden

- c) De Knotterpolderbrug moet voldoen aan Verkeerscategorie 3 (125.000 per jaar)
Behorende bij VC3, kan ook "lokaal verkeer" conform NB.8 aangehouden worden.

Partiële veiligheidsfactoren

Conform SYS-0466 moet voor γ_{MF} voor stalen delen gerekend worden met:

- 1,45 bij onderdelen die inspecteerbaar en repareerbaar zijn
- 1,55 bij overige onderdelen.

Voor betonnen delen geldt conform NEN-EN 1992-1-1 tabel 2.1N:

Materiaal	Partiële veiligheidsfactor
betonstaal	$\gamma_{C,fat} = 1,5$
voorspanstaal	$\gamma_{S,fat} = 1,15$
Beton	$\gamma_{S,fat} = 1,5$

7.1.8 BELASTINGCOMBINATIES UGT

7.1.8.1 MOMENTAANFACTOREN

De in de bovenstaande paragrafen uitgewerkte belastinggevallen moeten gecombineerd worden tot combinaties. Hierbij hoeven niet alle gevallen tegelijkertijd in hun extreem te worden meegenomen maar mogen niet-dominante gevallen worden vermenigvuldigd met een momentaanfactor. Deze factoren volgen uit NEN-EN 1990 tabel NB.12 en NB.19:

Belasting	Symbool	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen (zie NEN-EN 1991-2+C1, tabel 4.4)	gr1a (LM1 + voetgangers- of fietspad-belastingen)	0,8	TS	0,8
			UDL	0,8
			Horizontale belasting	0,8
			voetgangers- + fietspad-belastingen	0,8 ^d
	gr1b (enkele as)	0	0,8 ^b	0
	gr2 (horizontale krachten dominant)	0,8	0,8 ^c	0
	gr3 (voetgangersbelastingen)	0	0,8 ^b	0
	gr4 (LM4 – belasting door een menigte)	0	0,8 ^b	0
	gr5 (LM3 – speciale voertuigen)	0	TS	0,8 ^b
			UDL	0,8 ^b
			Horizontale belastingen	0,8 ^b
			Speciaal voertuig	1,0 ^b
Windkrachten	F_{wk} blijvende ontwerpsituatie	0,3	0,6 ^b	0
	uitvoering	0,8	0	0
	F_w^*	1,0	0	–
Thermische belastingen	T_k	0,3	0,8 ^b	0,3 ^a
Sneeuwbelastingen	$Q_{sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie	0	0	0
	uitvoering	0,6	0	0
Belastingen tijdens de bouw	Q_c	1,0	0	1,0

Tabel NB.19 — ψ -waarden voor belastingcombinaties STR – wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer

Belasting	Belastingcombinaties												
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W^b		T^b		S	$A1^{a,b}$	
TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	1	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0	0,32	0,32
Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bijzondere voertuigen	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Wind ^c	F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
	F^*_w	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0	0	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring.
^b Bij deze combinaties is in eerste kolom gr1a x ψ_0 en de tweede kolom gr2 x ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1.
^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^*_w in plaats van F_{wk} .

Verder mag rekening gehouden worden met het geschrevene in:

- NEN-EN 1992-1-1 art. 2.3.1.2 voor het meenemen van temperatuurbelastingen in de UGT
- NEN-EN 1992-1-1 art. 5.4 over het reduceren van opgedrongen vervormingen met een kruipfactor.

7.1.8.2 LASTGROEPEN

Volgens de NEN-EN 1991-2+NB moeten de mobiele belastingen LM1, LM3, horizontale rem/aanzet en langzaam verkeer (fiets/voetpad) als belastinggroepen samengesteld worden volgens paragraaf 4.5.1 en 4.5.2. Een belastinggroep moet dan als één belastinggeval behandeld worden zoals uiteengezet in paragraaf 6.1. De volgende belastinggroepen zijn van toepassing:

- Gr1a: Verticale belasting LM1 (tandem stelsels) dominant;
- Gr2: Horizontale rem/aanzet belasting dominant;
- Gr5: Verticale belasting LM3 (bijzondere voertuig) dominant
- Temperatuur dominant.

Belasting groep Gr4 waarin de voet- en fietspad belasting dominant is, is niet maatgevend omdat in deze combinatie LM1, LM3 niet voorkomen.

7.1.8.3 UGT-COMBINATIES

Voor de UGT-combinaties moeten vergelijkingen 6.10a en 6.10b worden aangehouden:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right.$$

Hierbij zijn de factoren γ de veiligheidscoëfficiënten. Hiervoor moet worden aangehouden:

CC2: $\gamma_{perm} = 1,3 / 1,2$; $\gamma_{mobiel} = 1,35$; $\gamma_{variabel} = 1,5$; $\gamma_{per,gunstig} = 0,9$

CC3: $\gamma_{perm} = 1,4 / 1,25$; $\gamma_{mobiel} = 1,5$; $\gamma_{variabel} = 1,65$; $\gamma_{per,gunstig} = 0,9$

Voor de belastingen door krimp kan $\gamma = 1,0$ worden aangehouden (volgend uit NEN-EN 1992-1-1, art. 2.4.2.1.(1))

Voor bouwfasen kan CC1 worden aangehouden:

CC1: ULS : $\gamma_{perm} = 1,2 / 1,1$; $\gamma_{mobiel} = 1,2$; $\gamma_{variabel} = 1,35$; $\gamma_{per,gunstig} = 0,9$

De factoren ψ zijn de momentaanfactoren zoals gegeven in par. 7.1.7.1.

Voor de Lammebrug moeten belastingcombinaties worden opgesteld zowel voor de situatie normaal bedrijf als voor de situatie geopende brug (geen verkeer op het val, echter wel meer windbelasting).

In de DO-fase zullen de belastingcombinaties verder worden uitgeschreven.

7.1.9 BELASTINGCOMBINATIES BGT

Bij het toetsen van de bruikbaarheidsgrenstoestanden worden in principe dezelfde belastingcombinatieregels gevolgd als in de UGT, alleen zijn de veiligheidscoëfficiënten doorgaans 1,0. Volgende grenstoestanden zullen worden gecontroleerd:

- totale doorbuigingen: met karakteristieke combinaties
- scheurwijdtes: met frequente combinaties
- bijkomende doorbuigingen bijv. door kruip: met semi-blijvende combinaties.

Voor de karakteristieke combinaties gelden de volgende combinatieregels:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Voor de frequente combinaties gelden:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Voor de Lammebrug moeten ook hier belastingcombinaties voor de situatie normaal bedrijf en voor de situatie geopende brug worden meegenomen.

In de DO-fase zullen de belastingcombinaties verder worden uitgeschreven.

7.1.10 BELASTINGCOMBINATIES ALS

Voor het doorrekenen van calamiteitensituaties worden aparte combinatieregels gevolgd:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ of } \psi_{2,1}) Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ook hier zijn de veiligheidscoëfficiënten γ doorgaans 1,0. De momentaanfactoren volgen weer uit par. 7.1.7.1. Hierbij geldt dat in de calamiteitensituatie veel momentaanfactoren 0 zijn of een lage waarde hebben.

In de DO-fase zullen de belastingcombinaties verder worden uitgeschreven.

7.1.11 BELASTINGCOMBINATIES VERMOEIING

Voor vermoeiing worden de BGT-combinaties aangehouden, waarbij alleen de permanente belasting en de verticale verkeersbelasting (lastmodel BM1 of BM4) in rekening worden gebracht.

Bij de toetsingen van betonconstructies worden de spanningen in het geval pb en pb + vb met elkaar vergeleken. Bij de toetsingen van staalconstructies worden de spanningsrimpels getoetst die direct uit de belastinggevallen voor vermoeiing volgen.

Vermoeiing als gevolg van openen en sluiten van de brug

Beweging van de brug leidt tot een vermoeiingsbelasting (opgave door constructeur van stalen val). De daarbij optredende spanningswisseling moet vermeerderd worden met de grootste wisseling door verkeer.

Het aantal brugopeningen wordt aangenomen als 500.000 gedurende de levensduur. (NEN 6786 §9.3.1 (6))

7.2 GEOTECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

7.2.1 ALGEMEEN

In de Ontwerpbasis Geotechniek is het geotechnische veldonderzoek vertaald naar input die gebruikt kan worden in het ontwerp van de kunstwerken. Dit veldonderzoek wordt in de komende maanden verder uitgebreid met nieuwe sonderingen en boringen. In de VO- en DO-fase zal hieruit de input worden bepaald voor het ontwerp.

7.2.2 DRAAGKRACHT VAN PALEN EN DAMWANDSCHERMEN

Opgave volgens geotechnisch advies per kunstwerk.

7.2.3 VEERWAARDEN VOOR DE GROND ONDER DE PAALPUNT

Opgave volgens geotechnisch advies per kunstwerk.

7.2.4 BEDDINGEN LANGS PALEN

Opgave volgens geotechnisch advies per kunstwerk.

7.2.5 BEDDINGEN TEGEN WANDEN VAN INTEGRAALKUNSTWERKEN

Opgave volgens geotechnisch advies per kunstwerk. Voor zover van toepassing

7.3 GEOHYDROLOGISCHE RANDVOORWAARDEN

Randvoorwaarden vanuit geohydrologie: in de VO-fase wordt de volgende input verwacht:

- (grond)waterpeilen (zowel freatisch als diep grondwater) t.b.v. bepaling belastingen en dimensionering eventuele kwelschermen
- werken in waterkeringen: restricties in het maken van bouwkuipen, het trekken van palen en schermen (o.a. uit KEUR)

Er wordt geen rekening gehouden met zoute kwel of agressieve milieus, een en ander conform NEN6766

7.4 TOETSINGEN

Alle constructiedelen dienen uiteindelijk te worden getoetst om te bepalen of deze voldoen aan de in de normen en richtlijnen gestelde eisen.

7.4.1 STERKTE [STR/GEO]

Verlies van sterkte of stabiliteit van constructie(delen) wordt getoetst volgens de regels van de betreffende normdelen.

7.4.2 VERMOEIING [FAT]

Onderdelen met een significante belasting door verkeer worden bovendien getoetst op vermoeiing:

- voor betonnen delen: zie NEN-EN 1992-1-1 par. 6.8. Hierbij dienen zowel de spanningswisselingen in het beton (normaalspanningen, schuifspanningen) als in de wapening te worden getoetst. Toetsing vindt plaats op basis van de maximale en minimale spanningen
- voor stalen delen verloopt de vermoeiingstoets conform NEN-EN 1993-1-9. Daarbij wordt de controle van de cumulatieve schadebepaling gedaan, spanningswisselingen worden bepaald op basis van de regeltmethode.

7.4.3 BGT-TOETSINGEN IN DE FREQUENTE BELASTING COMBINATIE

Voor betonnen onderdelen wordt aan de trekzijde getoetst of de scheurwijdte in het getoetste onderdeel niet te hoog oploopt. Dit afhankelijk van de in par. 7.1.3 gegeven milieuklassen. Dit leidt tot (NEN-EN 1991-1-1 tabel 7.1N):

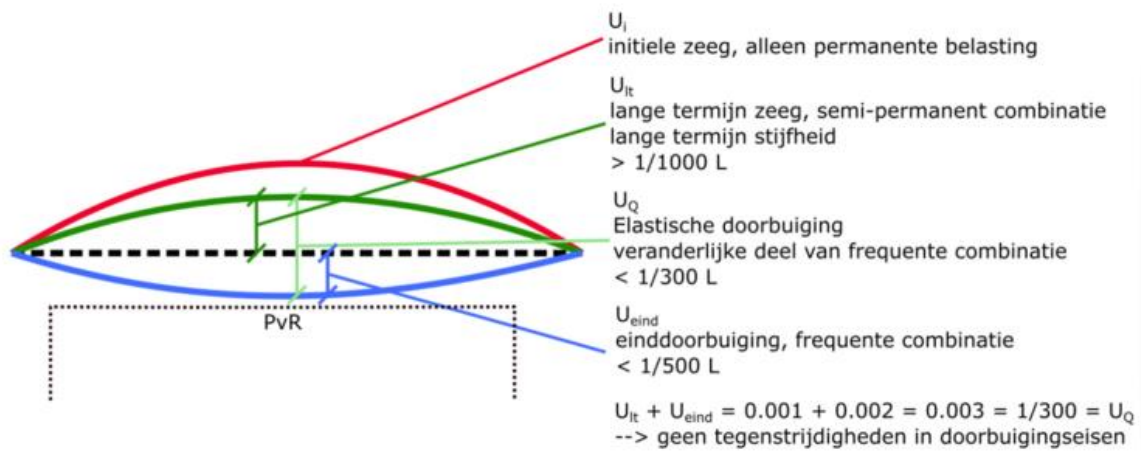
- | | |
|---|-----------------|
| • gewapende doorsnede, XC0 of XC1: | wk,max = 0,4 mm |
| • gewapende doorsnede, XC2 t/m XC4: | wk,max = 0,3 mm |
| • gewapende doorsnede, overigen: | wk,max = 0,2 mm |
| • voorgespannen doorsnede, XC0 of XC1: | wk,max = 0,3 mm |
| • voorgespannen doorsnede, XC2 t/m XC4: | wk,max = 0,2 mm |
| • voorgespannen doorsnede, overigen: | wk,max = 0,1 mm |

Indien het voorspanstaal voldoende diep ligt of in de drukzone ligt kan van bovenstaande waarden worden afgeweken.

Indien de toegepaste dekking groter is gekozen dan de minimale benodigde dekking (zie par. 7.1.3) dan mag de maximaal toelaatbare scheurwijdte hiervoor worden gecorrigeerd (factor k_x).

Verder worden eisen gesteld aan de vervorming van constructies:

- de blijvende zeeg van dekken moet groter zijn dan $L / 1000$
- de stijfheid van dekken dient zodanig te zijn dat deze onder verkeersbelasting geen grotere elastische bijkomende doorbuiging heeft dan $L / 300$
- de lengte van stootplaten moet zodanig groot zijn dat de helling t.g.v. restzettingen na 30 jaar maximaal $1 : 60$ bedraagt (SYS-0239). Bij een lengte van 5 meter is het maximaal toelaatbare zettingsverschil dan $5000 / 60 = 83$ mm. Conform eis SYS-00485 is het maximale restzettingsverschil tussen onderheide delen en de aardenbaan echter begrensd op 50 mm.



FIGUUR 9: INTERPRETATIE VAN VERVORMINGSEISEN

8 OVERIGE UITGANGSPUNTEN OBJECTEN

Dit hoofdstuk is verwerkt in, of achterhaald door het VO.

Zie de betreffende ontwerpnota's en overige VO documenten.

9 PROGRAMMATUUR

In onderstaande hoofdstuk is beschreven welke programmatuur zal worden toegepast

9.1 REKENPROGRAMMATUUR

Van de onderstaande rekenprogrammatuur wordt gebruik gemaakt:

- SCIA Engineer;
- Idea Statica;
- D-serie (D-Pile, D-Sheet, D-Foundation).

Bij toepassen van rekensheets (excel, Mathcad) en overige programmatuur dient (in het kader van eis {TPvE -0017}) de invoer en rekenmethode zodanig te zijn weergegeven dat verificatie niet nodig is (geen black box). Tevens moeten bij alle computerberekeningen de bronbestanden meegeleverd worden.

9.2 WERKINSTRUCTIE

De volgende documenten zijn van belang voor de opzet en rapportage van het modelleringswerk:

- RTD 1004 Resultaatsbeschrijving ontwerpdocumenten kunstwerken (aangewezen via ROK 1.4)
- Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen (COBc, 2011).

In elke rapportage met computermodellen een hoofdstuk of paragraaf opnemen waarin de rekenmethodiek, de schematisering, enz. worden toegelicht, inclusief de gekozen geometrie, randvoorwaarden en stijfheden. Als er losse stroken, raamwerken, enz. worden berekend, dan schema's hiervan in de rapportage opnemen.

Daarnaast wordt een zelfcontrole van het model door de opsteller vereist. Deze moet aantonen dat het model correct werkt. Dit kan bijvoorbeeld door het model te ijken met horizontale en verticale eenheidslasten en/of door een 3D-model te ijken met 2D-berekeningen.

Het doel is om modellen en rapporten te maken die aantoonbaar juist zijn en bovendien reproduceerbaar, controleerbaar en toetsbaar zijn. De uitvoer moet hiervoor voldoende uitgebreid zijn. Een DO-rapport moet de volledige krachtwerking beschrijven. Daar waar waarden worden aangepast (bijv. afvlakken van momentenpieken) moet dit in het rapport duidelijk zijn vermeld.

9.3 NLCS

Door Boskalis is een "Ontwerpvoorschrift Autocad Infra & Civiel" en een "Handleiding Revit" opgesteld. Deze zullen ook voor dit project gebruikt worden.

9.4 BIM

De invulling van BIM in dit project is beschreven in het BIM uitvoeringsplan (BUP).

10 RAAKVLAKKEN

Het gezamenlijke gebied waar procedures, functies, systemen, objecten of activiteiten elkaar overlappen of beïnvloeden noemen we raakvlakken. De registratie, uitwerking en borging van de raakvlakken gebeurt in Relatics en wordt opgeleverd in een raakvlakkenrapportage als onderdeel van de ontwerpnota.

Sommige raakvlakken zijn alleen relevant voor 1 partij. Deze monodisciplinaire raakvlakken worden door die ene partij beheerd. Het beheren van monodisciplinaire raakvlakken valt onder het interne kwaliteitssysteem en de verantwoordelijkheid van de betreffende partij.

Andere raakvlakken hebben te maken met meer dan 1 partij. Als een ontwerppartij meerdere specialismen levert, worden de raakvlakken tussen de verschillende specialismen als multidisciplinaire raakvlakken beschouwd.

10.1 INTERNE RAAKVLAKKEN

Interne raakvlakken ontstaan door ontwerp- en realisatie activiteiten door derden te laten uitvoeren. Interne raakvlakken zijn o.a.:

Er is voor de start van de VO fase geen analyse t.a.v. interne raakvlakken uitgevoerd. De raakvlakanalyse wordt in de ontwerpnota VO opgenomen.

10.2 EXTERNE RAAKVLAKKEN

Externe raakvlakken hebben een relatie met de omgeving, eigendommen van derden en bestaande systemen. Externe raakvlakken zijn o.a.:

- K&L derden;
- Aansluiting bestaande wegen;
- Omgeving/Bestaande objecten;
- Grond in beheer bij derden.
- PIP-grenzen, Systeemgrenzen, Werkgrenzen

Voor de start van de VO fase is geen analyse t.a.v. externe raakvlakken uitgevoerd. De externe raakvlakken worden opgenomen in de ontwerpnota VO.

11 KANSEN EN RISICO'S

De onderstaande lijst is niet uitputtend, maar geeft een samenvatting van kansen en risico's die zijn geconstateerd in de tenderfase en VO fase. Gedurende de komende ontwerpfases zal het kansen- en risicodossier in Relatics worden uitgebreid en up-to-date gehouden worden. Middels het aanmaken van maatregelen en acties wordt geborgd dat de risico's en kansen worden verwerkt in het ontwerp

11.1 KANSEN

De kansen in het register zijn verwerkt in het VO, of afgesloten. Mogelijk worden gedurende het DO-proces nieuwe kansen geïdentificeerd

11.2 RISICO'S

De onderstaande specifieke risico's zijn geconstateerd die in de DO-fase beheerst dienen te worden:

Activiteit	RIS-Code	Risico	Oorzaak	Gevolg	MTR-Code	Maatregel
Opstellen DO berekening bouwkuip Trekvljetbrug	RIS-0087	Tijdelijke bouwkuip is Trekvljetbrug onvoldoende waterdicht	1. Er wordt gebruik gemaakt van de bestaande waterremmende lagen en geen onderwaterbetonvloer 2. Verwijderen bestaande palen door waterremmende laag & tegenvallende waterremmende lagen in de ondergrond (k-waarde)	1. Uitloop planning 2. Toepassen extra bemaling 3. Toepassen onderwaterbetonvloer (worst case - buiten kwantificatie risico)	MTR-0132	Onderwaterbetonvloer toepassen of injecteren van grond
					MTR-0207	Opstellen bemalingsadvies en berekenen k-waarde en toestroom van grondwater
					MTR-0133	Rekening houden met na-injecteren tijdens trekken van alle palen
					MTR-0206	Sloten dichtlassen van damwandkuip
Opstellen DO ontwerpnota fietsonderdoorgangen	RIS-0141	Aftekening van vervormingsverschillen tussen objecten	1. Verschil in zetting van naast elkaar gelegen of aan elkaar gekoppelde objecten, die verschillend gefundeerd zijn. 2. Doorgaande lijnen (randelement, leuning, metselwerk) over meerdere objecten zorgen ervoor dat verschillen meer opvallen. 3. Detaillering niet tolerant voor vervormingsverschillen.	1. Verlies van kwaliteit bij de aansluitingen (doorgaande lijnen niet doorgaand) / vervorming (leuning) of scheuren (metselwerk / beton) 2. Herstelwerkzaamheden of kleine reparaties	MTR-0840	In detaillering voorzien van de juiste beperkingen en vrijheidsgraden (nokken of overgangsdelen)
					MTR-0839	Opnemen van voegen om vervormingsverschillen te accommoderen
					MTR-0838	Voorkomen of spreiden van verschilzettingen (voorbellen of funderen op palen). Oplossing integreren in DO.
	RIS-0140	Scheefstand of van scheuren metselwerk	1. Verschilzetting tussen grond en voorzetwand. 2. Verankering van voorzetwand in grondlichaam 3. Ontwerpoplossing is onvoldoende uitgekristalliseerd in de VO-fase.	1. Verlies van kwaliteit / herstelwerkzaamheden 2. VO ontwerpoplossing herzien (andere oplossing - meer tijd en meer geld)	MTR-0836	Robuust ontwerpen, waarmee verschilzettingen worden meegenomen in de berekeningen en tekeningen.
Opstellen DO ontwerpnota Knotterpolderbrug	RIS-0021	Schade aan bestaande Knotterpolderbrug en watergang Vrouwenvaart door zettingen	1. Instabiliteit/verschuivingen grondlichamen door voorbelasting verlegde waterkering 2. Zettingen en hor.	1. Herstelwerkzaamheden 2. Vertraging 3. Geen afvoer van polder mogelijk via Vrouwenvaart	MTR-0178	Alternatieve oplossing met BIMS uitwerken en bespreken met stakeholders
					MTR-0179	Fasering herbeschouwen

			Vervormingen door verlegde voorbelasting waterkering			rondom Vrouwenvaart / Vrouwenweg / Knotterpolderbrug	
					MTR-0045	Geotechnisch advies opstellen in DO-fase en akkoord verkrijgen bij gemeente Leiden en HHvR	
					MTR-0047	HOLD: Gronddruk symmetrisch houden door aan beide zijde voor te belasten	
					MTR-0046	HOLD: Stempeling nieuwe Knotterpolderbrug als vloer uitvoeren (niet alleen een schotbalkspinning)	
		RIS-0030	Vervormingen en zettingen door voorbelasting op definitief werk Knotterpolderbrug en oevers	1. Onderschatting van vervormingen en zettingen in de ondergrond door dempen vaart en gat gesloopte bestaande Knotterpolderbrug 2. A-symmetrische gronddruk op nieuwe constructie door voorbelasting Vlietweg (gat bestaande Knotterpolderbrug)	1. Schade aan nieuwe oever 2. Schade aan nieuw gebouwd kunstwerk 3. Niet voldoen aan restzettingseisen Vlietweg (50mm in 30 jaar) 4. Niet voldoen aan eisen Waterkering (geen akkoord Waterschap)	MTR-0581	Oplossing met lichte ophoogmaterialen uitwerken in ontwerp (ook vanuit RIS-0021)
Opstellen ontwerpnota Lammebrug vast	DO	RIS-0141	Aftekening van vervormingsverschillen tussen objecten	1. Verschil in zetting van naast elkaar gelegen of aan elkaar gekoppelde objecten, die verschillend gefundeerd zijn. 2. Doorgaande lijnen (randelement, leuning, metselwerk) over meerdere objecten zorgen ervoor dat verschillen meer opvallen. 3. Detaillering niet tolerant voor vervormingsverschillen.	1. Verlies van kwaliteit bij de aansluitingen (doorgaande lijnen niet doorgaand) / vervorming (leuning) of scheuren (metselwerk / beton) 2. Herstelwerkzaamheden of kleine reparaties	MTR-0840	In detaillering voorzien van de juiste beperkingen en vrijheidsgraden (nokken of overgangsdelen)
						MTR-0839	Opnemen van voegen om vervormingsverschillen te accommoderen
						MTR-0838	Voorkomen of spreiden van verschilzettingen (voorbelasten of funderen op palen). Oplossing integreren in DO.
		RIS-0018	Bestaande palen basculekelder Lammebrug kunnen niet getrokken worden	1. Trekken van palen incidenteel technisch niet haalbaar (huidige basculekelder nieuwe pijler) 2. Raakvlak schoorpalen onder bestaande middenpeiler -> conflict met nieuwe basculekelder	1. Ontwerpaanpassingen noodzakelijk 2. Meerkosten	MTR-0028	Direct na gunning in gesprek met BG over sloopwerk
						MTR-0030	In ontwerpoplossing rekening houden met palen die blijven zitten
						MTR-0031	In tenderfase haalbaarheid getoetst met specialisten (de Koning en Lek sloopwerk)
						MTR-0246	Memo opstellen om alternatief scenario uit te werken: palen handhaven ipv verwijderen
						MTR-0029	Zo snel mogelijk vergunningaanvraag sloopwerk opstarten
		RIS-0085	Tijdelijke bouwkuip is onvoldoende waterdicht	1. Er wordt gebruik gemaakt van de bestaande waterremmende lagen en geen onderwaterbetonvloer	1. Uitloop planning 2. Toepassen extra bemaling 3. Toepassen onderwaterbetonvloer	MTR-0228	Bij De Koning verplichting neerleggen dat zij een waterdichte kuip realiseren

			2. Verwijderen bestaande palen door waterremmende laag & tegenvallende waterremmende lagen in de ondergrond (k-waarde)	(worst case - buiten kwantificatie risico)	MTR-0128	Inspoelen met zand/cementmengsel of sloten dichtlassen van damwandkuip	
					MTR-0127	Onderwaterbetonvloer toepassen of injecteren van grond	
					MTR-0205	Opstellen bemalingsadvies en berekenen k-waarde en toestroom van grondwater	
					MTR-0126	Rekening houden met na-injecteren tijdens trekken van alle palen	
	RIS-0032	Toepassen langere/zwaardere paalfundering kunstwerk Trekvliet, Lammebrug en paalmatras stamriool dan voorzien in tenderfase	1. Onvolledig grondonderzoek (geen sonderingen in watergang en Vlietweg, sonderingen te kort) 2. Variatie in geologie/ondergrond 3. Bestaande palen zijn langer dan de palen conform Ontwerp. Bij verwijderen van bestaande palen dienen de nieuwe palen extra lang te worden (door verstoorde ondergrond a.g.v. trekken palen)	1. Extra kosten (langere palen dan aangehouden in AO - gemiddelde waarde)	MTR-0183	Herbeschouwing van het risico aan het einde van de VO-fase	
					MTR-0076	In tender grondige geotechnische beschouwing	
					MTR-0075	Ontwerp aanpassen (langere palen) tussen VO en DO	
					MTR-0686	Ontwerpkeuzes die in het VO zijn gemaakt opnieuw tegen het licht houden in het kader van constructieve optimalisatie vs. bouwbaarheid en MKI	
					MTR-0725	Speciale aandacht vanuit werkvoorbereiding en externe review (Bart Hinnen) op het vanuit ontwerp berekende funderingsstelsel	
	Opstellen ontwerpnota Trekvlietbrug	DO	RIS-0141	Aftekening van vervormingsverschillen tussen objecten	1. Verschil in zetting van naast elkaar gelegen of aan elkaar gekoppelde objecten, die verschillend gefundeerd zijn. 2. Doorgaande lijnen (randelement, leuning, metselwerk) over meerdere objecten zorgen ervoor dat verschillen meer opvallen. 3. Detaillering niet tolerant voor vervormingsverschillen.	1. Verlies van kwaliteit bij de aansluitingen (doorgaande lijnen niet doorgaand) / vervorming (leuning) of scheuren (metselwerk / beton) 2. Herstelwerkzaamheden of kleine reparaties	MTR-0840
MTR-0839							Opnemen van voegen om vervormingsverschillen te accommoderen
MTR-0838							Voorkomen of spreiden van verschilzettingen (voorbelasten of funderen op palen). Oplossing integreren in DO.
		RIS-0028	Bestaande palen middenpijler Trekvlietbrug kunnen niet getrokken worden	1. Trekken van palen incidenteel technisch niet haalbaar	1. Ontwerpaanpassingen noodzakelijk 2. Extra kosten om palen toch te trekken, aanvullende maatregelen nodig	MTR-1008	Concept MTR aangemaakt ter bespreking risico met Joost in volgend gesprek. MTR nodig? Klopt kwantificatie met trekken van palen op het water?

					MTR-0063	Direct na gunning in gesprek met BG over sloopwerk
					MTR-0065	In ontwerpoplossing rekening houden met palen die blijven zitten
					MTR-0066	In tenderfase haalbaarheid getoetst met specialisten (de Koning en Lek sloopwerk)
					MTR-0064	Zo snel mogelijk vergunningaanvraag sloopwerk opstarten
	RIS-0013	Nieuwe palen Trekvlietbrug niet inpasbaar door bestaande palen. Toch trekken van palen in waterkering	1. Uitgangspunt in de tenderfase is dat we alle palen afknippen /crushen onder maaiveld (niet trekken) in een waterkering, maar is wel toegestaan door OG indien zwaar wegende reden. Dus geen VTW 2. Bestaande palen blijken na sloop vloer anders te staan dan bekend volgens archieftekeningen. Nieuwe paal niet maakbaar zonder trekken van bestaande palen	1. Herontwerp palenplan. 1. Bouwkuip benodigd 2. Trekken palen 3. Impact op tijd 4. Impact op geld	MTR-0158	Crushen bovenste 1,5 m
					MTR-0161	Met OG UGP om palen niet te trekken in waterkering valideren en dit ook bevestigd krijgen
					MTR-0159	Met ontwerp rekening houden met bestaand palenplan
					MTR-0160	Na sloopwerk bestaande palen direct inmeten
	RIS-0032	Toepassen langere/zwaardere paalfundering kunstwerk Trekvliet, Lammebrug en paalmatras stamruiol dan voorzien in tenderfase	1. Onvolledig grondonderzoek (geen sonderingen in watergang en Vlietweg, sonderingen te kort) 2. Variatie in geologie/ondergrond 3. Bestaande palen zijn langer dan de palen conform Ontwerp. Bij verwijderen van bestaande palen dienen de nieuwe palen extra lang te worden (door verstoorde ondergrond a.g.v. trekken palen)	1. Extra kosten (langere palen dan aangehouden in AO - gemiddelde waarde)	MTR-0183	Herbeschouwing van het risico aan het einde van de VO-fase
					MTR-0076	In tender grondige geotechnische beschouwing
					MTR-0075	Ontwerp aanpassen (langere palen) tussen VO en DO
					MTR-0686	Ontwerpkeuzes die in het VO zijn gemaakt opnieuw tegen het licht houden in het kader van constructieve optimalisatie vs. bouwbaarheid en MKI
					MTR-0725	Speciale aandacht vanuit werkvoorbereiding en externe review (Bart Hinnen) op het vanuit ontwerp berekende funderingsstelsel

12 PRODUCTEN

In dit hoofdstuk zijn de op te leveren producten beschreven. Per fase is een overzicht opgesteld van de benodigde documenten vanuit ontwerp. Een totaal overzicht van de op te stellen producten per ontwerpfase is beschikbaar via sharepoint: [39055-LST-00069 - Productenlijst ontwerp.xlsx](#).

De eerste opzet van deze productenlijst is als bijlage toegevoegd aan het DKP ontwerp. Tevens is de lijst van producten die het resultaat zijn van heeft WP-009-12 - DO Kunstwerken vast benoemd in Tabel 11

12.1 DO FASE

Het doel van de DO fase is het opstellen van een gedetailleerd ontwerp. Hierbij wordt het VO verder uitgewerkt tot een haalbaar, maakbaar en constructief veilig ontwerp, waarbij de afmetingen definitief worden vastgelegd en waarbij wordt aangetoond dat het ontwerp voldoet aan het Programma van Eisen en de Vraagspecificatie (VSE).

Met het DO worden alle producteisen uit het Verificatieplan aangetoond en alle constructieve doorsneden en details bepaald. Verder zijn aan het eind van het DO alle raakvlakken beheerst en ontwerpmaatregelen ten aanzien van Risico's en Veiligheidsrisico's uitgevoerd.

Het DO moet een volledige definitie van het eindontwerp geven, inclusief details en materialisatie. Waar faseringen of tijdelijke voorzieningen een blijvende invloed hebben op het eindontwerp dient dit te zijn meegenomen. Eventuele montagedelingen, stornaden en tijdelijke belastingsituaties zijn daarmee onderdeel van het DO.

Rapporten:

- Ontwerpbasis
 - Dit rapport
- Ontwerpberekeningen
 - Statisch systeem en krachtswerking (beschrijving krachtsafdracht en stabiliteit)
 - Geometrie (vorm en afmetingen) bovenbouw
 - Geometrie (vorm en afmetingen) onderbouw
 - Fundering en funderingstype, het aantal, het type en de afmetingen van de funderingspalen, inclusief eventuele paal(kop)wapening en -stekken
 - Afbouw (overlagingen, randelementen, geluidschermen, leuningen, etc.)
 - Gebruikte materialen (inclusief specificatie)
 - Oplegsystemen en type opleggingen (indien aanwezig)
 - Voegovergangsystemen en type voegovergang (indien aanwezig)
 - Uitvoeringswijze en -fasering
 - Stortfasering
 - Tijdelijke constructies en -situaties
 - Detailberekeningen van belangrijke bevestigingsdetails

Voor de indeling van de berekeningsdocumenten wordt verwezen naar RTD 1004, hoofdstuk 3.
- Ontwerpnota
 - Onderbouwen ontwerpkeuzes / afwegingen
 - Analyses ten behoeve van (top) eisverificaties
 - Eisverificatie
 - Raakvlakafstemming
 - Risicobeheersing (implementatie van maatregelen)
 - Omschrijving bouwfasering op hoofdlijnen
 - Beheer- en onderhoud op hoofdlijnen

- Opgave van te detailleren onderdelen en aandachtspunten voor in het UO
- Eisen en randvoorwaarden met betrekking tot veiligheid

Tekeningen:

- DO-tekeningen
 - Overzichtstekeningen
 - Aanzichten (boven en zij)
 - Maatgevende doorsneden
 - Maatgevende details, zowel constructief als esthetisch
 - Principedetails ten behoeve van bevestigingen
 - Bouwfaserings

Vleermuisportaal

- DO-Ontwerpnota
 - Ten behoeve van het aantonen van de functionele- en topeisen
 - Aantonen Raakvlakken
 - Afgeleide eisen in de vorm van een specificatietabel
 - Verkenning haalbaarheid constructie en fundering
- DO-inpassingstekening
 - Inpassing, locatie, globale afmetingen
 - Raakvlakken, K&L
 - Vormgeving, impressies

WP-009-12 DO Kunstwerken vast		
DO ontwerpnota Lammebrug vast		39055-ONT-00584
DO ontwerpnota Trekvljetbrug		39055-ONT-00585
DO ontwerpnota Knotterpolderbrug		39055-ONT-00586
DO ontwerpnota fietsonderdoorgangen		39055-ONT-00587
DO ontwerpnota ecoduiker		39055-ONT-00588
DO tekening Lammebrug vast		39055-TEK-00589
DO tekening remmingwerk en wachtplaats Lammebrug		39055-TEK-00590
DO tekening Trekvljetbrug		39055-TEK-00591
DO tekening Knotterpolderbrug		39055-TEK-00592
DO tekening fietsonderdoorgang Lammenschanstunnel		39055-TEK-00593
DO tekening fietsonderdoorgang Veldschanstunnel		39055-TEK-00594
DO tekening ecoduiker		39055-TEK-00595
DO berekening Lammenschanstunnel		39055-BER-00596
DO berekening Veldschanstunnel		39055-BER-00597
DO berekening Trekvljetbrug		39055-BER-00598
DO berekening Lammebrug vast		39055-BER-00599
reservering		39055-BER-00600
DO berekening remmingwerk Lammebrug		39055-BER-00601
DO berekening Knotterpolderbrug bovenbouw		39055-BER-00602
DO berekening Knotterpolderbrug onderbouw		39055-BER-00603
DO berekening ecoduiker		39055-BER-00604
DO berekening ecoduiker geotechnisch		39055-BER-00605
DO Ontwerpnota Vleermuisportaal		39055-BER-00606
DO tekening Vleermuisportaal		39055-TEK-00607

TABEL 11: DOCUMENTENLIJST

12.2 UO FASE

Het doel van de UO fase is om producten op te stellen die benodigd zijn voor het realiseren van het werk.

Rapporten:

- Startnota's te bij wijze van overdracht van DO naar UO in het geval het UO door een derde (zoals een leverancier) wordt gemaakt.
- UO-berekeningen blijvende constructies (per bouwdeel)
- UO-berekeningen gemaakt door leveranciers (prefab, staal, etc)
- Berekening hulpconstructies

Tekeningen:

- Vorm- en wapeningstekeningen per onderdeel;
- Werktekeningen prefab
- Samenstellingstekeningen hulpconstructies.

Bijlage I Verificatiematrix

De verificatie uitgevoerd voor deze ontwerpbasis betreft de analyse of de gerefereerde documenten uit de VS1 eisen voor dit werkpakket zijn geanalyseerd (afgeleid, dan wel opgenomen in de ontwerpbasis). In de VO en DO fase vindt een nadere onderbouwing en verificatie van de eis plaats.

Bijlage II Restpuntenlijst

Deze lijst geeft de stand van zaken weer aan het eind van de VO-review.

Object	Titel	Beschrijving
Duikers	Toleranties	protocol toleranties en uitvulling opstellen
Ecoduiker	Zomerpeil	Wijziging waterhoogte en zakking doorvoeren. Oplossingen voorstellen en afwegen
Ecoduiker	verschilzetting fase 1 en 2	verschillen in bedding / zakking tussen fase 1 en 2 bepalen
KC-04	Meerdere doorsnedes	Bepalen meerdere snedes en overgangen daartussen
KC-16	Wijziging principe	geen damwand nodig --> gewagro toepassen
KC-17	Breedte gewapende grond	Uitwerking geotextielen
KC-21	TOM principe	Principesnede keuze (damwand, GeWaGro, L-wand etc
KC-22	principeddoorsnede	TOM (Damwand, getrapte fundering, huidige oplossing met tijdelijke damwand)
KC's rondom fietstunnels (KC12,12A,23,24)	Pricipekeuzes	TOM per KC; mede afhankelijk van tunnels
Knotterpolderburg	Onder- en achterloopsheid	Ontwerp van kwelschermen
Knotterpolderburg	Leuninghoogte	Aanpassen
Kunstwerken	Palen trekken	Besluit omtrent trekken of kappen van palen
Kunstwerken	Ecologie	uitwerking
Kunstwerken	Hoogteverschil voetpad	uitwerking
Lammebrug	Trappen	op/aantrede aanpassen zodat trap voldoet
Lammebrug	TOM Landhoofd L1	Berekening Landhoofd L1 met twee aanvullende varianten inclusief palen 1 Huidige variant 2 Variant wel steun/geen belasting 3 L wand
Lammebrug	TOM Landhoofd L5	Berekening Landhoofd L5 met twee aanvullende varianten inclusief palen 1 Huidige variant 1b met schoorpalen 2 Variant wel steun/geen belasting 3 L wand met schoorpalen 4 met oplegging op L5
Lammebrug	Trappen	uitwerking inclusief positie evt aanpassen adhv TOM L1/5 en BBL toets
Lammebrug	Paalsysteem L4	wijzigen van paalsysteem onder middenpijler
Lammebrug	Paalsysteem L2/3	Onderzoeken wijzigen paalsysteem onder kelder

Lammebrug	Stootplaatdetails	keuze en uitwerking stootplaten / voegovergang
Lammebrug	Vrije ruimte bij deur	HOLD: inrichting loswalweg
Lammebrug	Metselwerk onder maaiveld	uitwerking
Lammebrug / Trekvlletbrug	Randprofiel	Randprofiel moet wellicht hoger
Lammebrug / Trekvlletbrug	Toog en toleranties	protocol toog en toleranties opstellen
Lammenschanstunnel	TOM1: vloer of geen vloer	Zoals voor de Veldschanstunnel gedaan is wordt de optie voor een "tunnel"- of een "brug"constructie afgewogen
Lammenschanstunnel	TOM2A: vloer achter landhoofd	wanneer gekozen wordt voor een brugconstructie kan de keuze worden verfijnd om een vloer achter het landhoofd te maken of het huidige concept te handhaven
Lammenschanstunnel	TOM2B: TOM Prefab of IHWG	Wanneer gekozen wordt voor een tunnel dan kan gekozen worden voor een prefab of een ihw gestorte tunnel
Lammenschanstunnel	Stootplaatdetails	keuze en uitwerking stootplaten / voegovergang
Lammenschanstunnel	Hemelwaterafvoer	Uitwerking
Oevers	Inmeten bestaande oevers	
Oevers	Locatie met tolerantie	Oevers aansluiten op vaawegmodel met daarbij 100 + 50mm tolerantie en uitbuiging
Oevers	Vervanging	Bepalen hoe oevers vervangen, op dezelfde locatie of er naast bouwen.
Grondkeringen	Overgangen Berekenen	waar overgangen tussen funderingstypen bestaan berekenen en beheersen van verschilzettingen
Remmingwerk Lammebrug	Herzien uitgangspunten	Herzien uitgangspunten en bepalen lengtes en doorsnedes, voornamelijk tpv middenpijler
TOM Oever 1	Type en overhoogte	Invloed ontwerpend onderzoek Overhoogte vak 8 Oevertypen 4 indien mogelijk
Trekvlletbrug	Oever of vleugelwand	1:3 talud: Meer oever vervangen of vleugelwand langer maken
Trekvlletbrug	Beïnvloeding stamriool	De invloed van het maken en trekken van de damwanden alsmede het maken van nieuwe palen en trekken van bestaande palen op het stamriool is in deze fase niet beschouwd.
Trekvlletbrug	Palenplan	In welke mate de bestaande paalfundering veilig kan worden verwijderd moet in de DO fase bepaald worden. Voor het VO is aangenomen dat alle palen afgekapte zullen worden op een niveau 1,5 m onder het nieuwe maaiveld. Indien nodig zal in het DO het palenplan worden om conflicten met achterblijvende palen op te lossen.
Trekvlletbrug	Raakvlak met achterblijvende boring	In verband met een achterblijvende loze mantelbuis moeten voor het maken van in de grond gevormde palen maatregelen worden genomen om wegllopen van beton in deze mantelbuis te voorkomen {RVK-00027} {RIS-0123}. De te nemen maatregelen zijn afhankelijk van het gekozen paalttype en eventuele maatregelen ter plaatse van het paalmatras.
Trekvlletbrug	Breedte tussen bouwkuipen	De ontworpen afstand tussen de bouwkuipen is te smal om te voldoen aan eis {WNBH-0010}. In de DO fase zal worden geanalyseerd hoe hiermee om te gaan.
Trekvlletbrug	Geleiding scheepvaart	Om te voldoen aan SYS-0163 moet mogelijk een geleidewerk worden toegepast ter plaatse van de hoeken van de brug.

Trekvlletbrug	Verdikking vloer tpv damwand	De vloer dient ter plaatse van de damwanden een kleine verdikking te krijgen om te voldoen aan eis {SYS-0359}
Trekvlletbrug	Hemelwaterafvoer	Uitwerking
Trekvlletbrug	Betonband lijnenspel	Detailering hoe het lijnenspel van de betonband over het kunstwerk gaat en de aansluiting hiervan.
Trekvlletbrug	Aansluiten oever	Aansluiting kwelscherm met oever detaileren.
Trekvlletbrug	Stootplaatdetails	keuze en uitwerking stootplaten / voegovergang
Trekvlletbrug	Opsluitband	Opsluitband op het kunstwerk ihwg of prefab detaileren.
Trekvlletbrug	Aansluiting paalmatras	Aansluiting paalmatras op de vloer detaileren.
Trekvlletbrug	Locatie vleermuiskasten	Locaties vleermuiskasten bepalen + detail
Trekvlletbrug	Mantelbuizen	Inventarisatie welke kabels in de mantelbuizen moeten, a.d.h.v. bepalen aantal mantelbuizen toepassen
Trekvlletbrug	Looprichel	Detailering looprichel uitwerken. Materiaal bepalen voor opstaande rand en de uitvulling.
Trekvlletbrug	Drainage boven constructievloer	Drainage detail afwatering constructievloer
Tunnels	Toleranties	protocol toleranties en uitvulling opstellen
Veldschanstunnel	TOM Prefab of IHWG	Keuze voor tunnel met vloer reeds gemaakt; prefab of ihwg in DO
Veldschanstunnel	Stootplaatdetails	keuze en uitwerking stootplaten / voegovergang

Bijlage III Toetsformulier CCV

De DO-ontwerpbasis is niet opnieuw aangeboden aan de CCV.

Bijlage IV Memo ijsbelasting

Datum
17 december 2024

Doc.nr.
39055-MEM-00528

Status **Versie**
Definitief 1.0

Pagina
1 | 9

Aan Roy Gerritsen, Chris Hattink, Herbert van der Ham	Van Matthijs de Hertog
Kopie	
MEMO	
Voorstel aan te houden ijsbelasting N206 Europaweg	

SAMENVATTING

Voor het project N206 Europaweg is een thermische ijsbelasting van maximaal 120 kN/m voorgesteld voor de constructies bij de Trekvlietbrug en de Lammebrug. Deze waarde is niet direct overgenomen uit één enkele norm, maar afgeleid op basis van richtlijnen en een benadering uit meerdere relevante normen, zoals CUR 166 en EAU 2012 (zie Sectie *Normen en richtlijnen*).

De waarde van 120 kN/m is als volgt tot stand gekomen:

- Gebruik van normen en richtlijnen:** Binnen de Nederlandse regelgeving en binnen het contract van het project zijn meerdere normen en richtlijnen beschikbaar die begeleiding bieden voor het bepalen van de ijsbelasting op constructies aan het water. Geen van de normen en richtlijnen geeft echter eenduidige waarden op voor de aan te houden soorten ijsbelasting en de grootte van de belasting op het betreffende constructieonderdeel. Daarom is in deze memo van meerdere informatiebronnen gebruik gemaakt om tot een voorstel van de ijsbelasting te komen.
- Statische ijsbelasting uit ROK en CUR166:** De statische ijsbelasting (400 kN/m) uit de ROK voor sluiswanden en de CUR166 voor damwandconstructies is bepaald als maximale ijsbelasting waarboven het ijs bezwijkt door het overschrijden van de druksterkte. Er is geen mechanisme beschreven waardoor deze ijsbelasting kan ontstaan. Stuvo-rapport 59 geeft hier wel verder duiding in. In hoofdstuk 4 wordt aangegeven dat de statische ijsbelasting wordt bepaald door de wrijvingskracht door stromend water tegen de onderzijde van de ijsmassa, stromingsdruk tegen de zijde van de ijsmassa, wrijvingskrachten door wind langs het oppervlakte van de ijsmassa, de gewichtscomponent van de ijsmassa ten gevolge van het verhang en de oppervlakte en dikte van de ijsmassa. **De bovengrens** van de kracht wordt bepaald door de breuksterkte van het ijs (zoals berekend in de CUR 166). Omdat er bij de Lammebrug en Trekvlietbrug nauwelijks sprake is van verhang, stroming en wind lijkt het meenemen van een (hoge) statische ijsbelasting zeer conservatief.
- Thermische ijsbelasting:** De thermische ijsbelasting, die ontstaat door het uitzetten van het ijs bij temperatuurstijgingen wordt zowel in de CUR166 als Stuvo-rapport 59 aangeduid als mogelijk optredende belasting. Het fenomeen achter deze belasting is duidelijker omschreven en er is vanuit de CUR166 duidelijke geleiding hoe de betreffende belasting op de constructie bepaald kan worden. Omdat Zuid-Holland klimatologisch gunstigere omstandigheden heeft dan bijvoorbeeld Limburg of Noord-Nederland lijkt het meenemen van de meest extreme condities voor het bepalen van de thermische ijsbelasting een conservatief uitgangspunt. Daarom is voorgesteld om van iets gunstigere uitgangspunten uit te gaan, waarbij de voorgestelde waarde nog wel steeds boven de minimale waarden uit de ROK en de EAU2012 ligt. Hierbij is uitgegaan van een ijsdikte van 0,40 meter en een temperatuurstijging van 6°C per uur.

AANLEIDING

Voor het project N206 Europaweg bouwen we een aantal constructies in of direct aan het water. Deze constructies zijn de Trekvlietbrug en de Lammebrug. Bij de Trekvlietbrug staan de landhoofden in de oever/in het water. Er is een mogelijkheid dat het water in de Trekvliet bevroest en hierdoor een belasting uitoefent op de landhoofden. Bij de Lammebrug staat de basculekelder in de oever/in het water. De tussenpijler wordt in het midden van het Rijn-Schiekanaal aangebracht. Ook hier kan het water tussen de basculekelder en de tussenpijler en tussen de tussenpijler en de oever bevriezen en een ijsbelasting uitoefenen op de genoemde constructies.

In het contract is niet specifiek voorgeschreven dat er rekening gehouden moet worden met een bepaalde voorgeschreven ijsbelasting. Het Technisch Programma van Eisen Vaste Kunstwerken van de Provincie Zuid Holland geeft geen aanvullende eisen met betrekking tot ijsbelasting en in het Functioneel en Technisch Programma van Eisen Beweegbare bruggen wordt alleen bij sluizen gesproken over een ijsbestrijdingsinstallatie. In Vraagspecificatie deel 1 – Eisen worden ook geen specifieke aanwijzingen gegeven voor de aan te houden ijsbelasting.

Via de ROK 1.4, die contractueel wel van toepassing is, is het meenemen van een ijsbelasting wel voorgeschreven. In deze memo wordt op basis van de ROK en onderliggende/verwezen normen en richtlijnen een voorstel gedaan voor de aan te houden ijsbelasting.

NORMEN EN RICHTLIJNEN

Kijkend naar de geldende normen en richtlijnen wordt het volgende gevonden in respectievelijk ROK 1.4, NEN-EN 1991-1-7, EAU 2012, CUR166 en Stuvo-rapport 59:

ROK 1.4 Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken

Art. 5.7: Aanvulling op Eurocode 1, deel 1-7 Buitengewone belastingen, stootbelastingen en ontploffingen

Art. 5.4 In voorkomende gevallen moeten maatregelen worden getroffen in geval van aanwezigheid van (drijf)ijs. Deze maatregelen bestaan uit:

Beschermende maatregelen die het optreden van ijsbelasting voorkomen of beperken

Constructieve maatregelen die de constructie bestand doen zijn tegen de optredende ijsbelastingen

*Toelichting: Informatie over ijsbelasting is onder meer te vinden in **EAU 2012, CUR 166 en Stuvorapport 59***

Specifieke belastingen op natte kunstwerken

Art. 5.10 (1.4) Belastingen door ijs

Er moet rekening gehouden worden met de normale bedrijfsomstandigheden die voor keermiddelen kunnen optreden, waarbij ten minste het volgende beschouwd moet worden (*niet volledig overgenomen uit ROK 1.4*):

- De invloed van de aanwezigheid van een ijsbestrijdings-installatie
- De aanwezigheid van zout, zoet of brak water
- De locatie van de betreffende kering
- De intensiteit waarmee de betreffende waterweg wordt bevaren
- Het beheerscenario
- De mate van stroming of opwaaiing
- De vormgeving van de voorhaven
- De vormgeving van de deuren zelf
- De flexibiliteit/vervormbaarheid of juist starheid van de belaste delen
- Belastingen doordat het ijs gebroken wordt in de nabijheid van de constructie

Ontwerputgangspunten moeten opgesteld worden

De richtingen en posities van de representatieve belastingen door ijs op keermiddelen zijn:

1. Thermische expansie van ijs: in de lengterichting van de kolk, 0,2 meter onder de bovenwaterstand
2. Opstuwing van ijsschotsen: loodrecht op de deur, ter hoogte van de bovenwaterstand
3. IJsaangroei: verticaal, gelijkmatig over de onder water komende regels

De sluisdeuren moeten op alle genoemde ijsbelastingen worden berekend, waarbij de belastingen (1) en (2) niet met elkaar hoeven te worden gecombineerd. Voor de grootte van de belastingen wordt verwezen naar literatuur. Minimaal moeten de volgende waarden worden aangehouden

Thermische expansie: minimaal **50 kN/m**

Opstuwing: minimaal **50 kN/m**

Aangroei: **10 kN** totaal

Voor de berekening van kolkwanden moet gerekend worden met een horizontale drukbelasting van **400 kN/m** door ijs op het niveau van de verwachte waterstand in de kolk.

Noot: De eisteksten in ROK 2.0 komen overeen met de hierboven beschreven uitgangspunten uit de ROK 1.4. Zie hiervoor eis ROK-0483 en eis ROK-0648 uit de ROK 2.0. Vanuit de koptekst wordt verwezen naar de TAW-leidraad 2003. Deze TAW-leidraad verwijst nog naar de NEN 6740 en is daarmee uit het pre-Eurocode tijdperk. Voor het bepalen van de ijsbelastingen wordt echter vanuit de TAW leidraad 2003 verwezen naar de CUR 166, die ook hierboven is beschouwd. Daarmee geeft de ROK 2.0 geen aanvullende aanwijzingen voor het bepalen van de ijsbelasting.

1991-1-7	Buitengewone belastingen, stootbelastingen en ontploffingen
Art. 4.8	(1) Belasting door ijsdruk moet zijn beschouwd Een berekeningsmethode om ijsdruk in rekening te brengen in beschreven in Jessberger, H.L. – <i>Bodendruck und Eisdruck</i>
EAU2012	Recommendations of the “Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways”
5.15	Impact and pressure of ice on waterfront structures, fenders and dolphins in coastal areas Loads on hydraulic engineering structures (waterbouwkundige constructies) due to the effects of ice can occur in various ways: a) as ice impact from collisions with ice floes moved by the current or by the wind b) as ice pressure acting through ice thrusting against an ice layer adjacent to the structure or through vessel movement c) as ice pressure acting on the structure through an unbroken ice layer as a result of thermal expansion d) as imposed ice loads when ice forms Calculations (in par. 5.15) apply to sea ice with a salinity > 5%
5.16	Impact and pressure of ice on waterfront structures, fenders and dolphins at inland facilities Most of the data provided in recommendation R 177, section 5.15 applies to inland facilities as well.
5.16.2	Ice thickness The ice thickness can be deduced from the sum of degrees of cold occurring on a daily basis during an ice period – the “cold” sum (equation provided in article). If no more detailed statistics or measurements are available, a theoretical ice thickness $h < 30$ cm can generally be assumed provided the conditions given in section 5.16.1 apply.
5.16.3	Compressive strength of the ice Compressive strength of the ice depends on the mean ice temperature (θ_m), corresponding to half the ice temperature at the surface, as 0°C is always achieved on the underside The uniaxial compressive strength of the ice vertical to the direction of ice formation can be determined as follows
$\sigma_0 = 1,10 + 0,35 \theta_m \quad \text{for } 0^\circ\text{C} > \theta_m > -5^\circ\text{C}$ $\sigma_0 = 2,85 + 0,45 \theta_m + 5 \quad \text{for } \theta_m < -5^\circ\text{C}$	
5.16.4.1	Mechanical ice pressure Generally speaking, R 177, section 5.15.3 applies to the force resulting from the pressure of the ice acting as a line load:

$$p_0 = k \cdot h \cdot \sigma_0$$

p_0 = mean line load [MN/m]

k = contact coefficient (0,33)

h = thickness of the ice [m]

σ_0 = uniaxial compressive strength of the ice [MN/m²]

5.16.4.2 Thermal ice pressure

A load per unit area of **0,15 MN/m²** distributed evenly over the ice thickness should be taken as a reference, resulting from thermal expansion and for ice thicknesses 0,30 m < h < 0,50 m.

5.16.5 Ice loads on narrow structures (piles, dolphins, bridge and weir piers, ice deflectors)

The approach regarding vertical piles according to R 177, section 5.15 are also valid for inland areas taking into account the critical ice strength.

From 5.15: Structures up to 2 m wide with a ratio of structural component width to ice thickness $d/h \leq 12$, and where the ice is flat the horizontal ice load on vertical piles with a rake steeper than 6:1 is derived as follows:

$$P_p = k \cdot \sigma_0 \cdot d^{0.5} \cdot h^{1.1}$$

P_p = ice load [MN]

σ_0 = uniaxial compressive strength of the ice at a specific rate of expansion, $\epsilon = 0,001 \text{ s}^{-1}$ [MN/m²]

d = width of a single pile [m]

h = thickness of the ice [m]

k = empirical contact coefficient from table R177-3 [m^{0.4}]

$k = 0,564$ for ice movement with layer of ice not tight up against structural component (drifting ice)

$k = 0,793$ for ice movement with layer of ice tight up against structural component (icebound structural component)

CUR166 Damwandconstructies

3.2.5 IJsbelasting

In het algemeen zal het geval ijsbelasting niet bepalend zijn voor het ontwerp. Indien relevant moeten voor de benadering van de ijsbelasting de volgende situaties worden onderzocht:

Kruiend ijs

Drijvende ijsvlakke

Voor het bepalen van de horizontale ijsbelasting op damwanden kan in het algemeen worden uitgegaan van:

Ijslaag **0,50 meter** dik

Druksterkte 1,5 MPa (zout water) of **2,5 MPa (zoet water)**

Omdat de belasting over het contactvlak sterk zal variëren mag op de berekende lijnbelasting een uitvlakkingscoëfficiënt van **0,33** worden toegepast. Waarden moeten als rekenwaarden worden beschouwd.

Er moet tenminste worden gerekend met:
een gemiddelde horizontaal werkende lijnlast van 250 kN/m (zout water)
of **400 kN/m (zoet water)**, aangenomen ter plaatse van de ongunstigste in beschouwing genomen waterstand

Deze waarden gelden alleen voor langgerekte damwandconstructies, zoals bij brugpijlers, moet de ijsbelasting bepaald worden op grond van literatuurgegevens, bijvoorbeeld EAU2004

Krachten door ijs kunnen ook optreden ten gevolge van het uitzetten bij stijgende temperatuur van een ijslaag die is opgesloten tussen de damwand en een vaste constructie. Deze krachten zijn afhankelijk van de oorspronkelijke temperatuur van het ijs, van de snelheid van de temperatuurstijging en van de dikte van de ijslaag. In dit geval kunnen de krachten op de damwand worden ontleend aan figuur 3.1.

Stuvorapport 59

Discussienota IJSBELASTINGEN

1.2

Voor brugconstructies, met name voor pijlers, kunnen de volgende belastingen ten gevolge van ijs worden onderscheiden:

Horizontale krachten

- Ijstoten ten gevolge van bewegende ijsmassa's
- Krachten ten gevolge van statische ijsdrukken
- Krachten ten gevolge van uitzetting van ijs, dat is opgesloten in of tussen constructie-onderdelen

Ijsdrukken ten gevolge van uitzetting van ijs: Hierbij kunnen twee verschijningsvormen worden onderscheiden, namelijk ijs dat opgesloten is in constructie-onderdelen (zoals bijvoorbeeld sparingen, hemelwaterafvoeren) en ijs dat voorkomt tussen constructie-onderdelen (zoals bijvoorbeeld tussen twee brugpijlers). In de studie is alleen ingegaan op de laatste vorm.

Statische ijsbelastingen: Deze belasting treedt op wanneer een ijsmassa zich tegen een constructie vastzet en ten opzichte van deze constructie niet beweegt. De ijsmassa wordt tegen de constructie gedrukt door windkrachten, stromingsdrukken en verhangen.

3

Treedt er geen hechting aan de randen op, dan zullen zich hier scheuren of kieren vormen welke zich, bijvoorbeeld ingeval van op water drijvend ijs, van onder af opvullen met water dat weer bevriest. Op deze wijze vormt zich eveneens een mogelijk tussen starre wanden gelegen gesloten ijslaag waarvan de gemiddelde temperatuur ver beneden 0° gelegen kan zijn. Een daarna optredende temperatuurstijging heeft dan uitzetting tot gevolg. Wordt deze verhinderd ten gevolge van starre begrenzingen dan zullen ijsdrukken optreden.

OVERZICHT EN VERGELIJKING

De EAU 2012 en CUR 166 geven de meest specifieke aanwijzingen voor de aan te houden ijsbelasting bij constructies die in het water staan, waarbij de opgegeven belasting van 400 kN/m op kolkwanden uit de ROK ook terugkomt in de CUR166. IN CUR166 wordt hierbij wel aangegeven dat deze waarde alleen geldt voor langgerekte damwandconstructies en niet bij brugpijlers. Hiervoor wordt verwezen naar de EAU.

Zowel de ROK 1.4 als de EAU2012 en de CUR166 beschrijven verschillende soorten ijsbelasting, waarbij de meest relevante belastingen voor het project N206 – Europaweg de statische ijsbelasting en de thermische ijsbelasting zijn.

Kijkend naar de bepaling van de waarden voor de statische en thermische ijsbelastingen, dan geldt dat de CUR166 voor zoet water een druksterkte van 2,5 MPa aangeeft. De EAU geeft hiervoor een formule afhankelijk van de ijstemperatuur. Wordt hier een “mean ice temperature θ_m ” van -4°C aangehouden, dan volgt uit de formule van de EAU ook een gemiddelde druksterkte van 2,5 MPa ($1,10 + 0,35 \cdot |-4^{\circ}\text{C}| = 2,5 \text{ MPa}$). Dit zou corresponderen met een ijstemperatuur van -8°C aan het ijsoppervlakte. Dat lijkt een redelijk uitgangspunt.

De statische ijsdruk volgt dan volgens de EAU2012 uit $p_0 = k \cdot h \cdot \sigma_0$. Met een druksterkte van 2,5 MPa en een contactcoëfficiënt van 0,33 volgen dan onderstaande belastingen, afhankelijk van de dikte:

Dikte ijs	0,05 m	0,10 m	0,20 m	0,30 m	0,40 m	0,50 m	0,60 m
Ijsbelasting	41 kN/m	83 kN/m	165 kN/m	248 kN/m	330 kN/m	413 kN/m	495 kN/m

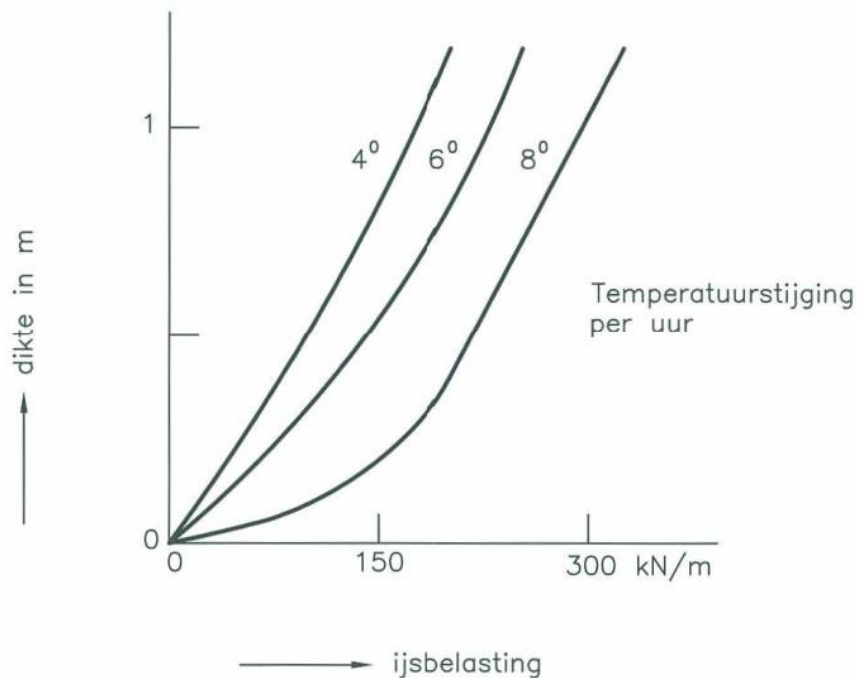
Bij ijsdikten van 0,3 meter tot 0,5 meter dik gelden nu ijsbelastingen van ca. 250 kN/m tot 400 kN/m. De waarde bij een dikte van 0,5 meter, de minimaal aan te houden dikte volgens CUR 166 komt goed overeen met de eerder aangegeven minimale waarden van 400 kN/m uit zowel de ROK 1.4 als de CUR 166. Dat de waarde uit de CUR 166 alleen geldt voor langgerekte damwandconstructies en dat voor brugpijlers de EAU aangehouden moet worden maakt hier dus geen verschil, want met de minimale dikte van 0,30 meter geeft de EAU 2012 hetzelfde resultaat.

De toegepaste factor van 0,33 uit de EAU als contact coëfficiënt komt precies overeen met de uitvlakkingscoëfficiënt van 0,33 uit de CUR 166.

Uit beide normen komt echter niet duidelijk naar voren wat deze ijsbelasting dan veroorzaakt. Kijkend naar de formule uit de EAU waarmee de ijsbelasting wordt bepaald, dan wordt alleen gekeken naar de maximale ijsbelasting die een ijspakket **kan veroorzaken** op basis van de maximale sterkte van het ijs. Waar deze belasting vandaan komt (wind, stroming, opstuwing, uitzetting van het ijs door bevriezing van water) blijft onduidelijk. De weg van de minste weerstand is in dit geval naar boven, waar alleen luchtdruk aanwezig is, waarmee het logisch lijkt dat wanneer water bevroert en daardoor uitzet, het grootste deel van de expansie in verticale richting zal plaatsvinden. Na de ijsvormingsfase gedraagt ijs zich zoals andere materialen, dat wil zeggen dat het krimpt bij (verder) afnemende temperaturen en uitzet bij temperatuurstijgingen. Dit verklaart het fenomeen thermische ijsbelasting.

Stuvo-rapport 59 geeft hier verder duiding in. In hoofdstuk 4 wordt aangegeven dat de statische ijsbelasting wordt bepaald door de wrijvingskracht door stromend water tegen de onderzijde van de ijsmassa, stromingsdruk tegen de zijde van de ijsmassa, wrijvingskrachten door wind langs het oppervlakte van de ijsmassa, de gewichtscomponent van de ijsmassa ten gevolge van het verhang en de oppervlakte en dikte van de ijsmassa. **De bovengrens** van de kracht wordt bepaald door de breuksterkte van het ijs (zoals berekend in de CUR 166)

Voor de thermische ijsbelasting geeft de ROK een minimale waarde van 50 kN/m. De EAU geeft een waarde van $0,15 \text{ MN/m}^2$ voor ijsdiktes variërend tussen 0,3 en 0,5 meter. Hieruit volgen dan lijnbelastingen van 45 kN/m tot 75 kN/m. Deze belasting komt goed overeen met de waarde van minimaal 50 kN/m uit de ROK. De thermische ijsbelasting wordt in de CUR 166 gegevens middels een grafiek. Bij ijsdiktes van minimaal 0,5 meter ligt de thermische ijsbelasting op minimaal 100 kN/m bij een temperatuurstijging van 4°C per uur. Bij hogere temperatuurstijgingen loopt de thermische belasting op tot ca. 220 kN/m bij een temperatuurstijging van 8°C . Bij ijsdiktes van ca. 0,30 meter en temperatuurstijgingen van 4°C per uur komt de ijsbelasting wel in dezelfde orde van grootte als voorgeschreven in de EAU 2012.



Voor het ontwerp van de basculekelder en de tussenpijler zouden voor de ijsbelasting en conform de ROK de uitgangspunten voor de ROK vastgelegd moeten worden. In deze uitgangspunten zouden meegenomen moeten worden:

- De mogelijkheid tot het aanbrengen van een ijsbestrijdingsinstallatie
- De intensiteit waarmee de vaarweg bevaren wordt (of ijsvorming met een dikte in de orde van grootte van enkele decimeters realistisch is en te verwachten valt
- De beheerscenario's, of de vaarweg vrijgehouden wordt van ijsvorming

Indien er geen maatregelen getroffen worden en de intensiteit van de scheepvaart dusdanig laag is dat ijsvorming te verwachten valt, moet worden vastgelegd:

- De aan te houden ijsdikte voor het bepalen van de statische ijsbelasting
- De aan te houden thermische belasting

VOORSTEL VOOR IJSBELASTING VOOR DE N206 -EUROPAWEG

Op basis van bovenstaande gegevens uit de relevante normen en richtlijnen wordt onderstaande voorgesteld voor de ijsbelasting:

Het meest aannemelijke scenario in geval van bevrozing van het oppervlaktewater is dat er zich in eerste instantie een dunne ijslaag op het water vormt. De uitzetting vanwege de faseovergang van water naar ijs zal voornamelijk in verticale richting plaatsvinden omdat de minste weerstand tegen het uitzetten aan het ijs aan de bovenzijde ligt (enkel luchtdruk). De ijslaag zal een dikte hebben van enkele centimeters (en niet gelijk de maximaal aan te houden dikte van 50 cm volgens de CUR 166), waarmee de bovengrens van de mogelijke ijsdruk tegen de constructie volgens de EAU enkele tientallen kilonewtons per meter bedraagt ($0,33 \cdot \text{ca. } 50 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ N/mm}^2 = 40 \text{ kN/m}$), als de ijs inderdaad door expansie in de faseovergang tot zijn volledige druksterkte tegen de brugconstructie duwt. Bij een verdere temperatuursdaling zal het ijs enerzijds in verticale richting aangroeien, maar in horizontale richting krimpen en daarmee zal de druk op de wand niet significant toenemen. Bij het herhaaldelijk dichtvriezen van de kier tussen de constructie en het ijs kan een statische horizontale ijsdruk op de constructie ontstaan, maar de aanwezigheid van een ijsdruk van 400 kN/m bij een dikte van 50 cm lijkt zeer onwaarschijnlijk doordat het ijs telkens ook weer krimpt bij weer dalende temperaturen.

Een statische ijsdruk vanwege stroming, wind en verhang is ook onwaarschijnlijk, omdat de brugconstructies haaks op de stromingsrichting en de richting van het verhang staan en ook de wind in de richting haaks op de stroming geen belasting van betekening kan opwekken door de lage ligging van het water ten opzichte van de naastgelegen oevers.

Er wordt zeker wel een mogelijkheid gezien dat het water bij de Lammebrug en de Trekvliefbrug volledig dichtvriest en daarbij een opgesloten ijsmassa tussen starre constructies vormt. In de bevroeringsfase wordt om bovenstaande redenering echter geen hoge statische ijsbelasting verwacht. Wanneer echter de temperaturen stijgen door de dag/nachtcycli of door het inzetten van de dooi wordt er wel thermische expansie van het ijs verwacht. Dit kan zowel tijdens de (ijs)aangroefase (nog geen maximale ijsdikte) als na de aangroefase (na het bereiken van de maximale ijsdikte) ontstaan. Dat daarmee ijsbelastingen op de brugconstructies ontstaan zal in het ontwerp meegenomen moeten worden. De CUR166 schrijft hiervoor duidelijkere uitgangspunten voor dan voor de statische ijsbelasting en daarmee lijkt het redelijk om (via de contractueel voorgeschreven ROK 1.4) de CUR 166 aan te houden. De thermische ijsbelasting dient dan bepaald te worden uit figuur 3.1. Omdat de kans op een significante ijsbelasting in Noord-Nederland en Zuid-Limburg groter is dan in bijvoorbeeld Zuid-Holland en Zeeland (ROK 1.4, art. 5.10, sub. (1.4) lijkt het conservatief om de maximale ijsdikte en temperatuurstijging per uur aan te houden. Voorgesteld wordt om uit te gaan van een maximale ijsdikte van 0,40 meter en een maximale temperatuurstijging van 6°C per uur, waarmee de thermische ijsbelasting op **120 kN/m** komt.

De voorgestelde waarde voor de thermische ijsbelasting zou ook als statische belasting beschouwd worden. Dat zou overeenkomen met de maximale statische ijsbelasting van een ijslaag van ca. 150 mm dik. Dat lijkt een redelijk conservatieve aanname voor de ijsdikte die in één vorstcyclus kan ontstaan. Daarmee is aannemelijk gemaakt dat de maatgevende waarde van de ijsbelasting gevonden is.

Deze ijsbelasting wordt alleen bij de basculekelder van de Lammebrug en de landhoofden van de Trekvliefbrug in rekening gebracht. Bij de middenpijler van de Lammebrug wordt als uitgangspunt aangehouden dat de ijsbelasting aan beide zijden optreedt en daarmee evenwicht maakt met een veel grotere belasting aan de andere zijde van de pijler. De extra druk op het beton die daarbij optreedt, gelijk aan maximaal $0,33 \cdot 2,5 \text{ N/mm}^2 = 0,83 \text{ N/mm}^2$ is voor het beton geen significante belasting en wordt verwaarloosd.

In de berekeningen zal beschouwd worden wat de optredende vervormingen zijn onder de aangehouden ijsbelasting. Indien de vervormingen groot zijn, wordt op basis van de te verwachten thermische uitzetting van ijs (ca. 5,0 tot $5,5 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$; zie Stuvo-rapport 59, par. 2.4) en de aanwezige lengte van het ijsmassief een maximale verplaatsing van het ijs opgegeven en kan de aangehouden ijsbelasting aangepast worden.

Bijlage V Commentaar OG op VO Ontwerpbasis

Reviewformulier N206 - Europaweg

Gereviewed werkpakket

Document:

Versie:

Status:

Reviewer:

WP-008-02 - VO Ontwerpbasis

09 - Kunstwerken vast

Gereviewed werkpakket

Versie

Datum

Datum review:

Verwerkt door: Arjan van der Put

Datum verwerking:

Reviewcommentaar								Verwerking			Reactie OG	Verificatie DO
Nr.	Pagina nr.	Hoofdstuk nr.	Eis, norm etc.	Kwalificatie	Commentaar (indien geen vraag, vastgesteld feit)	Opmerking	Reviewer	Accept/ Reject/ Hold	Toelichting op verwerking	Te bespreken major		
1				Opmerking	Algemeen	In het document wordt verwezen naar het EPvE. Maar op dit moment is het IIRK een verdere uitwerking van het EPvE. Ook een verwijzing naar het IIRK met daarbij ook de uitgedachte oplossingen kunnen hier beschreven worden.	Marco vd Herik	accept	De ontwerpbasis beschrijft de uitgangspunten bij de start van het ontwerp, daarbij is het IIRK nog niet beschikbaar. Daarnaast is het IIRK geen randvoorwaarde voor het civiele ontwerp maar komen beide integraal en in samenwerking tot stand	nee	akkoord	-
2	28	6.8		Opmerking		Bouwtoleranties t.o.v. profiel van vrije ruimte zijn niet beschreven.	Marco vd Herik	accept	Er zijn geen toleranties op PVR: als het PVR niet gehaald wordt, is dat altijd een afwijking. De beschreven delen worden, indien de maten niet gelijk zijn aan het ontwerp, binnen de toleranties, wel geaaccepteerd. Omdat het gevolg van het accepteren van enige afwijking op maatvoering kan leiden tot het niet halen van een PVR moet er nominaal een zekere afstand worden gehouden. Dit volgt uit het ontwerp, niet de ontwerpbasis.	nee	geen acceptabel antwoord. Bouwtoleranties dienen in het ontwerp te zijn opgenomen RGE: het is een beetje een lang antwoord, maar wat bedoelt wordt is dat de ontwerpbasis de uitgangspunten beschrijft en in de ontwerpnota en tekeningen de toleranties worden uitgewerkt. Zie ook verderop een opmerking op VO Voorstel om deze opmerking zo af te handelen en verder op te pakken in nr. 17	Bouwtoleranties worden expliciet gemaakt in een op te stellen document dat separaat met OG zal worden gevalideerd