

Nederlandse technische afspraak

NTA 8085

(nl)

IFD-bouw vaste bruggen en viaducten

IFD construction of fixed bridges and overpasses

ICS 93.040

juli 2021

Normcommissie 351064 'IFD-Bouw vaste bruggen'



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

DEZE PUBLICATIE IS AUTEURSRECHTELIJK BESCHERMD

Apart from exceptions provided by the law, nothing from this publication may be duplicated and/or published by means of photocopy, microfilm, storage in computer files or otherwise, which also applies to full or partial processing, without the written consent of Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut.

Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut shall, with the exclusion of any other beneficiary, collect payments owed by third parties for duplication and/or act in and out of law, where this authority is not transferred or falls by right to Stichting Reprerecht.

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan Stichting Reprerecht.

Although the utmost care has been taken with this publication, errors and omissions cannot be entirely excluded. Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut and/or the members of the committees therefore accept no liability, not even for direct or indirect damage, occurring due to or in relation with the application of publications issued by Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van door Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut gepubliceerde uitgaven.



Inhoud

Voorwoord	5
1 Onderwerp en toepassingsgebied	10
1.1 Onderwerp	10
1.2 Toepassingsgebied	11
1.3 Basisprincipes standaardraakvlakken en -modules	12
1.4 Mate van uitwerking	13
1.5 Opdeling in modules	13
1.6 Motivatie voor modulaire opbouw	15
1.7 Gebruiksaanwijzing NTA 8085	16
1.8 Uitgangspunten	17
2 Normatieve verwijzingen	18
3 Termen en definities	18
4 Symbolen en afkortingen	19
4.1 Symbolen	19
4.2 Afkortingen	19
5 Bovenbouw	20
5.1 Algemeen	20
5.2 Maatklassen	20
5.3 Brugdek	21
5.4 Voegovergangen	22
6 Onderbouw	23
6.1 Algemeen	23
6.2 Maatklassen	23
6.3 Steunpunten	23
6.4 Landhoofden	26
6.5 Overgangsconstructies/landhoofden	27
7 Voorzieningen op de bovenbouw	29
7.1 Algemeen	29
7.2 Leuning	30
7.3 Voertuigkering	33
7.4 Randelementen	36
7.5 Mantelpijpen	37
7.6 Masten voor openbare verlichting	37
7.7 Afwatering/hwa	38
8 Modulaire brugdekken en landhoofden	39
8.1 Algemeen	39
8.2 Technische uitgangspunten	39
8.3 Standaarddekelementen	40
8.4 Standaardlandhoofden	41
8.5 Standaardtussensteunpunt	43
8.6 Toepassing van modules in relatie tot beeldkwaliteit	43
Bijlage A (informatief) Processen en randvoorwaarden voor het toepassen van IFD bij vaste bruggen	44
A.1 Algemeen	44
A.2 Proces	44
A.3 Randvoorwaarden	45

Bijlage B (informatief) Omgang met informatie van vaste bruggen	46
B.1 IFD als strategie voor circulair bouwen.....	46
B.2 Informatievoorziening ten behoeve van hergebruik	47
Bijlage C (informatief) Onderwerpen voor verdere ontwikkeling van IFD bij bruggen.....	49
Bijlage D (informatief) Onderbouwing afmetingen categorieën.....	51
D.1 Algemeen	51
D.2 Onderbouwing.....	51
Bibliografie.....	53

Voorwoord

Aanleiding

Bruggen en viaducten in Nederland worden traditioneel gebouwd als enkelstuks product of hooguit in kleine 'series', maar dan nog altijd projectmatig. Er zijn relatief veel partijen bij de bouw van bruggen betrokken: overheden, aannemers, toeleveranciers en adviseurs (ingenieursbureaus). Door verschillende voorkeuren van opdrachtgevers zijn er verder regionale verschillen ontstaan met betrekking tot de eisen die worden gesteld aan bruggen en ook betekent de locatie van de brug vaak dat er projectspecifieke aanpassingen moeten worden gedaan aan het ontwerp. Hierdoor is elke brug meestal optimaal ontworpen voor één toepassing. Door ontwerp en bouw op deze wijze projectgewijs te organiseren, zijn vrijwel alle bruggen in Nederland uniek en verschillen ze onderling, inclusief de detaillering.

Voordat hun technische levensduur is verstreken, worden er elk jaar naar schatting 175 bruggen en viaducten ¹⁾ vervangen of aangepast als gevolg van veranderde eisen aan bijvoorbeeld het dwarsprofiel. Vanwege de grote verscheidenheid aan ontwerpen en uitvoeringen zijn (de onderdelen van) deze bruggen echter niet of nauwelijks opnieuw inzetbaar. Ze zijn specifiek voor een locatie ontworpen en daarom slecht inpasbaar op een nieuwe locatie, wat eventueel hergebruik beperkt.

Tegelijkertijd zijn er relatief veel bruggen die vooral in de wederopbouwtijd zijn gebouwd (jaren vijftig en zestig), aan vervanging of renovatie toe ²⁾. Bij een traditionele aanpak vraagt dit om een grote inspanning, wellicht groter dan de beschikbare capaciteit.

Het toepassen van IFD maakt het mogelijk om met een industriële aanpak, uitgaande van meer standaardisatie, te besparen op kosten bij realisatie en vooral ook bij toekomstige aanpassingen en demontage, of zelfs bij verplaatsing van het kunstwerk.

Er kan een basis worden gelegd om in de toekomst een plotselinge golf aan vervangingen te voorkomen door al bij het ontwerp uit te gaan van het flexibel aanpassen, demonteren en hergebruiken van onderdelen van de brug. Daarmee is deze aanpak ook een bouwsteen op weg naar een circulaire samenleving.

-
- 1) Onderzoek Rijkswaterstaat: *Sloopoorzaken bruggen en viaducten in en over rijkswegen*, 30-11-2016. In dit onderzoek worden bijna negentig procent van de bruggen en viaducten voor het einde van de technische levensduur gesloopt. Dat komt neer op ongeveer 75 bruggen of viaducten per jaar. Indien wordt aangenomen dat dit aandeel bij gemeentes en provincies veel lager ligt (ongeveer vijf procent), moeten daar ongeveer honderd bruggen of viaducten per jaar bij worden opgeteld (bron: Bureau Westenberg).
 - 2) De vervangingsopgave van kunstwerken gepland voor 2020-2035 lijkt in eerste instantie gerelateerd aan bouwjaar en leeftijd van de kunstwerken, maar dat is voornamelijk het geval omdat in de periode tussen 1950 en 1970 veel kunstwerken zijn gerealiseerd. De daadwerkelijke oorzaak van te vervangen en te renoveren kunstwerken is de wettelijke verplichting om de constructieve veiligheid van bruggen en viaducten aan te tonen. Hieraan wordt reeds vanaf 2012 gewerkt. Het gevolg van de eerste inspanningen op dit gebied is dat eigenaren van bruggen en viaducten zich na constructieve toetsen realiseren dat er relatief veel kunstwerken moeten worden vervangen of versterkt. Wat daarbij ook een rol speelt is dat de ontwerpbelastingen de afgelopen tachtig jaar zijn gewijzigd vanwege de toename van de voertuigbelastingen. De beoordeling van bruggen (en ontwerp) is sinds 2012 geharmoniseerd (alle bruggen moeten dezelfde belasting kunnen dragen).

Wat is IFD?

IFD is een principe dat kan worden toegepast voor het helpen oplossen van de opgave van het vervangen en aanpassen van kunstwerken en het bouwen aan een circulaire samenleving. IFD staat voor:

- I: industrieel bouwen (seriematig en gebruikmaken van gestandaardiseerde en geprefabriceerde elementen);
- F: flexibel bouwen (uitbreidbaar en aanpasbaar);
- D: demontabel bouwen (herbruikbaar).

De combinatie van de genoemde principes zorgt ervoor dat de brucelementen fabrieksmatig maakbaar zijn en dat de brug gedurende haar levenscyclus aanpasbaar en demontabel is. Deze eigenschappen faciliteren het hergebruik van elementen die vrijkomen gedurende de gehele levenscyclus van bruggen, vanaf de bouw tot en met de sloop (ofwel demontage of oogst; 'sloop' is een term die veelal wordt gebruikt in de lineaire economie). In de tussenliggende levensfasen blijft er een behoefte aan onderhoud en renovatie, waarbij materialen mogelijk vrijkomen en materialen worden toegevoegd.

De afspraken over verduurzaming van de samenleving en de vervangingsvraag van de infrastructuur in Nederland dwingt de bouwsector om te zoeken naar oplossingen, zowel in de techniek als in de processen. Beschikbare menskracht, materialen en budgetten vereisen een vernieuwde en bovenal slimme en efficiënte aanpak van het bouwproces. Standaardisatie en IFD-bouwen leveren hieraan een bijdrage. In bijlage B wordt hier nadere invulling aan gegeven.

Doelstelling

Het toepassen van IFD bij vaste bruggen leidt tot een efficiënter proces van de voorbereiding, de bouw, het onderhoud, het beheer en de aanpassing/sloop van de brug. Door afspraken te maken over raakvlakken kan het ontwerp- en bouwproces in zijn geheel efficiënter verlopen, terwijl er ruimte voor een projectspecifieke invulling overblijft.

Bijkomende doelstelling is het verminderen van het gebruik van grondstoffen gedurende de levensduur van de brug door het hoogwaardige hergebruik van onderdelen.

Positionering

NTA 8085 is een afspraak tussen partijen uit de bedrijfstak die zich bezighoudt met het ontwerp en de aanleg van bruggen. De voorschriften uit deze NTA kunnen geheel of gedeeltelijk worden aangewezen door belanghebbende partijen, hetgeen ook gewenst is om de voordelen van IFD (industrieel, flexibel en demontabel)-bouwen zoveel mogelijk tot uiting te laten komen. De voordelen van IFD zullen immers vooral kunnen worden gerealiseerd als veel opdrachtgevers deze NTA bij hun projecten gaan toepassen, zodat het gewenste serie-effect gaat optreden.

Relatie met andere documenten

In 2020 is NTA 8086 (IFD voor beweegbare bruggen) gepubliceerd. Hieruit blijkt dat met een intensieve samenwerking partijen tot afspraken kunnen komen. Ook nu hebben organisator NEN, opdrachtgevers, ingenieursbureaus en bouwbedrijven samengewerkt. Iedereen heeft zijn kennis en kunde ingebracht met het gezamenlijke belang voor ogen.

NTA 8085 is een eerste stap naar standaardisatie van details en onderdelen van vaste bruggen en viaducten. Er is een wensenlijst samengesteld van onderwerpen die in een volgende editie aan bod kunnen komen (zie bijlage C).

NTA 8085 sluit aan bij de eisen van NTA 8086.

Bij deze editie

NTA 8085 is opgebouwd uit zowel technische uitgangspunten en afspraken over raakvlakken als richtlijnen voor een verdergaande modulaire opbouw. Hiermee wordt de basis gelegd voor een verdiepingsslag.

Allereerst wordt het kader vastgelegd, bestaande uit:

- IFD-principe (1.1);
- toepassingsgebied (1.2 t/m 1.7);
- uitgangspunten (1.8).

Binnen dat kader vallen de onderdelen van de brug waartussen raakvlakken ontstaan. Voor deze raakvlakken zijn specifieke afmetingen en maatklassen gegeven. Deze onderdelen zijn beschreven in de hoofdstukken die gaan over:

- bovenbouw (hoofdstuk 5);
- onderbouw (hoofdstuk 6);
- voorzieningen op de bovenbouw (hoofdstuk 7).

Het is mogelijk de grote onderdelen van de brug (bovenbouw/onderbouw) nog verder op te delen, met evenredig veel raakvlakken. De opdeling in modules is in deze fase (binnen het gegeven toepassingsgebied en de tijd) alleen kwalitatief uitgewerkt. Hoofdstuk 8 bevat daarom algemene aanwijzingen waarmee modulair bouwen volgens IFD-principes (industriële en demontabele) kan worden bevorderd. Het gaat daarbij om het vastleggen van de eigenschappen van de modules zelf (anders dan alleen het vastleggen van de raakvlakken).

Door de toepassing van standaardmodules bij vaste bruggen is het mogelijk om een grote stap te maken naar hoogwaardig hergebruik van materialen van deze modules en ontsloten materialen, en kan grotendeels het doel van circulariteit met minimale restafvalstromen en met maximale reductie van de stikstof- en CO₂-uitstoot worden bereikt.

Technische afspraken zijn niet de enige randvoorwaarden om IFD-bouwen mogelijk te maken. Daarvoor zijn ook aanpassingen nodig in het proces van ontwerp, aanbesteding, bouw en beheer van bruggen. De aandachtspunten daarvoor staan in bijlage A en bijlage B.

Toekomstige edities

In een volgende editie van de NTA 8085 zullen om die reden de verschillende standaardmodules voor vaste bruggen verder kunnen worden vastgelegd. Ook zal het toepassingsgebied kunnen worden uitgebreid door richtlijnen toe te voegen hoe kan worden omgegaan met scheve kruisingshoeken en afschot/verkanting bij uitbreiding in de breedte.

Deelnemende partijen

De volgende partijen hebben als lid van de werkgroep of als lid van een van de taakgroepen een bijdrage geleverd aan de totstandkoming van deze NTA:

G. Nijenhuis (voorzitter)	ipv Delft
A. Bletsis	Provincie Noord-Holland
J. Boersma	Sweco Nederland
H. van den Brink	Antea Group

NTA 8085:2021

T. Coenen	Universiteit Twente
W. Comello	Haitsma Beton B.V.
S. Duivenvoorde	Provincie Zuid-Holland
H. Galjaard	VolkerWessels
A. van de Geer	Sweco Nederland
A. Gorter	Civiele technieken de Boer bv
B. Hesselink	RHDHV
F. den Hollander	Antea Group
E. Hoogterp	Westenberg
J. Kerkhoff	Janson Bridging
S. Kistemaker	Gemeente Amsterdam
W. Klepper	Arcadis Nederland B.V.
H. ter Kuile	Ter Kuile Advies
S. Lamerichs	Witteveen+Bos
M. Lammens	Mercon
F. Lelieveld	HSM Steel Structures BV
P. Mak	VolkerRail
J. Meinderts	Provincie Noord-Holland
J. Melief	Maurer Söhne Holland
A. Milenkovic	Gemeente Utrecht
G. van Nistelrooij	Van Nistelrooij Project Management
K. Quartel	RWS
J. van Rijswijk	VolkerRail
F. van Schaik	Arcadis Nederland B.V.
P. Scholten	Movares
M. Schönfeld	FiberCore Europe
J. Sinke	Aveco de Bondt
M. Slichter	Arcadis Nederland B.V.
J. van 't Veld	Romein Beton B.V.
L. Visser	Iv-Infra b.v.
P. Vos	Antea Group
P. de Vries	FOCUS-C
W. de Vries	Witteveen+Bos
A. van Vugt	Gemeente 's Hertogenbosch

P. Waarts	Provincie Noord Holland
C. Wattel	ipv Delft
F. Wieman	OnderhoudNL
M. Willemse	Provincie Noord-Holland
N. Willemsen	Arcadis Nederland B.V.
A. van Wittmarschen	Max Bögl
S. Wulffraat	Gemeente Amsterdam
F. Loning	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
J. Montijn	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft
K. Volleman (secretaris)	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft

IFD-bouw vaste bruggen en viaducten

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

NTA 8085 geeft technische aanwijzingen voor het ontwerpen en bouwen van vaste bruggen en viaducten volgens de principes Industrieel, Flexibel en Demontabel (IFD). Dit wordt ingevuld door het standaardiseren van raakvlakken tussen de belangrijkste onderdelen van de brug, het standaardiseren van configuraties en het geven van ontwerpsuggesties voor verdergaande modularisatie.

OPMERKING Voor de leesbaarheid wordt verder in het document vrijwel uitsluitend de term 'brug' gebruikt. In plaats van deze term kan ook 'viaduct' worden gelezen.

Deze NTA kan worden gebruikt voor het vastleggen van details en maatvoering op de raakvlakken. In alle gevallen toetst de ontwerper van de brug aan de hand van de wetgeving, toepasselijke normen en eventuele bedrijfsvoorschriften of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen in de van toepassing zijnde projectspecificatie en aan wet- en regelgeving.

Het uitgangspunt is IFD-bouwen, vertaald naar de praktijk van bruggen, bestaat uit het volgende:

- seriematig bouwen en gebruikmaken van gestandaardiseerde en geprefabriceerde elementen (=industrieel);
- uitbreidbaar en aanpasbaar bouwen (=flexibel);
- losneembaar en herbruikbaar bouwen (=demontabel).

De doelstelling van NTA 8085 is om de ontwerpwerkzaamheden en uitgangspunten in alle fasen van het ontwerp te vereenvoudigen en kosten te besparen in de ontwerp-, uitvoerings- en beheersfase van een vaste brug. Het toepassen van IFD kan ook bijdragen aan doelstellingen met betrekking tot circulariteit en hergebruik van materialen, alsmede het verlagen van maatschappelijke kosten en het verminderen van hinder bij vervanging. Een modulaire opbouw draagt ook bij om samen met standaardisatie zo efficiënt mogelijk om te gaan met arbeid en grondstoffen, maar ook om herbruikbaarheid en flexibiliteit (aanpasbaarheid) te stimuleren.

Methoden om de doelstelling te bereiken zijn de volgende:

- standaardisatie van maatvoering op de raakvlakken;
- indeling in maatklassen van de belangrijkste details van bruggen en viaducten;
- indeling in standaardlengtes en modulaire breedtes van bruggen en viaducten;
- beperken van engineering door toepassing van een beperkt aantal maatklassen of overspanningslengtes.

De maatvoering van de volgende onderdelen wordt gestandaardiseerd:

- het ruimtebeslag van opleggingen;
- overgangen;
- randen van bruggen;
- aansluitingen voor leuning, voertuigkeringen en verlichting;

— kabelgeleidingen.

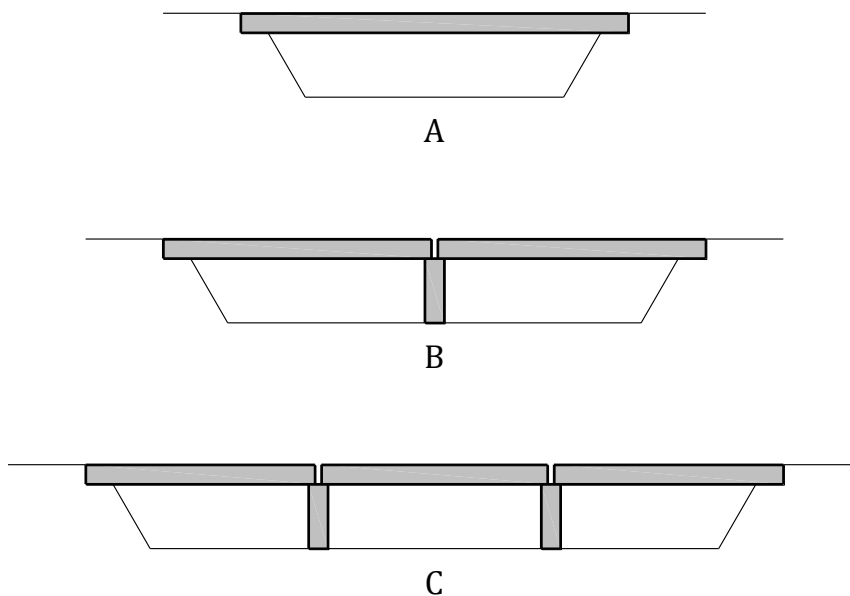
Verder worden suggesties gedaan voor de standaardisatie van:

- lengtemaatvoering, bijvoorbeeld in een aantal discrete stappen;
- ruimtegebruik en dikte van het dek;
- type oplettingen;
- uitvoering randbalken.

1.2 Toepassingsgebied

NTA 8085 is van toepassing op de onderbouw, bovenbouw en inrichting van vaste bruggen bij nieuwbouw en renovatie. Hierbij zijn inbegrepen: voegovergangen, oplettingen en aansluitingen op landhoofden.

Vaste bruggen vormen een ongelijkvloerse kruising tussen wegverkeer en andere infrastructuur. Zie voor voorbeelden figuur 1.



Legenda

- A brug met een overspanning
- B brug met twee statisch bepaalde overspanningen
- C brug met drie statisch bepaalde overspanningen

Figuur 1 — Voorbeelden van het toepassingsgebied van NTA 8085

De regels in hoofdstuk 5 t/m 7 van NTA 8085 zijn van toepassing op vaste bruggen met de volgende eigenschappen:

- zowel tijdelijke als permanent bedoelde constructies;
- enkelvoudige overspanningen bestaande uit statisch bepaalde liggers;
- uitgevoerd als rechte balkbruggen;
- overspanning tussen 5 m en 40 m;

NTA 8085:2021

- haakse hoek tussen de lijn door de opleggingen en de wegas;
- constant dwarsprofiel over de gehele lengte van de brug;
- breedte fiets- en voetgangersbruggen: 2 m tot 10 m;
- breedte wegverkeersbruggen: 6 m tot 30 m;
- afschot is weggewerkt in de slijtlaag of door verloop in de hoogte van de opleggingen.

OPMERKING 1 Het toepassingsgebied voor IFD en de standaardisatie van modules voor vaste bruggen beslaan veelvoorkomende brugtypen. Bruggen met een hoge iconische waarde of bruggen waarbij de gevraagde beeldkwaliteit vanwege bijvoorbeeld de bijzondere monumentale omgeving heel specifiek is, vallen niet binnen het toepassingsgebied. Voor bruggen binnen het toepassingsgebied geldt dat het ontwerp van de brug niet optimaal voor de specifieke situatie zal kunnen worden gemaakt. Dit is inherent aan het gebruikmaken van onderdelen met standaardafmetingen. Dat betekent echter nog steeds wel dat de brug inpasbaar is of aan eisen ten aanzien van de beeldkwaliteit kan voldoen.

OPMERKING 2 Om ervoor te zorgen dat het ontwerp van een specifieke brug niet te zeer afwijkt van de optimale oplossing zijn maatklassen geïntroduceerd.

OPMERKING 3 Het is de bedoeling dat NTA 8085 de denkrichting bij het ontwerp en de bouw van alle vaste bruggen (tot de gegeven overspanningen) bepaalt. Omdat het implementeren van de IFD-principes voor alle situaties een ontwikkeling is die meerdere jaren vergt, is deze editie van NTA 8085 echter geschreven met voorgaande uitgangspunten. Het toepassingsgebied kan worden uitgebreid, maar dat heeft consequenties voor de inhoud van hoofdstuk 5 t/m 7.

1.3 Basisprincipes standaardraakvlakken en -modules

Bruggen worden toekomstbestendig door ze aanpasbaar te maken voor toekomstige situaties en zo veel mogelijk in onderdelen herbruikbaar te maken. Om dit doel te bereiken worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Onderdelen hebben een vaste maat en een standaardkoppeling.
- Onderdelen worden off-site geproduceerd. On-site vindt alleen de assemblage plaats.
- Onderdelen zijn transporteerbaar en hijsbaar.
- Onderdelen zijn eenvoudig en zonder schade volledig losneembaar.
- Onderdelen zijn tijdens het gebruik en na demontage eenvoudig te inspecteren.
- Onderdelen zijn optimaal vormgegeven voor zo efficiënt mogelijk materiaalgebruik.
- Onderdelen hebben een materialenpaspoort waarin de eigenschappen zijn vastgelegd en waarin de staat van de onderdelen wordt bijgehouden.
- Onderdelen zijn indien nodig eenvoudig te vervangen of te herstellen.

1.4 Mate van uitwerking

In tabel 1 is (niet uitputtend) aangegeven in welk stadium de verschillende onderwerpen zich in hoofdlijnen bevinden om te illustreren dat niet elk onderwerp op hetzelfde niveau is uitgewerkt.

Tabel 1 — Mate van uitwerking in deze editie van NTA 8085

Uitwerkingsniveau IFD		Bovenbouw		Onderbouw			Voorzieningen					
		Brugdek	Voegovergangen	Steunpunten	Landhoofden	Overgangsconstructies	Leuningen	Mantelpijpen	Randelementen	Afwatering	Masten voor openbare verlichting	Voertuigkering
a)	Standaard-configuraties	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●
b)	Standaarddetails		●	●	●	●	●	●	●			●
c)	Standaard-maatvoering op raakvlakken		●	●	●	●	●	●	○			●
d)	Maatklassen			●	●		○					
e)	Standaard-modules	○			○		○					
Legenda ● ingevuld ○ deels ingevuld												

1.5 Opdeling in modules

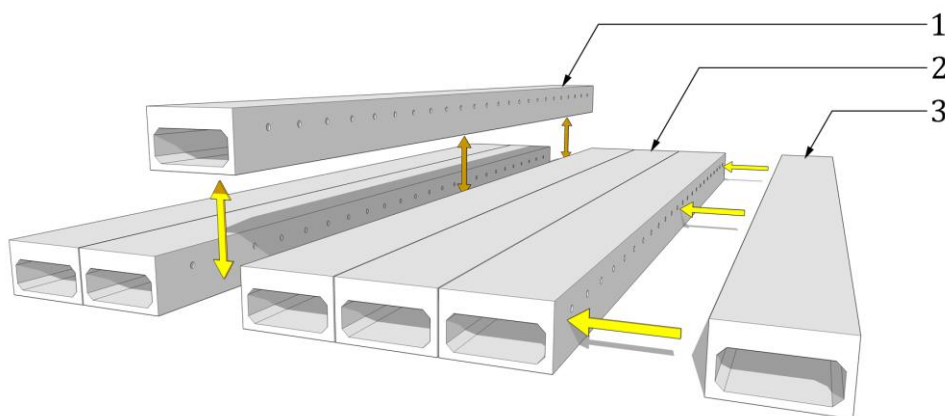
NTA 8085 richt zich op het vastleggen van raakvlakken tussen verschillende onderdelen van vaste bruggen. De brug is voor het doel van deze NTA opgedeeld in bovenbouw, onderbouw en inrichting van de brug. Voor de raakvlakken tussen die onderdelen is het benodigde ruimtebeslag en de koppelmethode vastgelegd in hoofdstuk 5 t/m 7.

De relatief grote onderdelen als een dek of een landhoofd zijn verder op te delen in kleinere delen: modules. Door het modulair ontwerpen van brugdekken kan toepassing van IFD een stap verder gaan, door de standaardbouwstenen van de boven- en onderbouw van de brug vast te leggen. Daarbij liggen niet alleen de raakvlakken vast maar ook de hoofdafmetingen (lengte en breedte). De mate van toepassing van IFD in het ontwerp van de brug neemt toe door de volgende uitbreidingen op het concept:

- de mogelijkheid om de brug flexibel in de breedte aan te passen door liggers tussen te voegen dan wel aan de zijkant toe te voegen. Dit faciliteert ook eenvoudige demontage en hergebruik. In figuur 2 is dit principe schematisch weergegeven;
- de mogelijkheid om de randzone van de brug uit te voeren als een gespecialiseerde randligger waarin alle voorzieningen zijn opgenomen voor de inrichting van de brug. Dit principe is in figuur 3 weergegeven.

Deze NTA geeft in hoofdstuk 8 kwalitatieve aanwijzingen om modules in brugdekken en landhoofden te kunnen toepassen.

OPMERKING Voor toekomstige toepassing is het noodzakelijk om per module de afmetingen (lengte, breedte en hoogte), het materiaal en de koppelvlakken uit te werken. Deze editie van NTA 8085 geeft een eerste aanzet tot het toepassen van modulair bouwen bij de bouw van vaste bruggen met aanbevelingen en aandachtspunten voor zowel brugdekken (bovenbouw) als onderbouw (landhoofden en steunpunten). Deze aanzet wordt aangevuld met oplossingsrichtingen en best practices.

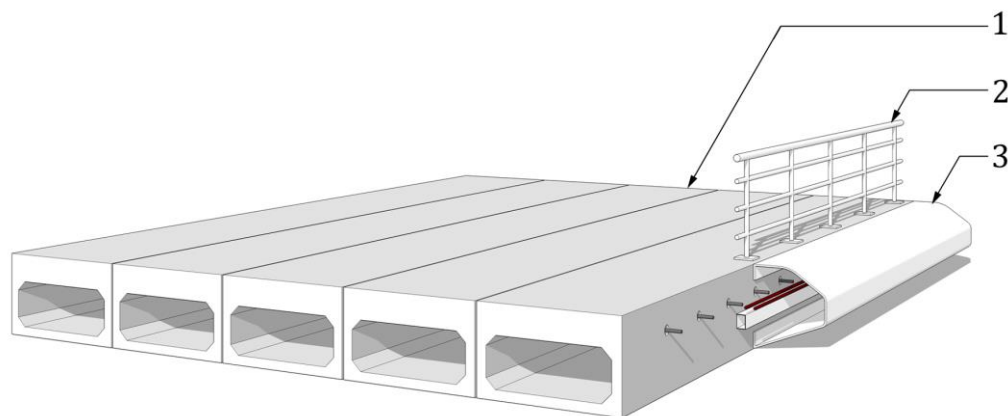


Legenda

- 1 module vervangbaar
- 2 standaardmodule
- 3 brug uitbreidbaar/aanpasbaar

BRON: ipv Delft

Figuur 2 — Toepassing van standaardmodules bij bruggen: principe van vervangbaarheid en aanpasbaarheid in de breedte



Legenda

- 1 standaarddekmodule
- 2 leuningwerk op standaardbevestiging
- 3 brugrand op standaardbevestiging

BRON: ipv Delft

Figuur 3 — Toepassing van standaardmodules bij bruggen: gespecialiseerde randliggers

1.6 Motivatie voor modulaire opbouw

Naast volledige herbruikbaarheid van materialen en het voorkomen van restafvalstromen heeft toepassing van modulair bouwen volgens IFD-principes de volgende voordelen:

- Faalkosten worden gereduceerd door:
 - het produceren onder gecontroleerde omstandigheden in de fabriek, waardoor een betrouwbare minimumkwaliteit kan worden gegarandeerd;
 - de optimalisatie van onderdelen door seriematig en in grote aantallen produceren (minder foutgevoelig en minder maatwerk);
 - een beter voorspelbare kwaliteit van de brug, mits de onderdelen ook op industriële wijze op locatie kunnen worden gemonteerd.
- De integrale veiligheid wordt bevorderd door:
 - het fabriceren onder beschermde omstandigheden en in een fabrieksomgeving met permanente veiligheidsmaatregelen;
 - minder verkeershinder, wat de kans op mogelijke onveilige situaties vermindert.
- Er is tijdwinst mogelijk in de voorbereiding, tijdens de bouwfase en in de toekomst ook tijdens renovatiewerkzaamheden en aanpassingen.
- Bij reparatie en aanpassingen zullen de benodigde onderdelen snel beschikbaar zijn. Deze liggen op voorraad of kunnen eenvoudig worden geproduceerd, en kunnen eenvoudig worden gedemonteerd en weer gemonteerd.
- Er ontstaat meer flexibiliteit om de bruggen in de breedte aan te passen, zowel bij verandering van functie van de brug als bij een verandering van de onderliggende infrastructuur.

Een zo breed mogelijke toepassing (waarbij de meeste bruggen in Nederland volgens de afspraken van deze NTA worden gebouwd en/of onderhouden) zorgt voor nog meer voordelen op de volgende vlakken:

- projectvoorbereiding. Deze wordt eenvoudiger en goedkoper, omdat de engineering vanwege standaarddetailering eenvoudiger wordt;
- realisatie. De realisatie van bruggen met details die zijn gestandaardiseerd, zal effectiever, sneller en goedkoper gaan;
- instandhouding, onderhoud. Door de gestandaardiseerde raakvlakken zijn meer onderdelen uitwisselbaar en kan worden gewerkt naar een zo optimaal mogelijke herbruikbaarheid en daarmee circulariteit.

1.7 Gebruiksaanwijzing NTA 8085

1.7.1 Algemeen

Deze NTA kan worden toegepast bij zowel nieuwbouw- als renovatieprojecten en kan geheel of deels van toepassing worden verklaard in contracten waar een of meer vaste bruggen en/of viaducten onderdeel uitmaken van de werkomvang.

Bij de toepassing van NTA 8085 kan op de volgende manier te werk worden gegaan:

- Bepaal de hoofdafmetingen van het te ontwerpen kunstwerk.
- Pas de maatvoering bij de landhoofden en steunpunten aan, zodat deze voldoen aan een maatklasse behorende bij het betreffende raakvlak.
- Pas de maatvoering in lengterichting aan, zodat de maatvoering van leuning en voertuigkeringen toepasbaar is binnen de gegeven stramienmaten.
- Kies andere raakvlakdetails en pas deze toe.
- Maak een hoofdberekening van de brug op basis van de uitgangspunten uit de projectspecificatie en binnen de kaders van de gekozen IFD-uitgangspunten.
- Werk de details uit tot een ontwerp volgens de geldende regels en toets deze aan de van toepassing zijnde normen.

OPMERKING In voorkomende gevallen kunnen eisen uit de projectspecificatie maatgevend zijn voor de afmetingen van het raakvlakdetail.

In de figuren in hoofdstuk 5 t/m 7 waarin de raakvlakken zijn weergegeven, zijn details weergegeven van de aansluitende constructie. Dit zijn echter suggesties. De ontwerper kan deze naar eigen inzicht invullen binnen de gestelde eisen in de projectspecificatie, geldende normen en richtlijnen.

Voor bestaande bruggen kan NTA 8085 deels van toepassing zijn en kan deze worden gebruikt voor het ontwerpen van details als die inpasbaar zijn in de bestaande brug.

De methode kan ook worden toegepast om in een schetsontwerp- of voorontwerpfase een inschatting te maken van de afmetingen van verschillende onderdelen en om een eerste indicatie te verkrijgen van de afmetingen van de toe te passen details.

1.8 Uitgangspunten

1.8.1 Algemeen

Op deze NTA zijn de uitgangspunten van 1.8.2 van toepassing. Afhankelijk van het type raakvlak kan er sprake zijn van specifieke uitgangspunten die per onderdeel zijn omschreven.

Bij het ontwerp van een brug stelt de ontwerper zelf vast welke uitgangspunten gelden voor het specifieke project dat hij/zij onderhanden heeft.

1.8.2 Algemene uitgangspunten

Tabel 2 geeft een overzicht van de uitgangspunten die zijn gehanteerd voor deze NTA.

Tabel 2 — Uitgangspunten

Eigenschap	Invulling
Fase	Nieuwbouw en (grootschalige) renovatie
Type brug	Statisch bepaald (meerdere overspanningen wel mogelijk)
Kruising met onderliggende infrastructuur	Recht (landhoofden haaks op de rijrichting)
Verkeer	Alle typen wegverkeer, afgezien van railgebonden verkeer
Belastingen	Zie NEN-EN 1991-2+C1:2015, zonder reductiefactoren
Voertuigkering	Type H2
Afvoer horizontale belastingen in lengterichting van de wegas	Via de landhoofden
Opleggingen	Vrij opgelegd op landhoofden en tussensteunpunten zonder inklemming

OPMERKING Bruggen voor railgebonden verkeer zijn vanwege de specifieke eisen en een ander belastingspatroon uitgesloten van het toepassingsgebied van deze NTA.

2 Normatieve verwijzingen

Naar de volgende documenten wordt in de tekst zo verwezen dat de bepalingen ervan geheel of gedeeltelijk ook voor dit document gelden. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde editie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste editie van het document (met inbegrip van eventuele wijzigingsbladen en correctiebladen) waarnaar is verwezen, van toepassing.

NEN-EN 1991-2+C1:2015, *Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen*, met inbegrip van NEN-EN 1991-2+C1:2015/NB:2019

3 Termen en definities

Voor dit document gelden de volgende termen en definities.

3.1

ardebaan

grondlichaam in verlengde van brug achter de landhoofden

3.2

bovenbouw

brugdek dat verkeer draagt

3.3

dekelementen

elementen waaruit de draagconstructie van de bovenbouw is samengesteld

3.4

IFD

industrieel, flexibel, demontabel

Opmerking 1 bij de term:

industrieel

mate waarin:

- onderdelen fabrieksmatig maakbaar zijn;
- sprake is van herhaling/seriematigheid.

flexibel

mate waarin:

- de brug en onderdelen daarvan aan te passen en uit te breiden zijn;
- onderdelen eenvoudig projectspecifiek af te werken zijn.

demontabel

mate waarin:

- onderdelen wegneembaar/uitwisselbaar zijn.

3.5

landhoofd

dragend steunpunt van het dek, veelal gefundeerde betonconstructie bestaande uit kop (frontwand en eventuele inkassing), wand en steunpunt voor de bovenbouw

3.6

onderbouw

tussensteunpunt en landhoofd, inclusief fundering

3.7**raakvlak**

aansluiting tussen twee of meer onderdelen, waar wederzijdse eisen worden gesteld om deze te laten samenwerken in dienst van het geheel

3.8**randelement**

element dat aan de rand van het kunstwerk kan worden bevestigd voor esthetische doeleinden of om bekabeling weg te werken, en dat geen primaire belasting draagt vanuit het verkeer

3.9**randligger**

dragende ligger aan de rand van het kunstwerk met de specifieke voorzieningen van de randzone

3.10**randzone**

zone aan de rand van het brugdek waar de voorzieningen zijn aangebracht voor hemelwaterafvoer, valbeveiliging, voertuigkering, bekabeling, enz.

3.11**tussensteunpunt**

steunpunt voor afdracht van de verticale belastingen van de brug, niet zijnde een landhoofd en gepositioneerd tussen twee velden

3.12**vaste brug**

kunstwerk voor verkeer ten behoeve van de overbrugging van onderdoorgaande waterinfrastructuur

3.13**viaduct**

kunstwerk voor verkeer ten behoeve van de overbrugging van onderdoorgaande spoor- en verkeersweginfrastructuur

3.14**voegovergang**

overgangsconstructie tussen brug en aardebaan, meestal bestaande uit stalen randprofielen met ingeklemde rubberprofielen

4 Symbolen en afkortingen

4.1 Symbolen

∅ doorsnede

4.2 Afkortingen

h.o.h. hart-op-hartafstand

hwa hemelwaterafvoer

IFD Industrieel, Flexibel en Demontabel

5 Bovenbouw

5.1 Algemeen

Voor de bovenbouw worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De inkassingen in de onderbouw zijn gebaseerd op geprefabriceerde dekelementen; de materiaalkeuze voor de dekelementen is vrij, mits die passen binnen de inkassingen.
- Voor het ontwerp van de dekelementen behoort zoveel mogelijk te worden gebruikgemaakt van geprefabriceerde elementen. Dit in verband met standaardisatie, grootst mogelijke demonteerbaarheid en hergebruik.
- Voor de verschillende afmetingen is in het ruimtegebruik rekening gehouden met de benodigde ruimte ten behoeve van eenvoudige vervanging, inspectie en onderhoud.
- Vijzels ten behoeve van vervangen oplegblokken worden naast de oplegblokken voorzien, niet ervoor. Vijzels staan (horizontaal) in lijn van het oplegblok.
- Met een maximaal asfaltpakket van 200 mm wordt verkanting in het asfalt opgelost. Bij bredere dekken (waar dikkere asfaltpakketten nodig zijn) wordt verkanting in het dek opgenomen.
- De lengte van het dek behoort bij voorkeur in hoeveelheden van complete meters te worden afgerond en toegepast.

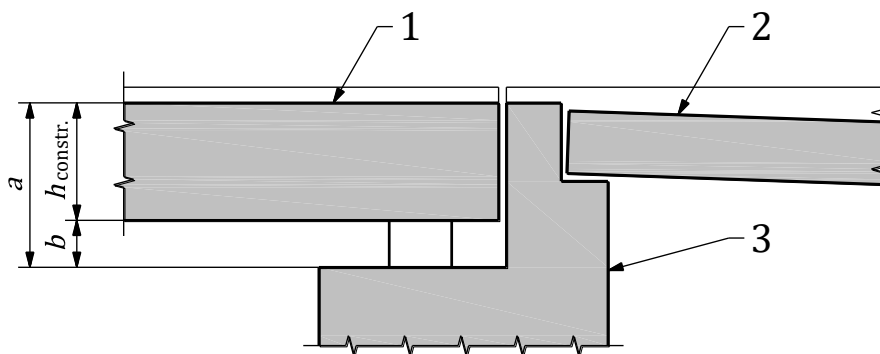
5.2 Maatklassen

Voor de bovenbouw worden de maatklassen beschreven in tabel 3. Bij het ontwerp behoort een categorie voor de inkassing te worden gebruikt volgens figuur 4. De afmetingen zijn gelijk, ongeacht de keuze van het materiaal.

Tabel 3 — Maatklassen verkeersbruggen

Categorie	Totale inkassingshoogte mm
	<i>a</i>
1	850
2	1 050
3	1 350
4	1 700
5	1 950

OPMERKING De categorieën zijn bepaald aan de hand van het toepassen van prefab betonnen dekken en de ruimte die daarvoor noodzakelijk is. Om het gebruik van alternatieve (bijvoorbeeld zogeheten "biobased") materialen niet onmogelijk te maken zijn de overspanningslengtes niet gekoppeld aan de categorieën. Dit wordt toegelicht in bijlage D. Wanneer een prefab betonnen dek wordt toegepast, kunnen alle afmetingen uit bijlage D worden aangehouden.



Legenda

1 dek	a	inkassingshoogte uit tabel 3
2 stootplaat	b	ruimte voor oplegging (zie bijlage D)
3 frontwand	h_{constr}	constructiehoogte ter plaatse van oplegging (zie bijlage D)

BRON: ipv Delft

Figuur 4 — Bepaling maat van de inkassing

5.3 Brugdek

De constructiehoogte van een brugdek is afhankelijk van de lengte van de overspanning, het materiaalgebruik en de bouwwijze.

Bij voorkeur moeten worden toegepast:

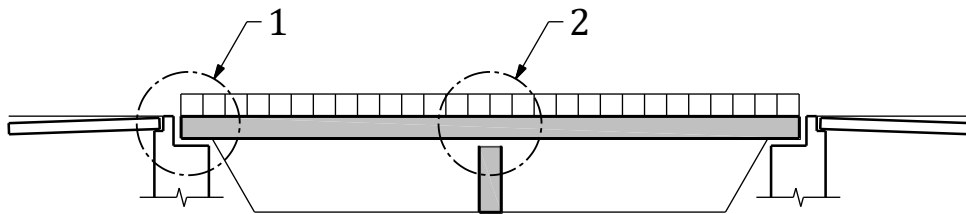
- modulaire systemen, waarbij elementen onderling worden verbonden door losneembare verbindingen;
 - OPMERKING 1 In-situ aangebrachte druklagen zijn niet losneembare verbindingen.
- contactliggers, waarbij geen druklaag nodig is;
- kokerliggers of liggers met een rechthoekige doorsnede.

OPMERKING 2 Bij toepassing van beton als materiaal is demontage van deze liggers minder complex dan bij andere vormen van geprefabriceerde liggers, in-situ betonnen dekken en dekken van andere materialen.

5.4 Voegovergangen

5.4.1 Algemeen

In figuur 5 zijn de raakvlakken voor de voegovergang tussen dek en landhoofd en de voegovergang bij de steunpunten weergegeven.



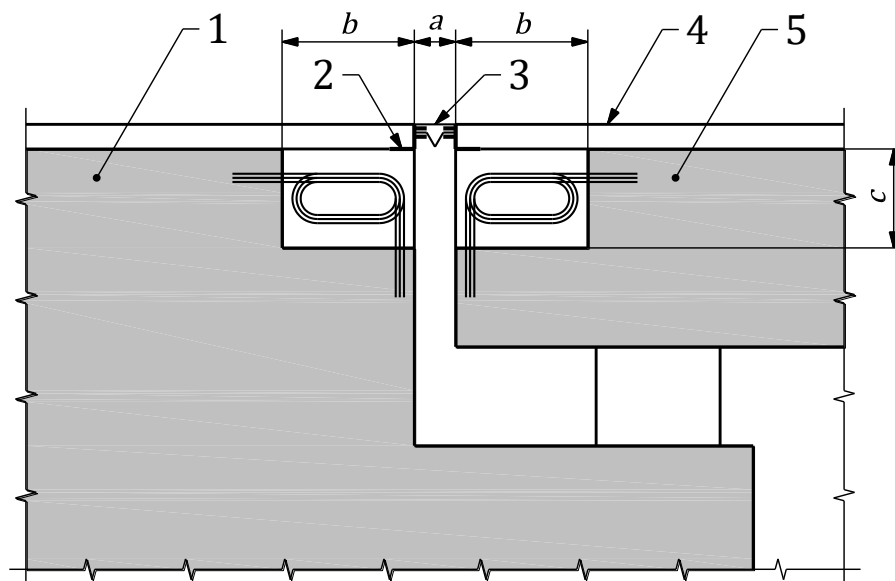
Legenda

- 1 voegovergang landhoofd-dek, zie figuur 6
- 2 voegovergang uitgevoerd als buigslappe voeg, zie figuur 7

Figuur 5 — Raakvlakken voegovergangen van de brug

5.4.2 Voegovergangen

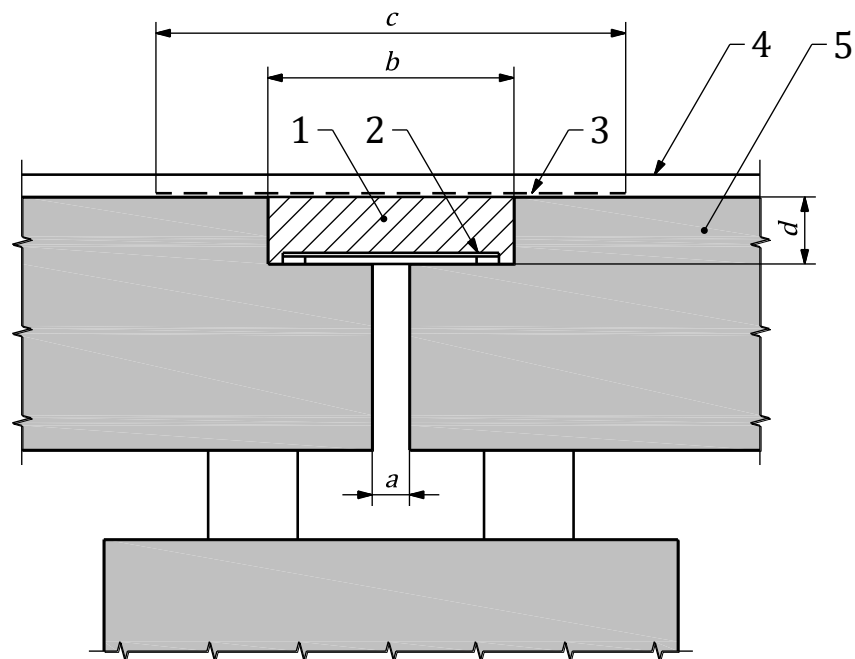
De inkassingen die in het landhoofd en de dekelementen moeten worden aangehouden om een voegovergang te plaatsen, zijn gegeven in figuur 6 en figuur 7. Deze afmetingen zijn gebaseerd op zowel de toepassing van een renovatievoeg, als van een buigslappe voeg.



Legenda

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| 1 landhoofd/steunpunt | <i>a</i> 90 mm |
| 2 waterdichte afdichting | <i>b</i> 350 mm |
| 3 stalen randprofiel | <i>c</i> 250 mm |
| 4 wegverharding | |
| 5 brugdek | |

Figuur 6 — Voegovergang landhoofd-dek



Legenda

1 buigslappe voeg	a 100 mm
2 plaat	b 800 mm
3 plakstrook	c 1 700 mm
4 wegverharding	d 250 mm
5 dek	

Figuur 7 — Voegovergang bij steunpunt uitgevoerd als buigslappe voeg, categorie 3

6 Onderbouw

6.1 Algemeen

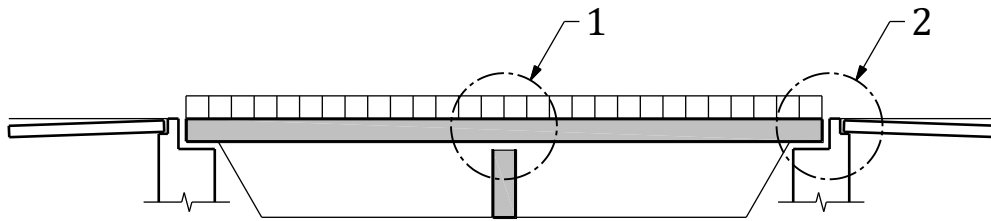
Voor de onderbouw worden de raakvlakken beschreven van de steunpunten, landhoofden en overgangsconstructies.

6.2 Maatklassen

Voor de maatklassen van de onderbouw wordt een gelijk aantal maatklassen aangehouden als in hoofdstuk 5.

6.3 Steunpunten

Voor het definiëren van de inkassingen voor de steunpunten is de benodigde ruimte bepaald voor de oplegging van de dekken en de stootplaten. Zie figuur 8 voor een overzichtstekening.



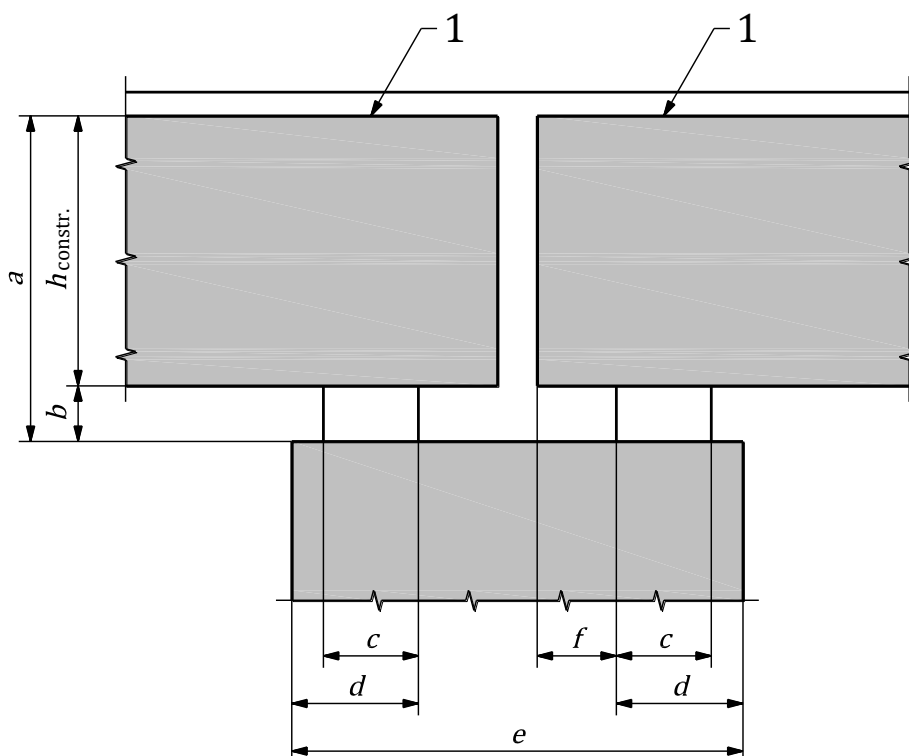
Legenda

- 1 aansluitingen dekken op tussensteunpunt, zie figuur 9
- 2 aansluiting dek/landhoofd en stootplaat, zie figuur 10

Figuur 8 — Raakvlakken van de steunpunten

Voor de inkassingen in de onderbouw in de hoogte- en diepterichting worden de categorieën volgens tabel 4 en tabel 5 aangehouden. Als overspanning wordt de hart-op-hartafstand van de opleggingen gehanteerd. Het bovenste deel van het landhoofd (het deel boven de afbreeklijn in figuur 10) of een tussensteunpunt (figuur 9) is gestandaardiseerd. Daaronder kunnen andere maten zijn toegepast, wat onder andere afhankelijk is van de wijze van funderen (op staal of palen). Bepalend voor de diepte van de inkassing is de benodigde opleggingsruimte van de dekelementen, stootplaten en, indien van toepassing, voegovergangen.

Voor de bepaling van het ruimtegebruik van de steunpunten moet voor de hoogte van de dekelementen per categorie de maat worden aangehouden volgens tabel 4.



Legenda

- 1 ligger
2 oplegvlak
- a* zie tabel 3
c oplegblok, zie tabel 4
d afstand voorzijde steunpunt tot achterzijde oplegblok
e breedte tussensteunpunt
f ruimte ligger achter oplegblok t.b.v. krachtsverdeling, 150 mm
g ruimte tussen beide liggers, 100 mm.
b ruimte voor oplegging (zie bijlage D)
h_{constr} constructiehoogte ter plaatse van oplegging (zie bijlage D)

Figuur 9 — Aansluitingen dekken op tussensteunpunt

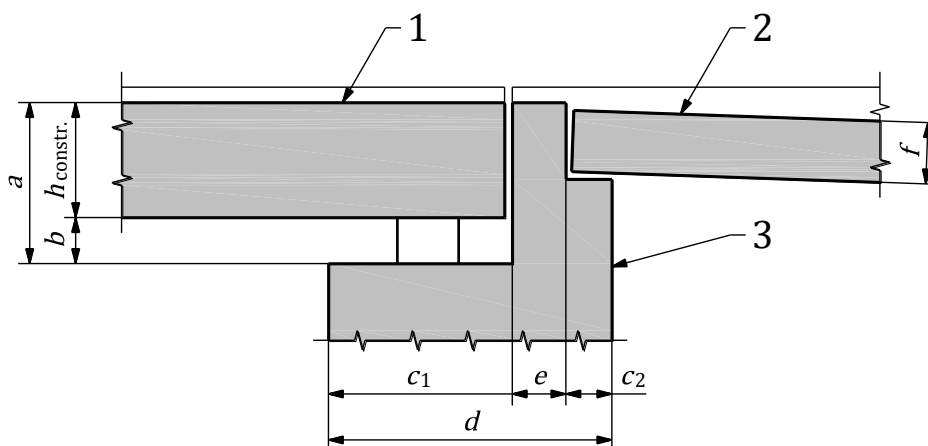
Tabel 4 — Categorieën voor bepaling afmetingen steunpunten verkeersbruggen

Categorie	Hoogte mm		
	Oplegblok <i>c</i>	Voorkant landhoofd tot achterzijde oplegging <i>d</i>	Breedte steunpunt <i>e</i>
1	300	450	1 300
2	300	450	1 300
3	350	500	1 400
4	400	550	1 500
5	450	600	1 600

Indien de overspanning van de verschillende velden en daarmee de constructiehoogte verschillend is, dan moet worden uitgegaan van een vlakke bovenzijde van het tussensteunpunt. Om het hoogteverschil tussen de aanbruggen op te vangen moeten de opleggingen van de aanbrug met de kleinste constructiehoogte op betonnen poeren zijn geplaatst.

6.4 Landhoofden

Voor de benodigde inkassingen voor de aansluiting dekken en stootplaat moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 10 zijn aangehouden.



Legenda

1 dek	<i>a</i>	zie tabel 3
2 stootplaat	<i>c</i> ₁	diepte inkassing voor oplegging, vervanging en krachtsinleiding, zie tabel 5
3 landhoofd	<i>c</i> ₂	oplegging stootplaat, zie tabel 7
	<i>d</i>	breedte landhoofd, maat (<i>d</i>) in tabel 5
	<i>e</i>	350 mm
	<i>f</i>	dikte stootplaat, maat (<i>b</i>) in tabel 7
	<i>b</i>	ruimte voor oplegging (zie bijlage D)
	<i>h</i> _{constr}	constructiehoogte ter plaatse van oplegging (zie bijlage D)

Figuur 10 — Aansluiting dekken/landhoofd en stootplaat

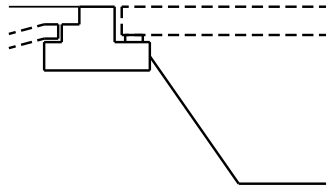
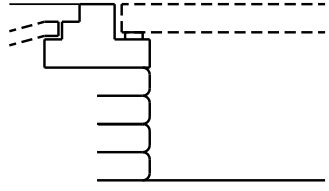
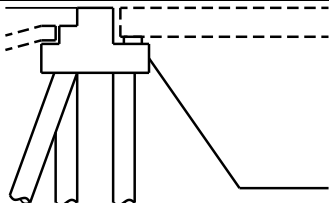
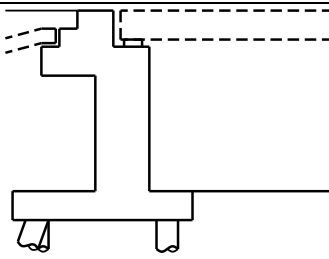
Tabel 5 — Afmetingen landhoofden

Categorie	Breedte mm		
	Inkassingsdiepte <i>c</i> ₁	Totale breedte <i>d</i>	Dikte frontwand <i>e</i>
1	650	1 300	400
2	650	1 300	400
3	700	1 350	400
4	750	1 550	500
5	800	600	1 750

De afmetingen van de stootplaten zijn afhankelijk van het wegtype, ongeacht de breedte van het landhoofd. De afmetingen van de stootplaten zijn bepaald op basis van de uitgangspunten in 5.2.2, figuur 11 en tabel 7.

Landhoofden kunnen worden ingedeeld in verschillende categorieën waarbij de mate waarin IFD-principes kunnen worden toegepast toeneemt. Dit is weergegeven in tabel 6. Bij de keuze van het type landhoofd kunnen locatie, grondslag, en overige randvoorwaarden bepalend zijn voor de keuze.

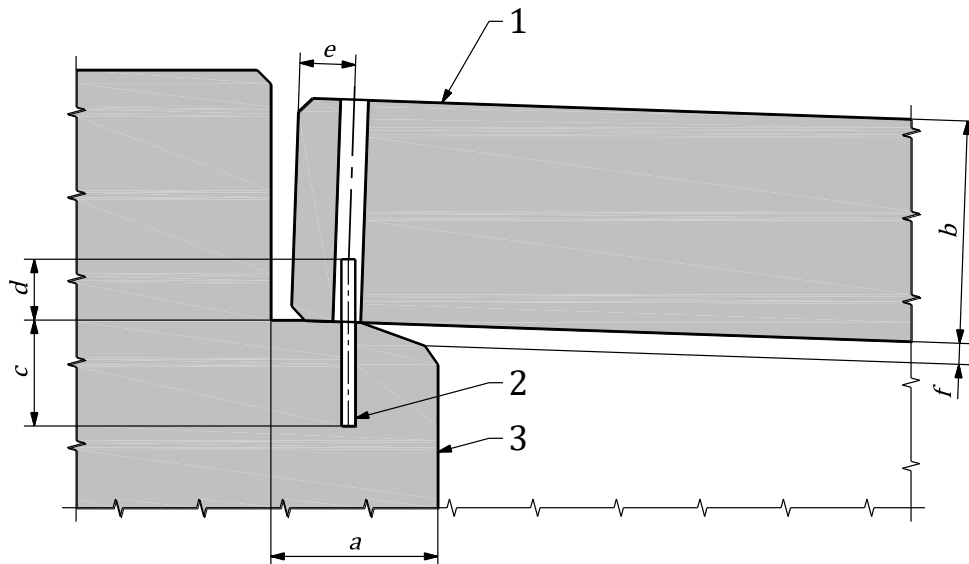
Tabel 6 — Type landhoofden

Categorie	Omschrijving	Typologie	Afwegingskader
1	Fundering op staal		100 % demontabel en herbruikbaar
2	Fundering op gewapende grond		100 % demontabel en herbruikbaar
3	Hooggefundeerd landhoofd		Alleen herbruikbaar indien verbinding met palen losneembaar is
4	Laaggefundeerd landhoofd		Alleen herbruikbaar indien verbinding palen losneembaar is en een modulaire opbouw wordt toegepast (zie 8.4)

6.5 Overgangsconstructies/landhoofden

In figuur 11 zijn de raakvlakken voor de aansluiting van het landhoofd aan de aardebaan weergegeven. De aansluiting van het landhoofd aan de aardebaan bestaat uit een stootplaatconstructie. Ten behoeve van de vaste ligging (fixatie) zijn de stootplaten met behulp van twee stalen doken met de frontwand van het landhoofd verbonden. Het gedeelte van de doken in de stootplaat moet zijn omwikkeld met koud vervormbaar vetbandage of een materiaal met soortgelijke eigenschappen. De dikte van de stootplaten wordt bepaald door de belastingen in de uiterste grenstoestand.

Voor de oplegging van de stootplaat moeten de afmetingen volgens figuur 11 en tabel 7 worden aangehouden. Voor de stalen doken moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 11 worden aangehouden.



Legenda

1	stootplaat	<i>a</i>	oplegging stootplaat, zie tabel 7
2	stalen doken Ø25 B500B h.o.h. 500 mm	<i>b</i>	dikte stootplaat, zie tabel 7
3	frontwand landhoofd	<i>c</i>	diepte 350 mm
		<i>d</i>	hoogte vrij uiteinde dook 150 mm
		<i>e</i>	$0,5 \times a$
		<i>f</i>	30 mm

Figuur 11 — Detail oplegging van de stootplaat

De dikte van de stootplaat (*b*) is afhankelijk van de lengte ervan. De lengte van de stootplaat is afhankelijk van de belasting ervan.

Tabel 7 — Afmetingen stootplaten

Maatklasse dek	Dikte stootplaat (<i>b</i> in figuur 11) mm	Lengte stootplaat mm	Oplegging stootplaat (<i>a</i> in figuur 11) mm
1, 2 en 3	300	3 000	250
4	400	5 000	300
5	500	6 000	300

7 Voorzieningen op de bovenbouw

7.1 Algemeen

De bovenbouw van de brug bevat een aantal onderdelen dat een functioneel gebruik van de brug mogelijk maakt. Het gaat hier om de volgende onderdelen:

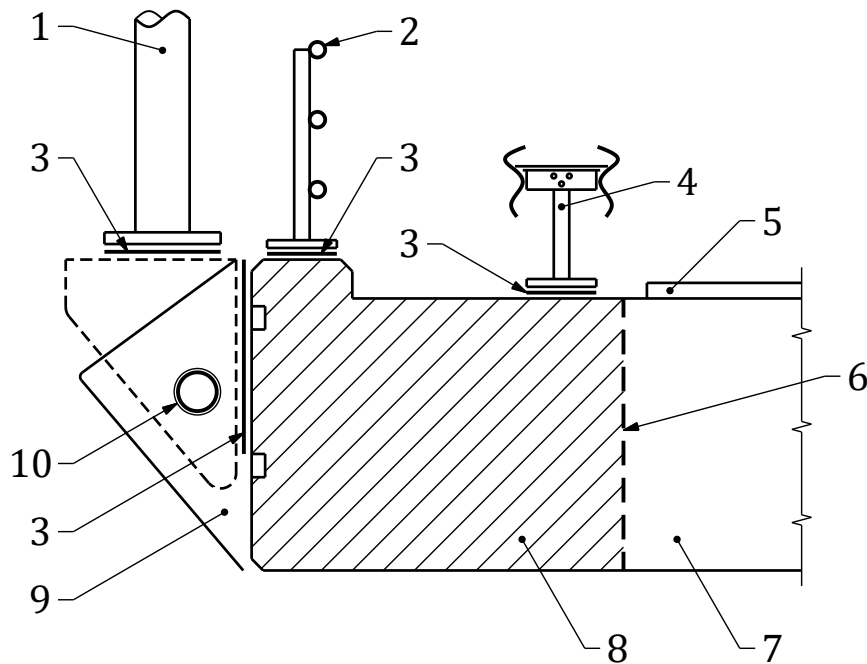
- leuning(en) (7.2);
- voertuigkering(en) (7.3);
- randelement(en) (7.4);
- mantelbuizen (7.5);
- mast(en) (voor openbare verlichting) (7.6);
- hemelwaterafvoer (7.7).

De randzone is de zone van het brugdek waarin de genoemde raakvlakken zijn opgenomen. Om vrijheid te geven voor de vormgeving van deze onderdelen zijn alleen de raakvlakken van deze onderdelen met de bovenbouw vastgelegd. Zie voor een overzicht figuur 12. De beschikbare breedte van het wegdek moet vrij in deelbaar zijn en vrij zijn van verhogingen ter plaatse van de voertuigkering, bij de leuning(en) en bij een eventuele rijbaanafscheiding in het midden van de brug.

Raakvlakken kunnen horizontaal of verticaal georiënteerd zijn. Eventuele afwijkingen daarvan doordat een dek met een verkanting wordt uitgevoerd ter plaatse van het raakvlak, moeten worden gecorrigeerd door toepassing van opstorten of tapse vulplaten. Hierdoor is loodrecht op het raakvlak ook nog een hoogtecorrectie mogelijk.

OPMERKING 1 Rijbanen en rijstroken (weginrichting) vallen buiten het toepassingsgebied van deze NTA.

OPMERKING 2 Indien volgens de principes van hoofdstuk 8 het brugdek wordt ingedeeld in modules, dan is deze randzone gelijk aan de randligger en is er sprake van een raakvlak tussen de randligger en de (normale) dekliggers.



Legenda

- 1 mast
- 2 leuning
- 3 raakvlak
- 4 voertuigkering
- 5 slijtlaag
- 6 grens randzone (raakvlak bij toepassen modules)
- 7 brugdek
- 8 randzone
- 9 randelement
- 10 mantelpijp

Figuur 12 — Schematische weergave van de raakvlakken per element van de randzone

7.2 Leuningen

7.2.1 Algemeen

Deze voorschriften betreffen leuningen langs de rand van de brug voor valbeveiliging van personen.

OPMERKING Voertuigkerende leuningen vallen buiten het toepassingsgebied van deze NTA.

7.2.2 Uitgangspunten

Voor leuningen gelden de volgende uitgangspunten:

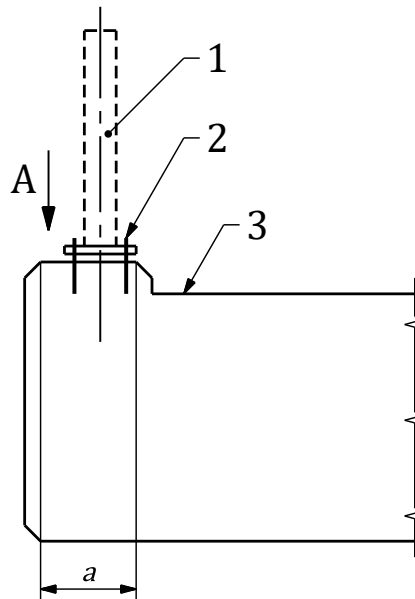
- afmetingen volgens geldende wetgeving (Bouwbesluit: hoogte variërend van 1 m tot 1,3 m);
- belastingen volgens geldende regelgeving (NEN-EN 1991-2+C1:2015);
- aanvullende eisen vanuit specifieke bedrijfsvoorschriften.

In figuur 13 zijn de raakvlakken voor de leuning op de randzone van de brug weergegeven.

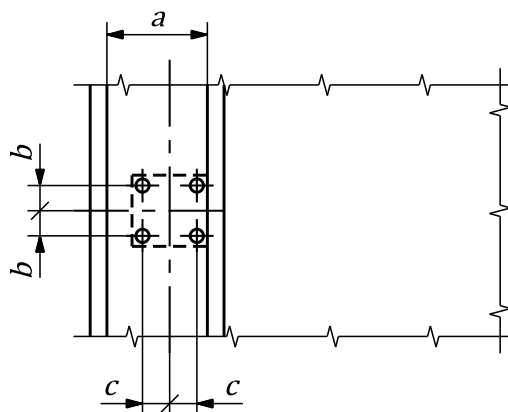
De aansluiting van een leuning en een voertuigkering op de randafwerking van een aanbrug moet zijn uitgevoerd volgens de afmetingen in 7.2.3. Uitgangspunt voor de bevestiging van de leuning is dat deze ook geschikt is voor een situatie waar geen voertuigkering aanwezig is en de leuning ook een voertuigkering is.

7.2.3 Uitvoering raakvlak

Het raakvlak met de randzone van het brugdek is de voet van de verticale staander van de brugleuning. De afmetingen van de bevestiging van deze voet en het gatenpatroon zijn vastgelegd. Voor de toe te passen ankers of bouten moeten de typen en aantallen worden aangehouden volgens figuur 13. De breedte van het vlakke deel (dus exclusief de afrondingen) van de randligger is vastgelegd op ten minste 290 mm (400 mm wordt aanbevolen).



a) Aansluiting leuning



b) Aanzicht A

Legenda

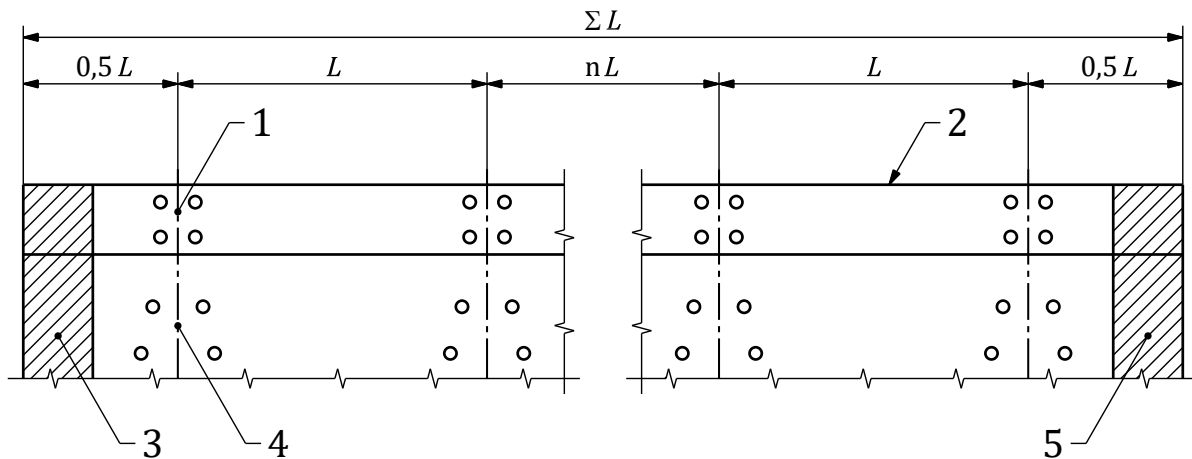
1 leuning	a 290 mm tot 400 mm
2 ankers M24 (4×)	b 70 mm
3 brugdek	c 95 mm

Figuur 13 — Aansluiting leuning op de randafwerking van de brug

7.2.4 Stramienmaat

De hart-op-hart-maat (h.o.h.) tussen twee verticale staanders van een brugleuning is vastgelegd op ten minste 1 333 mm. Deze maat moet worden gezien als een stramienmaat. De h.o.h.-afmeting tussen twee opeenvolgende verticale staanders mag dus wel langer zijn, maar is altijd een veelvoud van 1 330 mm. In figuur 14 is dit nader uitgewerkt.

OPMERKING De keuze van deze stramienmaat is gelijk aan de voorgeschreven stramienmaat van een voertuigkering, die ook 1 333 mm bedraagt. Hierdoor kunnen in het dek verwerkte voorzieningen in de randzone van het dek efficiënter worden gebruikt. Verder kunnen leuning en de eventueel toegepaste voertuigkering op de uiteinden van de brug gelijk eindigen.



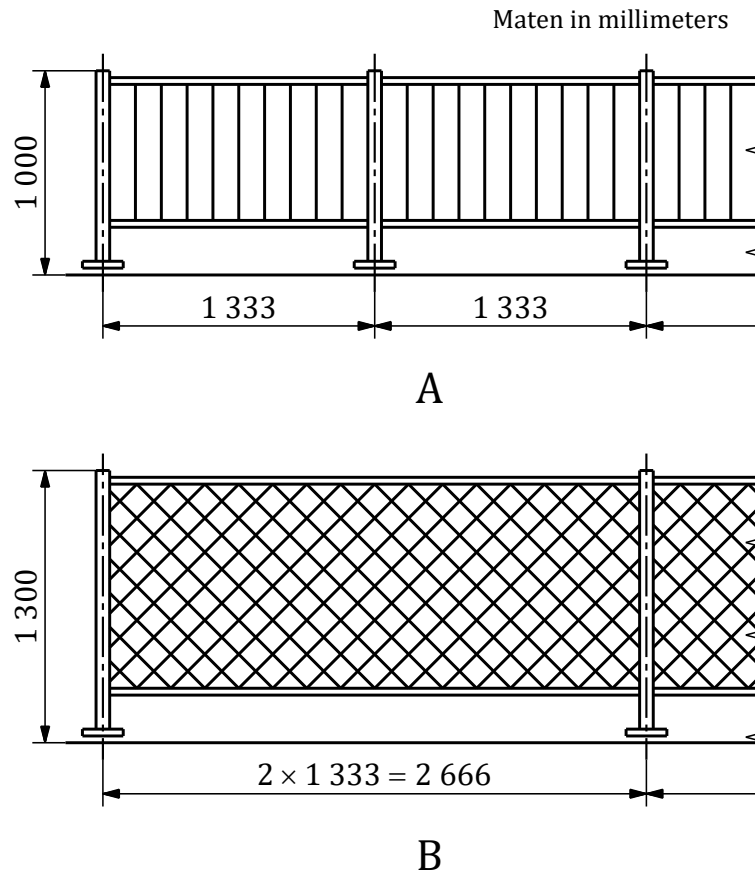
Legenda

- 1 raakvlak leuning
- 2 rand brugdek
- 3 ruimte voor voegovergang van landhoofd naar dek
- 4 raakvlak voertuigkering
- 5 ruimte voor voegovergang als buigslappe voeg
- L stramienmaat
- n aantal maal herhalingen

Figuur 14 — Samenhang van de stramienmaat met de voertuigkering

7.2.5 Toepassingsvoorbeelden

De keuze van de stramienmaat maakt het mogelijk om verschillende typen leuningen mogelijk te maken. Zie figuur 15.



Legenda

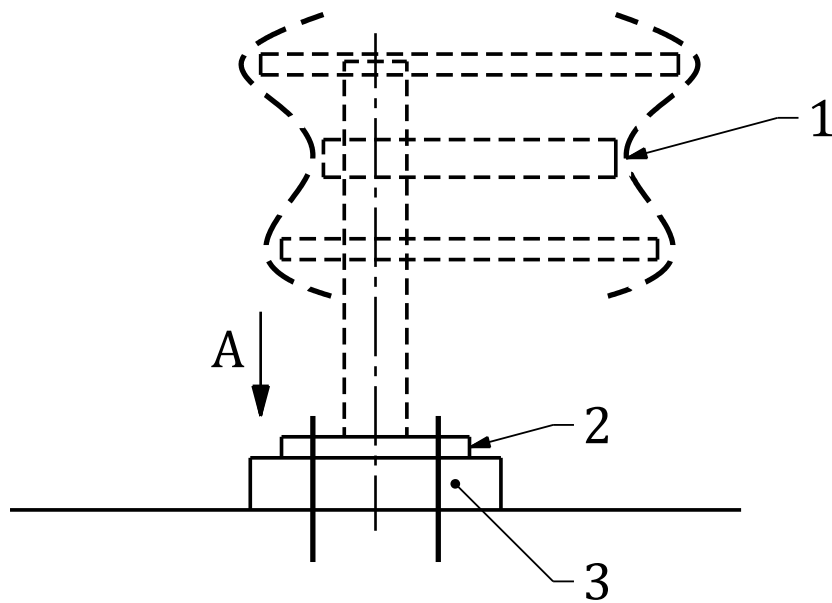
- A leuning 1,0 m hoog met verticale spijlen en stramien 1 333 mm
 B leuning 1,3 m hoog met raster en stramien 2 666 mm

Figuur 15 — Voorbeeld toepassing van stramienmaten

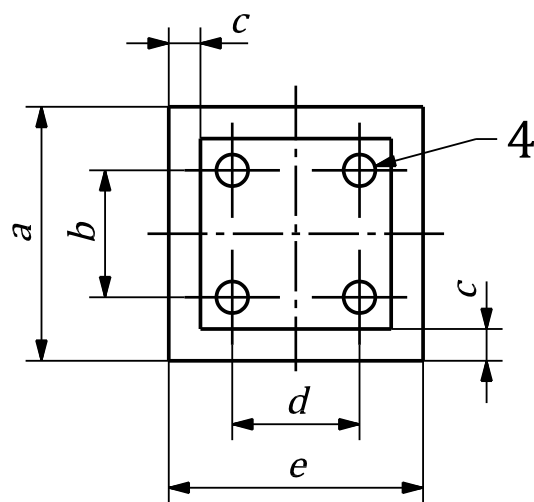
7.3 Voertuigkering

Op de brug moeten bevestigingspunten worden aangebracht voor voertuigkeringen volgens de afmetingen in figuur 16. Als uitgangspunt voor de bepaling van de bevestiging van een voertuigkering aan de randzone van de brug is uitgegaan van een voertuigkerningsniveau H2. Op het brugdek is de voertuigkering op trapeziumvormige grondplaten bevestigd.

OPMERKING De bevestigingsdetails voor dergelijke voertuigkeringen staan onder andere in de Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) van Rijkswaterstaat (standaarddetails staan in bijlage B van de ROK). 5.4 van NTA 8086:2020 bevat ook informatie over deze details. Die komen overeen met de voetplaatpatronen van voertuigkeringen. Deze detaillering is kunstwerktype-onafhankelijk.



a) Aansluiting voertuigkering



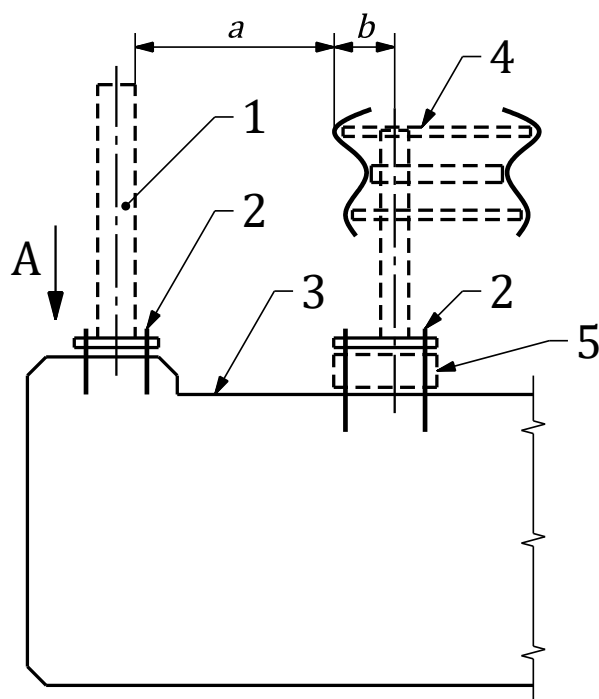
b) Aanzicht A

Legenda

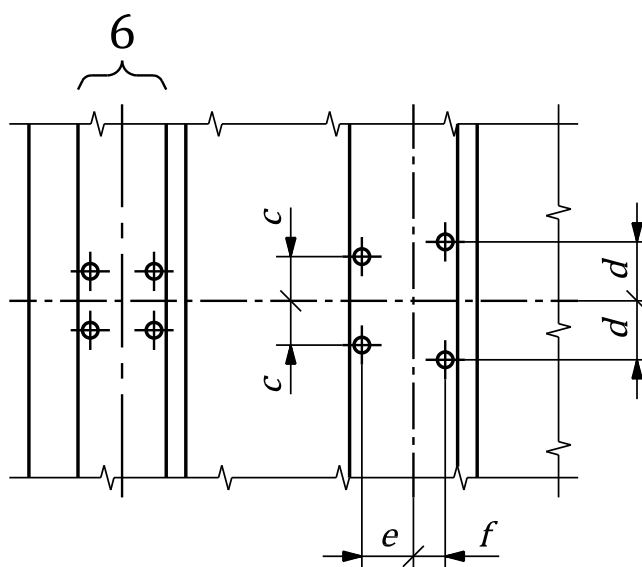
1	tapbout M24 (4×)	<i>a</i>	270 mm
2	voertuigkering	<i>b</i>	160 mm
3	voetplaat 10 mm	<i>c</i>	20 mm
4	opstort dikte 50 mm	<i>d</i>	150 mm
		<i>e</i>	250 mm

Figuur 16 — Aansluiting van de voertuigkering op de brug

De samenhang tussen leuning en een voertuigkering op de randzone van het brugdek is weergegeven in figuur 17 b).



a) Aansluiting voertuigkering



b) Aanzicht A

Legenda

1 leuning	$a \geq 500 \text{ mm}$
2 ankers M24 (4×)	$b \ 200 \text{ mm}$
3 brugdek	$c \ 100 \text{ mm}$
4 geleiderail	$d \ 150 \text{ mm}$
5 opstort	$e \ 145 \text{ mm}$
6 zone leuning, zie figuur 13	$f \ 75 \text{ mm}$

Figuur 17 — Aansluiting van leuning en voertuigkering op de randafwerking van de brug

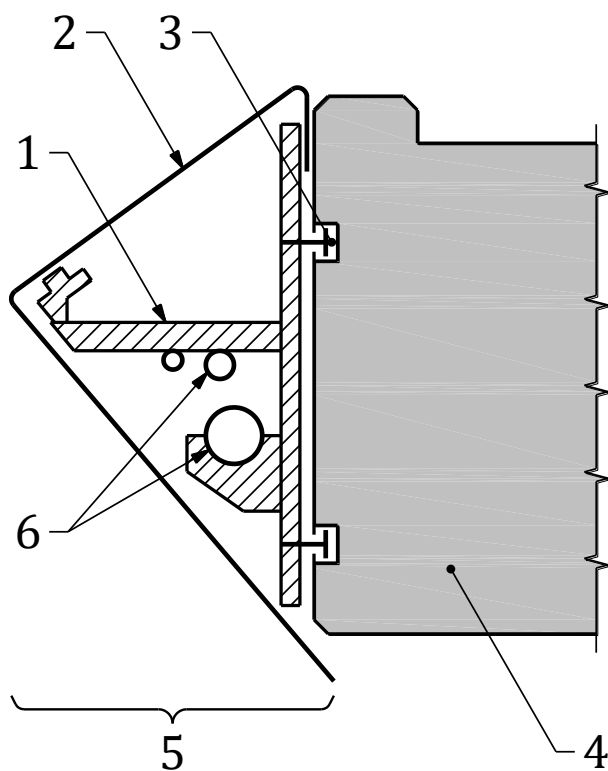
7.4 Randelementen

Randelementen vormen samen met de brugleuningen het zijaanzicht van de brug en zijn, afgezien van de raakvlakken, vrij vorm te geven. De randelementen vervullen de volgende functies:

- het geven van een eigen identiteit aan de brug;
- het integreren van de lichtmastvoeten;
- het integreren van doorvoeringen van kabels voor voeding en signalen;
- het integreren van eventuele seinen of bebording voor de scheepvaart;
- het integreren van eventuele platen voor afscherming van stroomvoerende draden van railgebonden verkeer.

Het raakvlak tussen de randelementen en het brugdek is het verticale vlak aan de buitenkant van de randzone van het dek. Het verticale, vlakke deel (dus exclusief afrondingen) moet een minimumhoogte hebben van 500 mm. Dit vlak is beschikbaar om alle soorten randelementen te bevestigen.

Dit raakvlak kan bestaan uit bevestigingsrails waarmee de randelementen flexibel kunnen worden bevestigd. Voor een suggestie van de uitvoering, zie figuur 18.



Legenda

- 1 steunframe
- 2 esthetische beplating
- 3 bevestigingszone met rail
- 4 randzone van brugdek
- 5 randelement
- 6 mantelpijpen

Figuur 18 — Voorbeeld van een randelement met bevestiging door rails

7.5 Mantelpijpen

Er behoren mantelpijpen in de brug te worden aangebracht waarmee elektrische kabels kunnen worden doorgevoerd vanaf het ene landhoofd naar het andere landhoofd, en om elektrische kabels te leiden naar de op of aan de brug gemonteerde onderdelen die elektrische voeding of signalen moeten ontvangen.

Hiervoor worden aan elke zijde van de brug in het randelement twee mantelpijpen voorzien:

- 1 × HDPE 90 mantelpijp waarin geen aftakkingen zijn voorzien;
- 1 × HDPE 32 mantelpijp waarin wél aftakkingen zijn voorzien, voor bijvoorbeeld verlichting op de brug.

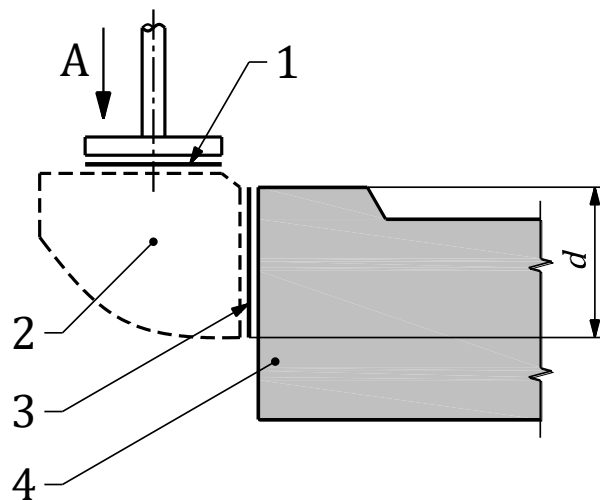
7.6 Masten voor openbare verlichting

Op de brug moeten voorzieningen zijn aangebracht voor het plaatsen van een bekabelde mast tot 12 m hoogte, bedoeld voor bijvoorbeeld openbare verlichting van het wegdek op de brug.

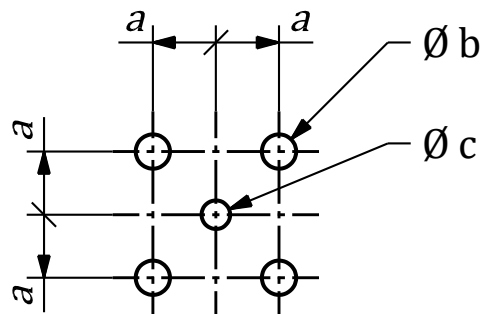
OPMERKING Door op vaste locaties voorzieningen aan te brengen is het ook mogelijk andere bekabelde masten als zendmasten/CCTV-masten, enz. (bekabelde mast) en verkeersseinen aan te brengen. Voor masten hoger dan 12 m gelden andere maten.

De masten staan op consoles die worden bevestigd aan de randzone van het brugdek. Hiervoor geldt (zie ook figuur 19) het volgende:

- Op een stramen van 4 m moet een voorziening worden aangebracht voor bevestiging van een console aan de zijkant van het brugdek.
- Ter plaatse van de voorziening wordt een raakvlak bestaande uit een 500 mm hoge zone gedefinieerd waar de consoles moeten kunnen worden bevestigd.
- Het raakvlak tussen mast en console bestaat uit een anker- of boutenpatroon volgens figuur 19. In het midden van het patroon moet het mogelijk zijn een mantelbuis aan te brengen van \varnothing 25 mm.



a) Raakvlakken



b) Aanzicht A

Legenda

1 raakvlak mast-console	a 150 mm
2 console voor mast	b 28 mm (4 × M24)
3 raakvlak console-randzone brugdek	c 25 mm
4 brugdek	d 500 mm

Figuur 19 — Raakvlak voor bekabelde masten tot 12 m**7.7 Afwatering/hwa**

De afvoer van hemelwater van het brugdek wordt gerealiseerd via afschot in de dwarsrichting en via langsgoten aan weerszijden van het wegdek. Deze goten voeren water weer af naar de landhoofden.

Het afschot wordt opgenomen in de slijtlaag tot een maximumdikte van de slijtlaag van 200 mm. Bij bredere dekken (waar een dikkere slijtlaag nodig is) wordt verkanting in het dek opgenomen om daarmee het gewenste afschot te bereiken.

De langsgoot ligt ten minste 50 mm onder de bovenzijde van de slijtlaag en is ten minste 200 mm breed en wordt weggewerkt in de slijtlaag.

Indien een tussenafvoer noodzakelijk is, moet deze in de randzone worden verwerkt door een standpijp te plaatsen en via het randelement naar de landhoofden af te voeren.

8 Modulaire brugdekken en landhoofden

8.1 Algemeen

Het toepassen van standaardmodules bij vaste bruggen binnen het kader van IFD-bouwen kan een belangrijke toevoeging zijn op de raakvlakken die in hoofdstuk 5 t/m 7 zijn vastgelegd. Hierbij worden niet alleen de raakvlakken vastgelegd maar ook de afmetingen (zie hiervoor ook 1.3 t/m 1.6). Onder standaardmodules worden (brug)onderdelen verstaan met vaste maatvoering, eigenschappen en koppelingen. Deze NTA bevat aanwijzingen voor het toepassen van modulair bouwen van brugdekken en landhoofden bij de bouw van vaste bruggen. In 8.3 t/m 8.5 wordt de modulaire bouw van de dekelementen en landhoofden nader omschreven.

OPMERKING Modulair bouwen is een wijze van bouwen die in ontwikkeling is. Het levert in potentie een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van het bouwproces en de realisatie van een volledig circulaire economie. Voor een succesvolle toepassing van modulair bouwen bij vaste bruggen is het van belang om te bepalen welke onderdelen het meest geschikt zijn voor standaardisatie en welke onderdelen maatwerk mogen en kunnen blijven. Het meest geschikt voor het toepassen van standaardmodules zijn standaarddekelementen en standaardlandhoofden en in een later stadium mogelijk standaardopleggingen en bijvoorbeeld standaard-hwa-doorvoeren. Ook is het van belang de voorwaarden, en ook het hergebruik, goed in kaart te brengen en te kwantificeren. Hierover is meer te lezen in bijlage A en bijlage B.

8.2 Technische uitgangspunten

8.2.1 Algemeen

Om standaardmodules toe te passen bij vaste bruggen en een modulaire bouwwijze te hanteren die aansluit bij IFD-bouwen, zal een aantal uitgangspunten moeten worden gehanteerd bij bruggen die vallen binnen de uitgangspunten van tabel 2.

Algemene uitgangspunten zijn de volgende:

- Een module voldoet aan alle eisen en randvoorwaarden die aan de module zullen worden gesteld. Hiermee zijn modules onderling uitwisselbaar.
- Binnen de vaste maatvoering van een module bestaat ontwerprijheid voor de uitvoering van de module.
- Modules zijn individueel uitneembaar, zodat defecte modules of modules met een kortere levensduur kunnen worden vervangen zonder andere modules te beschadigen (zie figuur 2).

8.2.2 Afmetingen

Voor de afmetingen gelden de volgende uitgangspunten:

- Er behoort tevens rekening te worden gehouden met het beperken van overdimensionering van de standaardmodules.
- De buitencontouren van de modules hebben een vaste standaardafmeting. De vorm (lengte × breedte × hoogte) is vastgelegd.
- Modules worden waar nodig onderverdeeld in verschillende maatklassen, met voor elke klasse een standaardafmeting.
- Voor een eenvoudige en eenduidige aansluiting hebben modules vlakke contouren. Binnen deze contouren is de opbouw vrij.
- Modules zijn transporteerbaar over de weg binnen normale breedte- en lengteverhoudingen.

NTA 8085:2021

- Door off-site-productie onder geconditioneerde omstandigheden kunnen de productie-eisen hoger liggen. Zorg daarom voor een goede omschrijving van de maximaal toelaatbare toleranties.

8.2.3 Raakvlakken

Voor de raakvlakken gelden de volgende uitgangspunten:

- Modules sluiten aan op/passen in het standaardraakvlak, zoals omschreven in hoofdstuk 5 t/m 7.
- De vaste brug wordt opgebouwd uit standaardmodules. De randliggermodules beschikken over aansluitingen waarop specifiek maatwerk dat bepalend is voor de beeldkwaliteit, zoals leuning en brugranden, kan worden gekoppeld.

8.2.4 Materialen

Voor de materialen gelden de volgende uitgangspunten:

- Standaardmodules kunnen worden opgebouwd uit een combinatie van verschillende materialen, waarbij de eigenschappen van deze materialen optimaal kunnen worden ingezet. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de mogelijkheid om de verschillende materialen na einde levensduur volledig te kunnen scheiden voor recycling.
- De grote mate waarin seriematig wordt geproduceerd levert per saldo meer engineeringstijd op per product. Deze engineeringstijd kan gerichter worden ingezet om de module verder te optimaliseren qua materiaalkeuze en functionaliteit.
- Modules opgebouwd uit verschillende materialen hebben volgens de markt veel potentie voor IFD-bouwen.

8.2.5 Uitvoering koppelingen

Voor de uitvoering van de koppelingen gelden de volgende uitgangspunten:

- Modules zijn losneembaar en onderling te koppelen.
- De focus vanuit de producenten van bouwdeel moet liggen op de losneembaarheid en uitbreidbaarheid. Details zullen eenvoudig losneembaar moeten zijn.
- De koppeling van de verschillende modules onderling vraagt om geoptimaliseerde technologische oplossingen.
- Modules van leverancier A zullen moeten kunnen worden verbonden met modules van leverancier B, zonder gebruik te hoeven maken van koppelstukken.
- Vermoeiing van onderdelen zal een belangrijke rol spelen bij het vastleggen van de koppeldetails. Met name bij boutkoppelingen is dit een belangrijk aspect. Deze zullen om die reden eenvoudig bereikbaar en vervangbaar moeten zijn.
- Koppeldetails moeten niet alleen tijdens de bouw maar ook tijdens de levensduur van de brug eenvoudig losneembaar zijn.

8.3 Standaarddekelementen

Tot de functionele basis van vaste bruggen behoren in eerste instantie de dekelementen. De raakvlakken tussen de dekelementen en de steunpunten worden in deze NTA reeds gestandaardiseerd, zoals omschreven in

hoofdstuk 5. De dekelementen zelf lenen zich eveneens goed voor standaardisatie. Om dekelementen vast te leggen in standaardmodules behoren de volgende principes te worden gehanteerd:

- Modules overspannen de gehele lengte tussen twee steunpunten.
- Er wordt een beperkt aantal standaardlengtes vastgelegd.
- Modules moeten onderling dusdanig kunnen worden gekoppeld dat er aan de bovenzijde van het brugdek geen hoogteverschil tussen de elementen kan ontstaan.
- Er wordt een onderscheid gemaakt tussen standaardmodules en randmodules (zie figuur 3).
- Standaardmodules worden bepaald op basis van hun functionaliteit, denk aan rijdekmodules wegverkeer/snelverkeer, tussenmodules, rijdekmodules langzaam verkeer.
- De standaardmodules hebben in bovenaanzicht en in dwarsdoorsnede een door een rechthoek omschreven vorm.
- De standaardmodules zijn geschikt voor toepassing bij bruggen met een haakse hoek tussen opleggingen en wegas.
- Koppeldetails moeten eenvoudig bereikbaar zijn voor montage, inspectie, onderhoud en demontage.
- Bij een dekmodule met een maatvoering gelijk aan $n \times$ standaardafstand voertuigkering (1 333 mm) is in de lengterichting ook een koppelvlak definieerbaar gebaseerd op dezelfde stramienmaat.

8.4 Standaardlandhoofden

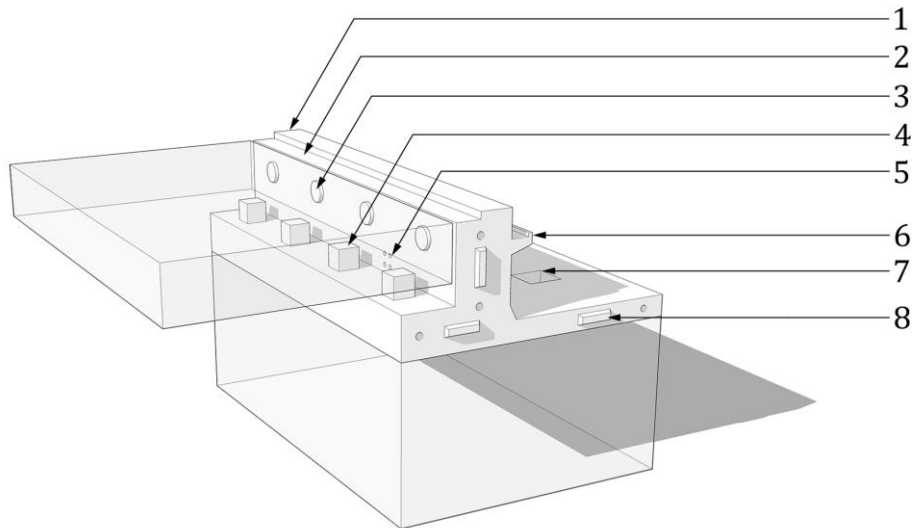
Het landhoofd vormt net als de dekelementen de functionele basis van een vaste brug en komt daarmee in aanmerking voor standaardisatie. Om IFD-principes te kunnen toepassen bij landhoofden behoren de volgende uitgangspunten van toepassing te zijn. Het landhoofd of de onderdelen moeten:

- seriematig fabriceerbaar zijn (industriële productie);
- over de weg transporteerbaar en met een mobiele kraan op zijn definitieve locatie te hijsen zijn;
- uitbreidbaar en doorkoppelbaar zijn en aansluiten op de brugdekmodules;
- gestandaardiseerde locaties voor oplegzadels bevatten;
- gestandaardiseerde locaties voor het plaatsen van vizzels bevatten;
- koppelbaar zijn met de fundering (palen);
- demontabel en herbruikbaar zijn.

Als voorbeeld zijn twee soorten modulair opgebouwde landhoofden uitgewerkt:

- een modulair landhoofd bestaande uit monoliete constructies waarin alle raakvlakken met andere modules, de brugdekken en de stootplaten zijn opgenomen. Een voorbeeld is gegeven in figuur 20;
- een modulair landhoofd bestaande uit standaardinterfaceblokken, waarmee een grotere flexibiliteit ontstaat ten aanzien van de vorm en afmetingen van het landhoofd. Een voorbeeld is gegeven in figuur 21.

OPMERKING Er kunnen voorzieningen worden opgenomen om horizontaalkrachten (rem- en acceleratiekrachten uit het verkeer) door de constructie op te laten nemen.

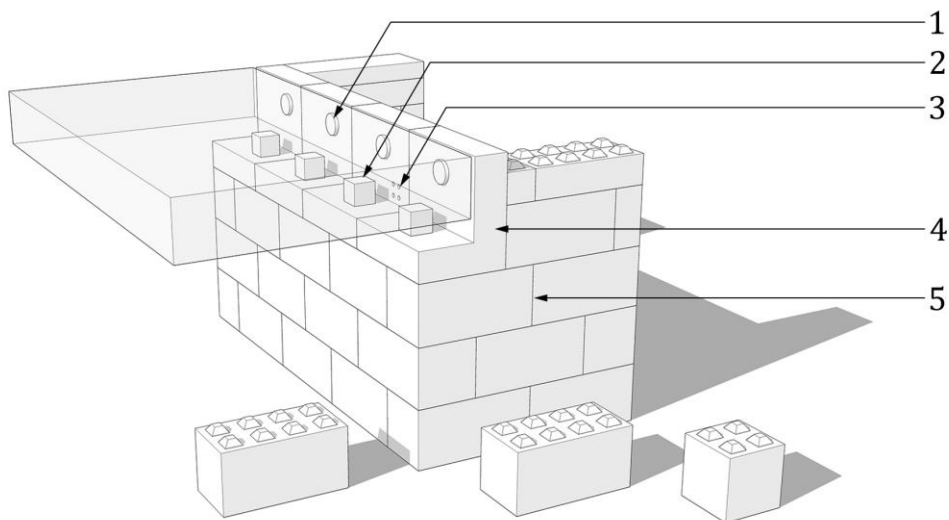


Legenda

- 1 wegdekniveau of ruimte voor asfaltlaag
- 2 ruimte voor rij-ijzer
- 3 voorziening voor doorvoer horizontaalkrachten (optioneel)
- 4 oplegging zadel
- 5 kabeldoorvoeren
- 6 oplegnok stootplaat
- 7 doorvoer en koppeling heipalen
- 8 koppelnok

BRON: ipv Delft

Figuur 20 — Voorbeeld van toepassing IFD bij landhoofden (monoliet)



Legenda

- 1 voorziening voor doorvoer horizontaalkrachten (optioneel)
- 2 oplegging zadel
- 3 kabeldoorvoeren
- 4 interfaceblok beton met standaardafmeting oplegging
- 5 standaardbouwblok beton

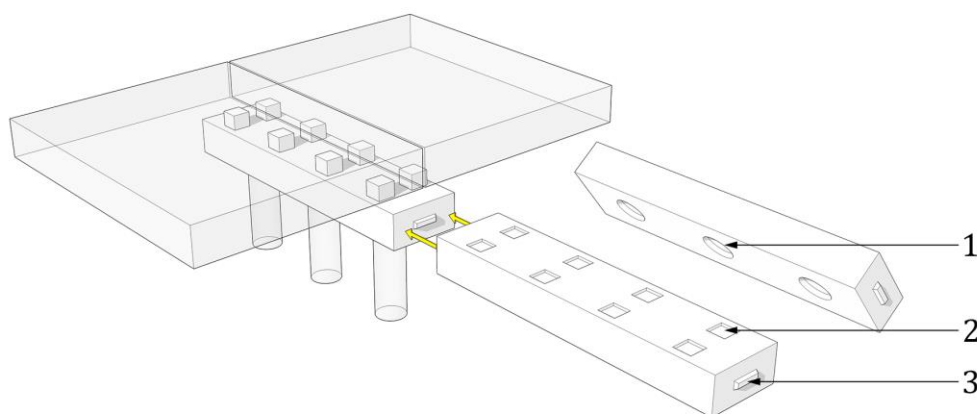
BRON: ipv Delft

Figuur 21 — Voorbeeld van toepassing IFD bij landhoofden (interfaceblokken)

8.5 Standaardtussensteunpunt

Voor de tussensteunpunten gelden grotendeels dezelfde principes als die in 8.4 voor de landhoofden zijn opgenomen.

In figuur 22 is een visualisatie gegeven van een voorbeeld van een modulaair opgebouwd tussensteunpunt bestaande uit een fundering, een kraagligger en oplegblokken. De kraagliggers kunnen industrieel worden vervaardigd en in het werk gekoppeld aan de stalen of betonnen pijlers of funderingen. Voor de bevestiging van oplegzadels moeten voorzieningen worden meegenomen. Er zullen ook voorzieningen moeten worden meegenomen om de kraagliggers in hun lengterichting (dwars op de brug) te koppelen, om verbreding van de brug in de toekomst mogelijk te maken.



Legenda

- 1 onderzijde: uitsparing voor standaardpaal of -buis
- 2 bovenzijde: instortvoorziening voor standaardzadels
- 3 koppelnok

BRON: ipv Delft

Figuur 22 — IFD bij tussensteunpunten

8.6 Toepassing van modules in relatie tot beeldkwaliteit

Voor het succesvol toepassen van standaardisatie van modules bij vaste bruggen behoort de functionele kant van de brug opgebouwd te zijn uit standaardonderdelen. Modules worden bepaald op basis van hun functionaliteit, zoals rijdekmodules, randmodules of steunpuntmodules. De onderdelen die bepalend zijn voor de uitstraling en de beeldkwaliteit van de brug, kunnen specifiek per brug of per groep van bruggen worden uitgevoerd. De aansluiting van deze specifieke onderdelen op de standaardmodules zal volgens de standaarddetailering van het raakvlak moeten worden uitgevoerd.

De aandachtspunten met betrekking tot beeldkwaliteit leiden tot de volgende uitgangspunten:

- De functionele eigenschappen van de vaste brug worden ingevuld met standaardmodules.
- De beeldbepalende onderdelen van de brug zijn per project te ontwerpen, maar moeten aansluiten met een standaardkoppeling op de standaardmodules.
- Binnen de standaardmodules worden verschillende maatvoeringsklassen toegevoegd.

OPMERKING Er is nog geen definitief onderscheid gemaakt tussen de functionele onderdelen van de brug en de beeldbepalende onderdelen van de brug.

Bijlage A (informatief)

Processen en randvoorwaarden voor het toepassen van IFD bij vaste bruggen

A.1 Algemeen

Het toepassen van IFD-principes bij het ontwerp, de bouw en het beheer van bruggen vraagt om zowel technische afspraken (het 'wat') als om een beschrijving van processen en randvoorwaarden om de toepassing mogelijk te maken (het 'hoe'). In deze bijlage wordt een aantal aanwijzingen gegeven voor processen en randvoorwaarden.

A.2 Proces

Om IFD-principes toepasbaar te maken behoort naast de technische eisen in deze NTA in de gehele bouwketen een aantal processtappen te worden ingebouwd of aangepast, zodat de toepassing wordt bevorderd of in elk geval niet gehinderd. Dit betreft alle processtappen in de bouwpraktijk, van initiatieffase tot en met beheer en demontage. Aandachtspunten bij de processtappen behorende bij de bouw van een brug of viaduct zijn in deze paragraaf benoemd. Deze lijst is niet uitputtend:

- Initiatiefase. Bij het toepassen en stimuleren van innovatieve technieken in nieuwe projecten zullen de totale levensduurkosten behoren te worden bekeken, niet alleen de bouwkosten.
- Ontwerpproces. Bruggen worden ontworpen en gebouwd om vele decennia te worden gebruikt. Bepaald zal behoren te worden hoe om te gaan met de restlevensduur bij het hergebruik van onderdelen.

OPMERKING Vaak is dit afdoende, maar ook worden er in de gebruiksfase aanpassingen aan het ontwerp gedaan. Dit vanwege een andere wegingdeling, ander (zwaarder) verkeer of veranderingen in de situatie van bijvoorbeeld het onderliggende wegennet. Ook wordt door het vaak unieke ontwerp geen rekening gehouden met de standaardisatie en uitwisselbaarheid van onderdelen bij schade (denk hierbij aan aanrijdschade of betonrot). Indien er bij het ontwerp als uitgangspunt wordt gewerkt met een standaardontwerp met (onder andere) gestandaardiseerde lengtes, locatie voor kabeldoorvoeren, oplettingen, koppelingen en voegen, dan zal wellicht niet het meest ideale ontwerp voor een specifieke locatie worden gemaakt, maar vanwege gebruikmaking van standaardonderdelen en -uitvoeringen zullen de voordelen (zoals ook genoemd in 1.6) aanzienlijke besparingen kunnen opleveren.
- Contractvorming. Standaardisatie van het eisenpakket voor vaste bruggen: formuleer functionele IFD-eisen, zoals het vrij indeelbaar maken van het brugdek, het toepassen van vaste kruisingshoeken, het in beeld brengen van de totale kosten van de volledige levensduur van de brug. Eventuele hogere investeringskosten worden op een later moment terugverdiend.
- Contractvorming. Modulair bouwen zal contractueel aantrekkelijk behoren te worden gemaakt, bijvoorbeeld door het scoren op IFD-criteria als onderdeel van de beoordelingscriteria van aanbiddingen (EMVI) tijdens de gunningsfase.
- Realisatie. Andere invulling en organisatie van de bouwplaats, omdat meer onderdelen als geprefabriceerde onderdelen worden aangevoerd.
- Beheer. De mogelijkheid tot toekomstige uitbreidbaarheid en terugwinbaarheid onderdeel maken van het beheer van de brug.
- Beheer. Certificering: het beheersen van de kwaliteit van (hergebruikte) onderdelen, door bijvoorbeeld het toepassen van een materiaalpaspoort en kwaliteitswaarnemingen (zie bijlage B).

A.3 Randvoorwaarden

Naast het proces behoren de randvoorwaarden waarbinnen het ontwerp- en bouwproces zich afspeelt, te zorgen voor een optimaal 'klimaat'.

Randvoorwaarden voor een succesvolle toepassing kunnen bijvoorbeeld zijn:

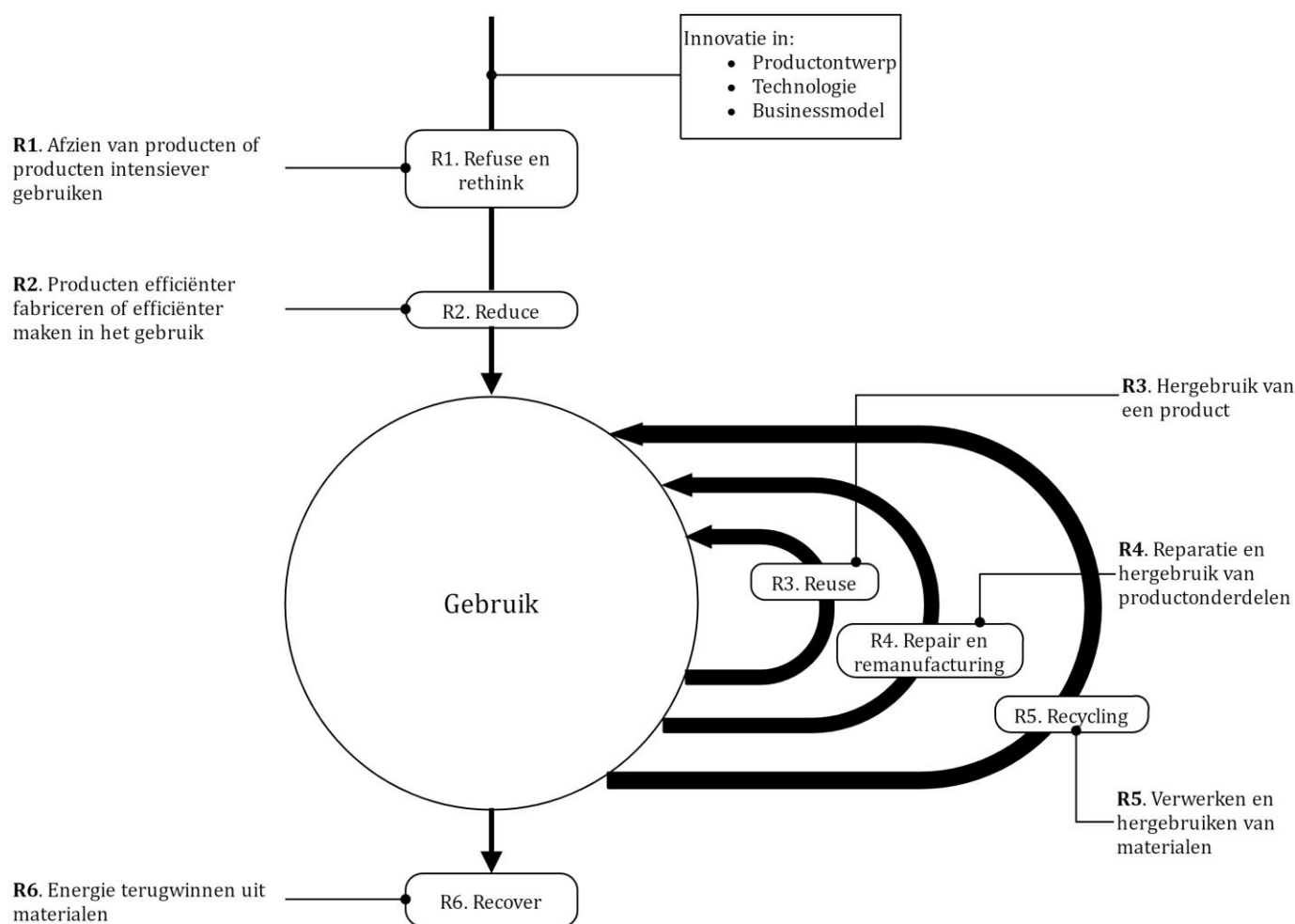
- Normen, cultuur en inkooptechnieken zullen in de gehele keten behoren te veranderen, waarbij bruceigenaren, bouwers, fabrikanten en ontwerpers een gezamenlijke verantwoordelijkheid dragen.
- Hergebruik van onderdelen en materialen vraagt om een herziening van het eigendom van een brug of brugonderdelen en de bijbehorende verantwoordelijkheden, bijvoorbeeld door leasecontracten of het kopen van een functie in plaats van een product.
- Kennisontwikkeling vormt een onmisbare schakel in de gehele opgave om over te schakelen op modulair bouwen binnen het vakgebied van de vaste bruggen.

Bijlage B (informatief)

Omgang met informatie van vaste bruggen

B.1 IFD als strategie voor circulair bouwen

NTA 8085 bevat een ontwerpmethodologie voor vaste bruggen die past binnen de gedachte van de circulaire economie. In de circulaire economie is het gebruikelijk de strategie te classificeren in zogeheten R-strategieën binnen de gehele bouwlogistiekketen (Planbureau voor de Leefomgeving, PBL), zie figuur B.1. De methode van NTA 8085 kan worden beschouwd als een “innovatie in productontwerp” en R1-strategie “Het omdenken en slimmer ontwerpen en produceren van producten” – in dit geval vaste bruggen.



BRON: PBL

Figuur B.1 — IFD en hergebruik: R-ladder met strategieën van circulariteit

Volgens het PBL zijn er naast R1 ook andere R-strategieën. Daarom is het voor IFD noodzakelijk om invulling te geven aan deze R-strategieën om de organisatie van het circulaire systeem te borgen. De R6-strategie “Energie terugwinnen uit materialen” wordt buiten beschouwing gelaten, aangezien die niet van toepassing is op abiotische materialen en niet bijdraagt aan de fysieke circulatie van materialen.

De wijze waarop bij het toepassen van IFD-principes invulling wordt gegeven aan deze R-strategieën, is weergegeven in tabel B.1.

Tabel B.1 — Verband IFD-principes en circulaire economie

IFD-principes	Invloed op hergebruik en circulaire economie	R-strategie
Industrieel	Hoogwaardig hergebruikte materiaalstromen optimaliseren, inwinnen en fabrieksmatig omvormen tot brucelementen (vrijgekomen materialen effectief en efficiënt hergebruiken)	R2 “Producten efficiënter fabriceren [...]” R5 “Verwerken en hergebruiken van materialen”
Flexibel	Brugontwerp dusdanig inrichten dat de functionele levensduur aanpasbaar is voor toekomstige functionele eisen, zoals vrije ruimte onderbouw, brugbreedte	R2 “Producten [...] efficiënter maken in het gebruik” R3 “Hergebruik van een product” R4 “Reparatie en hergebruik van product-onderdelen”
Demontabel	Brugontwerp dusdanig inrichten dat brucelementen losneembaar, vervangbaar, verplaatsbaar, herstelbaar en hoogwaardig herbruikbaar zijn	R3 “Hergebruik van een product” R4 “Reparatie en hergebruik van product-onderdelen”

B.2 Informatievoorziening ten behoeve van hergebruik

Om de in B.1 genoemde implicaties voor hergebruik en de circulaire economie te faciliteren is er naast een civieltechnisch circulair ontwerp behoefte aan een eenduidige informatievoorziening gedurende de gehele levenscyclus van de vaste brug. Deze informatievoorziening heeft de volgende kenmerken:

- Statisch. De informatie behoort herleidbaar te zijn en te corresponderen met de werkelijke brug, haar individuele elementen, verbindingen tussen elementen en de gebruikte materialen.
- Dynamisch. De veranderende staat van de brug (inclusief elementen en materialen) (slijtage als gevolg van weer, belastingen en vermoeiing) behoort ook te worden geüpdatet gedurende de levenscyclus, zodat de restwaarde van de brug, elementen en materialen kan worden bepaald.
- Waarnemend. De waarneming van de staat van de brug, elementen en materialen behoort zorgvuldig te worden uitgevoerd door middel van inspectie en/of monitoring. De informatie behoort op een zorgvuldige manier aan de hand van een informatiemodel te worden opgeslagen.

Zonder zorgvuldige informatievoorziening kan een circulair ontworpen brug en/of circulair ontworpen brucelementen niet eenvoudig en hoogwaardig worden hergebruikt. Er zijn meerdere technieken en methoden beschikbaar die behoren te worden gecombineerd om de genoemde functies te vervullen. Daarnaast is het essentieel om het verlies van informatie tijdens de overdracht tussen partijen te minimaliseren. Tabel B.2 bevat de belangrijkste methodes die invulling geven aan het vastleggen en actueel houden van informatie van een object of een deel daarvan.

Tabel B.2 — Methodes van informatievoorziening en -verwerking

Methodes	Statisch	Dynamisch	Waarnemend	Voorbeelden
Methode om fysieke eigenschappen materiaalgebruik en samenhang met andere objecten van een object vast te leggen	X Bij ingebruikname en bij opleveren van informatie	X Update informatie bij wijziging (continu/periodiek)	–	— Materialenpaspoort — Informatiemodel — BIM
Methode om de kwaliteit van de informatie vast te leggen	X Bij ingebruikname van onderdeel (keurmerk/specificaties)	X Update bij substantiële wijziging	R	— Informatie specificaties — Certificering van module
Methode voor tracement en identificatie van onderdelen	X Aanbrengen unieke identificatie	R Bij scannen wordt de actuele status getoond	R Raakvlak met monitoring	— Track & Trace — RFID
Methode voor het meten en beoordelen van veranderende eigenschappen van een object en omzetten naar een voorspelling ten aanzien van de levensduur	R Raakvlak ten aanzien van bepaling van de relevante variabelen	X Continue of periodieke vastlegging	X Vastleggen van de veranderingen in de variabelen tijdens het gebruik van het object	— Monitoring middels sensoren — Digital twin
Legenda R raakvlak X van toepassing				

Bijlage C (informatief)

Onderwerpen voor verdere ontwikkeling van IFD bij bruggen

Het toepassen van IFD als innovatieve techniek bij de bouw van bruggen kan verder worden ontwikkeld. Tabel C.1 geeft een overzicht van mogelijke onderwerpen.

Tabel C.1 — Mogelijke onderwerpen voor uitbreiding en verdieping NTA 8085

Onderwerp	Doel van de aanpassing	Referentie naar hoofdstuk in NTA 8085
Uitwerken business case	Onderbouwing business case door expliciet maken van eventuele meerkosten investering/standaardisatie tegenover de opbrengsten/lagere kosten gedurende de levensduur	1
Fiets- en voetgangersbruggen	Uitbreiding toepassingsgebied	1
Scheve kruisingen met onderliggende infrastructuur	Het uitbreiden en verdiepen van het toepassingsgebied door het ontwikkelen van voorbeelden hoe om te gaan met scheve kruisingen	1
Overige materialen (hout, composieten, enz.)	Een toets uitvoeren op welke wijze deze materialen binnen het toepassingsgebied kunnen worden gebruikt	1
Bevestiging randelementen uitwerken	Standaardiseren van raakvlak door deze specifiek te definiëren, dat wil zeggen niet alleen de zone, maar ook de verbindingsmethode behoort te worden vastgelegd	1
Overnemen aanbruggen uit NTA 8086	NTA 8086 wordt alleen voor beweegbare bruggen toegepast NTA 8085 is alleen bedoeld voor alle typen vaste bruggen (inclusief aanbruggen bij beweegbare bruggen)	1
IFD toepassen bij bestaande bruggen	Uitbreiding toepassingsgebied	1
Oplegblokken	Wijze van bepaling type en toepassing vastleggen	5
Voegovergangen	Standaardmodule voegen verder uitwerken en aandacht voor eisen aan geluidsproductie van voegen	5
Hemelwaterafvoer	Ontwikkeling van standaardmodule voor de hemelwaterafvoer	7
Aarding	Uitbreiding van de details van de randzone met betrekking tot een standaarddetail voor aarding	7
Verkanting/afschot	Uitwerking van de eisen en de wijze waarop afschot in het brugdek wordt verwerkt	7

Onderwerp	Doel van de aanpassing	Referentie naar hoofdstuk in NTA 8085
Uitwerking standaardmodules voor landhoofden en steunpunten	Concreet ontwerpen van standaardmodules (onder andere uitwerking stramienmaten en functionele maten breedterichting elementen)	8
Uitwerking standaardmodules voor dekelementen	Concreet ontwerpen van standaardmodules (onder andere breedte- en lengtemaatklassen, typen liggers, randliggers, middenliggers, detailontwerp van de verbindingen, dwarsvoorspanning)	8
Standaarddwarsprofielen in samenhang met standaarddekmodules	Het specifiek maken van standaardbreedtes en bijbehorende inrichting van bruggen	8
Standaardontwerpproces IFD	Het ontwikkelen van een standaardontwerpproces dat aansluit bij de praktijk, waardoor toepassing eenvoudiger wordt	Bijlage A
IFD toepassen bij aanbestedingen	Het ontwikkelen van standaardcontracteisen voor verschillende typen contracten (bijvoorbeeld volgens UAV-GC) en het ontwikkelen van eisen voor het waarderen van opdrachtnemers en leveranciers op de mate waarin IFD wordt toegepast (zogenoeten EMVI-eisen)	Bijlage A
Monitoring	Eisen ontwikkelen voor continue monitoring en het vastleggen van informatie omtrent de prestaties van de brug of het brugdeel (bijvoorbeeld de belasting, technische en functionele staat van de brug, restlevensduur)	8/Bijlage B
Losneembaarheid	Meetbaar maken van de losneembaarheid van bruggen en brugdelen	Bijlage B
Certificering/IFD-paspoort voor elementen	Het ontwikkelen van een standaardmethode om de prestaties en de restlevensduur ('kilometerstand') van de elementen vast te leggen, om zodoende bij doorverkoop/hergebruik een 'garantie' te kunnen afgeven	Bijlage B
Aansluiting bij andere initiatieven	Verder aansluiting vinden (in binnen- en buitenland) bij andere initiatieven door het zoeken naar overeenkomsten en raakvlakken	Bijlage B

Bijlage D (informatief)

Onderbouwing afmetingen categorieën

D.1 Algemeen

In hoofdstuk 5 is een aantal categorieën gedefinieerd voor verschillende inkassingen van bruggen. Deze categorieën zijn ontstaan door ze te koppelen aan lengtes van bruggen. Deze lengtes zijn echter niet in de hoofdtekst van deze NTA weergegeven, omdat er geen standaardlengtes van bruggen zijn vastgelegd en er ook geen afhankelijkheid mag bestaan van materiaalkeuze. In deze bijlage wordt een toelichting gegeven op de wijze waarop de gegevens in tabel 3 tot stand zijn gekomen.

D.2 Onderbouwing

IFD-bouwen vraagt om constructieve oplossingen voor zowel bovenbouw als onderbouw die momenteel nog niet gebruikelijk zijn. Het toepassen van deze NTA is daarom gebaseerd op gangbare technieken, die mogelijk niet optimaal IFD zijn. Om het gebruik van nieuwe materialen, die wellicht grotere constructieafmetingen nodig hebben, mogelijk te maken worden geen overspanningen aan de maatklassen toegevoegd. Als zowel de toepassing van IFD als die van alternatieve ('biobased') materialen gangbaarder is geworden, kan dit worden gewijzigd.

De afmetingen opgebouwd vanuit de overspanningen zijn gebaseerd op prefab betonnen liggers, waarbij naar meerdere producenten is gekeken om tot generieke afmetingen te komen.

Als onderbouwing van de afmetingen van inkassingen, opleggingen en dergelijke zijn in tabel D.1 en tabel D.2 per categorie de waarden opgenomen voor overspanningen.

OPMERKING Indien een houten constructie met een overspanning van 12 m een constructiehoogte van 1 400 mm nodig heeft, dan worden alle afmetingen bepaald aan de hand van categorie 4, waarbij de overspanning afwijkt.

Tabel D.1 — Onderbouwd voor prefab betonnen dekken.

Categorie	Overspanning m	Hoogte mm		
		Constructiehoogte $h_{\text{constr.}}$	Oplegging b	Totale inkassing a
1	5 m < overspanning ≤ 10 m	550	300	850
2	10 m < overspanning ≤ 15 m	750	300	1 050
3	15 m < overspanning ≤ 20 m	1 050	300	1 350
4	20 m < overspanning ≤ 30 m	1 400	300	1 700
5	30 m < overspanning ≤ 40 m	1 650	300	1 950

Tabel D.2 — Categorieën voor bepaling afmetingen steunpunten verkeersbruggen

Categorie	Overspanning m	Hoogte mm		
		Oplegblok <i>c</i>	Voorkant landhoofd tot achterzijde oplegging <i>c</i>	Breedte steunpunt <i>d</i>
1	5 m < overspanning ≤ 10 m	300	450	1 300
2	10 m < overspanning ≤ 15 m	300	450	1 300
3	15 m < overspanning ≤ 20 m	350	500	1 400
4	20 m < overspanning ≤ 30 m	400	550	1 500
5	30 m < overspanning ≤ 40 m	450	600	1 600

Bibliografie

NTA 8086, *IFD-bouw beweegbare bruggen*

Kishna, M., Rood, T., Prins, A.G., *Achtergrondrapport bij circulaire economie in kaart, Achtergrondstudie*, Planbureau voor de Leefomgeving, 19-01-2019: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-achtergrondrapport-bij-circulaire-economie-in-kaart-3403_1.pdf

Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK 1.4), Rijswaterstaat, 01-04-2017

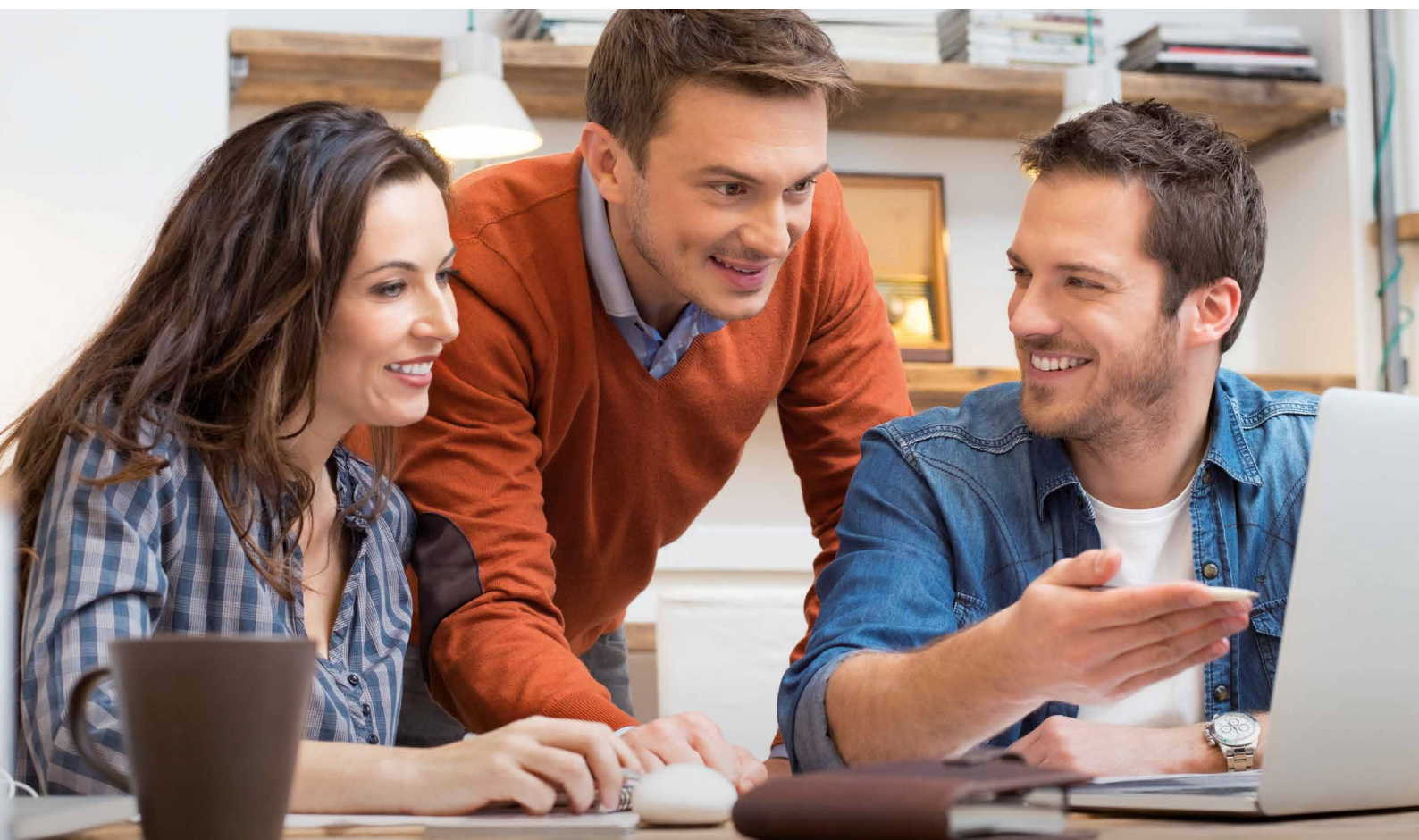
RWS Grote Projecten en Onderhoud. Sloopoorzaken bruggen en viaducten in en over rijkswegen. Sloopoorzaken 2.0. 30-11-2016

Waarom betaalt u voor een norm?

Normen zijn afspraken voor en door de markt. Het zijn afspraken over zaken waarmee iedereen te maken heeft. Bijvoorbeeld over gezondheidszorg, financiële dienstverlening, veiligheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen. Zonder deze afspraken zou het leven een stuk complexer zijn. Normen zorgen voor verbetering van producten, diensten en processen. Op de werkvloer, in de omgang met elkaar en in de samenleving als geheel.

De afspraken worden gemaakt door belanghebbende partijen. Een belanghebbende partij kan een producent, ondernemer, dienstverlener, gebruiker, maar ook de overheid of een consumenten- of onderzoeksorganisatie zijn. Een breed draagvlak is belangrijk. De afspraken komen onder begeleiding van NEN tot stand en mogen niet strijdig zijn met andere geldige NEN-normen.

NEN is een stichting en heeft geen winstoogmerk. De diensten die NEN levert – van het bijeenbrengen van partijen en het maken en vastleggen van de afspraken tot het bieden van hulp bij de toepassing van de normen – moeten worden bekostigd. Daarom betalen alle deelnemende partijen voor het normalisatieproces en betaalt u als gebruiker voor normen, trainingen en andere producten.



Altijd de actuele norm?

Nooit meer zoeken in de systemen en zelf de vraag stellen:
'Heb ik de laatste versie van NTA 8085:2021 nl?'

Via het digitale platform NEN Connect heeft u altijd toegang tot de meest actuele versie van deze norm. Vervallen versies blijven ook beschikbaar. Met een licentie kan de norm via NEN Connect altijd en overal makkelijk geraadpleegd worden, zowel online als offline.

Kies voor slimmer werken en bekijk onze mogelijkheden op www.nenconnect.nl.

Meer informatie over de mogelijkheden

Onze Klantenservice is bereikbaar maandag tot en met vrijdag, van 8.30 uur tot 17.00 uur.

Telefoon: 015 2 690 391

E-mail: klantenservice@nen.nl

nen
connect