

Nederlandse technische afspraak

NTA 8086

(nl)

IFD-bouw beweegbare bruggen

IFD construction of movable bridges

Vervangt NTA 8086:2019

ICS 93.040
september 2020

Normcommissie 351063 'NTA IFD Bouw v. Beweegbare 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 Reprorecht.

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 Reprorecht.

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.



© 2020 Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut
www.nen.nl

Inhoud

Voorwoord	5
1 Onderwerp en toepassingsgebied	10
1.1 Onderwerp.....	10
1.2 Toepassingsgebied	11
1.3 Gebruiksaanwijzing NTA 8086.....	11
1.4 Uitgangspunten.....	13
2 Normatieve verwijzingen	13
3 Termen en definities	14
4 Symbolen en afkortingen	15
4.1 Symbolen	15
4.2 Afkortingen.....	15
5 Onderbouw en bruginrichting	16
5.1 Sparingen steunpunten	16
5.2 Opleggingen.....	21
5.3 Overgangsconstructies	26
5.4 Leuning en geleiderail.....	29
5.5 Afsluitboominstallatie.....	31
5.6 Landverkeerseinen en scheepvaartseinen in relatie tot de onderbouw.....	32
5.7 Infrastructuur voor kabelgeleiding van de aansturing (zinker, mantelpijpen en kabeltrekput).....	33
6 Val	35
6.1 Algemeen.....	35
6.2 Voegovergang val-onderbouw.....	35
6.3 Geleiderail en brugrand ter plaatse van het val	36
7 Draaipunten	39
7.1 Algemeen.....	39
7.2 Lagers.....	40
7.3 Ophaalbrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw.....	40
7.4 Basculebrug, lepelconstructie.....	44
7.5 Basculebrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw	45
7.6 Ophaalbrug, draaipunt balans aan hameistijl	46
7.7 Ophaalbrug, draaipunt hangstang aan val.....	48
7.8 Ophaalbrug, draaipunt hangstang-balansarm	50
7.9 Ophaalbrug, draaipunt heugelstang aan val	52
7.10 Ophaalbrug, draaipunt knikarm aan val.....	54
7.11 Basculebrug, draaipunt bewegingswerk.....	56
8 Bewegingswerk	57
8.1 Algemeen.....	57
8.2 Ophaalbrug	58
8.3 Basculebrug.....	65
9 Technische ruimtes	71
9.1 Algemeen.....	71
9.2 Aansturing.....	71
9.3 Kelder ophaalbrug.....	72
9.4 Kelder basculebrug.....	72

10	Aansturing - voorzieningen, onderdelen en software	74
10.1	Algemeen.....	74
10.2	Encoder inclusief noodeindschakelaar.....	74
10.3	Klemmenstrook afsluitboominstallatie.....	77
10.4	Klemmenstrook landverkeerseinen en scheepvaartseinen.....	78
10.5	Software.....	80
10.6	E-tekeningen.....	81
	Bijlage A (informatief) Achtergronden totstandkoming maatklassen	83
A.1	Inleiding.....	83
A.2	Noodzaak van maatklassen.....	83
A.3	Uitgangspunten.....	84
A.4	Keuze van referentiebruggen.....	85
A.5	Referentieberekeningen.....	90
A.6	Keuze maatklassen.....	90
A.7	Universele maat.....	91
A.8	Voorbeeld maatklassen referentiebruggen.....	91
	Bijlage B (informatief) Achtergronden keuzes NTA 8086	94
	Bibliografie	103

Voorwoord

Deze NTA vervangt NTA 8086:2019.

De afgelopen eeuw zijn in Nederland honderden beweegbare bruggen ontworpen en gebouwd. Per project is een optimum gezocht om aan de gestelde eisen te voldoen. Daarbij hebben ook de stand der techniek, het tijdperk waarin de brug is gebouwd, ruimtelijke inpassing, voortschrijdend inzicht en de eisen van individuele opdrachtgevers, ontwerpers en bouwers steeds invloed gehad.

Het gevolg is dat vrijwel alle beweegbare bruggen in Nederland verschillend zijn. De verschijningsvorm maar ook de details zijn steeds anders. Dit gegeven brengt met zich mee dat bij onderhoud en nieuwbouw elke keer opnieuw een uitgebreid ontwerp- en engineeringproces wordt doorlopen. Producenten kunnen nauwelijks gebruikmaken van de voordelen van serieproductie.

Tegelijkertijd is in Nederland het besef ontstaan dat de komende jaren er een enorme opgave ligt voor wat betreft het vervangen en onderhouden van beweegbare bruggen, omdat de meeste bruggen die zijn gebouwd in de jaren '60 van de vorige eeuw, de komende jaren aan het einde van hun technische levensduur zullen zijn. De traditionele wijze van werken trekt een grote wissel op de schaarse kennis en ervaring op het gebied van beweegbare bruggen in Nederland. Er is weliswaar sprake van een beweging naar standaardisatie op het gebied van (bijvoorbeeld) orthotrope brugdekken, draaipunten en bewegingswerken, maar dat gebeurt nog niet op basis van een industriële benadering.

NTA 8086 is een afspraak tussen partijen uit de bruggenbranche. 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 zo veel mogelijk tot uiting te laten komen. De voordelen van IFD zullen immers vooral kunnen worden gerealiseerd als veel opdrachtgevers deze NTA bij veel projecten gaan gebruiken, zodat het gewenste serie-effect gaat optreden.

Na de publicatie van de NTA8086:2019 is opnieuw een intensieve samenwerking opgebloeid tussen organisator NEN, opdrachtgevers, ingenieursbureaus en bouwbedrijven. Iedereen heeft zijn kennis en kunde ingebracht met het gezamenlijke belang voor ogen. Door IFD toe te passen op beweegbare bruggen kan efficiënter worden omgegaan met het proces van voorbereiding, de bouw en het onderhoud. Standaardisatie lijkt in strijd met optimalisatie per project, maar door afspraken als in deze NTA te maken kan het bouwproces in zijn geheel efficiënter verlopen en blijft er tegelijk ruimte voor een projectspecifieke invulling.

Editiegeschiedenis

NTA 8086:2019

Op initiatief van de provincies Noord-Holland en Overijssel is in 2018 gestart met NTA 8086, *Beweegbare bruggen*. De gedachte achter deze Nederlandse Technische Afspraak is dat door de principes van IFD op beweegbare bruggen toe te passen dit resulteert in een efficiëntere voorbereiding, efficiëntere bouw en efficiënter onderhoud.

In 2018 en 2019 is NTA 8086:2019 opgesteld en gepubliceerd. NEN, opdrachtgevers, ingenieursbureaus en bouwers hebben hierbij samengewerkt. De grote verdienste van deze editie is dat de keuze is gemaakt om vooral de raakvlakken tussen componenten van bruggen te standaardiseren en vast te leggen. Zo houden ontwerpers, leveranciers en bouwers de vrijheid om de componenten zelf te optimaliseren binnen de raakvlakken. Door de gestandaardiseerde raakvlakken zijn de componenten uitwisselbaar en kunnen ontwerp, productie en onderhoud efficiënter worden uitgevoerd. In NTA 8086:2019 waren de raakvlakken alleen voor één maat ophaalbrug gestandaardiseerd en vastgelegd. Deze werkwijze had echter als nadeel dat bij kleinere bruggen

NTA 8086:2020

sprake is overdimensionering, waardoor de toepassing minder efficiënt wordt. Door het toepassen van maatklassen per detail kan dat aspect worden verbeterd en wordt overdimensionering beperkt, daarom is NTA 8086:2020 gepubliceerd.

NTA 8086:2020

Afspraken over standaardisatie komen stap voor stap tot stand en daarbij zullen steeds verdergaande keuzes moeten worden gemaakt. In NTA 8086 is die ontwikkeling ook terug te vinden. In hoofdlijnen gaat het om de volgende stappen:

- a) vaststellen standaardconfiguraties die binnen de NTA vallen;
- b) voor deze configuraties vaststellen welke details/interfaces worden gestandaardiseerd;
- c) per detail standaard maatvoering/aantallen vaststellen;
- d) voor standaard details een toepassingsgebied (maatklasse) aangeven voor belastingen/afmetingen om overdimensionering te beperken (ten opzichte van de 2019-editie).

In deze NTA zijn voor raakvlakken die in NTA 8086:2019 waren geïdentificeerd, meerdere maatklassen bepaald. In bijlage A is een beschrijving opgenomen voor de wijze waarop die tot stand zijn gekomen. Verder zijn de raakvlakken geoptimaliseerd en helderder en eenduidiger vastgelegd. Er zijn ook onderwerpen toegevoegd waarvan de belangrijkste zijn:

- het raakvlak 'aansturing';
- de standaardconfiguraties voor bewegingswerken;
- de basculebrug.

Zo is het toepassingsgebied van deze NTA aanzienlijk uitgebreid en zijn er meer bouwstenen gedefinieerd die kunnen worden toegepast.

Door de ontstaansgeschiedenis van NTA 8086 en omdat tegelijkertijd ook keuzes zullen worden gemaakt over de typen bruggen waar deze NTA op van toepassing is, zijn niet alle details gelijkwaardig uitgewerkt.

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 8086

Uitwerkings-niveau IFD		Ophaalbruggen					Basculebruggen					Aanbruggen			
		Aandrijvingen (EM)	Kabelgeleiding	Aansturing/Afsluitbomen	Opleggingen	Draaipunten	Aandrijvingen (EM/EH)	Kabelgeleiding	Aansturing/Afsluitbomen	Opleggingen	Draaipunten	Randen	Steunpunten	Overgangen	Stootplaten
a)	Standaard-configuraties	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
b)	Standaarddetails			●	●	●			●	●	●	●	●	●	●
c)	Standaard-maatvoering op raakvlakken			○	●	●			○	●		●	●	●	●
d)	Maatklassen op basis van sleutelparameters					●							○		
Legenda															
● ingevuld															
○ deels ingevuld															

Volgende edities

In de volgende editie van NTA 8086 zouden de volgende onderdelen verder kunnen worden uitgewerkt, gebaseerd op wensen van de deelnemers:

- afmetingen vallen;
- basculebruggen;
- maatvoering ruimtebeslag aandrijvingen;
- maatvoering ruimtebeslag kelders;
- nieuwe aandrijvingsconcepten (actuatoren);
- aansturing;
- hydraulische aandrijvingen;
- nieuwe materialen.

NTA 8086:2020

Deze NTA is mede tot stand gekomen door een bijdrage van het Fonds Collectieve Kennis (FCK). 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
M. Agterberg	NMA
P. van Ammers	Provincie Noord-Holland
J. Asscheman	Bouwend Nederland
J. Bitter	Antea Group
A. Bletsis	Provincie Noord-Holland
P. de Boer	Provincie Overijssel
D. Cnossen	Provincie Friesland
T. Erkelens	Hollandia Infra
H. Folkerts	Movares
L. Galje	Dynniq
P. Groot	Economisch Instituut voor de Bouw
I. Grozdanov	Engie
R. Harms	Gemeente Amsterdam
K. Hendriks	Thole
B. Hesselink	Movares
H. van Heusden	Movares
W. van 't Hof	Hollandia Infra
M. Honingh	Waternet
J. Hurenkamp	CroonWolterDros
B. Hylkema	Witteveen+Bos
J. Kazimier	Antea Group
J. Kerkhoff	Janson Bridging
I. Kiselyov	Engie
H. Kraaij	Vialis
A. Kroon	ABB
H. ter Kuile	Ternet
E. Mense	Bosch Rexroth
W. van der Meulen	SPIE Wijhe
A. Mink	Provincie Noord-Holland
J. Montijn	MontynTMC

C. Mulckhuijse	CGI
M. Nanninga	Rusthoven
G. van Nistelrooij	Van Nistelrooij Project Management
M. Oerlemans	BAM Infra
J. Palthe	Provincie Zuid-Holland
R. de Ridder	Spie
T. Rood	Gemeente Amsterdam
M. Schönfeld	FiberCore Europe
P. Steeghs	SEW
B. Swildens	Prorail
H. Telder	Bruggenstichting
E. Uiterwijk	Provincie Overijssel
J. Veldheer	SEW
V. Verdouw	Movares
L. Vlieg	Provincie Drenthe
W. de Vries	Witteveen+Bos
P. Waarts	Provincie Noord Holland
R. Wagemaker	Kienia
C. Wattel	ipv Delft
T. Wintjes	Bosch Rexroth
M. Wolters	SEW
M. Wullink	Wagemaker
A. van 't Zelfde	BAM Infra
W. de Ridder (secretaris)	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, Delft

IFD-bouw beweegbare bruggen

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Deze NTA geeft richtlijnen om bij het ontwerp van beweegbare bruggen de principes van IFD toe te passen door het standaardiseren van raakvlakken tussen de belangrijkste onderdelen van de brug en het standaardiseren van configuraties.

Deze NTA is geen handleiding voor het ontwerpen van een brug en dient alleen 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.

De principes van IFD zijn:

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

De doelstelling van NTA 8086 is om de ontwerpwerkzaamheden in alle fasen van het ontwerp te vereenvoudigen en kosten te besparen bij de aanleg en het beheer van beweegbare bruggen. 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.

In de schetsontwerp- en voorontwerpfase wordt het maken van een schetsontwerp vereenvoudigd door eenvoudige keuzes van standaard details en afmetingen.

In de fase van het definitief ontwerp en de detailleringfase kan worden gebruikgemaakt van details met standaard maatvoering die gekalibreerd zijn aan bepaalde bereiken van belastingen op het desbetreffende detail. Deze bereiken zijn de zogeheten maatklassen.

Manieren om de doelstelling te bereiken zijn:

- standaardisatie van maatvoering op de raakvlakken;
- indeling in klassen van de belangrijkste details van een beweegbare brug. Dit is noodzakelijk om tegelijk met standaardisatie zo efficiënt mogelijk om te gaan met arbeid en grondstoffen;
- beperken van engineering door toepassing van een beperkt aantal klassen.

Het volgende wordt gestandaardiseerd:

- maatvoering van de opleggingen, overgangen en randen van bruggen;
- raakvlakken tussen bewegende delen (onder andere draaipunten);
- configuraties van aandrijvingen;

- raakvlakken in de aansturing;
- lay-out van infrastructuur voor kabelgeleiding.

1.2 Toepassingsgebied

NTA 8086 is van toepassing op de onderbouw, aanbruggen en de verschillende delen van ophaalbruggen en basculebruggen bij nieuwbouw en renovatie.

Voor de aandrijvingen zijn de volgende varianten opgenomen:

- ophaalbrug: elektromechanisch met een heugelstang of met een knikarm;
- basculebrug: elektrohydraulisch (cilinder) of elektromechanisch (panamawiel).

1.3 Gebruiksaanwijzing NTA 8086

1.3.1 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 beweegbare bruggen onderdeel uitmaken van de werkomvang.

De NTA kan op twee manieren worden gebruikt:

- 1) in de schets- of voorontwerpfase om in grote lijnen een ontwerp te maken dat voldoet aan de principes van IFD (zie 1.3.2);
- 2) in de detailleringsfase om de standaard details en configuraties toe te passen (zie 1.3.3).

De details en de maatvoering in deze NTA zijn onafhankelijk van de keuze voor het toe te passen materiaal of de leverancier.

In de figuren waarin de raakvlakken zijn weergegeven, zijn alleen als suggestie details weergegeven van de aansluitende constructie. De ontwerper kan deze naar eigen inzicht invullen binnen de gestelde eisen in de projectspecificatie, geldende normen en richtlijnen.

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

Maatklassen zijn bepaald aan de hand van de referentieberekeningen [1] en [2] en op basis van de methodiek, die wordt uitgelegd in bijlage A.

1.3.2 Toepassing IFD-principes in schetsontwerp en voorontwerp

Indien er behoefte is om in een vroege fase in het ontwerp een inschatting te maken van de afmetingen van verschillende onderdelen, dan is het mogelijk om gebruik te maken van de informatie die is gebruikt bij het opstellen van de referentieberekeningen. Daarbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat de uitgangspunten van het onderhanden ontwerp sterk kunnen afwijken van wat in bijlage A is gesteld. Op deze manier kan relatief snel een eerste indicatie worden verkregen van de afmetingen van de toe te passen details.

In de fase van het schetsontwerp en het voorontwerp kan deze NTA dan voor het toepassen van IFD-principes als volgt worden toegepast:

- kies een type brug: ophaalbrug of basculebrug;
- bepaal de configuratie van het beweegbaar deel en de aanbruggen met vastlegging van de overspanningen. Maak daarbij gebruik van tabel 2 en tabel A.1;
- kies een breedte van het val op basis van een zelf te bepalen dwarsprofiel, gebruikmakend van tabel A.1;
- bepaal de afmetingen van overgangen, randen en andere raakvlakdetails (zie hoofdstuk 5 t/m 7 en tabel A.2);
- kies een type aandrijving;
- bepaal de configuratie (zie hoofdstuk 8);
- kies andere van toepassing zijnde standaard raakvlakdetails.

1.3.3 Toepassing IFD-principes bij definitief ontwerp

In de fase van het definitief ontwerp worden de details vastgelegd en heeft de ontwerper een specifieke hoofdberekening opgesteld. Daarvoor worden in aanvulling op het reguliere ontwerpproces de volgende stappen van 1.3.2 doorlopen om de IFD-principes toe te passen:

- bepaal de uitgangspunten die gelden voor de te ontwerpen brug;
- maak een detailberekening van de brug op basis van de uitgangspunten uit de projectspecificatie;
- bepaal de waarden van de sleutelparameters op de raakvlakken (zie hoofdstuk 7);
- kies een detail van het raakvlak uit de klasse die past bij de belastingen op de raakvlakken die in de vorige stap zijn bepaald (zie de maatklassetabellen 5 t/m 16 in hoofdstuk 7);

OPMERKING 1 Als de berekende sleutelparameters groter zijn dan de parameters behorende bij het raakvlakdetail, valt het desbetreffende detail buiten het toepassingsgebied van deze NTA.

- werk de details uit tot een ontwerp volgens de geldende regels en toets deze aan de van toepassing zijnde normen.

OPMERKING 2 In voorkomende gevallen kunnen eisen uit de projectspecificatie maatgevend zijn voor de afmetingen van het raakvlakdetail.

De in de maatklassen gehanteerde sleutelparameters (belastingen) zijn richtingloos.

1.4 Uitgangspunten

1.4.1 Algemeen

Op deze NTA zijn de uitgangspunten van 1.4.2 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.

De uitgangspunten voor het bepalen van de maatklassen zijn vermeld in bijlage A, maar deze zijn niet universeel van toepassing.

1.4.2 Algemene uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd voor deze NTA:

Type bruggen	Ophaalbrug en basculebrug
Fase	Nieuwbouw en (grootschalige) renovatie
Type aandrijving	Elektromechanische en elektrohydraulische aandrijving
Aantal bruggen	Enkelvoudige brug
Kruising met doorvaart	Recht
Openingshoek	Val buiten de doorvaart
Ophaalbrug	Brug met losse priemen aan buitenkant brug
Basculebrug	Brug met bascule in kelder

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 1010, *Elektrische installaties voor laagspanning – Nederlandse implementatie van de HD-IEC 60364-reeks*

NEN 6786-1, *Voorschriften voor het ontwerp van beweegbare delen van kunstwerken – Deel 1: Beweegbare bruggen (VOBB)*

NEN 6787, *Het ontwerpen van beweegbare bruggen – Veiligheid*

NEN 6787-1, *Veiligheid van beweegbare kunstwerken – Deel 1: Beweegbare bruggen (in voorbereiding)*

NEN-EN 1090-2, *Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures*

NEN-EN 1317:reeks, *Road restraint systems*

NEN-EN 1991-2, *Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges*

NEN-EN-IEC 62061, *Veiligheid van machines – Functionele veiligheid van veiligheidsgerelateerde elektrische, elektronische en programmeerbare elektronische besturingssystemen*

NEN-EN-ISO 13854, *Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body*

NEN-ISO 3320, *Fluid power systems and components – Cylinder bores and piston rod diameters and area ratios – Metric series*

NEN-ISO 6020:reeks, *Hydraulic fluid power – Mounting dimensions for single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) series*

3 Termen en definities

Voor dit document gelden de volgende termen en definities.

OPMERKING Voor overige termen en definities, zie NEN 6786-1.

3.1

bovenbouw

val met de bijbehorende ondersteunings- en draagconstructies van de beweegbare brug

3.2

dekelementen

elementen waaruit aanbruggen zijn samengesteld

3.3

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.

3.4

landhoofd

grondkerende en dragende gefundeerde betonconstructie bestaande uit kop (frontwand en eventuele sparing), wand en steunpunt voor een aanbrug of val

3.5

'nosing joint'

watertichte voegovergang, meestal bestaande uit stalen randprofielen met ingeklemde rubberprofielen

3.6

onderbouw

tussensteunpunt en landhoofd

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

tussensteunpunt

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

4 Symbolen en afkortingen

4.1 Symbolen

a	keeldoorsnede hoeklas
b	breedte van de onderflens van de hoofdligger
d_{sp}	diepte sparing
h_{sp}	hoogte sparing
h_{constr}	hoogte constructie
$h_{opl.}$	hoogte oplegging
\emptyset	doorsnede
N_{obs}	het geschatte of getelde aantal zware voertuigen per jaar

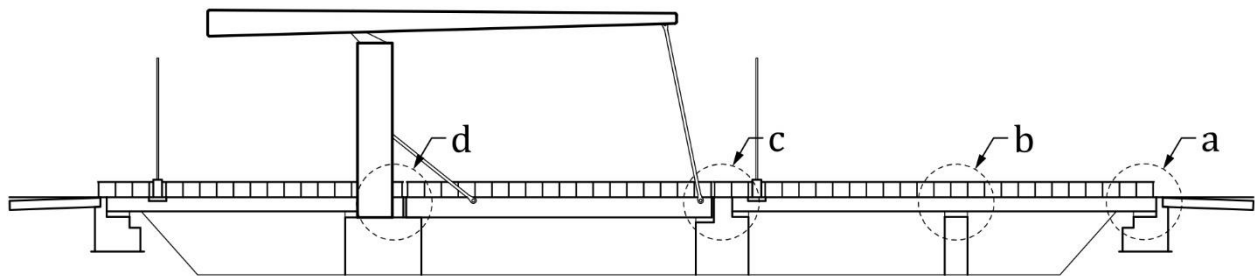
4.2 Afkortingen

h.o.h.	hart-op-hartafstand
hwa	hemelwaterafvoer
EH	elektrohydraulisch
EM	elektromechanisch

5 Onderbouw en bruginrichting

5.1 Sparingen steunpunten

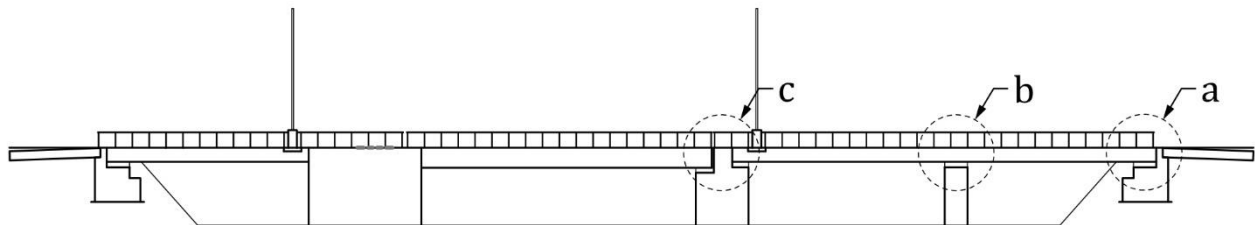
Voor het definiëren van de sparring voor de steunpunten is de benodigde ruimte bepaald voor de oplegging van het val, de dekelementen en de stootplaten. Zie figuur 1 voor een overzichtstekening.



Legenda

- a aansluiting aanbrug en stootplaat, zie figuur 3
- b aansluitingen aanbruggen op tussensteunpunt, zie figuur 4
- c aansluiting voorzijde val en aanbrug op onderbouw, zie figuur 5
- d aansluiting achterzijde val en aanbrug op onderbouw, ophaalbrug, zie figuur 6

Figuur 1 — Ophaalbrug, raakvlakken steunpunten



Legenda

- a aansluiting aanbrug en stootplaat, zie figuur 3
- b aansluitingen aanbruggen op tussensteunpunt, zie figuur 4
- c aansluiting voorzijde val en aanbrug op onderbouw, zie figuur 5

Figuur 2 — Basculebrug, raakvlakken steunpunten

Voor de sparingen in de onderbouw in de hoogte- en diepterichting moeten voor de overspanning de afmetingen volgens tabel 2 zijn 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 3) of een tussensteunpunt (figuren 4, 5 en 6) is standaard. Daaronder kunnen andere maten zijn toegepast, wat onder andere afhankelijk is van de wijze van funderen (op staal of op palen). Bepalend voor de diepte van de sparring is de benodigde opleggingsruimte van de dekelementen, het val en de stootplaten. Voor het raakvlak tussen de stootplaten en het landhoofd wordt binnen het toepassingsgebied één afmeting gehanteerd.

De volgende uitgangspunten worden aangehouden:

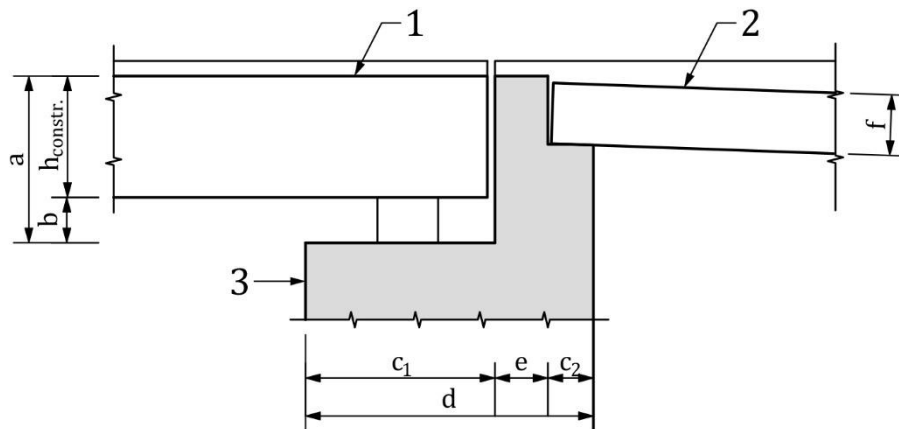
- De sparingen zijn gebaseerd op geprefabriceerde dekelementen; de materiaalkeuze voor de dekelementen is vrij, mits deze passen binnen de sparingen.
- Voor het ontwerp van de dekelementen behoort zoveel mogelijk te worden gebruikgemaakt van geprefabriceerde elementen. Dit in verband met standaardisatie, grootst mogelijke demontabiliteit en hergebruik.
- De constructiehoogte van de overspanningen is gebaseerd op de belastingen in de uiterste grenstoestand.
- De kruising is haaks.
- Voor de breedte van het landhoofd ter plaatse van de fundering moet de praktische maat 2,5 m worden aangehouden, zie figuur 3.
- Voor de oplegging moeten de hoogtes b , b_1 en b_2 en breedtes c , c_1 of c_2 volgens figuren 3, 4, 5 en 6 worden aangehouden, in verband met inspectie en onderhoudbaarheid.

Voor de bepaling van de sparingen van de steunpunten moet voor de hoogte van de dekelementen van aanbruggen per categorie een maat worden aangehouden volgens tabel 2. Tevens zijn in deze tabel per categorie de vaste hoogtes te vinden van de opleggingen.

Tabel 2 — Categorieën voor bepaling sparingen steunpunten aanbruggen

Categorie	Overspanning m	Hoogte mm		
		Constructiehoogte $h_{\text{constr.}}$	Oplegging b	Totale inkassing a
1	0 m < overspanning < 10 m	500	300	800
2	10 m ≤ overspanning ≤ 20 m	870	300	1 170
3	20 m < overspanning < 30 m	1 250	300	1 550

Voor de benodigde sparingen voor de aansluiting aanbrug en stootplaat moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 3 zijn aangehouden.



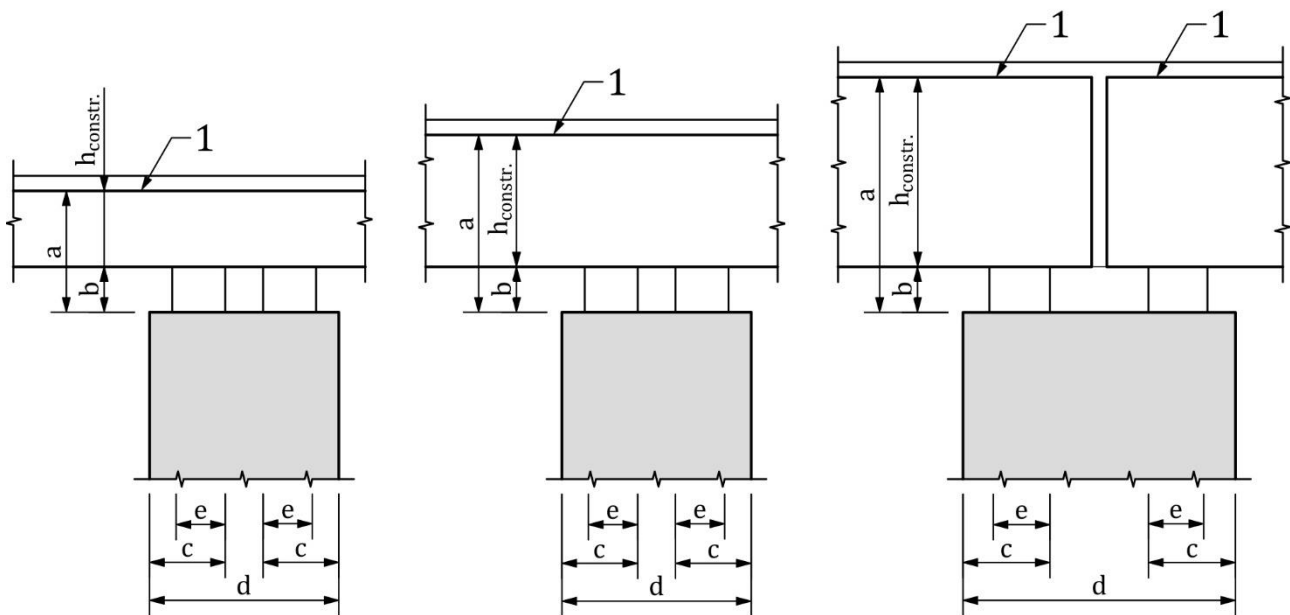
Legenda

1	aanbrug	a	categorie 1: max. 800 mm/categorie 2: max. 1 170 mm/categorie 3: max. 1 550 mm
2	stootplaat	b	300 mm
3	frontwand	c ₁	1 250 mm
		c ₂	sparing: 300 mm
		d	praktische maat 1 900 mm, exacte breedte volgt uit constructieve berekening
		e	350 mm
		f	dikte stootplaat: 400 mm
		h _{constr.}	zie tabel 2

Figuur 3 — Aansluiting aanbrug en stootplaat

De afmetingen van de stootplaten zijn gelijk voor alle wegtypen, ongeacht de breedte van het landhoofd. De afmetingen van de stootplaten zijn bepaald op basis van de geformuleerde uitgangspunten en zijn te vinden in 5.2.2. De dikte van de stootplaten moet worden bepaald voor de belastingen in de uiterste grenstoestand.

Voor de benodigde opleggingen voor de aansluiting van de aanbruggen op een tussensteunpunt moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 4 zijn aangehouden.



a) Categorie 1

b) Categorie 2

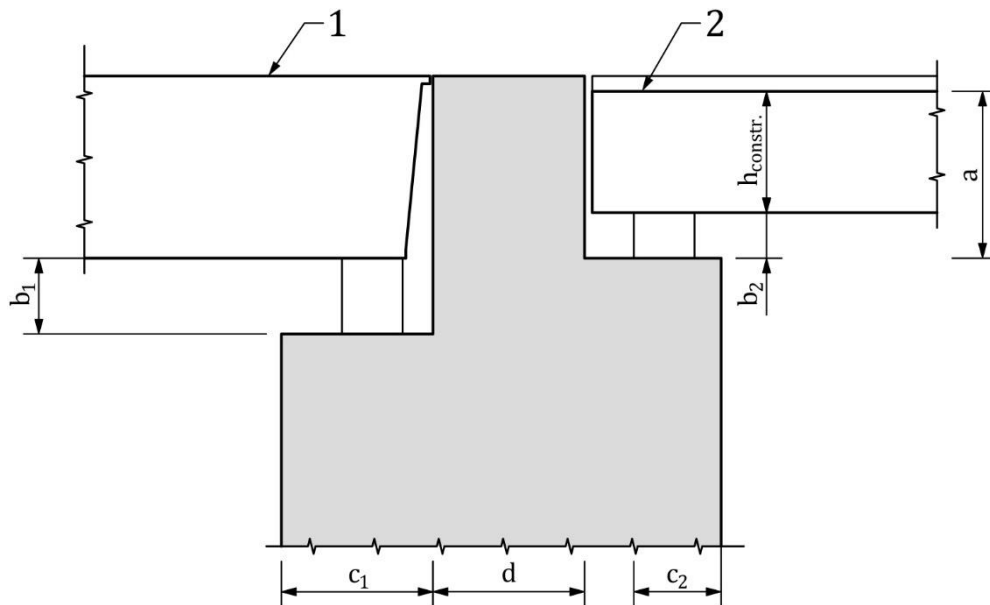
c) Categorie 3

Legenda

	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
1 dekelement	a 800 mm	a 1 170 mm	a 1 550 mm
	b 300 mm	b 300 mm	b 300 mm
	c 500 mm	c 500 mm	c 575 mm
	d 1 250 mm	d 1 250 mm	d 1 800 mm
	e 350 mm	e 350 mm	e 400 mm
	h_{constr} zie tabel 2	h_{constr} zie tabel 2	h_{constr} zie tabel 2

Figuur 4 — Aansluitingen aanbruggen op tussensteunpunt, categorieën 1, 2 en 3

Indien de overspanning van de aanbruggen 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. Voor het benodigde ruimtebeslag voor de aansluiting voorziede val en aanbrug op de onderbouw moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 5 zijn aangehouden.

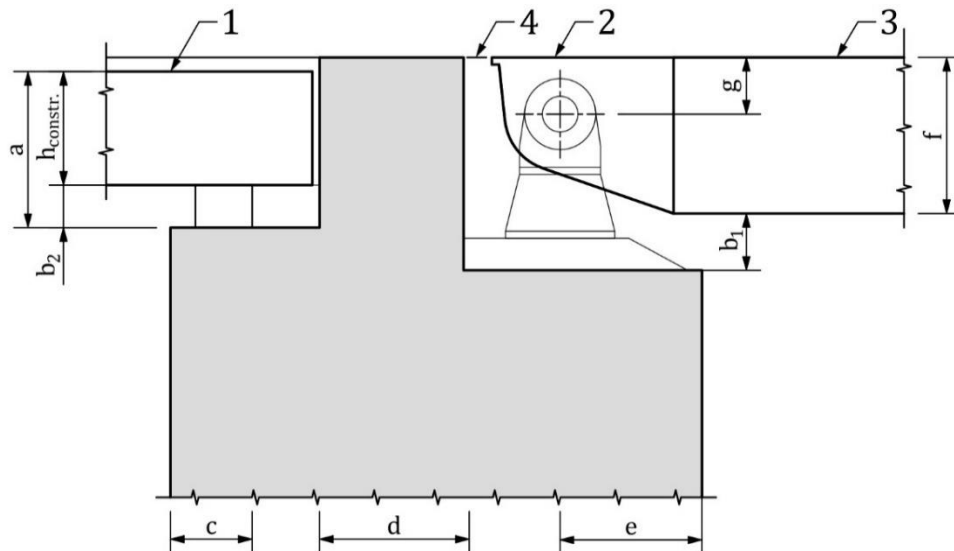


Legenda

- | | | |
|-----------|---------------------|---|
| 1 val | a | categorie 1: 800 mm/categorie 2: 1 170 mm/categorie 3: 1 550 mm |
| 2 aanbrug | b ₁ | minimaal 500 mm |
| | b ₂ | 300 mm |
| | c ₁ | nader te bepalen op basis van Ontw. NEN 6787-1 |
| | c ₂ | 575 mm |
| | d | restmaat met voldoende ruimte voor details figuren 13 en 15, en exacte breedte volgt uit constructieve berekening |
| | h _{constr} | zie tabel 2 |

Figuur 5 — Aansluiting voorzijde val en aanbrug op onderbouw

Voor het benodigde ruimtebeslag voor de aansluiting aanbrug en achterzijde val op de onderbouw moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 6 zijn aangehouden.



Legenda

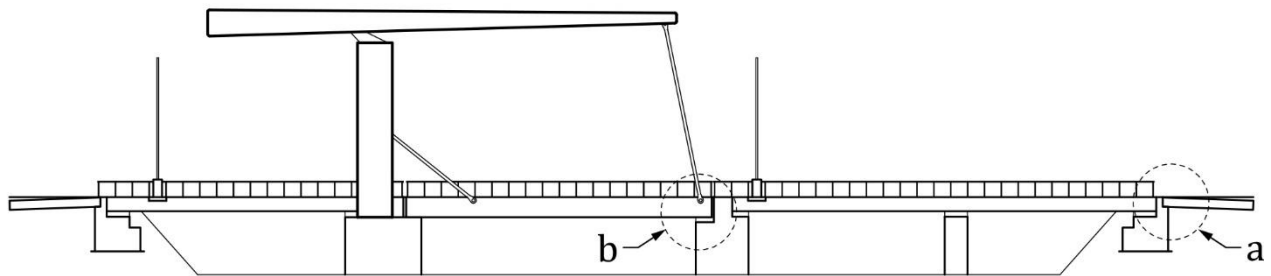
1	aanbrug	a	categorie 1: 800 mm/categorie 2: 1 170 mm/categorie 3: 1 550 mm
2	lepelconstructie	b ₁	500 mm
3	val	b ₂	300 mm
4	rijijzer	c	575 mm
		d	restmaat (ruimte voor hameitoren/kelder voor aandrijving/kelder voor bascule)
		e	1 000 mm bij lengte val ≤ 12 m 1 200 mm bij lengte val 12 m < l ≤ 14 m 1 500 mm bij lengte val 14 m < l ≤ 16,5 m (maat e is zonder wrijfhouten)
		f	hoogte hoofdlijger
		g	300 tot 500 mm, afhankelijk van hoogte hoofdlijger
		h _{constr.}	zie tabel 2

Figuur 6 — Aansluiting achterzijde val en aanbrug op onderbouw, ophaalbrug

5.2 Opleggingen

5.2.1 Algemeen

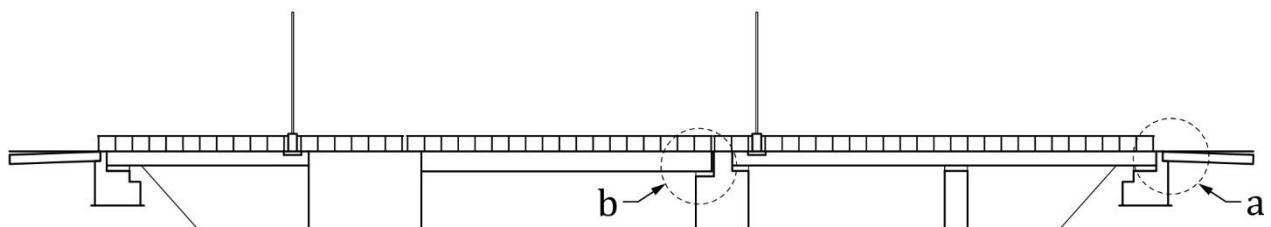
In figuren 7 en 8 zijn de raakvlakken voor de voegovergang tussen val en tussensteunpunten/landhoofden weergegeven, samen met de verwijzing naar de desbetreffende figuren waarin de details zijn weergegeven.



Legenda

- a aansluiting aardebaan aan landhoofd, zie figuur 9
- b oplegging val op steunpunt, zie figuur 10

Figuur 7 — Ophaalbrug, raakvlakken opleggingen stootplaat en val



Legenda

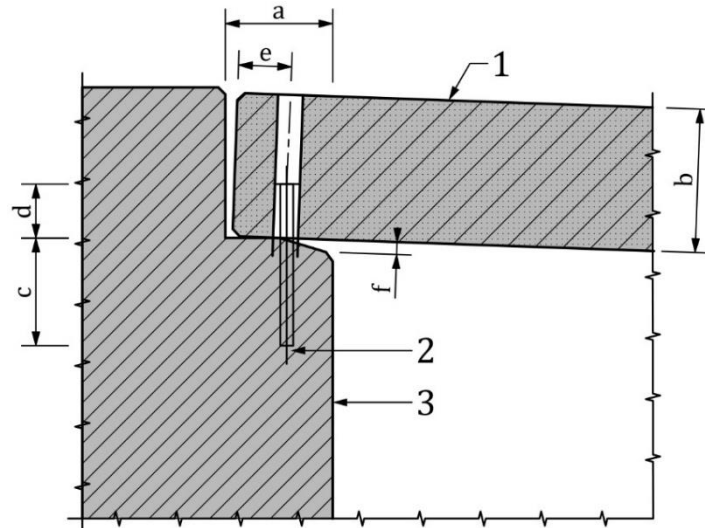
- a aansluiting aardebaan aan landhoofd, zie figuur 9
- b oplegging val op steunpunt, zie figuur 10

Figuur 8 — Basculebrug, raakvlakken opleggingen stootplaat en val

5.2.2 Aansluiting aardebaan aan landhoofd

In figuur 9 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 is bepaald voor de belastingen in de uiterste grenstoestand.

Voor de oplegging van de stootplaat moeten de afmetingen volgens figuur 9 zijn aangehouden. De stootplaten behoren een lengte te hebben van maximaal 5,0 m, een breedte van 0,99 m (effectief 1,00 m) en een dikte 0,4 m. Voor de stalen doken moeten de afmetingen volgens de legenda van figuur 9 zijn aangehouden.



Legenda

1	stootplaat	a	300 mm
2	stalen doken $\varnothing 25$ B500B h.o.h. 500 mm	b	400 mm
3	frontwand landhoofd	c	350 mm
		d	150 mm
		e	150 mm
		f	30 mm

Figuur 9 — Detail oplegging stootplaat

5.2.3 Oplegging val op steunpunt

De opleggingen moeten onder elke hoofdligger of onder de voorste dwarsdrager in de nabijheid van de hoofdligger zijn gesitueerd. Om de oplegging eenvoudig te kunnen uitwisselen zijn de oplegblokken bevestigd volgens een standaard ankerpatroon.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De minimum inbouwhoogte is 500 mm om te voldoen aan geharmoniseerde Europese norm NEN-EN-ISO 13854; zie figuur 10, maat a.
- De opleggingen van alle bruggen binnen het toepassingsgebied hebben dezelfde afmetingen.
- De opleggingen zijn in hoogte instelbaar om eventueel optredende zettingen te kunnen opvangen.
- Het vrij is om te kiezen voor een bepaald type oplegblok, met of zonder rubber.

Voor de bepaling van de benodigde vrije ruimte is aangehouden dat ter plaatse van de oplegging een stalen oplegblok (5 in de legenda van figuur 10) aan de onderrand van de hoofdligger of voorste dwarsdrager is bevestigd met doorgaande bouten ($4 \times M16$) op een vast gatenpatroon. Tussen het oplegblok en het val is stelruimte beschikbaar voor het opvangen van toleranties.

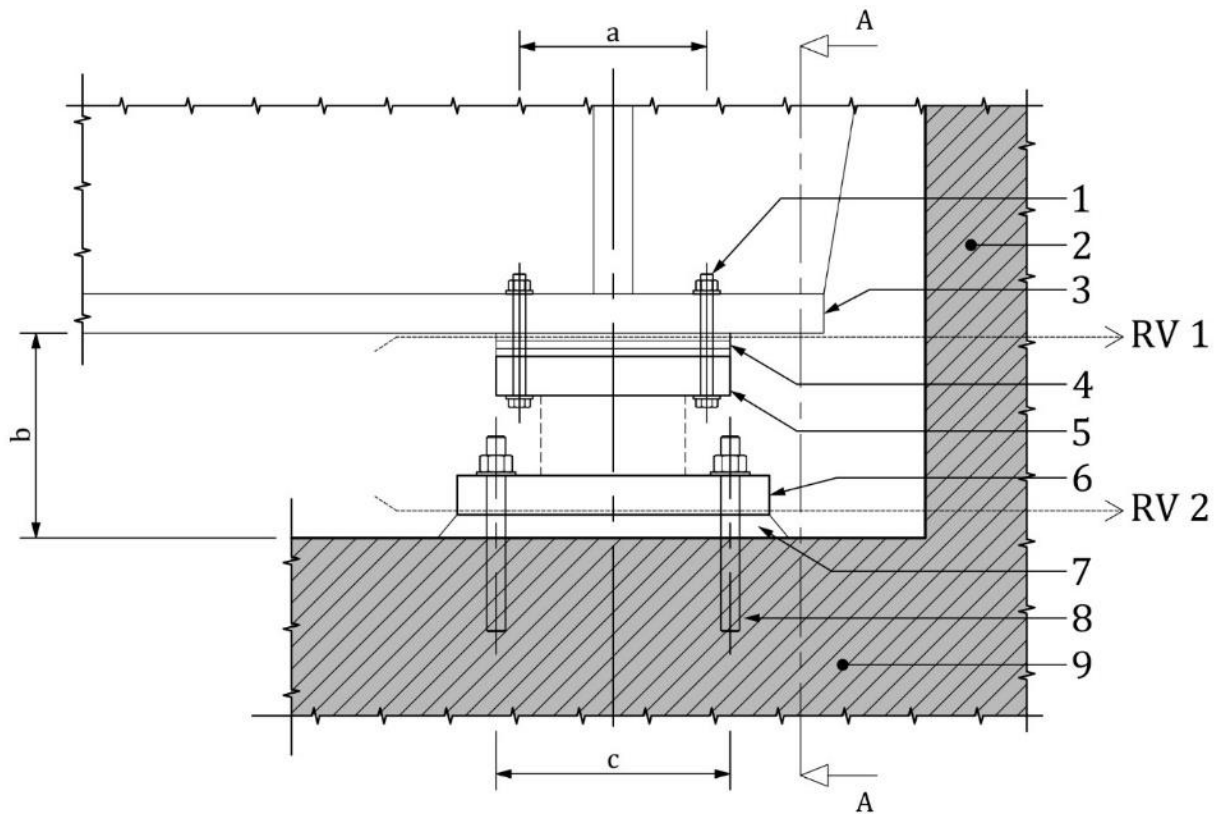
Indien gewenst biedt de maatvoering volgens figuur 10 voldoende ruimte om het oplegblok aan de zijde van het val te voorzien van een rubberplaat die wordt gevulkaniseerd aan het stalen oplegblok.

De oplegging aan de zijde van het steunpunt bestaat eveneens uit een stalen oplegblok die met een standaard ankerpatroon wordt bevestigd aan de onderbouw. De ondersabelde oplegging moet met ankers zijn bevestigd aan de plaatselijke opstort op de onderbouw (9 in figuur 10).

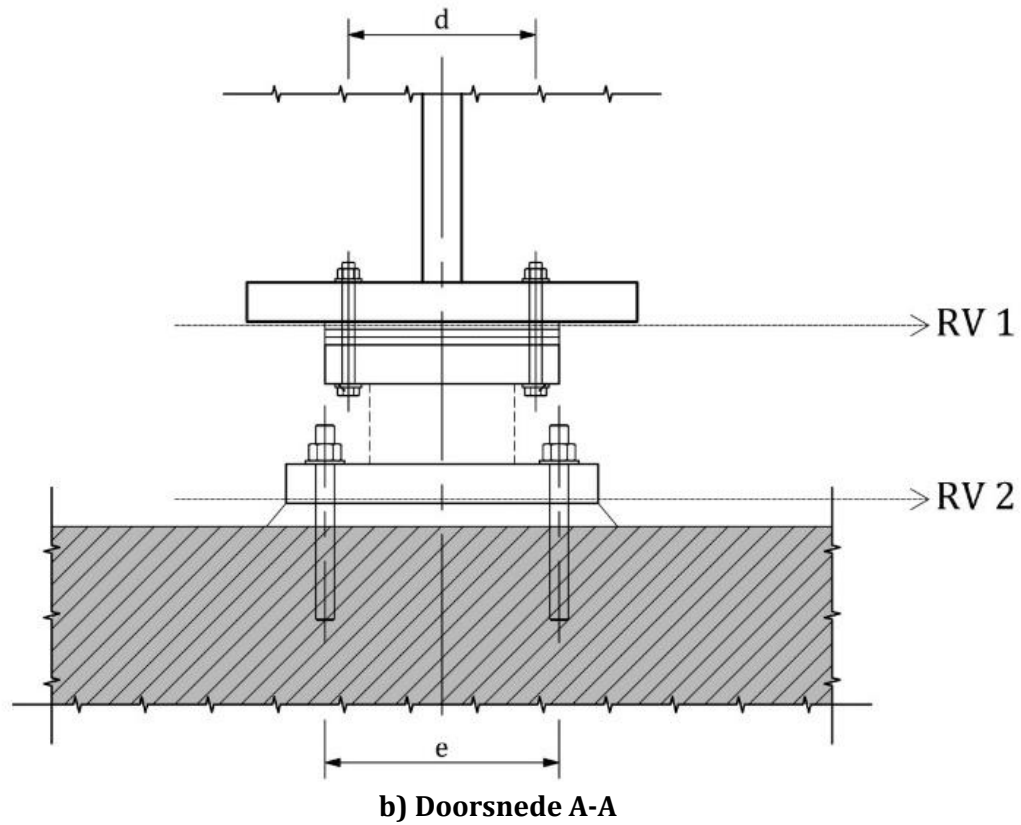
Bij het ontwerp van de oplegging van het val op het steunpunt behoort aandacht te worden geschonken aan een deugdelijke hemelwaterafvoer. Voorkomen moet worden dat hemelwater niet, slecht of vrij aflopend langs de frontwanden kan worden afgevoerd, met daarmee gepaard gaande vervuiling. Tevens moet bij het ontwerp worden voorkomen dat door een onjuiste combinatie van materialen galvanische corrosie kan ontstaan.

Bij het ontwerp van de oplegging van het val op het steunpunt behoort tevens aandacht te worden geschonken aan geluidshinder door resonantie en trillingen in het val.

Voor het opnemen van een horizontale belasting als gevolg van een aanvaring moet apart van de oplegging een extra voorziening worden getroffen. Deze voorziening is niet opgenomen als standaard in deze NTA. Deze voorziening kan ook worden geïntegreerd in de oplegstoelen.



a) Oplegging val

**Legenda**

RV 1 raakvlak 1
 RV 2 raakvlak 2

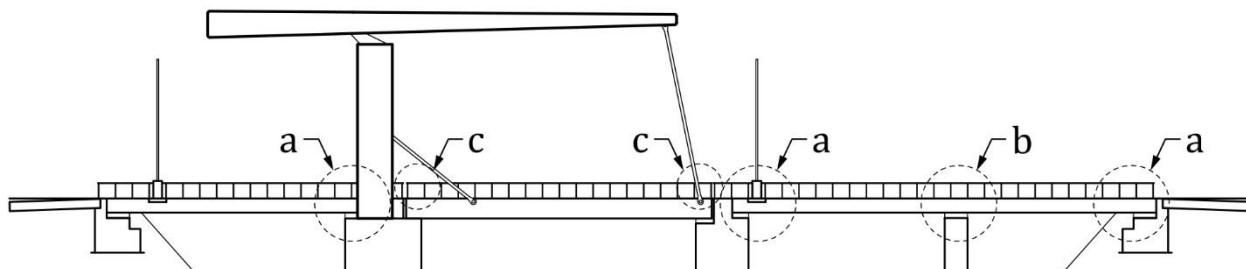
1	doorgaande bouten M16	a	240 mm
2	onderbouw	b	265 mm
3	val	c	300 mm
4	stelplaten	d	240 mm
5	oplegblok val	e	300 mm
6	oplegblok onderbouw		
7	ondersabeling		
8	lijmankers M24		
9	lokale opstort		

Figuur 10 — Oplegging val

5.3 Overgangsconstructies

5.3.1 Algemeen

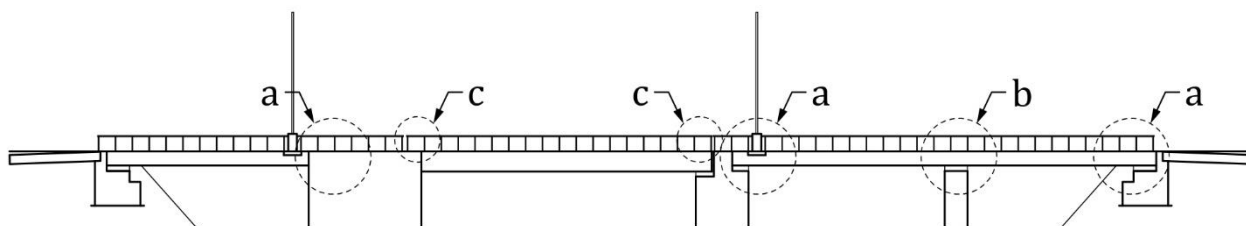
In figuren 11 en 12 zijn de raakvlakken voor de voegovergang tussen val en tussensteunpunten/landhoofden weergegeven en tussen aanbruggen en landhoofden.



Legenda

- a figuur 13
- b figuur 14
- c figuur 15

Figuur 11 — Ophaalbrug, raakvlakken voegovergangen aanbrug



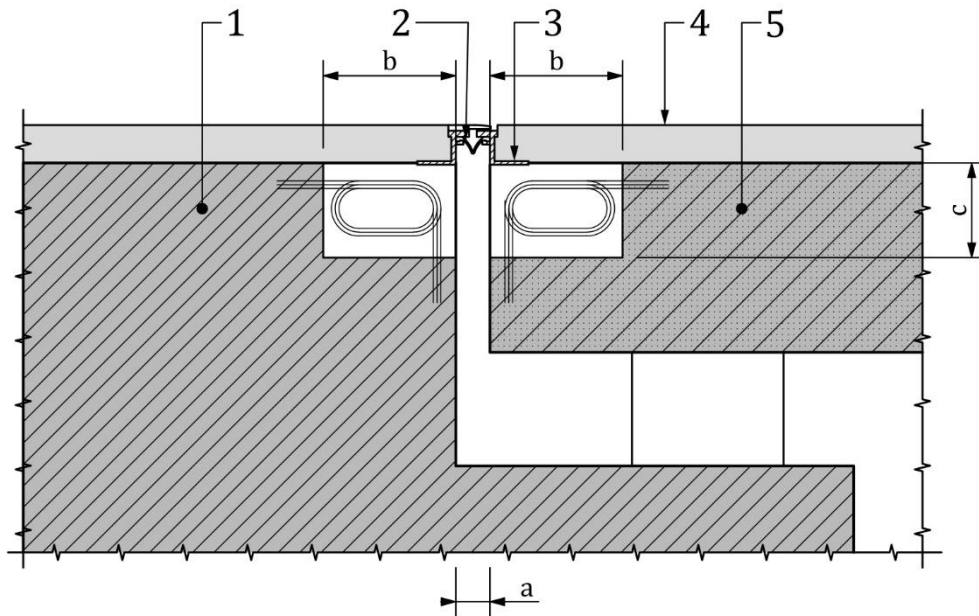
Legenda

- a voegovergang landhoofd/steunpunt-aanbrug, zie figuur 13
- b voegovergang uitgevoerd als buigslappe voeg, zie figuur 14
- c voegovergang naar val op steunpunt, zie figuur 15

Figuur 12 — Basculebrug, raakvlakken voegovergangen aanbrug

5.3.2 Voegovergang landhoofd-aanbrug

De sparingen die in het landhoofd en de dekelementen moeten worden aangehouden om een voegovergang te plaatsen, zijn gegeven in figuur 13. Deze afmetingen zijn gebaseerd op de toepassing van een waterdichte voegovergang, type 'nosing joint'. De sparing biedt tevens voldoende ruimte voor het toepassen van een renovatievoeg.



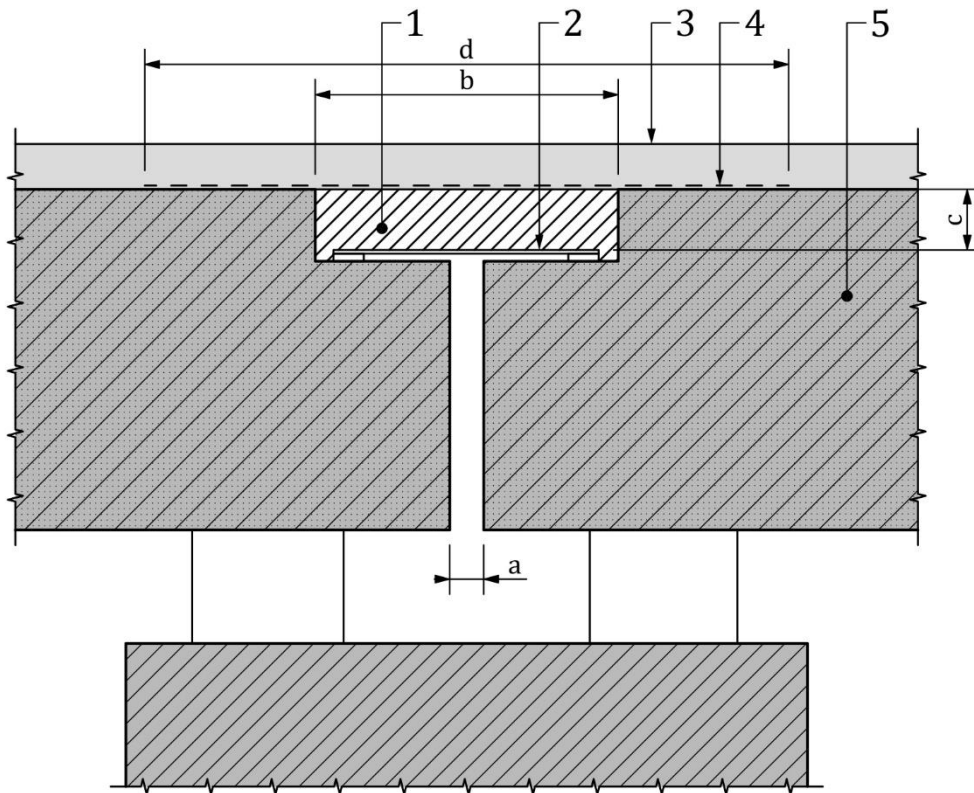
Legenda

1 landhoofd/steunpunt	a 90 mm
2 waterdichte afdichting	b 350 mm
3 stalen randprofiel	c 250 mm
4 wegverharding	
5 aanbrug	

Figuur 13 — Voegovergang landhoofd/steunpunt-aanbrug

5.3.3 Voegovergang aanbruggen op een tussensteunpunt

Voegovergangen op tussensteunpunten voor dekelementen van categorie 3 (zie tabel 2) mogen worden uitgevoerd als buigslappe voeg. Voor voegovergangen uitgevoerd als buigslappe voeg moeten het ontwerp en de afmetingen volgens figuur 14 worden aangehouden. De plakstrook (4 in figuur 14) moet een breedte (= de rijrichting) van 1 700 mm hebben over de gehele lengte van de voeg.



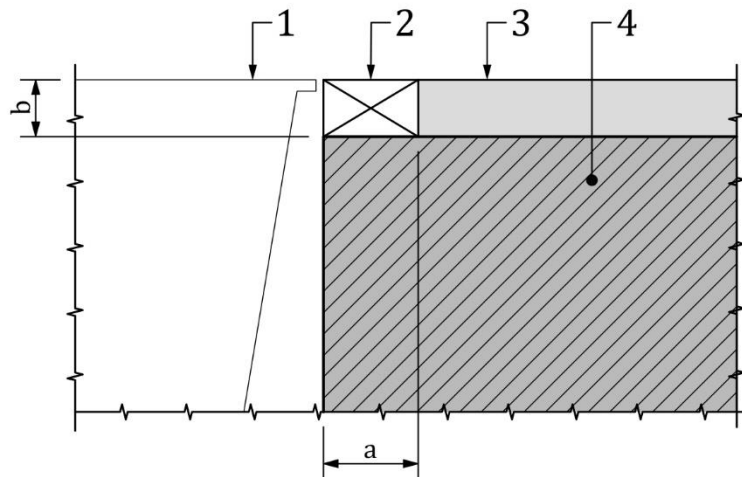
Legenda

1	buigslappe voeg	a	90 mm
2	plaat	b	800 mm
3	wegverharding	c	160 mm
4	plakstrook	d	1 700 mm
5	aanbrug		

Figuur 14 — Voegovergang uitgevoerd als buigslappe voeg, categorie 3

5.3.4 Voegovergang tussen val en steunpunten/landhoofden

Als uitgangspunt voor de voegovergang op het tussensteunpunt/landhoofd is gekozen voor ruimtereservering die mogelijkheid biedt voor een oplossing met een rijijzer of met een betonbalk. De benodigde sparing voor een rijijzer in de civiele constructie of een betonbalk is weergegeven in figuur 15.



Legenda

- | | |
|-----------------------------|----------|
| 1 val | a 250 mm |
| 2 vulling; staalvezelbeton | b 150 mm |
| 3 wegverharding | |
| 4 tussensteunpunt/landhoofd | |

Figuur 15 — Voegovergang naar val op steunpunt

5.4 Leuning en geleiderail

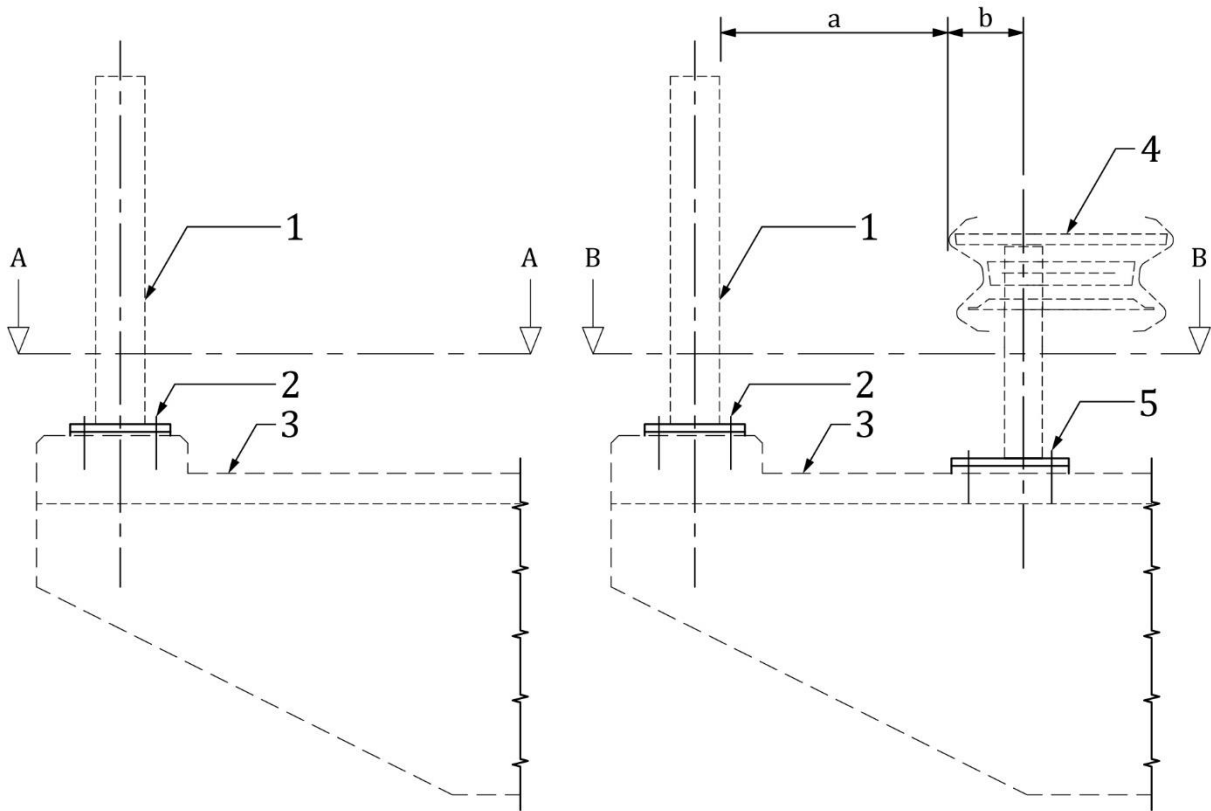
In figuur 16 zijn de raakvlakken voor de leuning en de geleiderail op de randafwerking van de aanbruggen weergegeven. De beschikbare breedte van het wegdek moet vrij indeelbaar zijn en vrij zijn van verhogingen ter plaatse van de geleiderail, bij de leuning en bij de rijbaanafscheiding in het midden van de brug.

Als uitgangspunt voor de bepaling van de bevestiging van een geleiderail aan de randafwerking is uitgegaan van een geleiderailconstructie klasse H2 volgens NEN-EN 1317-2. Op de aanbruggen is de geleiderailconstructie op trapeziumvormige grondplaten bevestigd.

De aansluiting van een leuning en een geleiderail op de randafwerking van een aanbrug moet zijn uitgevoerd volgens de afmetingen in figuur 16. Uitgangspunt voor de bevestiging van de leuning is dat deze ook geschikt is voor een situatie waar geen geleiderail aanwezig is en de leuning ook een voertuigkering is.

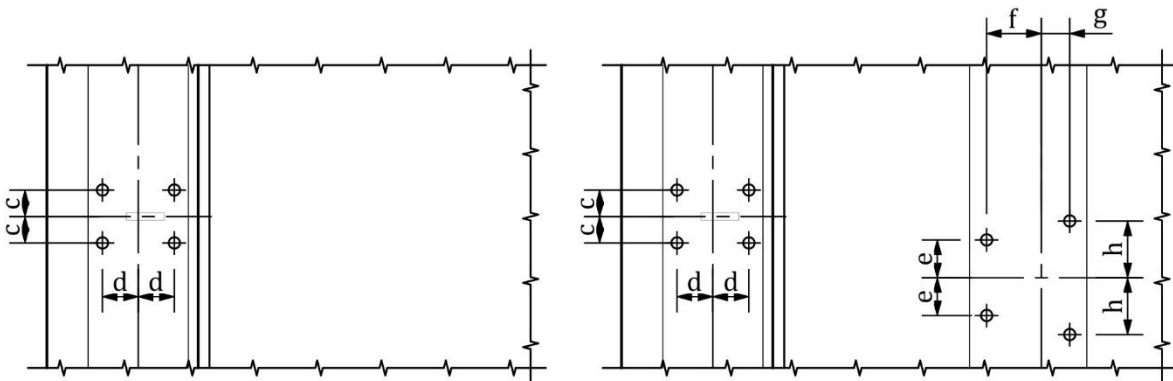
Voor de toe te passen ankers moeten de typen en aantallen worden aangehouden volgens de legenda van figuur 16.

De leuningwerken zelf zijn vrij te ontwerpen, mits ze voldoen aan de gangbare eisen.



a) Aansluiting leuning

b) Aansluiting leuning met geleiderail



c) Doorsnede A-A

d) Doorsnede B-B

Legenda

- | | | |
|-------------------|-----------------|----------|
| 1 leuning | a \geq 600 mm | f 145 mm |
| 2 ankers M24 (4x) | b 200 mm | g 75 mm |
| 3 aanbrug | c 70 mm | h 150 mm |
| 4 geleiderail | d 95 mm | |
| 5 ankers M24 (4x) | e 100 mm | |

Figuur 16 — Aansluiting leuning en geleiderail op randafwerking aanbrug

5.5 Afsluitboominstallatie

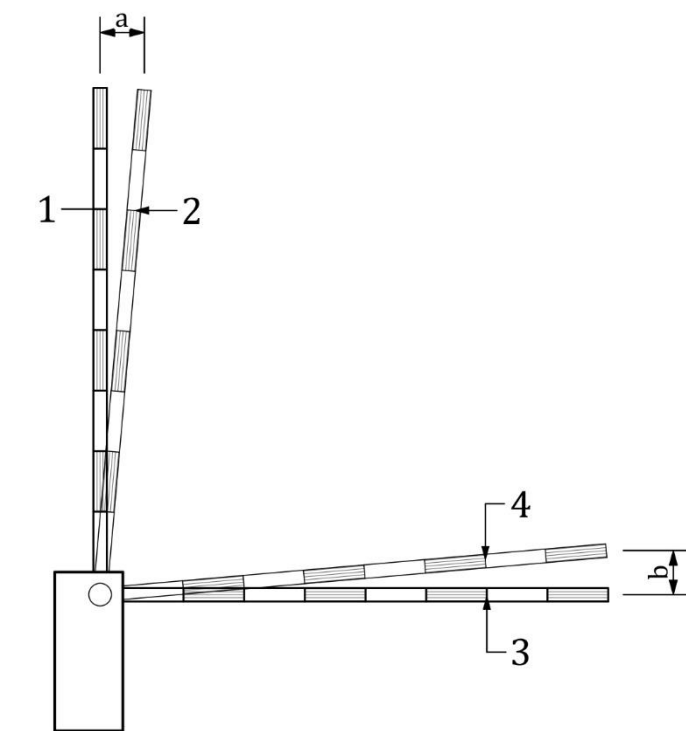
In deze paragraaf worden de aspecten van de afsluitboominstallatie in relatie tot de onderbouw besproken. In hoofdstuk 10 is de informatie te vinden over de afsluitboominstallatie en de aansturing.

De afsluitboominstallatie moet voldoen aan Ontw. NEN 6787-1.

De gereserveerde ruimte voor de behuizing van de afsluitboominstallatie moet minimaal $0,6 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$ zijn. Voor het veilig kunnen uitvoeren van onderhoud en handbediening, zonder dat verkeersmaatregelen nodig zijn, moet aan de zijde waar zich de toegangsdeur voor onderhoud bevindt, een vrije ruimte van minimaal 600 mm aanwezig zijn. De toegangsdeur bevindt zich aan de afrijzijde of aan de achterzijde. De vrije ruimte voor de behuizing van de afsluitboominstallatie is hierdoor in het geval van een toegangsdeur aan de afrijzijde in totaal $600 \text{ mm} \times 1\,600 \text{ mm}$.

Indien vanwege de wegingdeling geen ruimte beschikbaar is op het wegdek of de steunpunten, moet de behuizing van de afsluitboominstallatie worden geplaatst op een console met de hiervoor beschreven minimale maatvoering aan de buitenzijde van de aanbruggen, respectievelijk de steunpunten/landhoofden.

In figuur 17 zijn de definities benoemd voor de verschillende afsluitboomstanden.



Legenda

- 1 stand op (90°)
- 2 stand voor-op
- 3 stand neer (0°)
- 4 stand voor-neer
- a max. 200 mm
- b max. 200 mm

Figuur 17 — Afsluitboomstanden met de maximale afwijking uit de normale stand

Nadat het brugval weer is gesloten, moet het mogelijk zijn om alle afsluitbomen gelijktijdig te openen. Voor het openen van de afsluitbomen moeten de akoestische signaalgevers een minimale (instelbare) tijd ingeschakeld zijn. Als alle afsluitbomen zijn geopend, moeten de akoestische signaalgevers en landverkeerseinen worden uitgeschakeld.

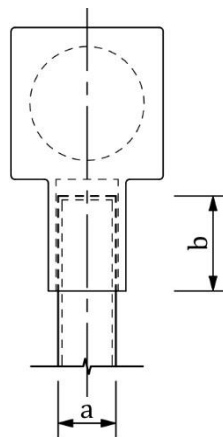
5.6 Landverkeerseinen en scheepvaartseinen in relatie tot de onderbouw

In deze paragraaf worden de aspecten van de koppeling van de seinen in relatie tot de onderbouw besproken. In hoofdstuk 9 is de informatie te vinden over de elektrische specificaties van de seinen.

Voor de toepassing van seinverlichting moet worden gebruikgemaakt van de gestandaardiseerde afmetingen, zoals die in de markt worden toegepast.

De paalsok waarop het sein is bevestigd, moet de afmetingen hebben zoals weergegeven in figuur 18 en tabel 3:

- Voor een standaard verkrijgbare afmeting voor led-verlichting met een diameter van 200 mm bedraagt de diameter van de paalsok 76 mm.
- Voor de waarschuwingsseinen met led-verlichting en sommige grotere scheepvaartseinen met een diameter van 300 mm geldt als standaard afmeting van de paalsok een diameter van 102 mm.



Legenda

- a diameter buis.
- b vrije inbouwhoogte paalsok

Figuur 18— Paalsokafmetingen

Tabel 3 — Paalsokafmetingen

	Klasse 1	Klasse 2
a	76 mm	102 mm
b	125 mm	200 mm

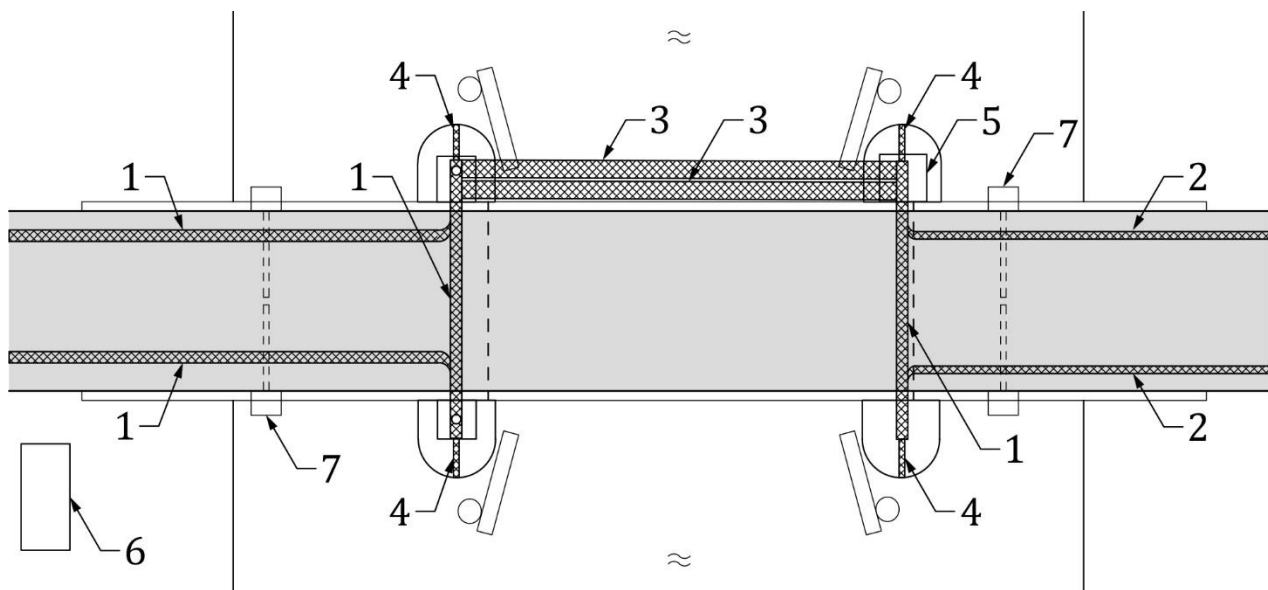
Voor de toepassing van LED2-led-verlichting moet worden gebruikgemaakt van de gestandaardiseerde specificaties, zoals die in de markt worden toegepast. In tabel 4 zijn deze specificaties te vinden.

Tabel 4 — Mechanische specificaties LED2

	200 mm led-verkeerslicht	300 mm led-verkeerslicht
Diameter	208	301
Diepte excl. lens	70	120
Diepte incl. lens	100	130
Temperatuur in de lamp	-30 °C tot +85 °C	
Afdichtingsklasse	IP67	

5.7 Infrastructuur voor kabelgeleiding van de aansturing (zinker, mantelpijpen en kabeltrekput)

De infrastructuur voor de kabelgeleiding moet in de ontwerpfase worden meegenomen om ervoor te zorgen dat er op alle belangrijke plekken ruimte wordt gereserveerd voor de kabels voor de aansturing. Door dit in de ontwerpfase al mee te nemen kan flexibel worden ingespeeld op veranderingen, onderhoud en vervanging van onderdelen.



Legenda

- 1 mantelbuis 1 x 90 mm
- 2 mantelbuis 1 x 90 mm
- 3 zinker 125 mm (2x)
- 4 mantelbuis 1 x 25 mm
- 5 kabeltrekput
- 6 apparatenkast
- 7 afsluitboom installatie

Figuur 19 — Kabelgeleiding-infrastructuur

Ten behoeve van de bekabeling tussen en naar de diverse componenten (E-componenten) die deel uitmaken van de aansturing van de standaardbrug, moeten minimaal de volgende voorzieningen worden aangebracht (zie figuur 19):

a) voorziening ten behoeve van de aanbrug van de aandrijfzijde, hameitoren en apparatenkast op de oever:

— mantelbuizen, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de aanbrug, bestaande uit:

2× HDPE-diameter 90 mm, parallel te leggen aan de hoofdas, aan weerszijden van de aanbrug. Deze mantelbuizen leiden de kabels enerzijds vanaf de oever, komend vanuit de apparatenkast, de aanbrug in, anderzijds uitkomend onderin de beide hameitoren.

— mantelbuis, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de aanbrug, bestaande uit:

1× HDPE-diameter 90 mm, haaks te leggen op de hoofdas. Deze mantelbuis leidt kabels van de ene hameitoren naar de andere hameitoren. Deze mantelbuis treedt de hameitoren in via de onderkant.

— mantelbuizen, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de aanbrug, bestaande uit:

2 x HDPE-diameter 25 mm, haaks te leggen op de hoofdas. Deze mantelbuis leidt kabels vanuit de beide hameitoren naar de buitenzijde van de pijlers, onder andere voor de bekabeling van scheepvaartseinen dan wel aanvullende overige apparatuur.

b) voorzieningen ten behoeve van de aanbrug voor de niet aangedreven zijde:

— mantelbuizen, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de aanbrug, bestaande uit:

2× HDPE-diameter 90 mm, parallel te leggen aan de hoofdas, aan weerszijden van de aanbrug. Deze mantelbuizen leiden de kabels enerzijds vanaf de oever, komend vanuit de eventuele LVS- en/of VWS-seinen, de aanbrug in, beide uitkomend onderin de kabeltrekput op de kop van de pijler. De kabeltrekput is gelegen recht tegenover de hameitoren waarvandaan de zinkers de doorvaart oversteken. De kabeltrekput is met opzet buiten het wegdek geplaatst, zodat hieraan onderhoud kan worden verricht zonder dat weggebruikers worden gehinderd.

— mantelbuizen, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de aanbrug, bestaande uit:

2 x HDPE-diameter 25 mm, haaks te leggen op de hoofdas. Deze mantelbuis leidt kabels vanuit de kabeltrekput naar de buitenzijde van de pijlers, onder andere voor de bekabeling van scheepvaartseinen dan wel aanvullende overige apparatuur.

c) voorzieningen ten behoeve van de zinkers tussen de hoofdpijlers:

— mantelbuizen, HDPE, in te storten en/of aan te brengen in de bedding van de doorvaart:

2× HDPE-diameter 125 mm, parallel te leggen op voldoende diepte door de bedding van de doorvaart (zie ook Richtlijn Vaarwegen), uitkomend onderin één van de beide hameitoren en aan de overzijde uitkomend onderin de centrale kabeltrekput in de hoofdpijler. Deze mantelbuizen leiden alle kabels vanaf de ene hoofdpijler naar de overstaande pijler. Er zijn geen waterkabelkasten (WKK) voorzien; bekabeling wordt rechtstreeks aangesloten op de aansturingscomponenten.

d) voorzieningen centrale kabeltrekput, te voorzien op de kop van de hoofdpijler:

- De centrale kabeltrekput is een vierkant gat, afgedekt met een afsluitbaar stalen of aluminium luik. De bovenzijde van het luik ligt minimaal gelijk of onder het niveau van de omringende toplaag.

OPMERKING Er is geen rekening gehouden met reservering voor kabels voor openbare verlichting of voeding.

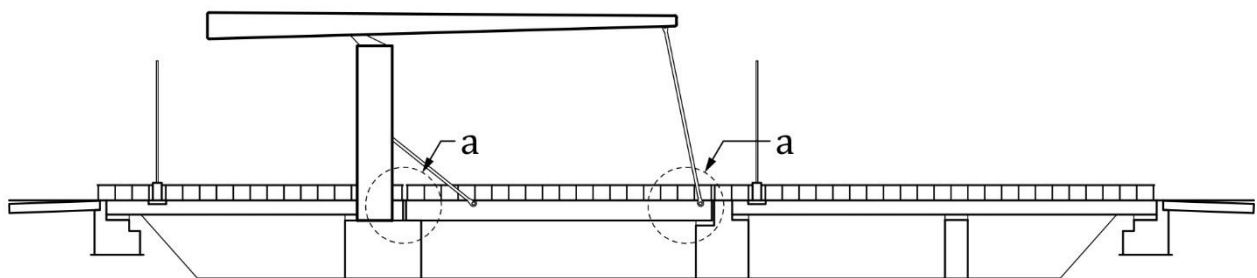
6 Val

6.1 Algemeen

In deze NTA zijn de afmetingen van het val niet gestandaardiseerd. Ten behoeve van het bepalen van de maatklassen zijn referentieberekeningen opgesteld, zie bijlage A. Voor deze berekeningen zijn voor een aantal bruggen lengte en breedte van het val vastgelegd in A.4. Deze zijn niet normatief, maar kunnen wel worden gebruikt voor het op globale wijze bepalen van de brugafmetingen en de bijbehorende details.

6.2 Voegovergang val-onderbouw

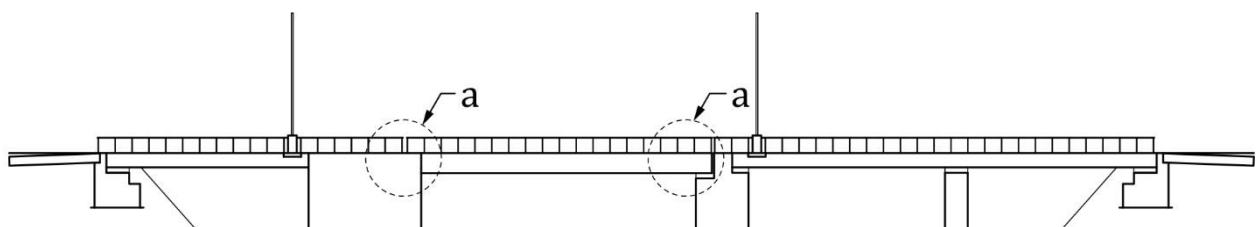
In figuren 20 en 21 zijn de raakvlakken 'voegovergang val-onderbouw' weergegeven.



Legenda

a figuur 22

Figuur 20 — Ophaalbrug, raakvlakken voegovergang val-onderbouw

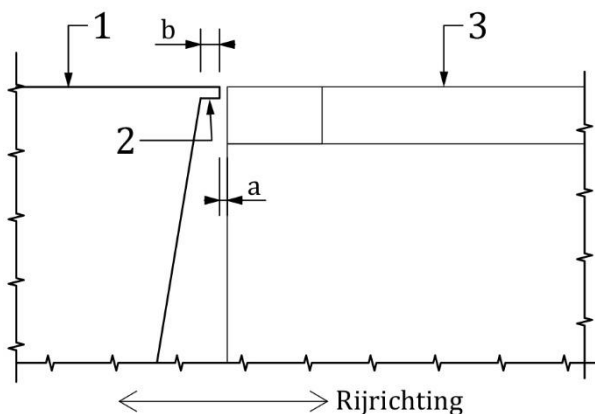


Legenda

a figuur 22

Figuur 21 — Basculebrug, raakvlakken voegovergang val-onderbouw

Voor de voegovergang van het val naar het tussensteunpunt/landhoofd moet volgens figuur 22, zowel aan de voor- als de achterzijde van het val, een stalen strip worden aangebracht die minimaal 40 mm inkortbaar is. De voegovergang (exclusief lepelplaten) moet zijn uitgevoerd als een rechte voeg.



Legenda

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 val | a 20 mm bij 10 °C |
| 2 stalen strip, inkortbaar | b min. 40 mm inkortbaar |
| 3 tussensteunpunt/landhoofd | |

Figuur 22 — Voegovergang val naar onderbouw

6.3 Geleiderail en brugrand ter plaatse van het val

6.3.1 Algemeen

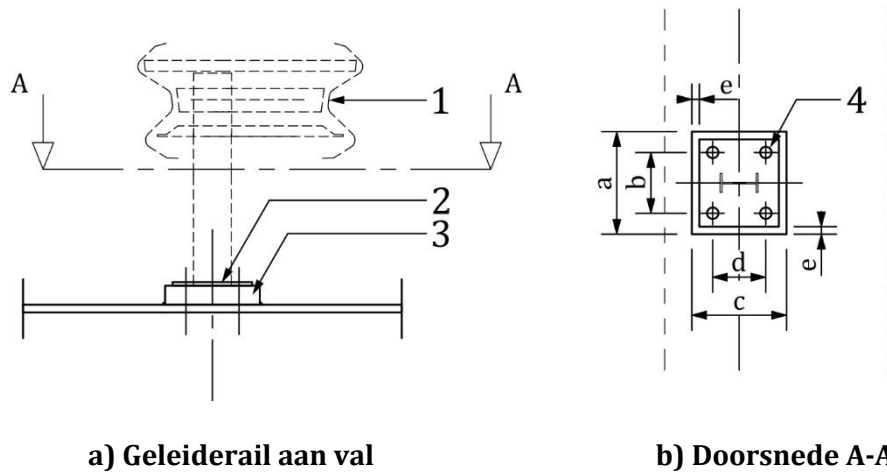
De wegingdeling van het val moet vrij in te delen zijn en daardoor vrij zijn van verhogingen ter plaatse van de geleiderail, leuning en eventuele verhogingen ten behoeve van rijbaanafscheidings.

Deze NTA geeft geen ontwerpregels voor de technische uitvoering van de geleiderail of het leuningwerk. Aan de eisen van de NEN-EN 1317-reeks en NEN-EN 1991-2 moet zijn voldaan.

6.3.2 Geleiderail

Voor de bevestiging van de geleiderail aan het val moeten platen van 250 mm × 270 mm × 50 mm op een hart-op-hartafstand van 1 333 mm op het val zijn gelast met hoekklassen $a = 8$ mm. Voor de bevestiging van de geleiderail aan het val moeten het ontwerp en de afmetingen volgens figuur 23 zijn aangehouden.

Als uitgangspunt voor de bepaling van de aansluiting van de geleiderail aan het val is klasse H2 aangehouden. De standaard afscherming (prestatieklasse H2) is een geleiderailconstructie. Op het val wordt op deze aangelaste plaat de geleiderailconstructie bevestigd.



a) Geleiderail aan val

b) Doorsnede A-A

Legenda

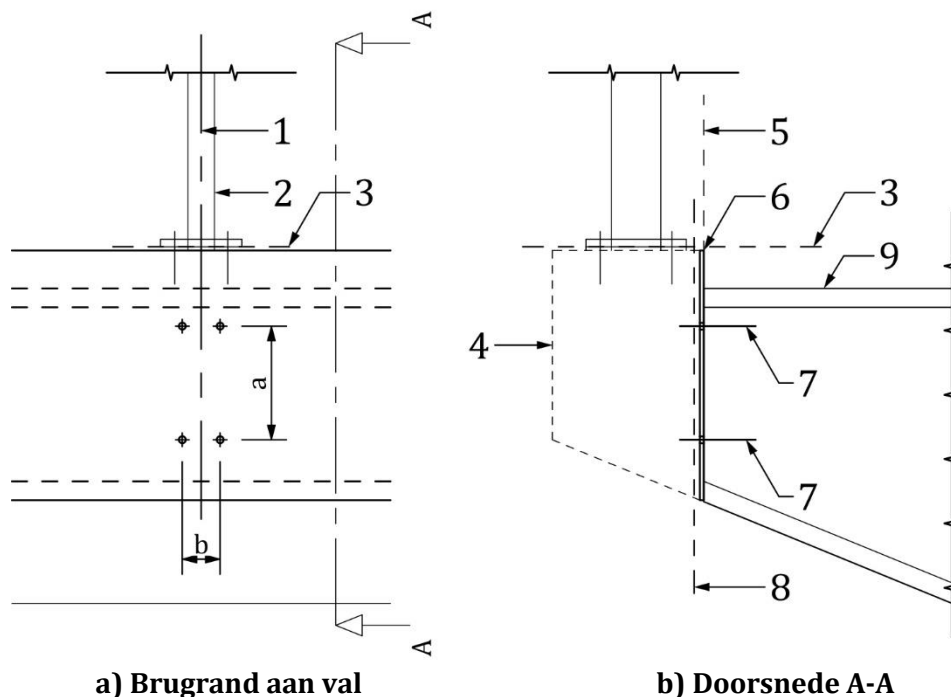
1 geleiderail op het val	a 270 mm
2 voetplaat, dikte = 10 mm	b 160 mm
3 plaat, dikte = 50 mm	c 250 mm
4 tapbout M24 × 50 - 4.6 (4×)	d 140 mm
	e 20 mm

Figuur 23 — Bevestiging geleiderail aan val

6.3.3 Brugrand

Aan het val moet een randplaat met een dikte van 15 mm zijn aangebracht. Deze randplaat dient tevens als schoprand en moet volgens figuur 25 100 mm boven het dek uitsteken en in lijn liggen met de schampkant van het randelement van de aanbruggen. De hoogte en de vorm van de randplaat is vrij te kiezen zolang het gatenpatroon van de aansluiting van de leuning op de randplaat past.

Voor de aansluiting van de brugrand aan het val moeten de afmetingen volgens figuur 24 zijn aangehouden. De bevestiging van de brugrand moet zijn uitgevoerd met een boutverbinding van $4 \times M16$ – boutklasse 8.8. De hart-op-hartafstand is vrij te kiezen zolang de boutverbinding de belasting op de brugrand kan opnemen. De stijlen van de leuning worden geïntegreerd in de brugrand, of bevestigd aan de bovenzijde van de brugrand.



a) Brugrand aan val

b) Doorsnede A-A

Legenda

- 1 hartlijn leuning
- 2 leuning (vrij te ontwerpen)
- 3 raakvlak leuning-brug, indien demontabele leuning op aanbrug; ankerpatroon zie figuur 16
- 4 randelement
- 5 positie schampkant
- 6 randplaat, dikte minimaal 15 mm
- 7 boutverbinding ($4 \times M16$ – boutklasse 8.8) a 300 mm
- 8 raakvlak brugrand-val, afmetingen zie a en b b 100 mm
- 9 val

Figuur 24 — Aansluiting brugrand aan val

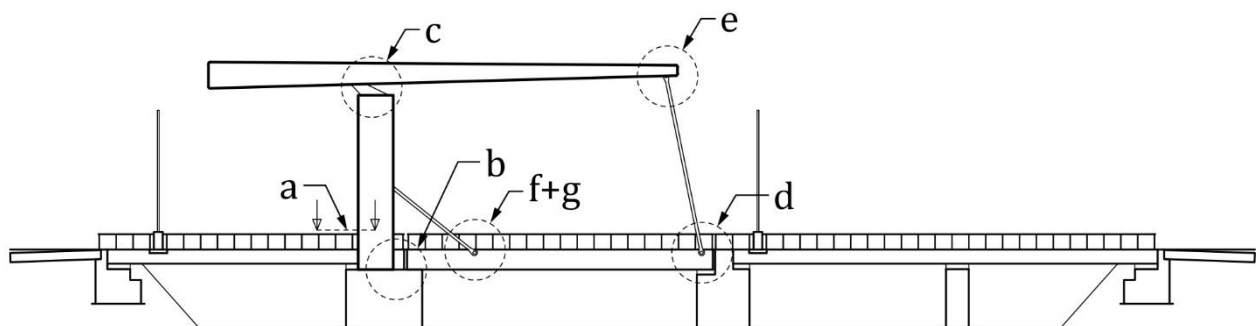
7 Draaipunten

7.1 Algemeen

Voor zowel ophaalbruggen als basculebruggen zijn raakvlakken bepaald. Voor de ophaalbruggen zijn per raakvlak klassen met specifieke afmetingen beschikbaar, afhankelijk van de krachten op een raakvlak. Voor de basculebrug is geen onderscheid in klassen beschikbaar.

De afmetingen van de raakvlakken van de ophaalbrug zijn bepaald aan de hand van de referentieberekeningen van 25 combinaties van breedtes (brugdekbreedtes) en lengtes (doorvaartbreedtes) van het val (voor de methodiek, zie bijlage A). Deze berekeningen vormen de basis van de maatklassen en de bijbehorende sleutelparameters.

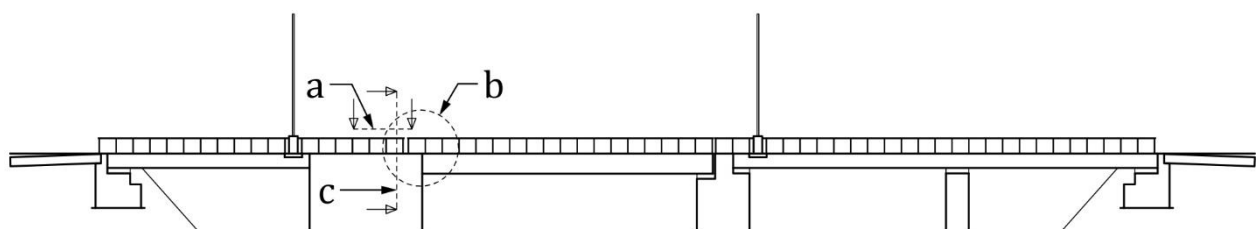
In figuren 25 en 26 zijn de raakvlakken van de draaipunten van het bewegingsmechanisme en de bovenbouw van de ophaalbrug en de basculebrug weergegeven.



Legenda

- a figuur 27
- b figuur 28
- c figuur 31
- d figuur 32
- e figuur 33
- f figuur 34
- g figuur 35

Figuur 25 — Ophaalbruggen, overzicht draaipunten bewegingswerk en bovenbouw



Legenda

- a figuur 29
- b figuur 30
- c figuren 36 en 37

Figuur 26 — Basculebruggen, overzicht draaipunten bewegingswerk en bovenbouw

De afmetingen van de aan te sluiten raakvlakken met hun bevestigingsmiddelen zijn bepaald voor de uiterste grenstoestand van de belastingsituatie 'overbelasten overbrenging'. De belastingsituatie 'vermoeiing overbrenging' is getoetst.

OPMERKING De opgegeven belastingen in de tabellen 5, 7, 9, 11, 13 en 15 in dit hoofdstuk betreffen rekenwaardes. Deze belastingen volgen uit de hoofdberekening van de brug die de ontwerper opstelt.

7.2 Lagers

Voor de dimensionering van de raakvlakken gelden de volgende uitgangspunten:

- a) Voor de ruimtebepaling van alle lagers in de draaipunten wordt uitgegaan van dubbelrijige tonlagers. Andere typen lagers zijn toegelaten, mits ze passen binnen de gestelde ruimteafbakening en een gelijke diameter voor de as wordt gehanteerd.
- b) Afdichtingen moeten naar 'buiten' gericht zijn, waardoor bij het smeren van het lager het vet via de afdichting naar buiten wordt geperst.
- c) Voor elk draaipunt wordt een vlakke smeernippel toegepast.

Om slijtage van de as ter plaatse van een afdichting te voorkomen moet het contactvlak slijt- en corrosievast zijn uitgevoerd, bijvoorbeeld door hardverchromen of een separate roestvaste ring.

Draaipunten en smeervoorzieningen moeten goed en veilig bereikbaar zijn voor inspectie en onderhoud.

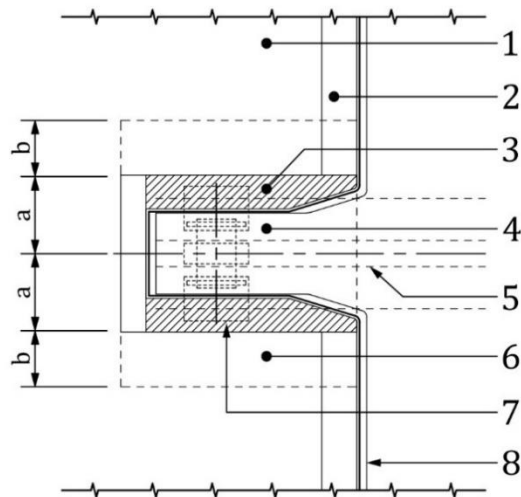
Overtollig/oud vet dat via een afdichting naar buiten kan treden, moet op een veilige en milieuvriendelijke manier kunnen worden verwijderd.

7.3 Ophaalbrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw

Het raakvlak 'aansluiting val-hoofddraaipunt aan onderbouw' omvat het hoofddraaipunt van de ophaalbrug en de aansluiting van het val op het steunpunt voor de achteroplegging.

Voor de plaatsing van het hoofddraaipunt gelden de volgende uitgangspunten:

- a) Er wordt gebruikgemaakt van zogenoemde lepelconstructies die in het verlengde van de hoofdliggers zijn geplaatst, zie figuur 27. Het voordeel van deze constructie is dat na het verwijderen van de afdekkende lepelplaten onderhoud veilig kan worden uitgevoerd.
- b) De hoofddraaipunten zijn symmetrisch uitgevoerd.
- c) Tussen het hoofddraaipunt en de onderbouw wordt een onderstoel toegepast. De koppeling van de onderstoel aan het hoofddraaipunt wordt als raakvlak voorgeschreven in deze NTA. De koppeling van de onderstoel aan de onderbouw wordt in deze NTA niet vastgelegd.



Legenda

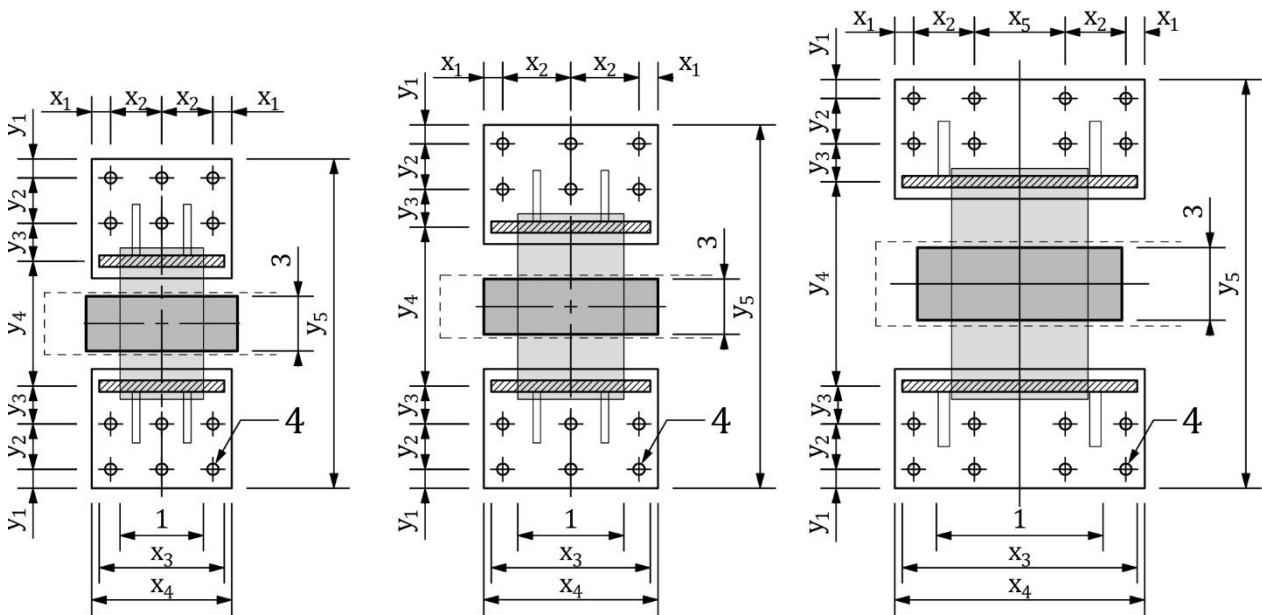
- | | |
|--|---|
| 1 onderbouw | a klasse 1: 500/klasse 2: 550/klasse 3: 625 mm |
| 2 rijijzer | b vrije ruimte onder dek t.b.v. onderhoud aanhouden volgens |
| 3 lepelconstructie (wegneembaar) | |
| 4 lepelconstructie (verbonden met beweegbaar deel) | |
| 5 hoofdlijger (onderdeel lepelconstructie) | |
| 6 sparing onderbouw | |
| 7 hoofddraaipunt | |
| 8 val | |

Figuur 27 — Ophaalbrug, lepelconstructie val

Aan weerszijden van de lepelconstructie moet een extra sparing onder het dek van de aanbrug van in totaal minimaal 400 mm (maat b) zijn aangehouden voor het veilig kunnen uitvoeren van inspecties en onderhoud. De sponningdiepte is afhankelijk van de klasse van het hoofddraaipunt en is te vinden in figuur 28.

De lepelconstructie bestaat uit een deel dat is verbonden met het beweegbare deel en een deel dat wegneembaar is.

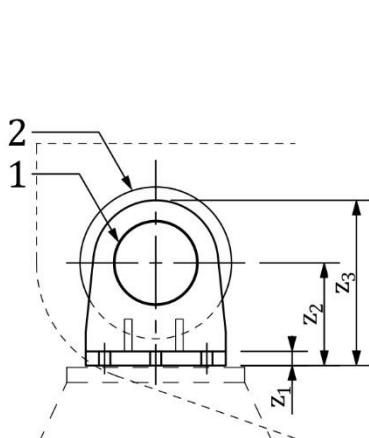
Het hoofddraaipunt moet per klasse volgens een standaard patroon aan de onderstoel zijn bevestigd volgens figuur 29 en tabel 6 op basis van de sleutelparameters in tabel 5.



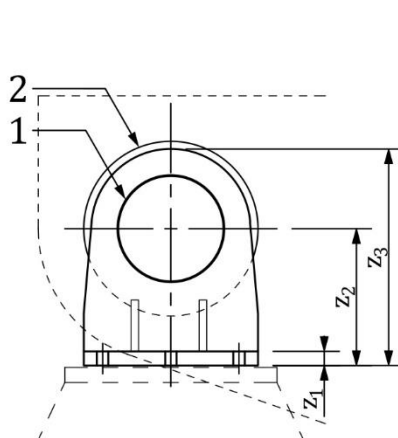
a) Bovenaanzicht klasse 1

b) Bovenaanzicht klasse 2

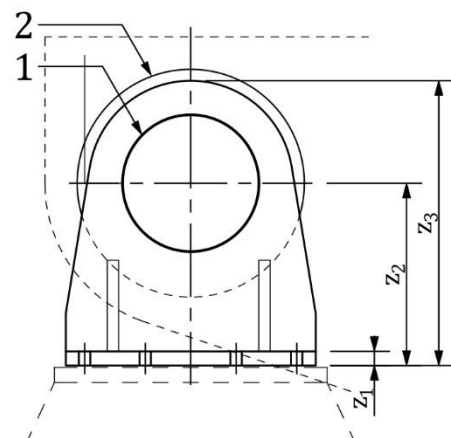
c) Bovenaanzicht klasse 3



d) Zijaanzicht klasse 1



e) Zijaanzicht klasse 2



f) Zijaanzicht klasse 3

Legenda

- 1 diameter as
- 2 max. buitendiameter lager
- 3 max. breedte lager
- 4 boutgat
- x1 t/m z3 zie tabel 6

Figuur 28 — Ophaalbrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderstoel

Voor de bevestiging van de onderstoel op de onderbouw geeft deze NTA geen eisen.

Voor het opvangen van belastingen als gevolg van aanvaring moeten aparte constructies worden toegepast.

Tabel 5 — Ophaalbrug, sleutelparameter bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderstoel

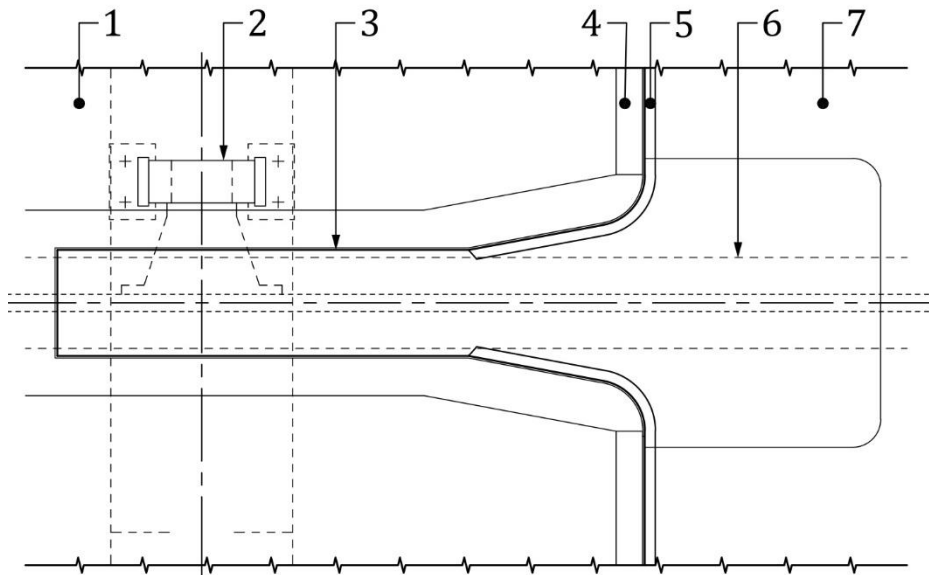
	Klassen hoofddraaipunt ophaalbrug		
Sleutelparameter	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Belasting Overbelasten (kN) ^a	0 – 1 135	1 135 – 1 350	1 350 – 2 060
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	0 – 860	860 – 1 225	1 225 – 1 880
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.			

Tabel 6 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderstoel

	Klassen hoofddraaipunt ophaalbrug		
Afmetingen			
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Afmeting as (mm)	220	280	360
Max. afmeting lager (1, 2, 3)	220/400/144	280/460/146	360/600/192
Boutdiameter (4)	M24 8.8	M24 8.8	M24 8.8
Aantal boutrijen per stoel	2	2	2
Aantal bouten per rij	3	3	4
x ₁	50	50	50
x ₂	135	180	160
x ₃ (wangmaat)	330	420	540
x ₄ (lengte voetplaat)	370	460	580
x ₅	-	-	240
y ₁	50	50	50
y ₂	120	120	120
y ₃	100	100	100
y ₄	330	420	540
y ₅ (totale breedte)	870	960	1 080
z ₁ (dikte voetplaat, na bewerken)	37	37	37
z ₂ (hoogte as)	270	360	480
z ₃ (max. inbouwhoogte)	435	570	750

7.4 Basculebrug, lepelconstructie

In figuur 29 is de lepelconstructie te zien van de basculebrug. Achter het hoofddraaipunt bevindt zich een staart met daaraan gekoppeld een ballastkist. De lepelplaten bij basculebruggen bevinden zich in een gebied dat gevoelig is voor vermoeiing. Alle (trek)spanningen worden vanuit het dek via vloeiende lijnen overgebracht naar de staart. De lepelplaten zijn relatief dik en zijn voorzien van een verjonging van 1:4. Scherpe hoeken moeten worden vermeden.



Legenda

- 1 aanbrug
- 2 hoofddraaipunt
- 3 lepelconstructie
- 4 rijijzer aanbrug
- 5 rijijzer val
- 6 hoofdligger
- 7 val

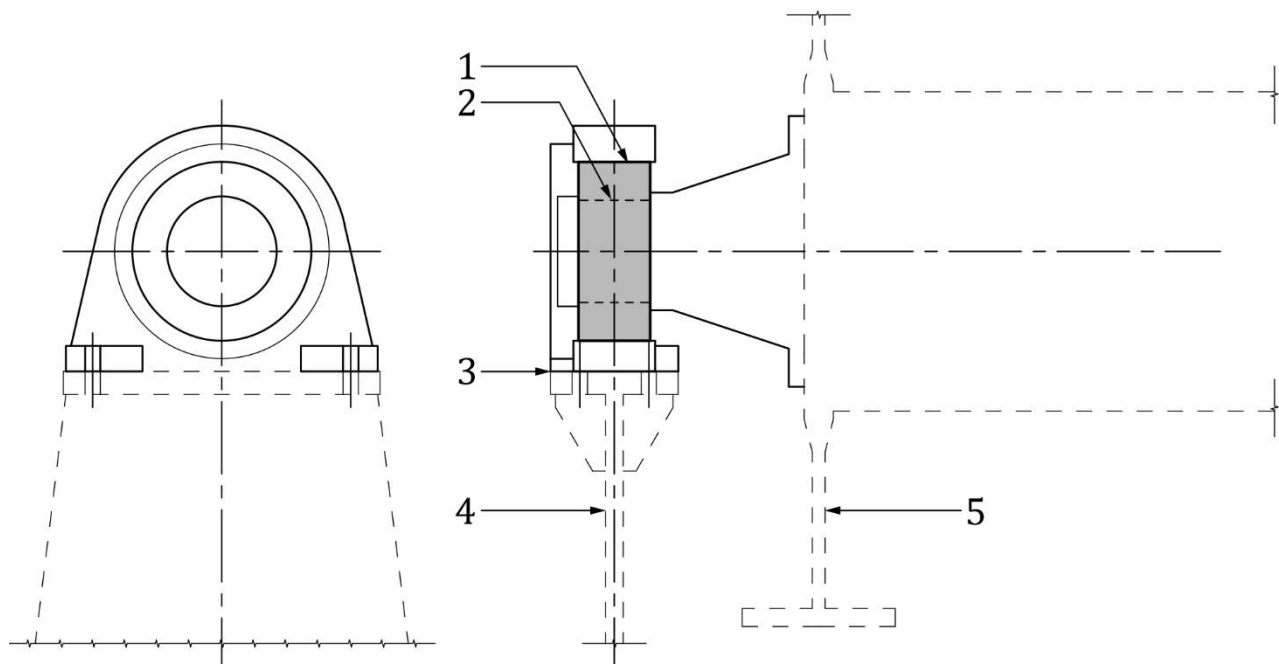
Figuur 29 — Basculebrug, lepelconstructie val

7.5 Basculebrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw

In figuur 30 is de aansluiting van de het hoofddraaipunt van de basculebrug op de onderstoel weergegeven.

Om het bordes met het bewegingswerk rechtstreeks naar beneden te kunnen afsteunen moet bij het hoofddraaipunt van de basculebrug worden gebruikgemaakt van uitkragende assen. Deze assen moeten worden voorzien van een zelfinstellend lager dat aan de vaste zijde van het val met deksels van de lagerstoel wordt opgesloten. Aan de losse zijde van het val wordt dit lager niet opgesloten.

Deze oplossing mag alleen worden toegepast met gebruik van kogelgewrichtslagers (glijlagers).



a) Zijaanzicht

b) Doorsnede

Legenda

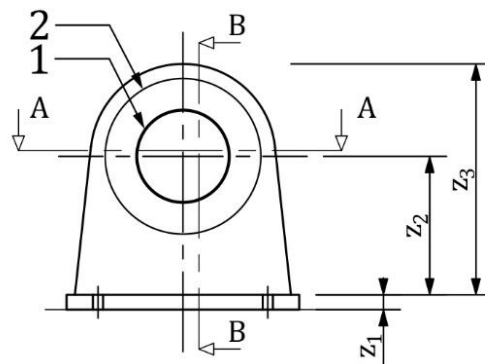
- 1 lagerhuis
- 2 uitkragende as
- 3 raakvlak
- 4 onderstoel
- 5 hoofdlijger
- 6 torsiebuis

Figuur 30 — Basculebrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw

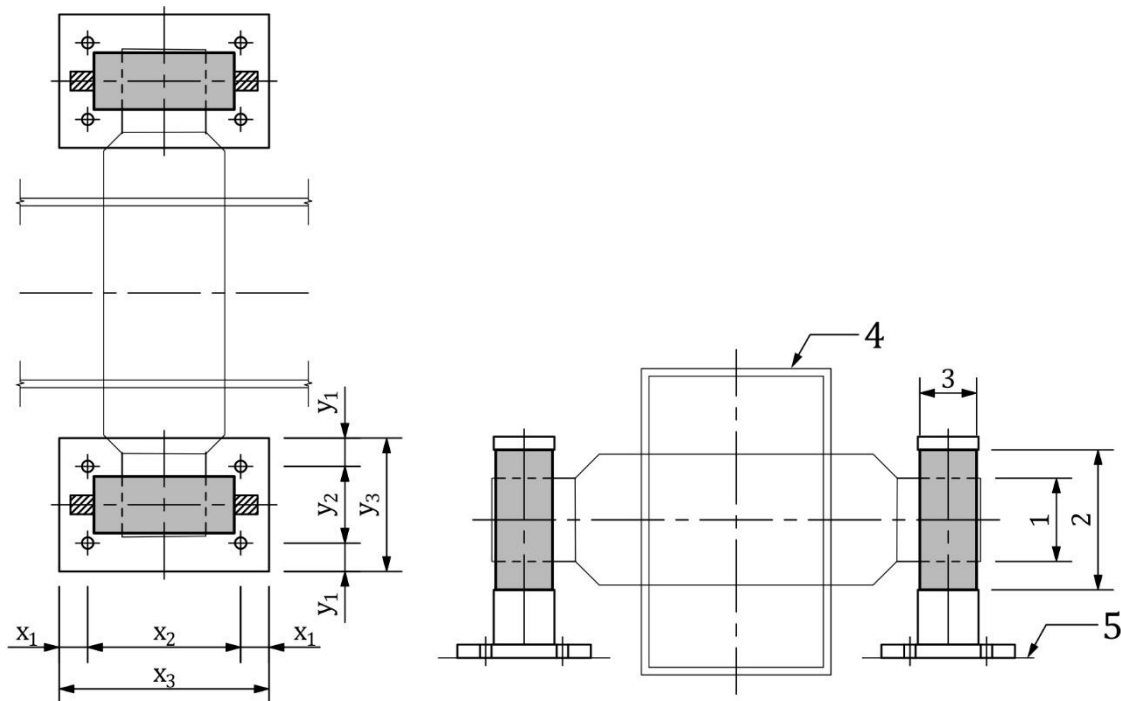
7.6 Ophaalbrug, draaipunt balans aan hameistijl

In figuur 31 is de aansluiting van de balans op de hameistijl weergegeven. Uitgangspunt voor de ophaalbruggen in deze NTA is een uitvoering van de balans met losse priemen. De priemen zijn onderling niet gekoppeld. De priemen zijn elk met twee lagerstoelen op de hameistijl bevestigd. De lagerstoelen zijn per klasse door middel van een standaard gatenpatroon met de hameitoren verbonden. Voor het raakvlak draaipunt balans-hameistijl moeten de hart-op-hartafstanden en de boutklassen volgens figuur 31 en tabel 8 zijn aangehouden op basis van de sleutelparameters van tabel 7.

OPMERKING De ontwerper kan kiezen welke lagerstoelen als vast en als los lager worden uitgevoerd.



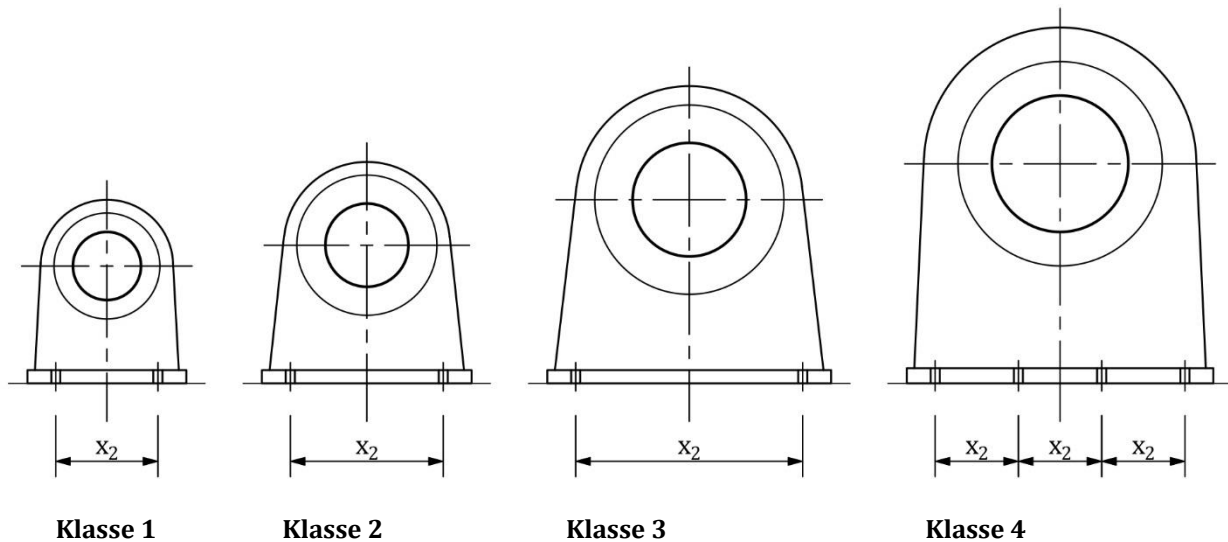
Zijaanzicht



Doorsnede A-A

Doorsnede B-B

a) Details draaipunt balans aan hameistijl



b) Klassen draaipunt balans aan hameistijl

Legenda

- 1 afmeting as x_1 t/m z_3 zie tabel 8
 2 max. buitendiameter lager
 3 max. breedte lager

Figuur 31 — Ophaalbrug, draaipunt balans aan hameistijl

Tabel 7 — Ophaalbrug, sleutelparameter bevestiging draaipunt balans aan hameistijl

	Klasse draaipunt balans aan hameistijl			
Sleutelparameter	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing			
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Belasting Overbelasten (kN) ^a	0 - 1 025	1 025 - 2 120	2 120 - 2 930	2 930 - 3 975
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	Niet maatgevend	Niet maatgevend	Niet maatgevend	Niet maatgevend
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.				

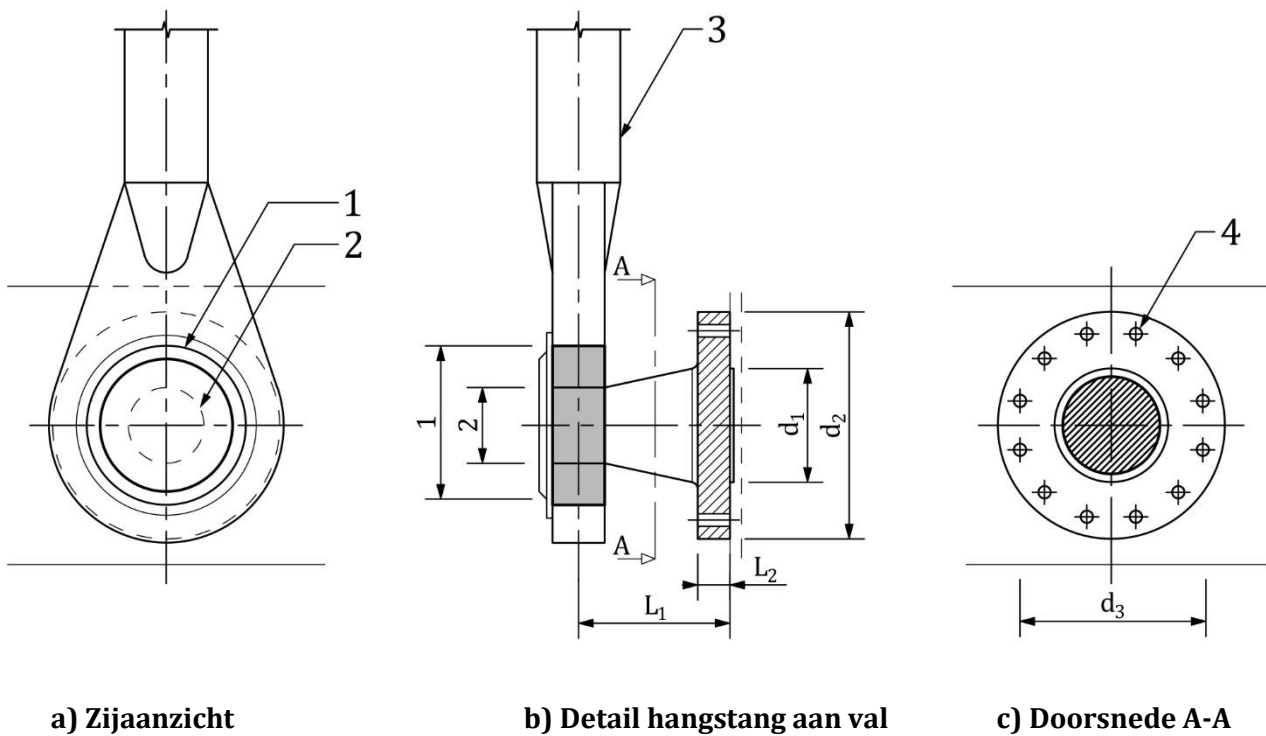
Tabel 8 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging draaipunt balans aan hameistijl

	Klasse draaipunt balans aan hameistijl			
Afmetingen				
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Afmeting as (mm)	180	220	300	360
Max. afmeting lager	180/280/100	220/370/150	300/500/160	360/540/180
Boutdiameter	M30 8.8	M30 8.8	M30 8.8	M30 8.8
Aantal boutrijen per stoel	2	2	2	2
Aantal bouten per rij	2	2	2	4
x ₁	75	75	75	75
x ₂	270	404	600	220
x ₃ (lengte voetplaat)	420	555	750	810
y ₁	75	75	75	75
y ₂	135	202	300	330
y ₃	285	325	450	480
z ₁	35	35	35	40
z ₂	270	330	450	540
z ₃	450	550	750	900

7.7 Ophaalbrug, draaipunt hangstang aan val

In figuur 32 is de aansluiting van de hangstang aan het val weergegeven. Uitgangspunt is dat aan de buitenzijde van het val ter plaatse van een dwarsdrager een flenstap is aangebracht die door middel van een console met de dwarsdrager is verbonden.

Door de hangstang aan de zijkant van het val te bevestigen is de vrije indeelbaarheid van het val gegarandeerd. De flenstap van de hangstang moet met doorgaande bouten met de console van het val zijn verbonden volgens het boutpatroon en de boutafmetingen in tabel 10. De beschikbare ruimte voor het detail is eveneens vastgelegd in tabel 10. De bijbehorende sleutelparameters staan in tabel 9.



Legenda

- 1 max. buitendiameter lager
- 2 afmeting as
- 3 hangstang
- 4 boutgat
- d_1 t/m d_3 , L_1 en L_2 zie tabel 10

Figuur 32 — Ophaalbrug, draaipunt hangstang aan val

Tabel 9 — Ophaalbrug, sleutelparameters bevestiging hangstang aan val

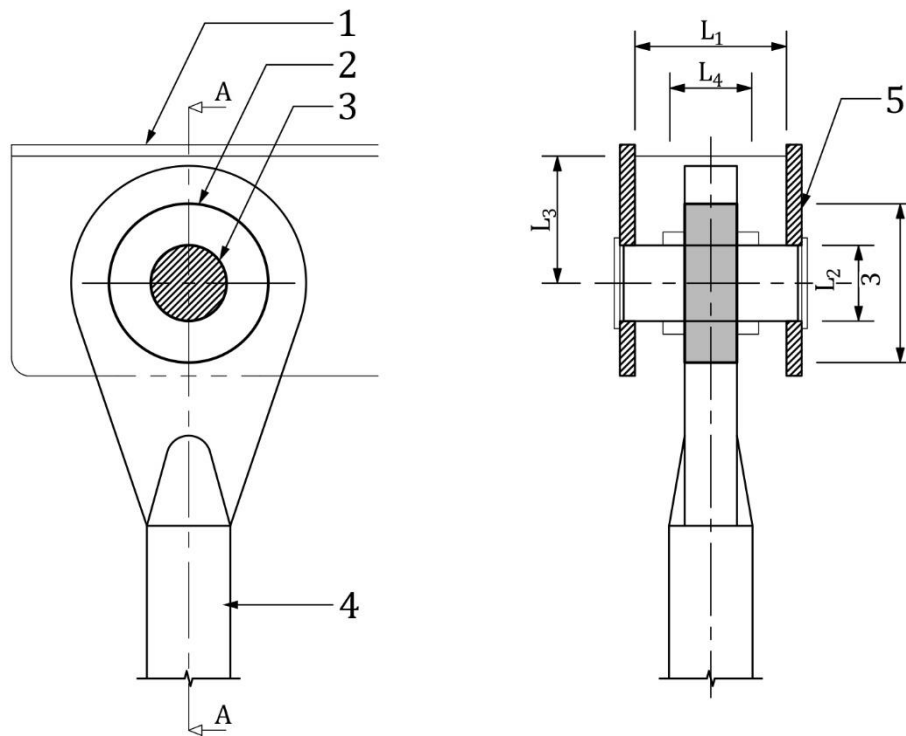
Sleutelparameter	Klasse hoofddraaipunt hangstang val		
	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Belasting Overbelasten (kN) ^a	0 – 379	380 – 795	796 – 1 107
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	0 – 275	276 – 565	566 – 765
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.			

Tabel 10 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging hangstang aan val

Afmetingen	Klasse hoofddraaipunt hangstang val		
	Afmeting as (mm)	160	200
Max. afmeting lager	160/290/80	200/420/138	240/400/160
Dstc-bouten	400	500	600
Boutdiameter	M30 8.8	M30 8.8	M30 8.8
Aantal bouten	8	12	16
L ₁	320	400	480
L ₂	60	85	95
Boutgat (nr. 4 in figuur 32)	27	33	39
d ₁	240	300	360
d ₂	500	600	700
d ₃	400	500	600

7.8 Ophaalbrug, draaipunt hangstang-balansarm

In figuur 33 is de aansluiting van de hangstang aan de balansarm weergegeven. Voor de bevestiging van de hangstang aan de balansarm is als uitgangspunt genomen dat aan de balansarm schetsplaten zijn gelast. De tussenafstand van de schetsplaten (L₁) is te vinden in tabel 12. De hangstang is door middel van een as met de schetsplaten verbonden. De breedte van de balanspriem zelf wordt niet vastgelegd in dit detail. De bijbehorende sleutelparameters staan in tabel 11.



a) Detail heugelstang aan balansarm

b) Doorsnede A-A

Legenda

- 1 balanspriem
- 2 max. buitendiameter lager
- 3 afmeting as
- 4 hangstang
- 5 wang aan balans
- L_1 t/m L_4 zie tabel 12

Figuur 33 — Ophaalbrug, draaipunt hangstang aan balansarm**Tabel 11 — Ophaalbrug, sleutelparameter bevestiging hangstang aan balansarm**

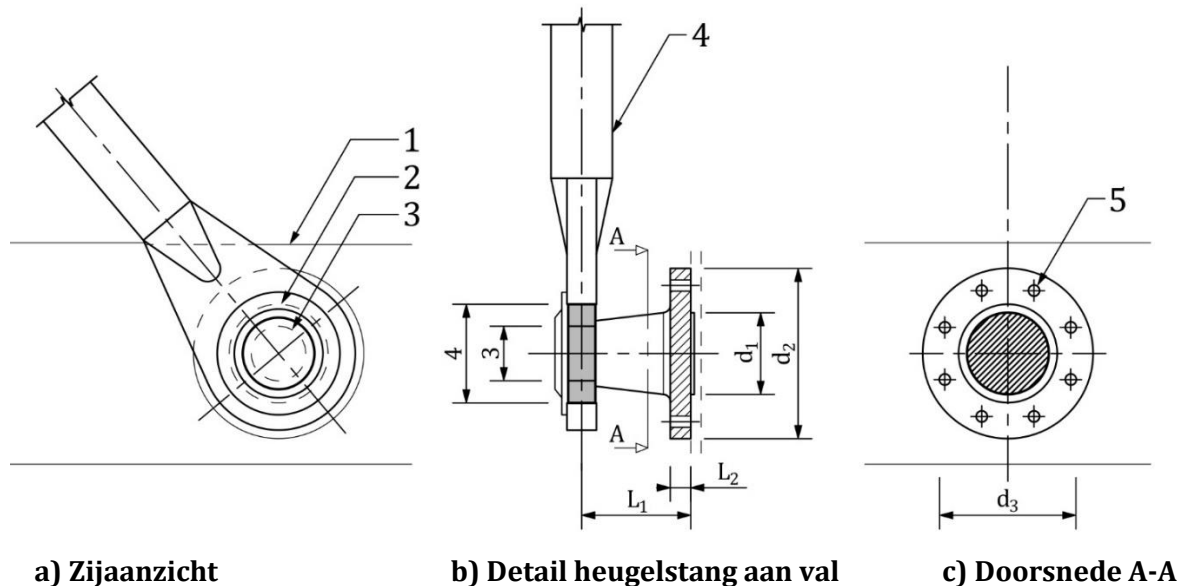
Sleutelparameter	Klasse hoofddraaipunt hangstang-balans		
	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Belasting Overbelasten (kN) ^a	0 - 379	380 - 795	796 - 1 107
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	0 - 275	276 - 565	566 - 765
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.			

Tabel 12 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging hangstang aan balansarm

Afmeting	Klasse hoofddraaipunt hangstang-balans		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Afmeting as (mm)	160	200	240
Max. afmeting lager	160/290/80	200/420/138	240/400/160
L ₁	320	400	480
L ₂	160	200	240
L ₃	232	336	320
L ₄	174	252	240

7.9 Ophaalbrug, draaipunt heugelstang aan val

In figuur 34 is de aansluiting van de heugelstang op het val weergegeven. Net als bij de hangstang is het uitgangspunt dat aan de buitenzijde van het val ter plaatse van een dwarsdrager een flenstap is aangebracht die door middel van een console met de dwarsdrager is verbonden. Door de heugelstang aan de zijkant van het val te bevestigen is de vrije indeelbaarheid van het val gegarandeerd. De flenstap van de heugelstang moet met doorgaande bouten met de console van het val zijn verbonden volgens het boutpatroon en boutafmetingen in tabel 14. De beschikbare ruimte voor het detail is eveneens vastgelegd in tabel 14. De bijbehorende sleutelparameters staan in tabel 13.



Legenda

- 1 val
- 2 max. buitendiameter lager
- 3 afmeting as
- 4 heugelstang
- 5 boutgat
- d₁ t/m d₃, L₁ en L₂ zie tabel 14

Figuur 34 — Ophaalbrug, draaipunt heugelstang aan het val

Tabel 13 — Ophaalbrug, sleutelparameters bevestiging heugelstang aan val

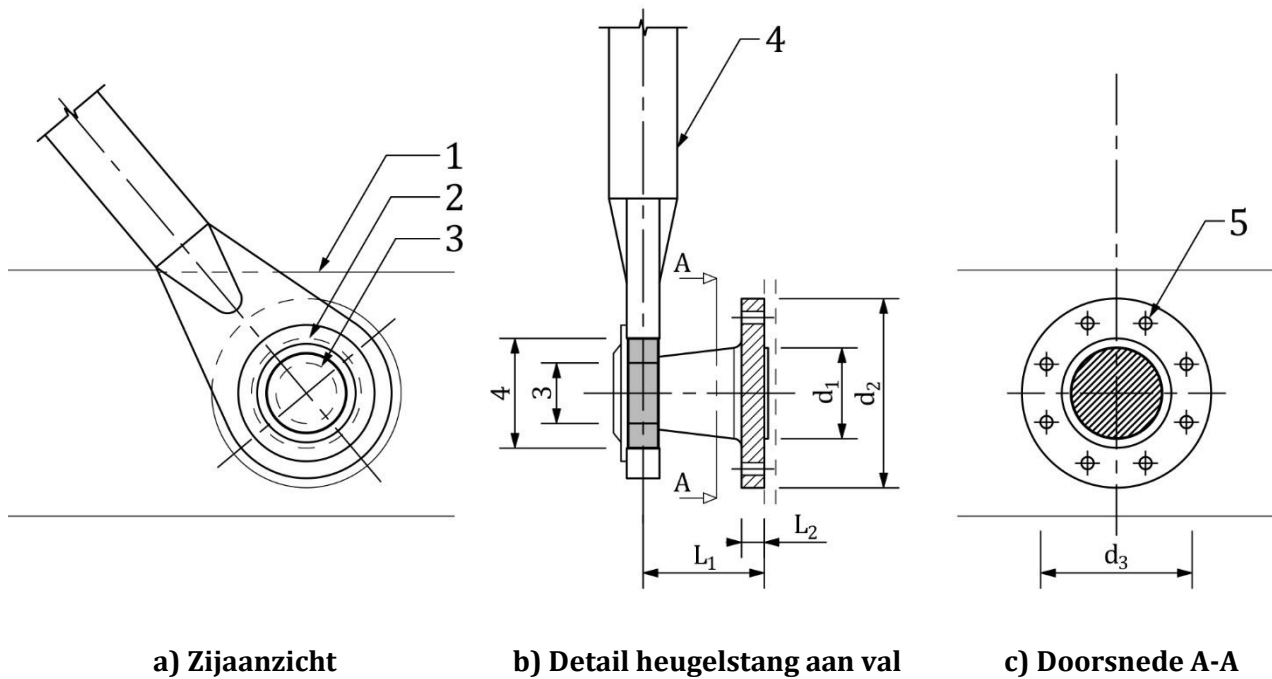
	Klasse draaipunt heugelstang-val	
Sleutelparameter	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing	
	Klasse 1	Klasse 2
Belasting Overbelasten (kN) ^a	0 – 379	380 – 795
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	0 – 275	276 – 565
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.		

Tabel 14 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging heugelstang aan val

	Klasse draaipunt heugelstang-val	
Afmetingen		
Afmeting diameter as (3)	130 mm	160 mm
Max. afmeting lager (4)	130/200/69	160/290/80
Boutdiameter (2)	M30 8.8	M30 8.8
Aantal bouten	6	8
L ₁	260	320
L ₂	50	60
Boutgat (nr. 5 in figuur 34)	27	27
d ₁	195	240
d ₂	425	500
d ₃	325	400

7.10 Ophaalbrug, draaipunt knikarm aan val

In figuur 35 is de aansluiting van de knikarm op het val weergegeven. Net als bij de hangstang en heugelstang is het uitgangspunt dat aan de buitenzijde van het val ter plaatse van een dwarsdrager een flenstep is aangebracht die door middel van een console met de dwarsdrager is verbonden. Door de knikarm aan de zijkant van het val te bevestigen is de vrije indeelbaarheid van het val gegarandeerd. De flenstep van de knikarm moet met doorgaande bouten met de console van het val zijn verbonden volgens het boutpatroon en boutafmetingen in tabel 16. De beschikbare ruimte voor het detail is eveneens vastgelegd in tabel 16. De bijbehorende sleutelparameters staan in tabel 15.



Legenda

- 1 val
- 2 max. buitendiameter lager
- 3 afmeting as
- 4 knikarm
- 5 boutgat
- d₁ t/m d₃, L₁ en L₂ zie tabel 16

Figuur 35 — Ophaalbrug, draaipunt knikarm aan het val

Tabel 15 — Ophaalbrug, sleutelparameters bevestiging knikarm aan val

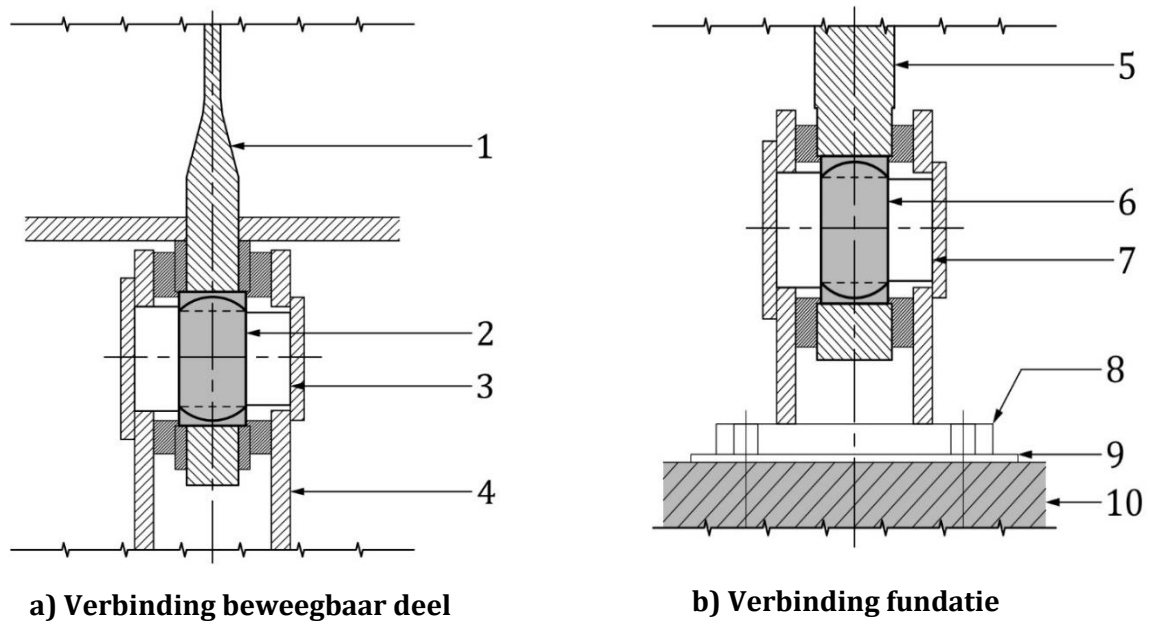
	Klasse draaipunt knikarm-val	
Sleutelparameter	Resultante Overbelasten en Resultante Vermoeiing	
	Klasse 1	Klasse 2
Belasting Overbelasten (kN) ^a	341	833
Belasting Vermoeiing (kN) ^a	87	218
^a Betreft rekenwaardes, zie de opmerking in 7.1.		

Tabel 16 — Ophaalbrug, dimensies bevestiging knikarm aan val

	Klasse draaipunt knikarm-val	
Afmetingen		
Afmeting diameter as (3)	160 mm	200mm
Max. afmeting lager (4)	160/290/80	200/420/138
Boutdiameter (2)	M30 8.8	M30 8.8
Aantal bouten	8	12
Flensdikte	60	85
L ₁	320	400
L ₂	60	85
Boutgat (nr. 5 in figuur 35)	27	33
d ₁	240	300
d ₂	500	600
d ₃	400	500

7.11 Basculebrug, draaipunt bewegingswerk

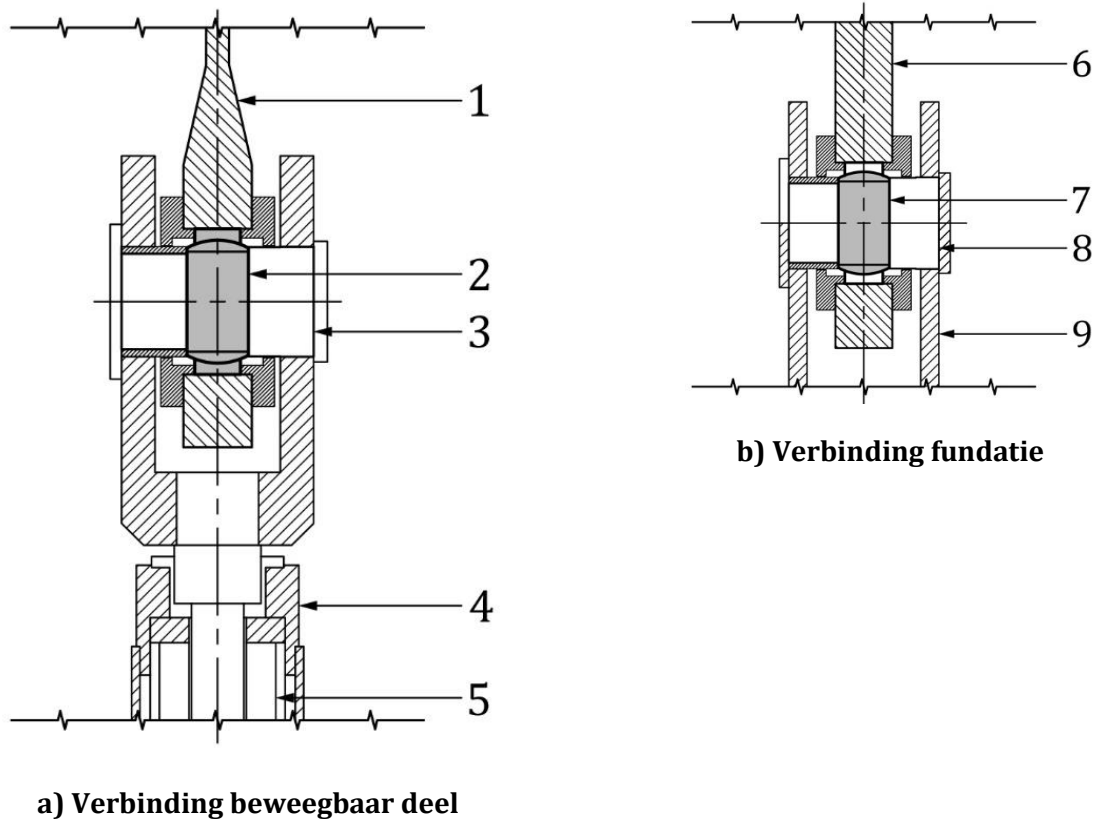
In figuren 36 en 37 zijn de aansluitingen van het bewegingswerk van de basculebrug weergegeven, zowel voor een aandrijving met een hydraulisch systeem als met een elektromechanisch systeem.



Legenda

- 1 draaipunt scharnierplaat aan val
- 2 gelenklager boven
- 3 as boven
- 4 bewegingswerk cilinderkop gaffel boven
- 5 bewegingswerk cilinder onderdraaipunt
- 6 gelenklager onder
- 7 as onder
- 8 voetplaat lagerstoel
- 9 stelruimte
- 10 fundatie/keldervloer

Figuur 36 — Basculebrug, aansluiting hydraulisch systeem aan val



Legenda

- 1 draaipunt scharnierplaat aan val
- 2 gelenklager boven
- 3 as boven
- 4 behuizing trekduwstang
- 5 verenpakket
- 6 trekduwstang draaipunt onder
- 7 gelenklager onder
- 8 as onder
- 9 arm panamawiel

Figuur 37 — Basculebrug, aansluiting elektromechanisch systeem aan val

8 Bewegingswerk

8.1 Algemeen

Voor ophaalbruggen zijn de raakvlakken voor het bewegingswerk uitgewerkt in de vorm van configuraties. De raakvlakken van de componenten van het bewegingswerk zijn hiermee vastgelegd. Van diverse componenten is het ruimtebeslag opgenomen als raakvlak voor de omliggende constructie.

Voor de ophaalbrug zijn twee basisvarianten van bewegingswerken uitgewerkt, namelijk de rechte heugelstangaandrijving en de knikarmaandrijving. Beide bewegingswerken zijn vervolgens opgenomen als een enkelzijdige en als een tweezijdige aandrijving, waardoor er in totaal vier varianten zijn.

Voor basculebruggen zijn eveneens een aantal varianten gegeven. De basisvarianten zijn aandrijving door een panamawiel (kruk-drijfslagmechanisme) waarbij de hoofdliggers met een torsiebalk zijn gekoppeld, en aandrijving door een hydraulische cilinder, eveneens met een torsiebalk. Voor de panamawiel aandrijvingen zijn twee subvarianten uitgewerkt: een enkelzijdig aangedreven brug met één panamawiel centraal opgesteld en een tweezijdig aangedreven brug met de aandrijving centraal opgesteld en twee panamawielen bij de hoofdliggers. De aandrijving met hydraulische cilinder is verdeeld in een subvariant met een centraal opgestelde cilinder en een subvariant met twee cilinders (tweezijdig). In totaal zijn er voor de basculebrug ook vier varianten.

Voor de keuze enkelzijdige/tweezijdige aandrijving zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Bij een breedte van het val kleiner of gelijk aan 12 m is de aandrijving enkelzijdig.
- Bij een breedte van het val groter dan 12 m is de aandrijving tweezijdig.

In 8.2 en 8.3 zijn deze varianten nader uitgewerkt. In het algemeen geldt dat het ontwerp van de brug en het bewegingswerk voldoet aan de volgende hoofddoelstellingen:

- a) Het bewegingswerk is onderhoudsarm.
- b) Alle onderdelen in de aandrijflijn zijn onderhoudsarm.
- c) Alle onderdelen zijn per onderdeel vervangbaar.
- d) Er wordt zoveel mogelijk gebruikgemaakt van gesloten tandwieloverbrengingen.
- e) De installatie is goed bereikbaar voor inspectie en beheer en onderhoud.
- f) De installatie is veilig ontworpen en gerealiseerd.

Er moet voldoende flexibiliteit en geleiding in de aandrijving zijn ingebouwd om eventuele uitlijn- en verplaatsingsfouten op te vangen.

Vanuit reductie van onderhoud en verhoging van de veiligheid is het wenselijk om een automatisch smeersysteem toe te passen voor open tandwieloverbrengingen die regelmatig moeten worden gesmeerd, zoals tandheugels en panamawielen.

8.2 Ophaalbrug

8.2.1 Onderdelen bewegingswerk

Het bewegingswerk voor een ophaalbrug bestaat uit de volgende onderdelen, met bijbehorende uitgangspunten:

— **Motoren**

In de basis moet een standaard elektromotor worden toegepast in verband met de snelle beschikbaarheid bij vervanging. Aan de achterzijde van de elektromotor moet een tweede aseinde worden toegepast dat kan worden benut voor eventuele handbediening en/of een encoder.

— **Handaandrijving**

Het is noodzakelijk om een noodhandaandrijving toe te passen.

— **Rem**

Het is wenselijk om een rem toe te passen met een gesplitste remfunctie voor dynamisch en

statisch remmen. Dit om te voorkomen dat de vasthoudrem maatgevend is voor dynamisch remmen. De verschillende remfuncties worden bij voorkeur gecombineerd in één rem, maar kunnen ook van elkaar gescheiden worden uitgevoerd door toepassing van twee remmen. In het ruimtebeslag is uitgegaan van één gecombineerde rem.

Elke rem moet worden uitgevoerd met een handmatig bedienbare separate remlichter. Het plaatsen van de handlichter moet zijn voorzien van een detectie en als de handlichter is geplaatst, mag het bewegingswerk niet elektrisch in bedrijf kunnen komen.

— **Rondsel**

Het rondsel moet worden voorzien van een demontabele afschermvoorziening. Deze wordt toegepast ter bescherming tegen weersinvloeden en ter verbetering van de veiligheid.

— **Massatraagheid**

Gestreefd wordt naar een optimalisatie van de massatraagheid van de aandrijflijn om de belasting op de aandrijflijn te reduceren.

— **Encoder**

Voor de positiebepaling en de snelheidsregeling van het val moet worden gebruikgemaakt van een of twee encoders. De encoders moeten voldoen aan de eisen in 10.2. De encoder voor de positie en de snelheidsregeling wordt geplaatst in het verlengde van de motoras van de elektromotor of op een locatie waar de omwentelingssnelheid van de as van de encoder minimaal 50 % van de omwentelingssnelheid van de motoras bedraagt. Omdat het uiteinde van de motoras ook wordt gebruikt voor de handslinger, moet een encoder op die locatie worden toegepast met een holle doorlopende schacht die over de as kan worden geschoven tussen de elektromotor en de handslinger (zie figuren 38, 39 en 40). De motor moet daarom ook zijn voorzien van een verlengd aseinde. Als wordt gebruikgemaakt van een tweede encoder voor de positiebepaling, wordt deze bij voorkeur geplaatst op de as van het brugval. Voor een encoder gelden de volgende uitgangspunten:

— De encoder moet goed bereikbaar zijn:

De status en werking van de encoder moeten zichtbaar zijn voor een monteur zonder daarbij de gehele brug uit bedrijf te hoeven nemen. Resetten of vervangen van een encoder moet mogelijk zijn zonder verkeersmaatregelen en zonder hulpmiddelen om bij de encoder te kunnen komen.

— Om te voorkomen dat de behuizing van de encoder meedraait met de as, moet de behuizing worden tegengehouden met behulp van een fixatie-inrichting die enige ruimte toelaat voor minimale radiale slingering. Deze inrichting moet worden verbonden met de vaste constructiedelen (deze inrichting is niet in de figuren opgenomen).

— De encoder geeft voldoende pulsen af (minimaal 200 000) ten behoeve van één brugvalbeweging, dat wil zeggen vanaf de neerpositie t/m de nood-eindpositie op.

— **Gelijkloop zonder kelder**

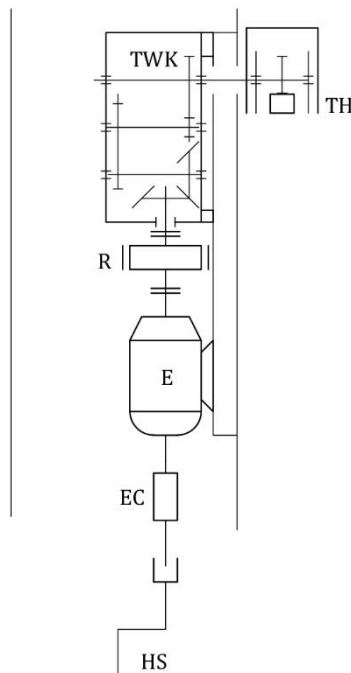
Bij een tweezijdig aangedreven ophaalbrug waarbij wordt gekozen om deze zonder kelder toe te passen, wordt de gelijkloop bij voorkeur gerealiseerd door beide motoren op één draaiveld aan te sluiten. Hiermee wordt de krachtsverdeling onderling geoptimaliseerd en worden eventuele afwijkingen in het aandrijfkoppel vanzelf opgevangen. In het ontwerp moet zijn geborgd dat het val voldoende torsiestijf is.

8.2.2 Heugelstangaandrijving

8.2.2.1 Algemeen

In figuren 38 en 39 zijn de configuraties van respectievelijk de heugelstangaandrijving voor een enkelzijdige en een tweezijdige variant uitgewerkt.

8.2.2.2 Enkelzijdig aangedreven



Legenda

TWK	tandwielkast
TH	tandheugel
R	rem
E	elektromotor
EC	encoder
HS	handslinger

Figuur 38 — Configuratie heugelstang, enkelzijdig aangedreven

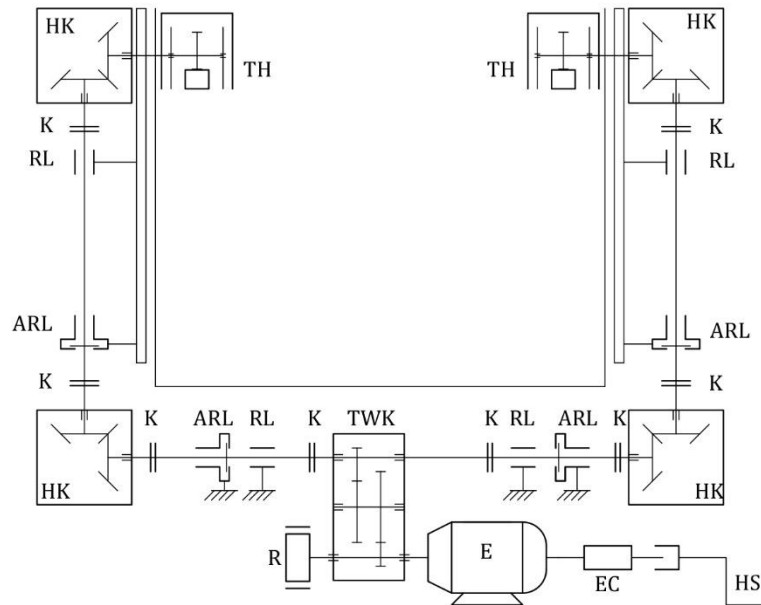
Bij relatief kleine bruggen tot een breedte van circa 12 m wordt bij voorkeur een eenzijdige aandrijving toegepast. In figuur 38 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een heugelstangaandrijving ten behoeve van een eenzijdige aandrijving.

De aandrijving is samengesteld uit een heugelstang met tandbaan, veerbuffer en rondsel dat is opgenomen in een schamelstel, aangeduid met (TH). Over het schamelstel is een afschermkap voorzien ter afscherming van de bewegende componenten.

Bij kleinere en middelgrote bruggen heeft het de voorkeur om het rondsel rechtstreeks op de uitgaande as van een tandwielkast (TWK) te plaatsen. Dit ter vereenvoudiging van de aandrijving en het voorkomen van potentiële uitlijnfouten.

Op de ingaande as van de tandwielkast is de blokkenrem (R) gesitueerd, onmiddellijk gevolgd door de elektromotor (E). De elektromotor is uitgevoerd met een extra aseinde waarop de encoder (EC) en de handslinger (HS) kunnen worden geplaatst.

8.2.2.3 Tweezijdig aangedreven vanuit de kelder



Legenda

HK	hoekkast
TH	tandheugel
K	koppeling
RL	radiaallager
ARL	axiaal/radiaal lager
TWK	tandwielkast
R	rem
E	elektromotor
EC	encoder
HS	handslinger

Figuur 39 — Configuratie heugelstang, tweezijdig aangedreven

Bruggen breder dan 12 m worden bij voorkeur aan twee zijden aangedreven. In figuur 39 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een heugelstangaandrijving ten behoeve van een tweezijdige aandrijving.

De tweezijdig aangedreven ophaalbrug heeft de beschikking over een brugkelder waarin de centrale aandrijving van de brug is ondergebracht.

De aandrijving is samengesteld uit twee heugelstangen, elk met tandbaan, veerbuffer en rondsel dat is opgenomen in een schamelstel, aangeduid met (TH). Over elk schamelstel is een afschermkap voorzien ter afscherming van de bewegende componenten.

Bovenin de beide hameistijlen is een hoekkast (HK) opgenomen die de as van het betreffende rondsel aandrijft.

Onder elke hameistijl is een hoekkast opgenomen die door middel van een verticaal opgestelde as mechanisch is verbonden met de bovengelegen hoekkast.

Door middel van horizontale assen staan de hoekkasten in verbinding met de centrale tandwielkast (TWK).

De centrale tandwielkast is voorzien van een elektromotor (E) en een rem (R). De elektromotor is voorzien van een extra aseinde waarop de encoder (EC) en de handslinger (HS) kunnen worden geplaatst.

8.2.2.4 Raakvlak tandheugel en hameitoren

Bij kleine tot middelgrote bruggen bevinden het schamelstel en de tandheugel zich bij voorkeur buiten de hameitoren. De reden hiervoor is de goede bereikbaarheid van het rondsel en de goede afdichting van de hameitoren.

Bij ophaalbruggen met grote aandrijvingen en hameitoren kan het rondsel in de toren worden geplaatst. Hiervoor moet voldoende ruimte beschikbaar zijn om te voldoen aan de hoofduitgangspunten. Het voordeel van deze configuratie is dat het rondsel bereikbaar is zonder hinder voor het wegverkeer en zonder dat er verkeersmaatregelen hoeven te worden genomen.

Onder alle omstandigheden moet wel rekening worden gehouden met het uitgangspunt dat het bewegingswerk, en in het bijzonder de rem, voldoende worden beschermd tegen weersinvloeden.

Bij grotere ophaalbruggen met een centrale aandrijving vanuit een kelder is er meer ruimte beschikbaar om het rondsel aan de binnenzijde van de hameitoren te plaatsen.

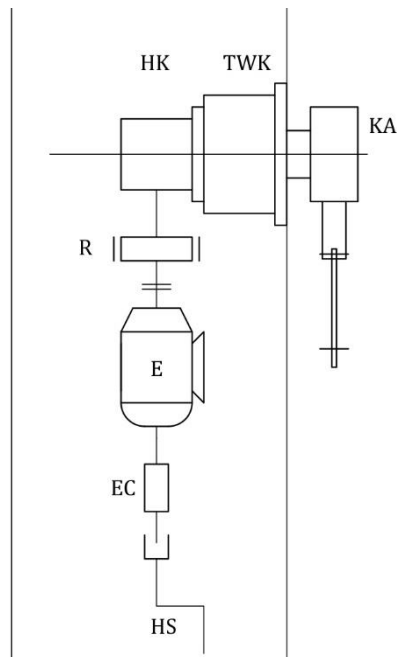
Wanneer het rondsel buiten de hameitoren is geplaatst, moet deze worden voorzien van een demontabele afschermvoorziening. Deze wordt toegepast ter bescherming tegen weersinvloeden en voor het verhogen van de veiligheid.

8.2.3 Knikarmaandrijving

8.2.3.1 Algemeen

In figuren 40 en 41 zijn de configuraties van de knikarmaandrijving uitgewerkt voor een enkelzijdige en een tweezijdige variant.

8.2.3.2 Enkelzijdig aangedreven



Legenda

HK	hoekkast
TWK	tandwielkast
KA	kruk
R	rem
E	elektromotor
EC	encoder
HS	handslinger

Figuur 40 — Configuratie knikarm, enkelzijdig aangedreven

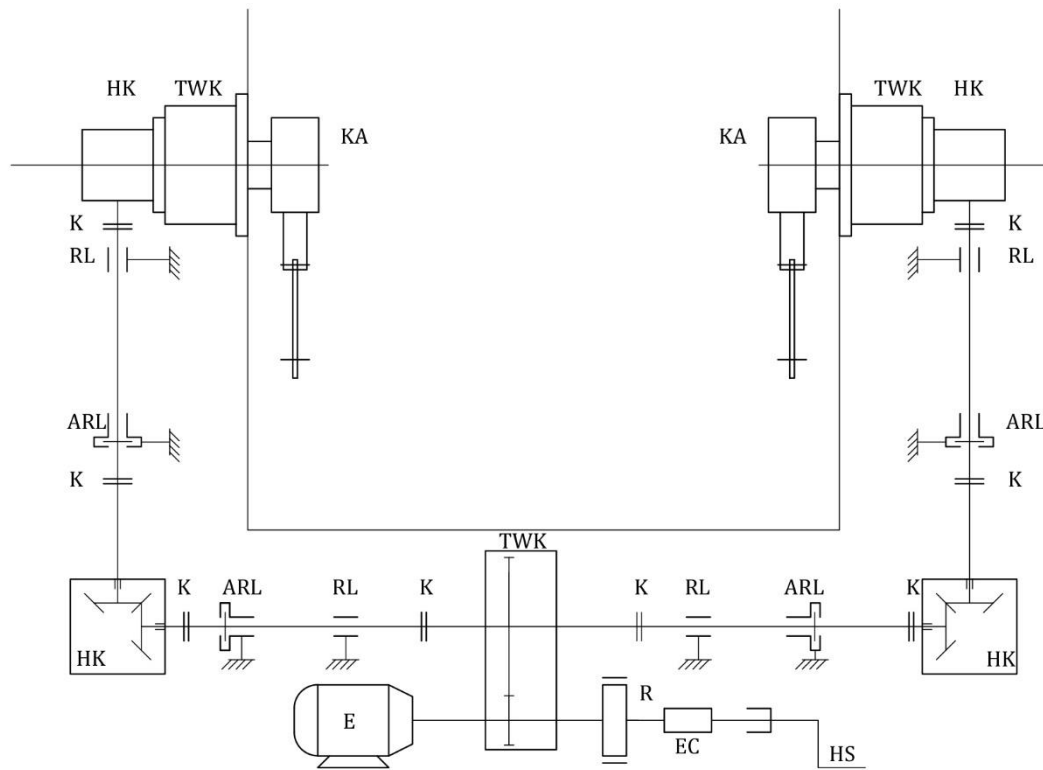
Bij relatief kleine bruggen tot een breedte van circa 12 m wordt bij voorkeur een enkelzijdige aandrijving toegepast. In figuur 40 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een knikarmaandrijving (KA) ten behoeve van een eenzijdige aandrijving.

De aandrijving wordt getypeerd door een trekduwstang waarmee een kruk in verbinding staat met het val. Deze combinatie kruk met trekduwstang vormt de knikarm.

In de hameestijl is een planetaire tandwielkast (PK) ondergebracht, waarbij op de uitgaande as de kruk is gemonteerd. De planetaire tandwielkast wordt met behulp van een hoekkast (HK) aangedreven.

Onder de hoekkast bevindt zich de rem (R) en daaronder de elektromotor (E). De elektromotor is voorzien van een extra aseinde waarop de encoder (EC) en de handslinger (HS) kunnen worden geplaatst.

8.2.3.3 Tweezijdig aangedreven vanuit de kelder



Legenda

HK	hoekkast
TWK	tandwielkast
KA	kruk
K	koppeling
RL	radiaallager
ARL	axiaal/radiaallager
E	elektromotor
R	rem
EC	encoder
HS	handslinger

Figuur 41 — Configuratie knikarm, tweezijdig aangedreven

Bij bruggen breder dan 12 m verdient het de voorkeur de brug tweezijdig aan te drijven. In figuur 41 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een knikarmaandrijving (KA) ten behoeve van een tweezijdige aandrijving.

De tweezijdig aangedreven ophaalbrug heeft de beschikking over een brugkelder waarin de centrale aandrijving van de brug is ondergebracht.

De aandrijving is samengesteld uit twee knikarmen, elk opgebouwd uit een kruk, trekduwstang en veerbuffer.

In de hameestijl is een planetaire tandwielkast (PK) ondergebracht waarbij op de uitgaande as de kruk is gemonteerd. De planetaire tandwielkast wordt met behulp van een hoekkast (HK) aangedreven.

Onder elke hameestijl is een hoekkast (HK) opgenomen die door middel van een verticaal opgestelde as mechanisch is verbonden met de bovengelegen hoekkast.

Door middel van horizontale assen staan de hoekkasten in verbinding met de centrale tandwielkast.

De centrale tandwielkast is voorzien van een elektromotor (E) en een rem (R). De elektromotor is voorzien van een extra aseinde waarop de handslinger en de encoder (EC) kunnen worden geplaatst. Als alternatief voor die positie kan worden gekozen voor een plaatsing van de encoder en de handslinger aan de zijde van de rem.

8.3 Basculebrug

8.3.1 Onderdelen aandrijving met hydraulische cilinder

8.3.1.1 Algemeen

In figuren 42 en 43 zijn de configuraties van de cilinderaandrijving voor respectievelijk een enkelvoudige en een tweezijdige variant uitgewerkt.

OPMERKING In deze editie van NTA 8086 is de hydraulische aandrijving slechts schematisch uitgewerkt. De bedoeling van de paragraaf is een basis te leggen voor een toekomstige standaardisatie. In de figuren 42 en 43 zijn de meest voorkomende situaties weergegeven. Het is mogelijk dat op basis van de specifieke eisen uit de projectspecificatie andere keuzes moeten worden gemaakt.

Een bewegingswerk voor een basculebrug met een hydraulische cilinder bestaat uit de volgende onderdelen, met bijbehorende uitgangspunten:

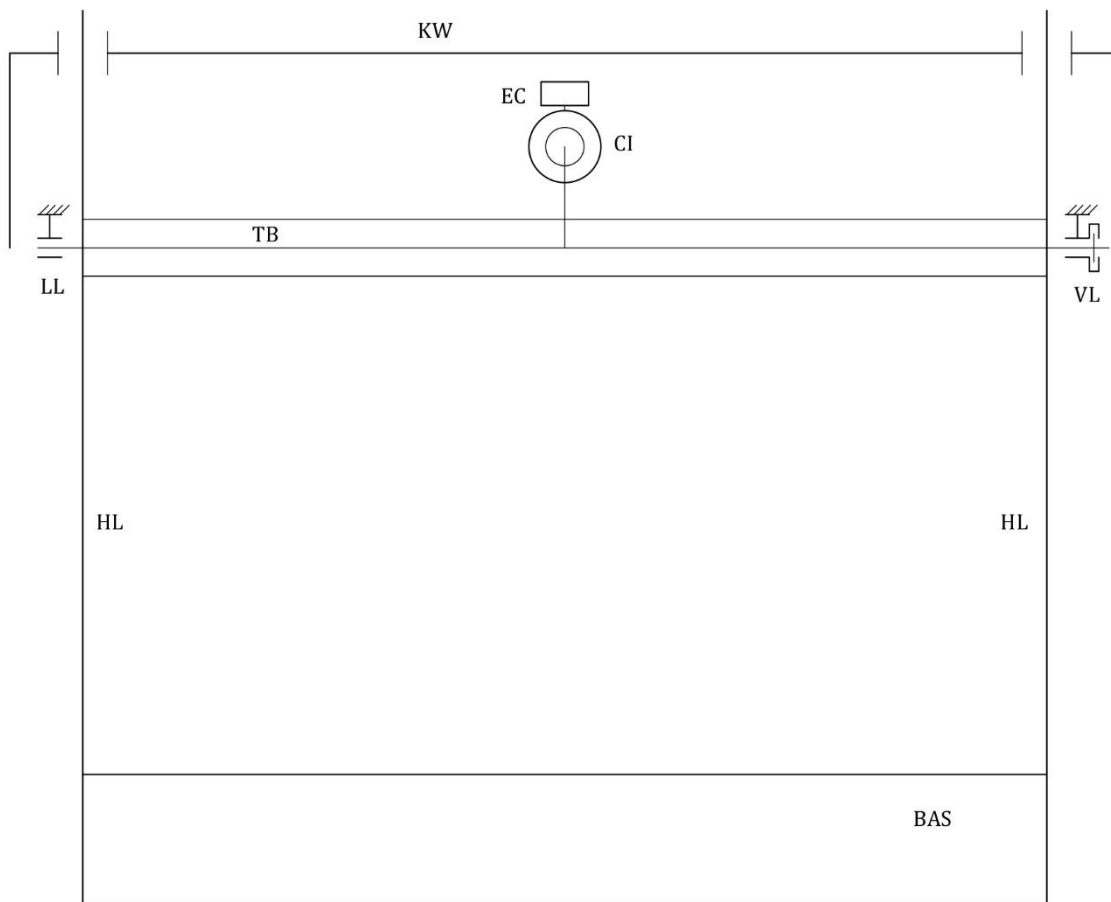
— **Hydraulische cilinder**

In de basis moet een standaard hydraulische cilinder volgens NEN-ISO 3320 en de NEN-ISO 6020-reeks worden toegepast in verband met de snelle beschikbaarheid bij leveranciers en de uitwisselbaarheid. Bij de cilinder moet een lineaire encoder worden toegepast.

— **Encoder**

Voor de positiebepaling en de snelheidsregeling van het val moet worden gebruikgemaakt van een (lineaire) encoder.

8.3.1.2 Enkelvoudig aangedreven met cilinder



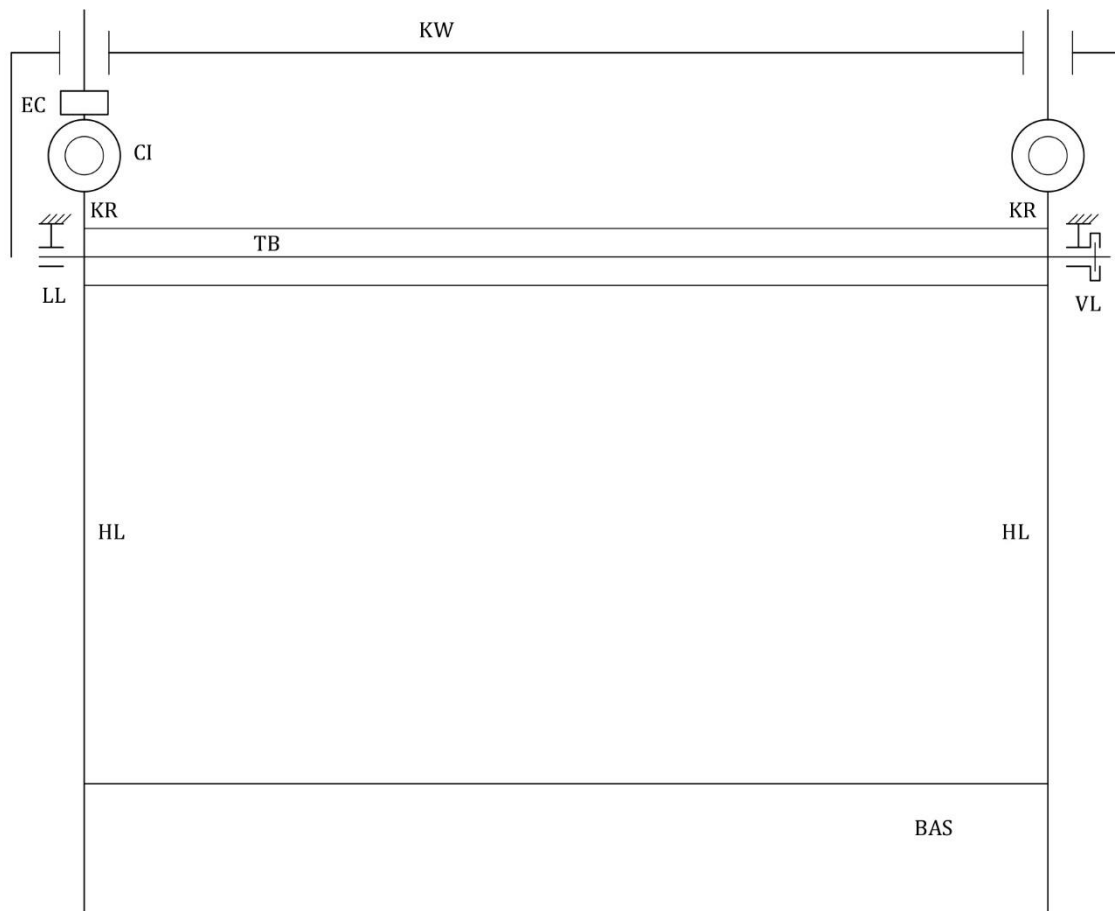
Legenda

KW	kelderwand
EC	wegmeetsysteem
CI	cilinder
TB	torsiebalk
LL	los lager
VL	vast lager
HL	hoofdlijger
BAS	bascule

Figuur 42 — Configuratie cilinder, enkelvoudig aangedreven

In figuur 42 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een hydraulische cilinder (CI) met lineaire encoder (EC) ten behoeve van een enkelvoudige aandrijving. Deze is bevestigd aan de torsiebalk (TB).

8.3.1.3 Tweezijdig aangedreven met cilinder



Legenda

KW	kelderwand
EC	wegmeetsysteem
CI	cilinder
KR	kruk
TB	torsiebalk
LL	los lager
VL	vast lager
HL	hoofdlijger
BAS	bascule

Figuur 43 — Configuratie cilinder, tweezijdig aangedreven

In figuur 43 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een hydraulische cilinder ten behoeve van een tweezijdige aandrijving.

8.3.2 Onderdelen panamawiel aandrijving

8.3.2.1 Algemeen

In figuren 44 en 45 zijn de configuraties van de panamawiel aandrijving voor respectievelijk een enkelzijdige en een tweezijdige variant uitgewerkt.

Een elektromechanisch bewegingswerk voor een basculebrug bestaat uit de volgende onderdelen, met bijbehorende uitgangspunten:

— **Motoren**

In de basis moet een standaard elektromotor worden toegepast in verband met de snelle beschikbaarheid bij leveranciers in het geval van vervanging. Aan de achterzijde van de elektromotor moet een tweede aseinde worden toegepast dat kan worden benut voor eventuele handbediening en/of een encoder.

— **Handaandrijving**

Het is noodzakelijk om een noodhandaandrijving toe te passen.

— **Rem**

Het is wenselijk om een rem toe te passen met een gesplitste remfunctie voor dynamisch en statisch remmen. Dit om te voorkomen dat de vasthoudrem maatgevend is voor dynamisch remmen. De verschillende remfuncties worden bij voorkeur gecombineerd in één rem, maar kunnen ook van elkaar gescheiden worden uitgevoerd door toepassing van twee remmen.

Elke rem moet worden uitgevoerd met een handmatig bedienbare separate remlichter. Het plaatsen van de handlichter moet zijn voorzien van een detectie en als de handlichter is geplaatst, mag het bewegingswerk niet elektrisch in bedrijf kunnen komen.

— **Rondsel**

Het rondsel moet worden voorzien van een demontabele afschermvoorziening. Deze wordt toegepast ter verbetering van de veiligheid.

— **Panamawiel**

Het panamawiel moet worden voorzien van een demontabele afschermvoorziening. Deze wordt toegepast ter verbetering van de veiligheid. Verder moet het panamawiel worden uitgebalanceerd.

— **Massatraagheid**

Gestreefd wordt naar een optimalisatie van de massatraagheid van de aandrijflijn om de belasting te reduceren op de aandrijflijn.

— **Encoder**

Voor de positiebepaling en de snelheidsregeling van het val moet worden gebruikgemaakt van een encoder. De encoder moet voldoen aan de eisen van 10.2. De encoder wordt bij voorkeur geplaatst in het verlengde van de motoras van de elektromotor. Omdat het uiteinde van deze as ook wordt gebruikt voor de handslinger, moet een encoder worden toegepast met holle doorlopende schacht die over de as kan worden geschoven tussen de elektromotor en de handslinger (zie figuren 44 en 45). Voor een encoder gelden de volgende uitgangspunten:

— De encoder moet goed bereikbaar zijn:

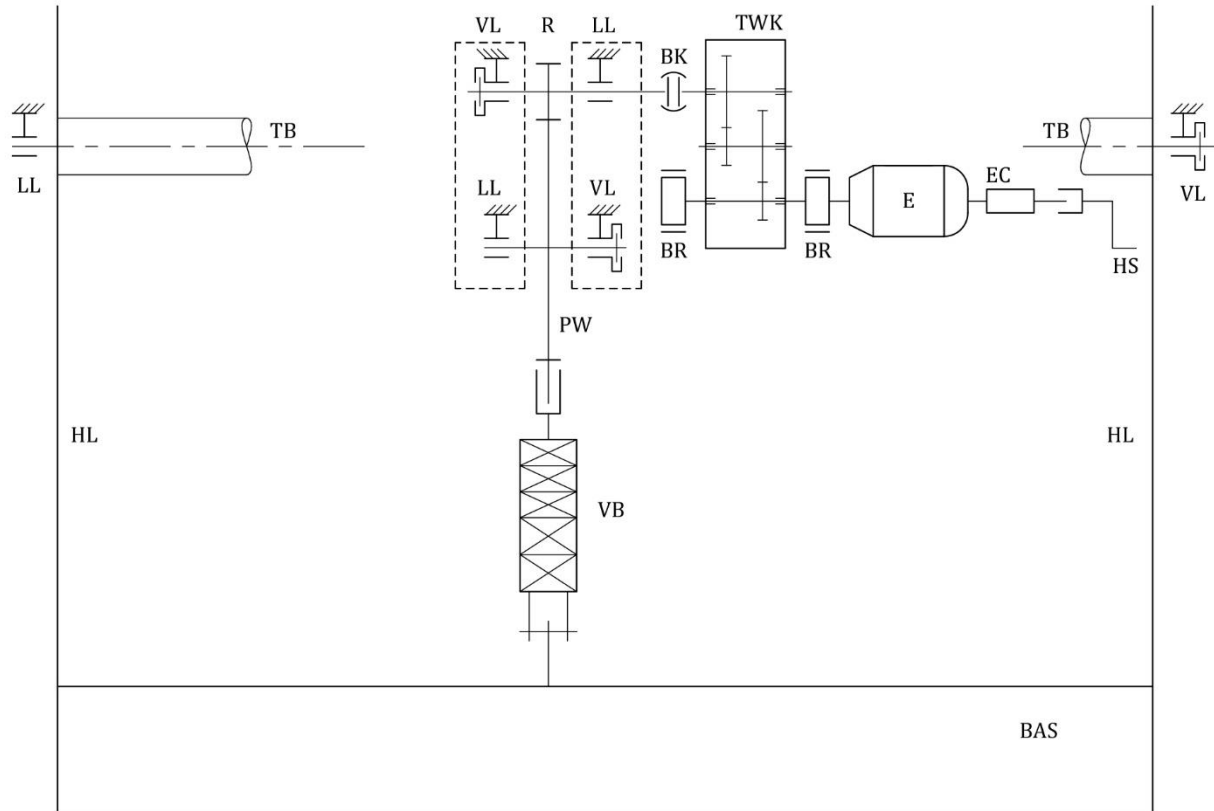
— De status en werking van de encoder moet zichtbaar zijn voor een monteur zonder daarbij een brug uit bedrijf te hoeven nemen.

— Resetten of vervangen van een encoder moet mogelijk zijn zonder verkeersmaatregelen en zonder hulpmiddelen om bij de encoder te kunnen komen.

— Om te voorkomen dat de behuizing van de encoder meedraait met de as, moet de behuizing worden tegengehouden met een fixatie-inrichting (klem) die enige ruimte toelaat voor minimale radiale slingering. Deze klem moet worden verbonden met de vaste wereld.

- De encoder geeft voldoende pulsen af (minimaal 200 000) ten behoeve van één brugvalbeweging, dat wil zeggen vanaf de neerpositie t/m de nood-eindpositie op.

8.3.2.2 Enkelzijdig aangedreven panamawiel



Legenda

VL	vast lager
R	rondsel
LL	los Lager
BK	boogtandkoppeling
TWK	tandwielkast
TB	torsiebalk
PW	panamawiel
HL	hoofdlijger
VB	veerbuffer
BAS	bascule

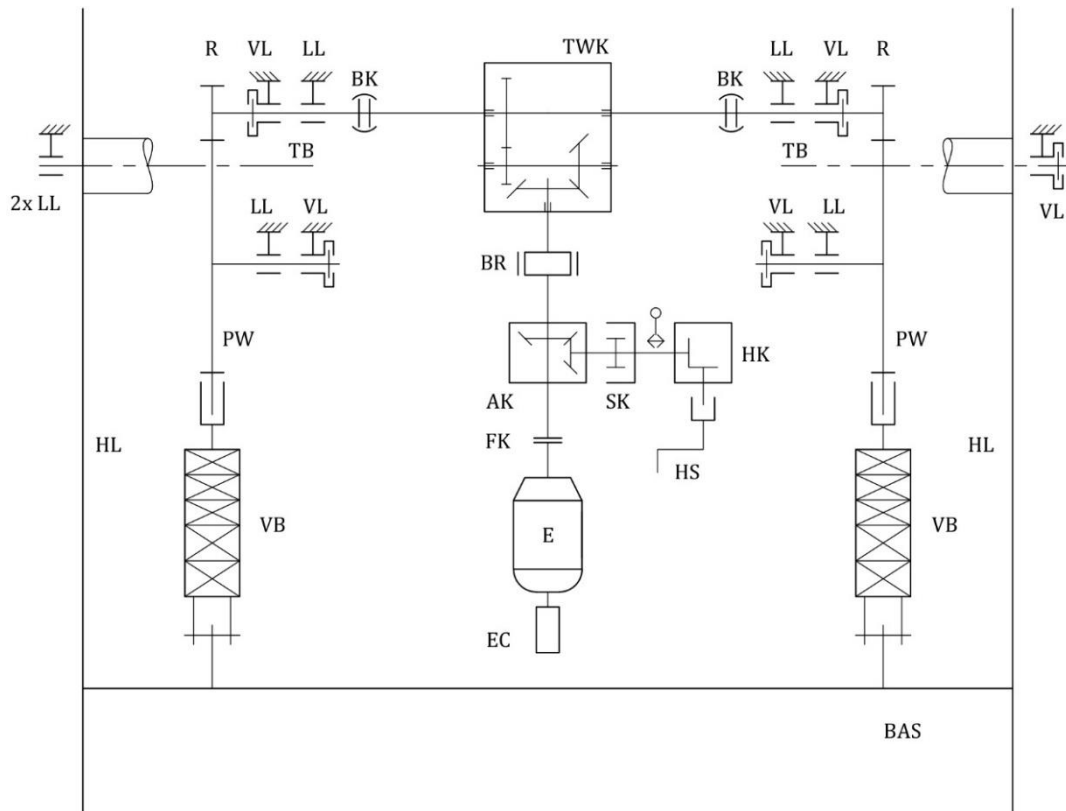
Figuur 44 — Configuratie enkelzijdig panamawiel-torsiebalkaangedreven

In figuur 44 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een panamawiel ten behoeve van een enkelzijdige aandrijving.

De aandrijving is samengesteld uit een panamawiel (PW), veerbuffer (VB) en rondsel (R). Over het rondsel is een afschermkap voorzien ter afscherming van de bewegende componenten.

Op de ingaande as van de tandwielkast (TWK) zijn de blokkenremmen (BR) gesitueerd, onmiddellijk gevolgd door de elektromotor (E). De elektromotor is uitgevoerd met een extra aseinde waarop de handslinger (HS) kan worden geplaatst.

8.3.2.3 Tweezijdig aangedreven panamawiel



Legenda

R	rondsel
VL	vast lager
LL	los Lager
TWK	tandwielkast
BK	boogtandkoppeling
TB	torsiebalk
BR	blokkenrem
PW	panamawiel
HK	hoekkast
AK	aftakkast
SK	schakelbare koppeling
HL	hoofdlijger
FK	flexibele koppeling
HS	handslinger
VB	veerbuffer
E	elektromotor
EC	encoder
BAS	bascule

Figuur 45 — Configuratie panamawiel met torsiebalk, tweezijdig aangedreven

In figuur 45 is het bewegingswerk weergegeven dat gebruikmaakt van een panamawiel ten behoeve van een tweezijdige aandrijving.

De tweezijdig aangedreven basculebrug heeft de beschikking over een brugkelder waarin de centrale aandrijving van de brug en de ballastkist zijn ondergebracht.

De aandrijving is samengesteld uit twee panamawielen (PW), twee veerbuffers (VB) en twee rondsels (R). Over elk rondsel is een afschermkap voorzien ter afscherming van de bewegende componenten.

De rondsels zijn rechtstreeks verbonden met de uitgaande as van de tandwielkast via boogtandkoppelingen (BK).

De centrale tandwielkast (TWK) is voorzien van een elektromotor (E) en een rem (BK). Via een hoektandwielkast (HK) en een schakelbare koppeling (SK) is de aandrijving voorzien van een extra aseinde waarop de handslinger (HS) en de encoder (EC) kunnen worden geplaatst.

9 Technische ruimtes

9.1 Algemeen

In een technische ruimte onder het wegdek (hierna genoemd 'kelder') moet ruimte zijn voor een aandrijfmechanisme, de elektrotechnische installaties en de toegangs-, werk- en vluchtruimte. De inrichting van de technische ruimte moet voldoen aan de eisen van Ontw. NEN 6787-1 en, indien van toepassing, NEN 1010 voor wat betreft afmetingen, werkbordessen, toegangs- en vluchtvoorzieningen. Daarnaast gelden de volgende uitgangspunten voor de basculebrug en voor de ophaalbrug (indien een kelder wordt toegepast):

- Alle onderdelen in de kelder moeten voldoende bereikbaar zijn voor regulier onderhoud en inspectie.
- De tijdens de levensduur te vervangen onderdelen moeten zonder grote ingrepen in de rest van de constructie (de)montabel en afvoerbaar zijn. Voor grotere/zwaardere onderdelen moeten voorzieningen in de kelder/toren zijn aangebracht voor de hijsmiddelen om (de)montage te vergemakkelijken.
- De afmetingen van de toegangsroutes in de kelder of toren moeten voldoende ruimte bieden om demontabele onderdelen te kunnen toe- en afvoeren.

9.2 Aansturing

Voor de kasten van de aansturingsinstallatie moeten de volgende uitgangspunten worden aangehouden:

- De zes vooraf gekoppelde standaard besturingskasten moeten elk een afmeting hebben van (breedte × hoogte × diepte =) 600 mm × 1 800 mm × 800 mm.
- De vrije ruimte vóór de kasten moet zodanig zijn dat bij geopende kastdeuren er een minimale vrije doorgang is van (breedte × hoogte =) 800 mm × 2 500 mm.
- De besturingskasten moeten op een verhoging van minimaal 200 mm zijn geplaatst.
- De ruimte moet onder alle omstandigheden droog zijn.

OPMERKING Dit is inclusief ruimtereservering voor kasten ten behoeve van bijvoorbeeld centrale bediening of afstandsbediening. Voor lokaal bediende bruggen volstaan meestal vier à vijf kasten, afhankelijk van de benodigde ruimte.

Bij aandrijvingen die in de hameitoren zijn geplaatst en waarbij een kelder niet nodig is voor de mechanische onderdelen (bij kleinere bruggen), moeten de besturingskasten in een separate ruimte nabij de brug worden geplaatst.

Het wordt aanbevolen een reserveruimte aan te houden gelijk aan de ruimtereservering zoals hiervoor omschreven, zodat in de technische ruimte een nieuwe besturingsinstallatie kan worden geplaatst, terwijl de oude nog in werking is. Op deze manier wordt tijdens vervanging van de (oude) besturingsinstallatie de brug zo kort mogelijk gestremd.

9.3 Kelder ophaalbrug

Uitgangspunt voor de in deze paragraaf aangegeven afmetingen van de kelder van een tweezijdig aangedreven ophaalbrug is (uitgaande van de grootste categorie brug) een elektromechanische aandrijving, bestaande uit:

- een centrale motor met klossenrem en een tandwielkast met twee horizontaal uitgaande assen in breedterichting in het midden van de brugkelder;
- een haakse tandwielkast onder de hameitoren met verticale assen naar een haakse tandwielkast (planetair) in de toren ter hoogte van de kruk-drijfstangaandrijving;
- een kruk-drijfstangmechanisme in de hameitoren.

Op basis van deze uitgangspunten moet de kelder een onder de hameitoren doorlopende kelder zijn en de volgende afmetingen hebben:

- een minimale vrije stahoogte van 2 500 mm, waarbij ter plaatse van lokaal kruisende kabelladers een hoogte van minimaal 1 900 mm mag worden aangehouden;
- een minimale breedte van 3 000 mm gemeten in de lengterichting van de brug (dwars op de assen tussen de twee hameitoren);
- een totale lengte (in de breedterichting van de brug) die wordt bepaald door de breedte van het val en de afmeting van de hameistijlen;
- een benodigde vrije ruimte van minimaal 1 000 mm rondom de aandrijfunit.

Bij aandrijvingen die in de hameitoren zijn geplaatst en waarbij een kelder niet nodig is voor de mechanische onderdelen (bij kleinere bruggen), moet er bij de aandrijving minimaal 600 mm vrije ruimte zijn voor bereikbaarheid en onderhoud van de aandrijving.

9.4 Kelder basculebrug

Voor de afmetingen van de kelder van een basculebrug zijn de volgende uitgangspunten aangehouden (zie ook figuur 46):

- De brug wordt aangedreven met een elektromechanische en een hydraulische aandrijving van het val met behulp van een kruk-drijfstang of een panamawielmechanisme, aangrijpend tussen de hoofdliggers op een bordes aan de voorwand van de kelder.
- De draaipunten en de aandrijving moeten goed bereikbaar zijn voor onderhoud. Hiervoor moeten trappen, bordessen en leuninggen in de kelder zijn geplaatst en de ruimte rondom onderdelen moet zodanig zijn dat deze kunnen worden verwijderd zonder aanpassing van de onderbouw.

10 Aansturing – voorzieningen, onderdelen en software

10.1 Algemeen

Voor het onderwerp aansturing is een aantal onderwerpen uitgewerkt waarbij sprake is van een raakvlak tussen de software en/of andere onderdelen van de brug. In hoofdstuk 5 zijn reeds de raakvlakken tussen aansturing en de onderbouw uitgewerkt. In hoofdstuk 8 wordt de relatie tussen de encoder en de aandrijving omschreven. De encoder moet voldoen aan de eisen volgens 10.2.

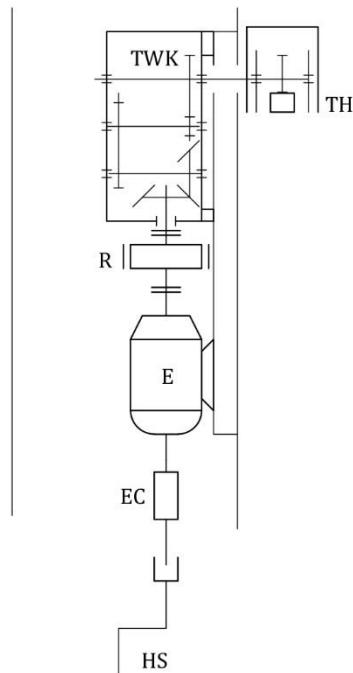
In dit hoofdstuk zijn raakvlakken gedefinieerd tussen verschillende onderdelen van de aansturing en de software waarmee de aansturing is geautomatiseerd en geprogrammeerd. Uitgangspunt is hierbij de mogelijkheid tot het standaardiseren, flexibiliseren en demontabel maken van onderdelen en raakvlakken.

10.2 Encoder inclusief noodeindschakelaar

Het controleren en beheersen van de standbepaling van het val (neer, voor neer, voor op, op en noodeind op) en de draaisnelheid van het val (starten, versnellen, nominale snelheid, vertragen en stoppen) moeten door één systeem worden gecontroleerd met een encoder. Het systeem moet voldoen aan Ontw. NEN 6787-1.

Bij toepassing van een brug moet een absolute encoder worden toegepast. De encoder wordt aangesloten op een motorsturing en het PLC-besturingssysteem. De motorsturing verwerkt de pulsen en bewaakt de snelheid. Het PLC-besturingssysteem verwerkt de input voor de veiligheidsfuncties. Hiervoor moeten encoder en PLC voldoen aan het vereiste veiligheidsniveau.

In figuur 47 is schematisch de locatie van de encoder weergegeven.



Legenda

TWK	tandwielkast
TH	tandheugel
R	rem
E	elektromotor
EC	encoder
HS	handslinger

Figuur 47 — Voorbeeld locatie van een encoder

Met de encoder moeten minimaal de volgende functies worden vervuld (zie ook figuur 48):

a) standbepaling van het brugval minimaal bestaande uit:

- detecteren brugval stand 'neer';
- detecteren brugval stand 'voor neer';
- detecteren brugval stand 'voor voor neer';
- detecteren brugval stand 'voor voor op';
- detecteren brugval stand 'voor op';
- detecteren brugval stand 'op';
- detecteren brugval stand 'nood-eind op'.

b) levering signalen voor het beheersen van de draaisnelheid van het brugval bestaande uit:

- beheersing draaisnelheid vanuit 'start' naar 'kruipsnelheid';
- beheersing draaisnelheid vanuit 'kruipsnelheid' naar 'nominale snelheid';

- beheersing draaisnelheid van ‘maximale snelheid’ (overtorenenbeveiliging);
- beheersing draaisnelheid vanuit ‘nominale snelheid’ naar ‘kruipsnelheid’;
- beheersing draaisnelheid vanuit ‘kruipsnelheid’ naar ‘stop’.

OPMERKING 1 Dit geldt uiteraard voor beide draairichtingen, omhoog en omlaag.

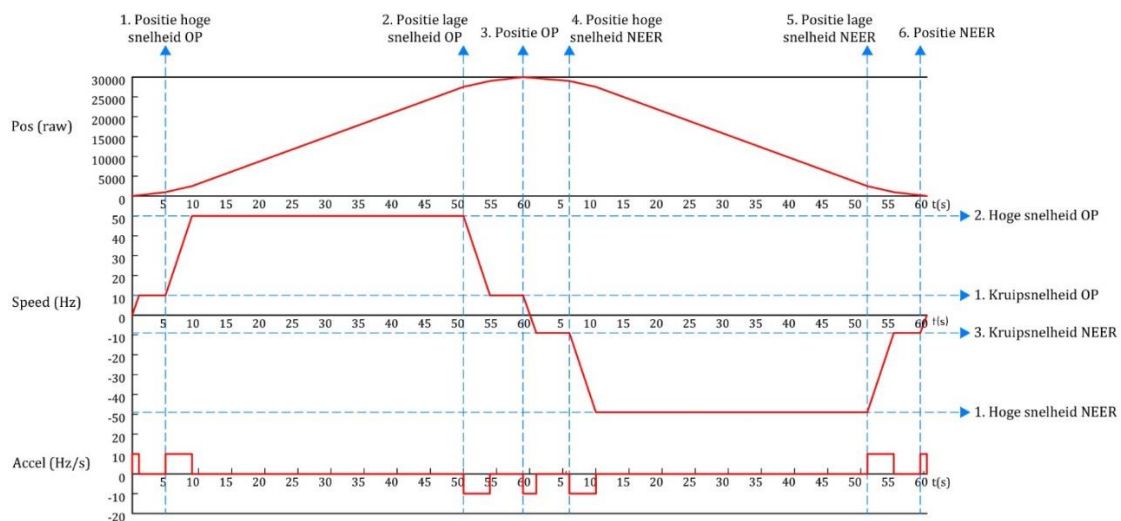
c) levering signalen voor het beheersen van de looptijdbewaking van het brugval, afgeleid uit a) en b), bestaande uit:

- beheersing looptijd vanuit ‘start’ naar ‘kruipsnelheid’;
- beheersing looptijd vanuit ‘kruipsnelheid’ naar ‘nominale snelheid’;
- beheersing looptijd vanuit ‘nominale snelheid’ naar ‘kruipsnelheid’;
- beheersing looptijd vanuit ‘kruipsnelheid’ naar ‘stop’.

OPMERKING 2 Dit geldt uiteraard voor beide draairichtingen, omhoog en omlaag.

Eisen waaraan de encoder minimaal moet voldoen:

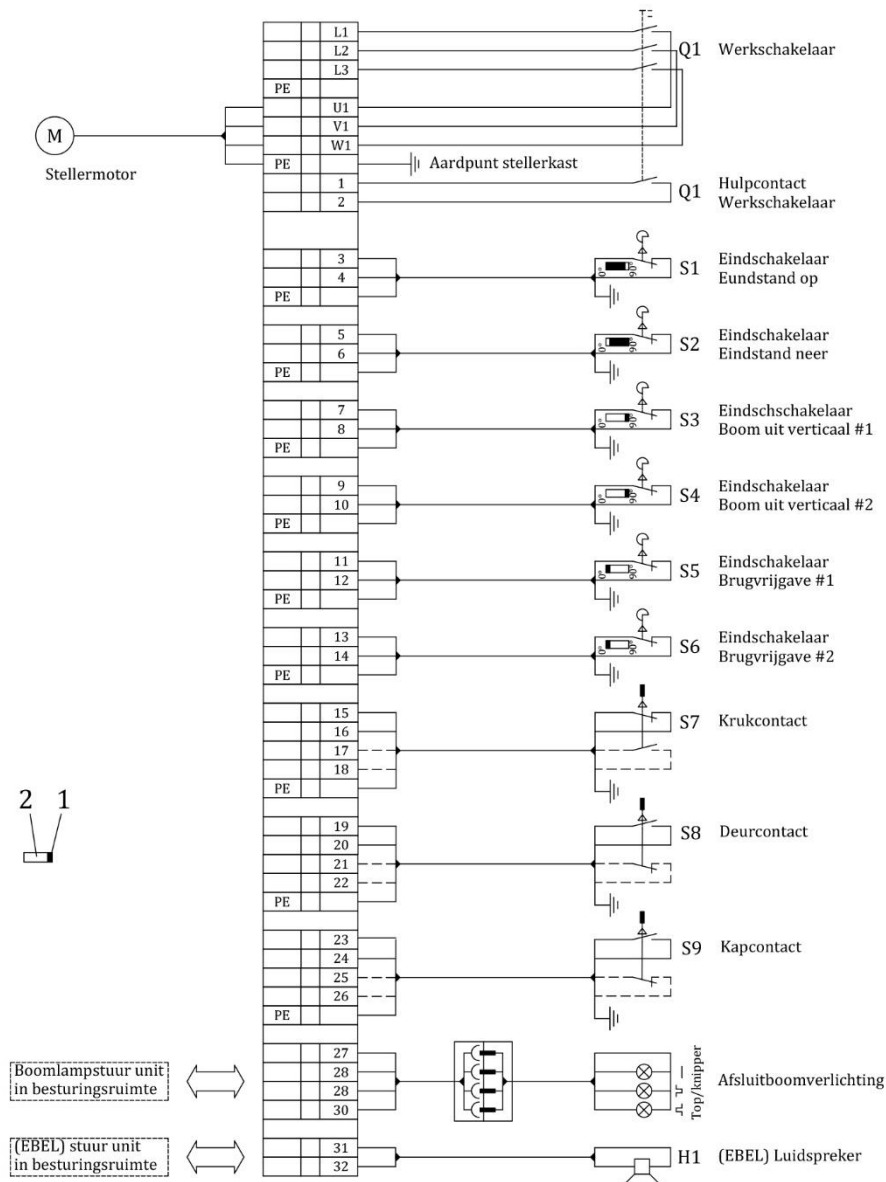
- De toe te passen encoder moet een absolute encoder zijn.
- De toe te passen encoder moet minimaal voldoen aan SIL-klasse 2 volgens NEN-EN-IEC 62061.
- De toe te passen encoder moet zijn gemonteerd in het verlengde van de motoras.
- Montage van de toe te passen encoder moet dusdanig worden uitgevoerd dat axiale en radiale krachten geen invloed hebben op het functioneren van de desbetreffende encoder.
- De toe te passen encoder moet ten opzichte van de hoekverdraaiing spelingsvrij worden gemonteerd.
- De toe te passen encoder moet ten behoeve van één brugvalbeweging van ‘neer’ tot ‘nood-eind op’ minimaal 200 000 pulsen afgeven.



Figuur 48 — Bewegingsdiagram val

10.3 Klemmenstrook afsluitboominstallatie

Het raakvlak voor de afsluitboominstallatie is naast het fysieke raakvlak (zie 5.5) ook de aansluiting, het elektronische raakvlak. In de afsluitboominstallatie is een standaard klemmenstrook aanwezig, schematisch weergegeven in figuur 49. De signaaldraden uit de schakelkast zijn hierop uniform aan te sluiten. De klemmenstrook van de afsluitboominstallatie is zo samengesteld dat deze eenvoudig op onderdelen of in zijn geheel is te vervangen. Indien uit veiligheidsoogpunt (op basis van de risicobeoordeling) een hoger betrouwbaarheidsniveau is vereist, kunnen deze aansluitingen dubbel worden uitgevoerd. Het weergegeven aantal klemmen is een minimumeis.



Legenda

- 1 contact gesloten
- 2 contact geopend

Figuur 49 — Klemmenstrook afsluitboominstallatie

Hierbij zijn de volgende functionele eisen van de onderdelen het uitgangspunt:

- a) Het toestelschema is onderbracht in deur aandrijfkolom in documenthouder samen met gebruiksaanwijzing.
- b) De werkschakelaar is minimaal driepolig plus hulpcontact en hangslot is vergrendelbaar.
- c) De eindschakelaars zijn mechanisch (B10-waarde 10 000 000, percentage gevaarlijke uitval 20 %, IP67 gesloten).
- d) De standschakelaars zijn separaat instelbaar.
- e) De aansluitklemmen zijn van het type schroefklem.
- f) De boomverlichtingsaansluiting heeft een vierpolige stekker en contrastekker (IP67 gesloten).
- g) De installatie is bekabeld met soepel QWPK- en VD-draad. De aansluitkabels aan de uiteinden zijn genummerd en voorzien van adereindhulsjes.
- h) De centrale aansturing van de boomverlichting wordt per afsluitboominstallatie centraal ondergebracht bij de aansturing van de brug.
- i) De stuurunit van de elektronische akoestische signaalgever is per afsluitboominstallatie centraal ondergebracht bij de aansturing van de brug.
- j) De luidsprekerunit van de elektronische akoestische signaalgever is aangebracht in de aandrijfkolom van elke afsluitboominstallatie.

Het geluidsniveau van de elektronische akoestische signaalgever moet instelbaar zijn en zijn voorzien van een dag- en een nachtstand.

10.4 Klemmenstrook landverkeersein en scheepvaartsein

Landverkeersein en scheepvaartsein zijn voorzien van LED2-seinlampen.

Het raakvlak voor de seinverlichting is naast het fysieke raakvlak ook de aansluiting, het elektronische koppelvlak. Hiervoor zijn optische en elektrische specificaties opgesteld in tabel 17.

Tabel 17 — Optische en elektrische specificaties

Lichtopbrengst	Class A3/1	500 cd
Twee dimniveaus	1 ^e dimniveau	150 cd
	2 ^e dimniveau	40 cd
Karakteristiek	Type W.Wide beam	Horizontaal ±30 °C Verticaal 0 °C – 20 °C
Werkspanning	Nominaal 42 Vac	50 Vac – 36 Vac
	1 ^e dimstand 31 Vac	34 Vac – 26 Vac
	2 ^e dimstand 20 Vac	24 Vac – 15 Vac

	Light off < 15 Vac	U < 15 Vac
Reactietijden	Inschakelen < 50 ms	Uitschakelen < 30 ms
Opgenomen vermogen	Maximaal 15 watt	
Elektrisch aansluiting	Vaste kabel van minimaal 1 m aangesloten aan de lamp	

In de LED2-seinlamp is een standaard klemmenstrook aanwezig. De signaaldraden uit de schakelkast zijn hier op uniforme wijze op aan te sluiten. De klemmenstroken voor SVS en LVS moeten in de aangegeven kleuren worden uitgevoerd. In figuur 50 zijn de aansluitingsmogelijkheden voor het aansturen van landverkeerseinen (LVS) en scheepvaartseinen (SVS) uitgewerkt.

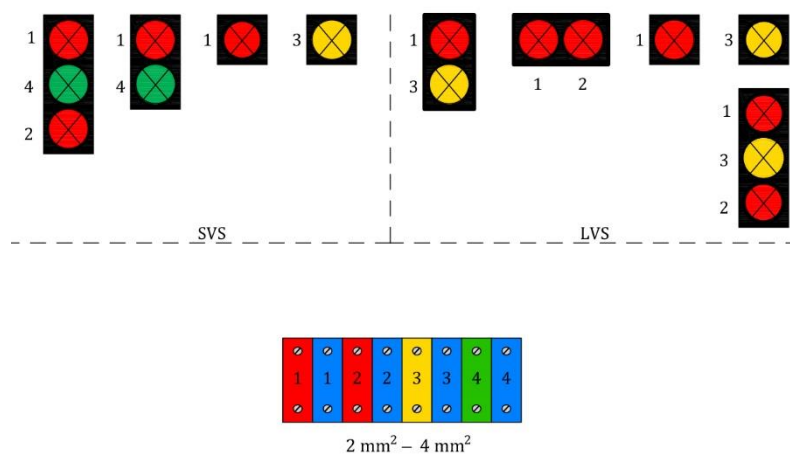
Bij gebruik voor scheepvaartseinen (SVS):

- De aansluitingen (1) zijn voor de seinen 'enkel rood'.
- De aansluitingen (2) zijn bedoeld voor 'dubbel rood'.
- De aansluitingen (3) zijn bedoeld voor het onderdoorvaartsein.
- De aansluitingen (4) zijn bedoeld voor het sein 'groen'.

Bij gebruik voor landverkeerseinen (LVS):

- De aansluitingen (1) zijn voor een enkel bruglicht.
- De aansluitingen (2) zijn bedoeld voor een tweede bruglicht (tweevoudig).
- De aansluitingen (3) zijn bedoeld voor het voorwaarschuwingsein.

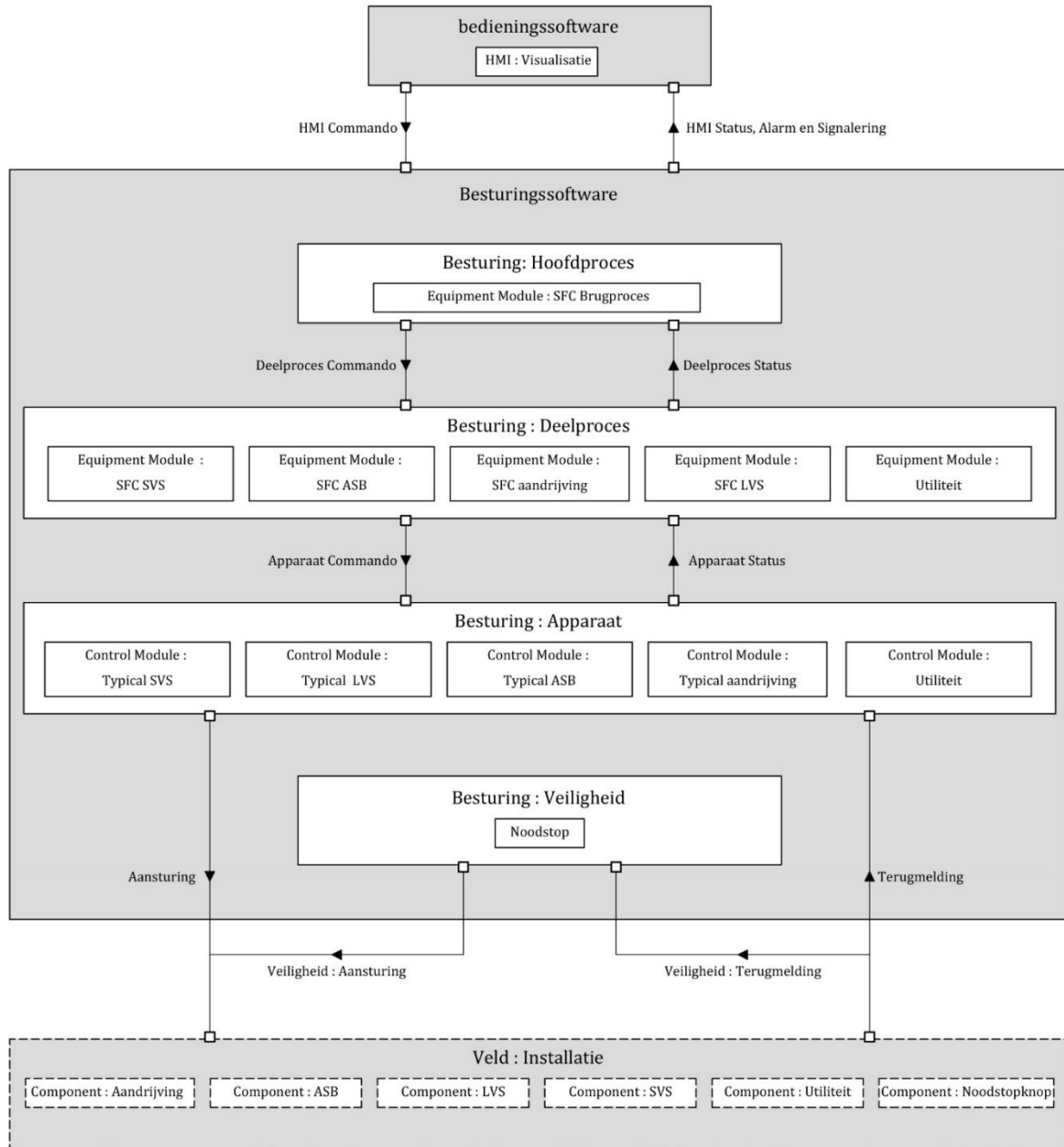
Op deze wijze zijn alle configuraties mogelijk. Indien uit veiligheidsoogpunt een hoger betrouwbaarheidsniveau is vereist, kunnen deze aansluitingen dubbel worden uitgevoerd.



Figuur 50 — Klemmenstrook landverkeer- en scheepvaartseinen

10.5 Software

Bij het standaardiseren van beweegbare bruggen moet het aansturen van componenten, de besturing, worden beschreven. Het aansturen gebeurt door middel van software. De schematische uitwerking van de software zorgt voor een flexibele methode van werken die bij elke brug kan worden toegepast. Figuur 51 geeft de uniforme softwareclassificatie weer, die in hoofdlijnen te verdelen is in bedienings- en besturingssoftware.



Legenda

- SCADA Supervisory Control And Data Acquisition. Dit is het verzamelen, doorsturen, verwerken en visualiseren van meet- en regelsignalen van verschillende machines in grote industriële systemen
- PLC Programmable Logic Controller (programmeerbare logische sturing). Dit is een elektronisch apparaat met een microprocessor dat op basis van de informatie die via zijn diverse ingangen binnenkomt, zijn uitgangen aanstuurt

Figuur 51 — Schema functionaliteiten bedieningssoftware

De bedieningssoftware, zoals benoemd in figuur 52, heeft drie belangrijke functies:

- a) verzorgen van de bedieninterface;
- b) verwerken van de bediencommando's;
- c) presentatie van de actieve toestanden.

De software voor de aansturing van de brug kent drie niveaus:

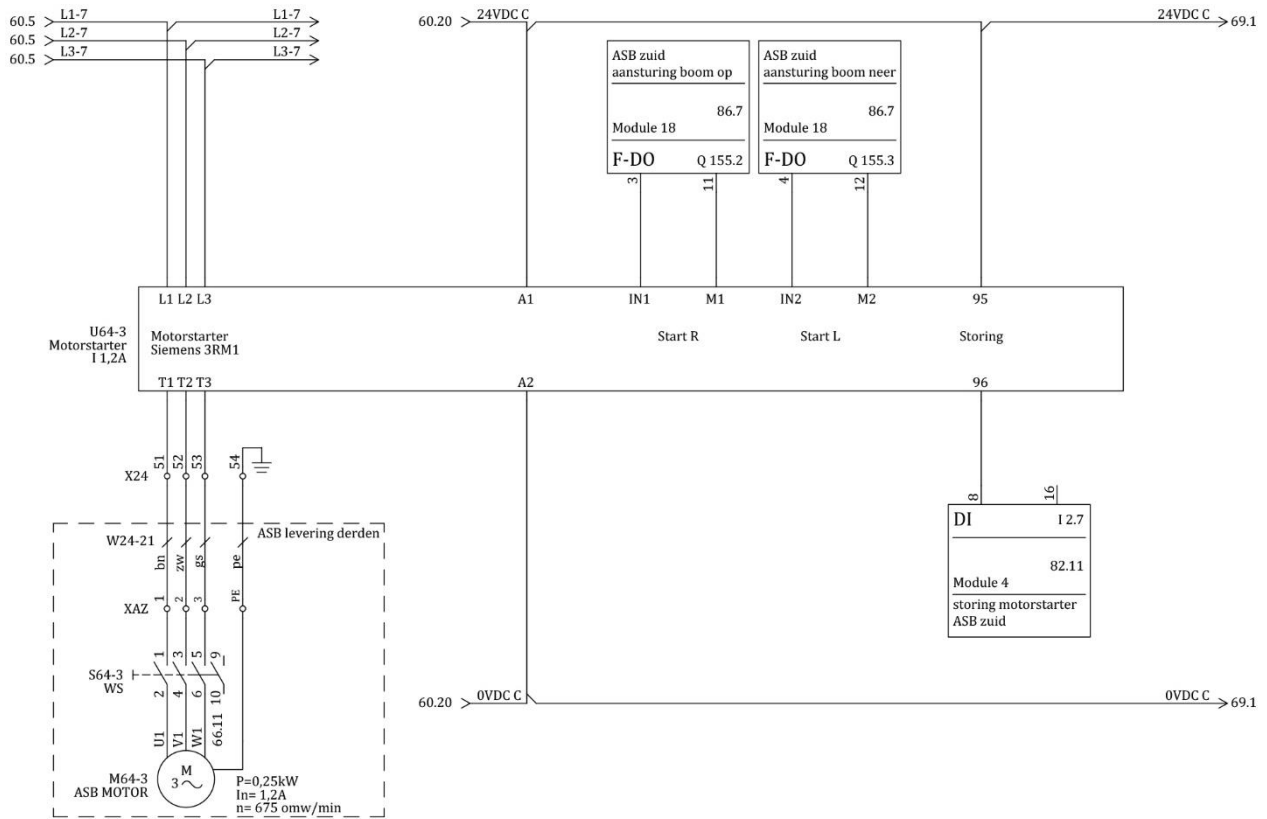
- a) hoofdproces;
- b) deelproces;
- c) apparaat.

Het hoofdproces omvat een 'equipment'-module die op het hoogste niveau opereert en verantwoordelijk is voor het doorlopen van de algemene brugprocesstappen. Wanneer een bepaalde processtap wordt geïnitieerd, zal de bijbehorende afloopbesturing van het onderliggende deelproces worden getriggerd. De 'equipment'-module van dat deelproces stuurt vervolgens de daaraan gerelateerde software-'typicals' ('control modules') aan die verantwoordelijk zijn voor de functionaliteit van de fysieke componenten in het veld. Zo zijn er software-'typicals' voor de landverkeerseinen, afsluitbomen, scheepvaartseinen, aandrijfmotoren, kleppen, enz.

Naast de drie genoemde besturingsniveaus zorgt de veiligheidsgelateerde software volgens NEN-EN-IEC 62061 voor het eventueel in veilige stand brengen van het brugproces. In deze software zijn de zogenoemde veiligheidsfuncties verwerkt die ingrijpen op het moment dat het gedrag van de brug afwijkt van de vooraf gedefinieerde functionaliteit; zo wordt bijvoorbeeld de beschermende stop ingeschakeld als reactie op een storing of het indrukken van de noodstopknop.

10.6 E-tekeningen

In het kader van beheersbaarheid en beschikbaarheid van de brug is het belangrijk dat E-tekeningen toegankelijk zijn voor onderhouds- en storingsmonteurs. Dit bevordert een sneller begrip van een storing en leidt daardoor tot een kortere uitval van de brug (zie figuur 52). Bovendien worden daardoor onderhouds- en storingsmonteurs breder inzetbaar en verbetert de beheersbaarheid.



Figuur 52 — Voorbeeld van een E-tekening waarbij per E-component de onderlinge samenhang tussen hoofdstroom en stuurstroom wordt weergegeven

Bijlage A (informatief)

Achtergronden totstandkoming maatklassen

A.1 Inleiding

Beweegbare bruggen zijn er in veelheid van afmetingen en bouwwijzen, waardoor het hanteren van één standaarddetail tot gevolg zou hebben dat er in vrijwel alle gevallen sprake is van overdimensionering. Het classificeren van details in verschillende maatklassen, behorende bij verschillende afmetingen van bruggen, kan daarbij van dienst zijn. In deze editie van NTA 8086 zijn maatklassen bepaald voor een aantal raakvlakken.

Bij de raakvlakken tussen de brugdekken en de onderbouw ter plaatse van de steunpunten zijn de maatklassen bepaald aan de hand van ervaringsgetallen en globale berekeningen. Zie hiervoor tabel 2 en tabel A.1.

De maatklassen voor de werktuigbouwkundige raakvlakken (draaipunten) zijn bepaald aan de hand van de belastingen op de draaipunten, de zogenoemde sleutelparameters. Daarvoor zijn voor een aantal bruggen deze sleutelparameters berekend. In deze bijlage wordt toegelicht op welke wijze deze zijn bepaald.

A.2 Noodzaak van maatklassen

Het doel van deze NTA is om raakvlakken te standaardiseren. Er wordt voor de raakvlakken zoveel mogelijk één universele maat gehanteerd. In voorkomende gevallen kan dit echter leiden tot overdimensionering en daarmee verspilling van materiaal en arbeid. Om de winst van IFD te optimaliseren wordt deze overdimensionering beperkt door een indeling in klassen te maken. De afmetingen van de brug en de overige uitgangspunten voor de brug (zoals windgebied) zijn bepalend voor de te hanteren klasse. Zonder klasse-indeling zouden kleinere bruggen dusdanig overgedimensioneerd worden dat de winst van standaardisatie wordt tenietgedaan.

Om tot een slimme klasse-indeling te komen zijn er verschillende stappen ondernomen. Er zijn 25 referentieberekeningen gemaakt van vijf brugbreedtes (dwarsprofielen) maal vijf bruglengtes (dagmaten). Deze breedtes en lengtes zijn gebaseerd op respectievelijk veel voorkomende dwarsprofielen en doorvaartbreedtes voor de scheepvaartklassen voor beroepsvaart (CEMT-klasse). Dit is gedaan om te inventariseren hoever de krachten op een bepaald detail uiteenlopen bij verschillende maten bruggen. Voor deze berekeningen zijn de uitgangspunten gehanteerd (bijvoorbeeld windgebied, verkeersbelasting, enz.) die zijn benoemd in A.3. De uitkomsten van de referentieberekeningen zijn vertaald in zogenoemde sleutelparameters per raakvlak en per klasse. Dit zijn de maatgevende krachten voor het desbetreffende raakvlak en de desbetreffende klasse.

Op basis van de uitkomsten van de referentieberekeningen zijn per raakvlak detailberekeningen uitgevoerd. Om tot een definitieve klasse-indeling te komen is vervolgens door de deelnemende experts op basis van de uitkomsten van de detailberekeningen stapsgewijs een indeling gemaakt waarbij aandacht is besteed aan het maken van logische en praktische stappen. Een voorbeeld is de beschikbaarheid van assen en lagers in de markt voor gangbare afmetingen. Voor de klasse-indeling werd gestart met de grootste klasse, omdat ook de grootste brug binnen het toepassingsgebied met standaard raakvlakken moet kunnen worden gemaakt. Vervolgens is naar beneden afgedaald tot aan de kleinste wenselijke klasse, waar nog voldoende typen binnen moeten vallen. Daar waar de uitkomsten van de sleutelparameters het verst uit elkaar lagen, zijn tot wel vier klassen gedefinieerd.

Als de uitkomsten dichter bij elkaar lagen, zijn er slechts twee klassen gedefinieerd. Het aantal klassen verschilt dus per raakvlakdetail.

Als een nieuw te bouwen brug andere uitgangspunten heeft dan de uitgangspunten van de 25 referentieberekeningen, dan kunnen alsnog de detailklassen uit deze NTA worden gehanteerd. Alleen de waarden van de sleutelparameters zijn daarbij van belang. Andere uitgangspunten kunnen wel tot gevolg hebben dat de details van een brug van dezelfde afmeting toch in een hogere (of juist in een lagere) klasse uitkomen, omdat de eisen zwaarder (of lichter) zijn dan die uit de referentieberekeningen. Voor elke nieuw te bouwen brug zal dus altijd een nieuwe hoofdberekening behoren te worden gemaakt. Ook de definitieve details zullen door de constructeur behoren te worden gecontroleerd.

A.3 Uitgangspunten

Voor het opstellen van berekeningen voor referentiebruggen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

OPMERKING 1 Deze uitgangspunten zijn niet generiek van toepassing op de details in deze NTA. Voor elke brug gelden andere uitgangspunten dan die in de projectspecificatie.

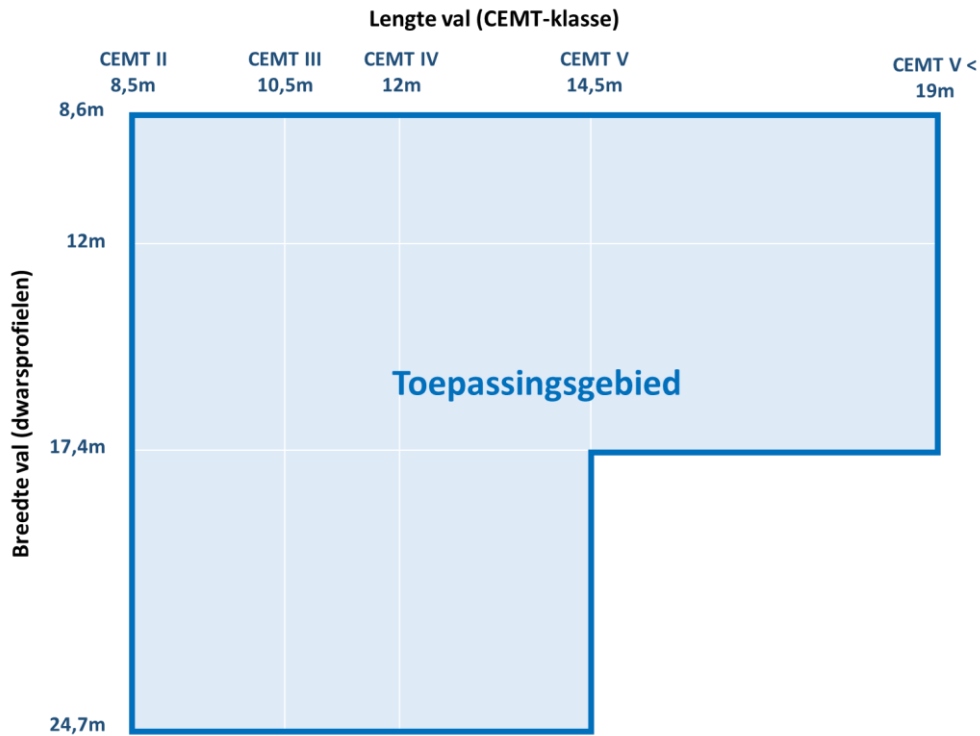
Type brug	Ophaalbrug en basculebrug
Focus	Nieuwbouw en renovatie
Type aandrijving	Elektromechanische aandrijving
Gevolgklasse	CC2
Vrije indeelbaarheid	Uit het oogpunt van toekomstvastheid van kunstwerken is voor (gecombineerde) kunstwerken (wegverkeer + voet-/fietsverkeer) de gehele rijbaan (inclusief randafwerking en bermconstructies) berekend op wegverkeer.
Tijd bewegingscyclus	Hoofdbedrijf: de maximale tijdsduur van de beweging van de brug (inclusief versnellen, vertragen en kruipen) tijdens het hoofdbedrijf zijn: — 60 s bij een doorvaartbreedte ≤ 12 m; — 90 s bij een doorvaartbreedte > 12 m.
Ontwerplevensduur	— aandrijving: 50 jaar en 10 000 brugopeningen per jaar volgens NEN-EN 6786-1; — civiele constructies: 100 jaar.
Verkeersbelasting	Volgens NEN-EN 1991-2
Uiterste grenstoestand (ULS)	Op basis van het toepassingsgebied: — stroomweg: aantal voertuigen per jaar $N_{\text{obs}} = 2,0 \times 10^6$.
Vermoeiing	Op basis van het toepassingsgebied: — stroomweg: aantal voertuigen per jaar $2,0 \times 10^6$ (verkeerscategorie 1 volgens tabel NB.5 van NEN-EN 1991-2+C1:2015);

	<ul style="list-style-type: none"> — val: belastingmodel 4a volgens tabel NB.6 van NEN-EN 1991-2+C1:2015; verkeerstype: middellange afstand; — aanbruggen: belastingmodel 4b volgens tabel NB.8 van NEN-EN 1991-2+C1:2015; verkeerstype: middellange afstand.
Wind	<ul style="list-style-type: none"> — maximumaantal uren per jaar niet-bedienbaar = 72 volgens tabel 3 van NEN 6786-1:2017; — windgebied II volgens figuur NB.1 van NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011. <p>OPMERKING 2 De keuze van het te hanteren windgebied is gebaseerd op de volgende overwegingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — In geaccidenteerd terrein (vaak in windgebied III) zijn geen tot weinig beweegbare bruggen aanwezig. — Slechts een klein deel van Nederland ligt in windgebied I (Noord-Holland en Waddeneilanden). — Het overgrote deel van de beweegbare bruggen ligt daarom in windgebied II (met enkele beweegbare bruggen in Noord-Holland).
Vaste ligging brug	Vaste ligging door middel van overgewicht val volgens hoofdstuk 14 van NEN 6786-1:2017. Er is gekozen voor vaste ligging door middel van overgewicht, zodat geen extra kwetsbare voorzieningen zoals vergrendelingen nodig zijn die kunnen leiden tot storingen.
Vastzetinrichting	Er is in de berekeningen geen rekening gehouden met het vastzetten van de (ophaal)bruggen in geopende stand.

A.4 Keuze van referentiebruggen

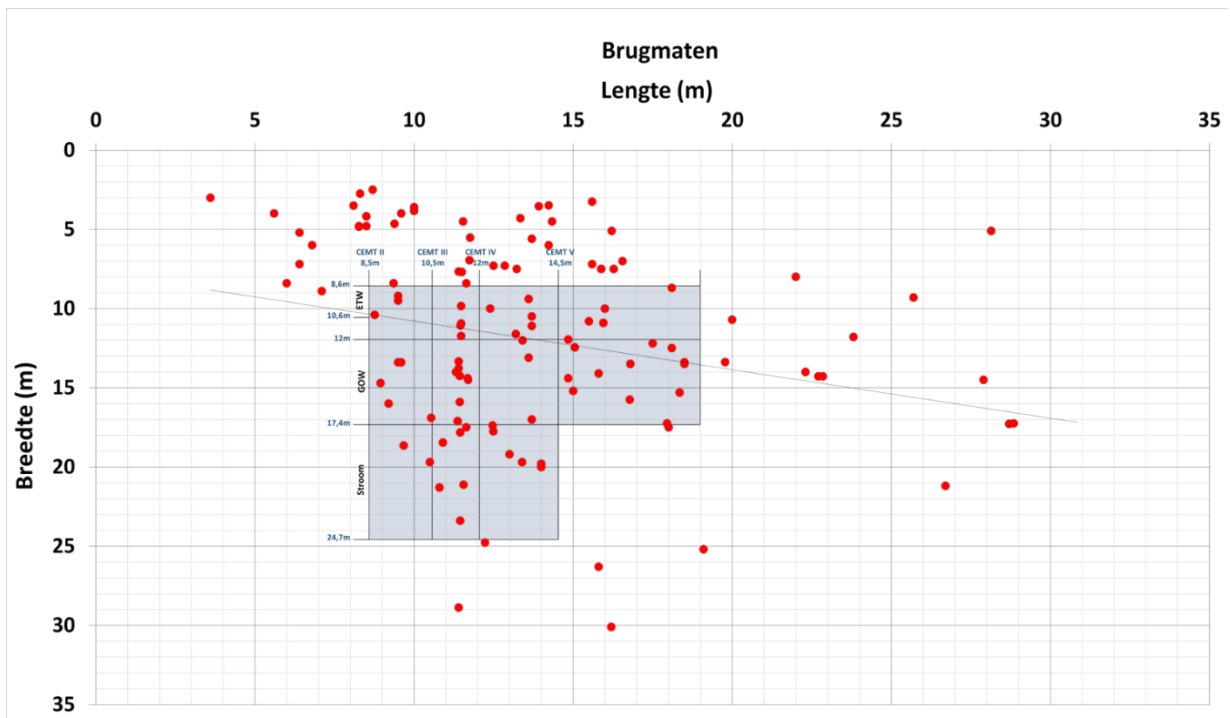
A.4.1 Afmetingen brug

De afmetingen van de bruggen waarvoor een referentieberekening is opgesteld, zijn bepaald aan de hand van de CEMT-klasse en verschillende dwarsprofielen voor de weg. In figuur A.1 is het toepassingsgebied te zien.



Figuur A.1 — Afmetingen voor bepaling van toepassingsgebied uitgaande van verschillende CEMT-klassen en drie categorieën wegen

Parallel aan de referentieberekeningen is met een areaalstudie onderzocht hoeveel ophaalbruggen van een bepaalde afmeting in de matrix van vijf maal vijf bruggen passen. Het toepassingsgebied is tot stand gekomen door de afmetingen van de bestaande beweegbare bruggen te analyseren. Daar waar de meeste bruggen voorkomen, is het verstandig om een klasse aan te brengen. Daar valt immers de meeste winst te behalen door het beperken van de genoemde overdimensionering. Dit is uitgevoerd als validatie voor de keuze van de door te rekenen bruggen. Het resultaat is te vinden in figuur A.2, waar ook het toepassingsgebied van figuur A.1 is geprojecteerd.



Figuur A.2 — Overzicht met afmetingen van 126 beweegbare bruggen

A.4.2 Breedte val

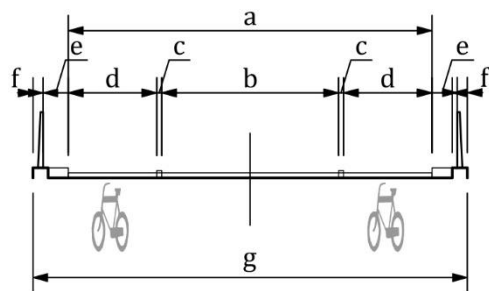
Voor het dwarsprofiel en daarmee de breedte van het val zijn voor drie typen wegen een minimale en een maximale variant opgesteld, die uiteindelijk hebben geleid tot een aantal klassen van afmetingen van de breedte van het val. Deze klassen vormen de basis voor tabel A.1.

OPMERKING De dwarsprofielen zijn gebaseerd op de overwegingen in deze bijlage en zijn alleen geschikt voor het grof bepalen van breedtes. Ze zijn niet bedoeld als voorschrift en zijn vooral gebruikt voor het opstellen van de referentieberekening [1] op basis van de uitgangspunten in A.3.

Voor het dwarsprofiel voor verschillende wegtypen zijn binnen de gegeven uitgangspunten verschillende indelingen mogelijk. In deze bijlage zijn enkele profielen uitgewerkt die als basis hebben gediend om een beperkt aantal varianten te genereren voor de referentieberekening. In het schetsontwerp kunnen deze dwarsprofielen ook worden gebruikt voor een snelle selectie van bruggen. Bij het uitdetailleren behoort rekening te worden gehouden met projectspecifieke uitgangspunten.

Erftoegangsweg

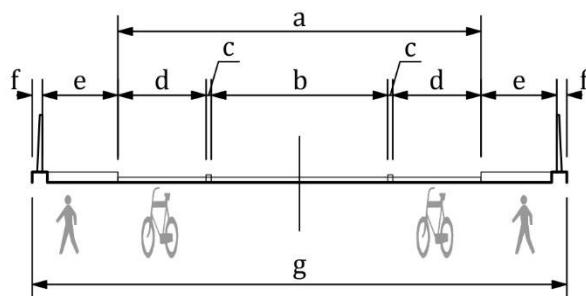
Voor de bepaling van de minimale en maximale varianten van de dwarsprofielen van een erftoegangsweg zijn de afmetingen uit de legenda van respectievelijk figuur A.3 en figuur A.4 aangehouden.



Legenda

- a 7,2 m
- b 3,5 m
- c 0,1 m
- d 1,75 m
- e 0,5 m
- f 0,2 m
- g 8,6 m

Figuur A.3 — Uitgangspunt breedte brug 8,6 m: minimale variant van dwarsprofiel erftoegangsweg



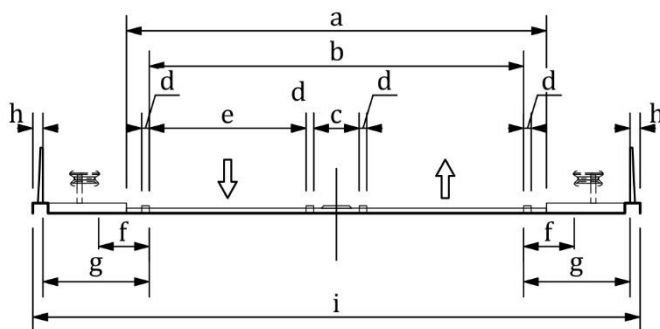
Legenda

- a 7,2 m
- b 3,5 m
- c 0,1 m
- d 1,75 m
- e 1,5 m
- f 0,2 m
- g 10,6 m

Figuur A.4 — Uitgangspunt breedte brug 10,6 m: maximale variant van dwarsprofiel erftoegangsweg

Gebiedsontsluitingsweg

Voor de bepaling van de minimale variant van het dwarsprofiel van een gebiedsontsluitingsweg zijn de afmetingen uit de legenda van figuur A.5 aangehouden.

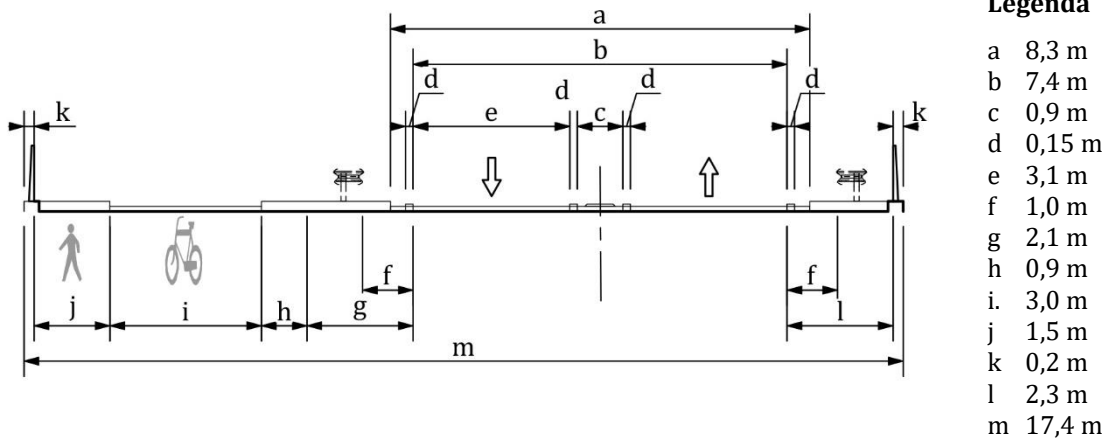


Legenda

- a 8,3 m
- b 7,4 m
- c 0,9 m
- d 0,15 m
- e 3,1 m
- f 1,0 m
- g 2,3 m
- h 0,2 m
- i 12,0 m

Figuur A.5 — Uitgangspunt breedte brug 12,0 m: minimale variant van dwarsprofiel gebiedsontsluitingsweg

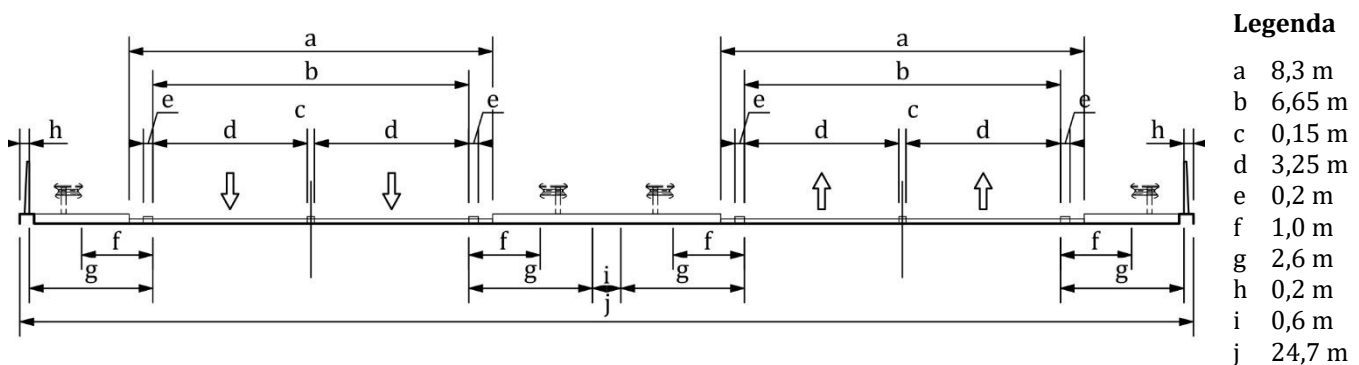
Voor de bepaling van de maximale variant van het dwarsprofiel van een gebiedsontsluitingsweg zijn de afmetingen uit de legenda van figuur A.6 aangehouden.



Figuur A.6 — Uitgangspunt breedte brug 17,4 m: maximale variant van dwarsprofiel gebiedsontsluitingsweg

Stroomweg

Voor de bepaling van het dwarsprofiel van een stroomweg zijn de afmetingen uit de legenda van figuur A.7 aangehouden.



Figuur A.7 — Uitgangspunt breedte brug 24,7 m: dwarsprofiel stroomweg

A.4.3 Lengte val

De overspanning van het val volgt uit de CEMT-klasse van de vaarweg. Voor de doorvaartbreedte is gebruikgemaakt van een krap profiel op basis van tabel 42 uit de Richtlijn Vaarwegen, RVW 2017, omdat dit het meest voorkomende profiel is en ook ruimte biedt voor uitbreiding in de toekomst (opwaarderen vaarwegklasse in combinatie met enkelstrooksprofiel). Uitgangspunt is een enkele brug, liggend in een rechte vaarweg met een haakse kruising van de weg en de doorvaart op het hart van de vaarweg. In tabel A.1 zijn de doorvaartbreedtes gegeven die als uitgangspunt hebben gediend van de referentieberekeningen.

A.4.4 Constructiehoogten hoofdliggers

Voor de referentieberekeningen die ten grondslag liggen aan de klasse-indeling van de details voor draaipunten en bewegingswerk, is voor een enkelvoudige brug uitgegaan van de afmetingen voor het val en hoofdliggers volgens tabel A.1 (krap profiel op basis van tabel 42 uit de Richtlijn Vaarwegen, RVW 2017). De hoogte h van een hoofdligger is ontleend aan tabel A.1.

Bij doorvaartbreedtes groter dan 12 m is voor de breedtereservering van de onderflens van de hoofdliggers van het val 800 mm aangehouden. De stramienmaat van de dwarsdragers is niet vastgelegd, omdat de opbouw van het val vrij behoort te zijn.

OPMERKING Bij een dwarsprofiel van 17,4 m en 24,7 m is de hoogte van de dwarsdrager bepalend voor de hoogte van de hoofdligger. Als meer dan twee hoofdliggers worden toegepast, gelden andere waarden.

Tabel A.1 kan volgens 1.3.2 in combinatie met de uitgangspunten van A.3 worden gebruikt voor een eenvoudige selectie van brugdekken en is volgens 1.3.3 de basis voor de bepaling van het bereik aan beschikbare maatklassen van standaard details.

Tabel A.1 — Hoogte hoofdligger ophaalbruggen en basculebruggen

Scheepvaartklasse	CEMT I	CEMT II	CEMT III	CEMT IV	CEMT Va
Doorvaartbreedte m	8,5	10,5	12,0	14,0	16,5
Dwarsprofiel (breedte val) m	Hoogte hoofdligger mm				
8,6	800	900	1 000	1 100	1 100
10,6	900	1 000	1 100	1 200	1 350
12,0	1 100	1 100	1 100	1 200	1 350
17,4	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
24,7	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500

A.5 Referentieberekeningen

Om de standaard details te bepalen zijn voor de met A.4 bepaalde brugafmetingen referentieberekeningen [1] en [2] gemaakt.

Deze berekeningen zijn gebaseerd op de combinaties van doorvaartbreedte en dwarsprofiel/breedte val, zoals gegeven in tabel A.2. In de referentieberekening van de ophaalbrug [1] zijn de maatgevende krachten en momenten bepaald op de raakvlakken, In de detailberekening [2] zijn de details uitgewerkt en ingedeeld in een beperkt aantal klassen.

OPMERKING De berekeningen zijn alleen geschikt als naslag en niet bedoeld om te gebruiken als hoofdberekening in een specifiek project.

A.6 Keuze maatklassen

De klasse-indeling is gemaakt op basis van meerdere berekeningen. Uit deze berekeningen is de maatgevende sleutelparameter benoemd en zijn afmetingen van het detail in de klasse vastgesteld. Voor de volgende aspecten zijn een of meer klassen van toepassing:

- a) aanbrug;
- b) hoogte hoofdligger;

- c) hoofddraaipunt;
- d) draaipunt balans-hameistijl;
- e) draaipunt hangstang-val;
- f) draaipunt hangstang-balans;
- g) draaipunt heugelstang-balans;
- h) draaipunt knikarm-balans.

A.7 Universele maat

Voor de volgende onderdelen wordt één universele maat gehanteerd:

- a) stootplaat;
- b) voegovergang;
- c) afsluitboom;
- d) oplegging;
- e) geleiderail val;
- f) geleiderail aanbrug;
- g) leuning val;
- h) leuning aanbrug.

A.8 Voorbeeld maatklassen referentiebruggen

Tabel A.2 geeft een overzicht van de klasse per raakvlakdetail voor elke combinatie van doorvaartbreedte en dwarsprofiel/breedte val, gebaseerd op de uitgangspunten van de referentieberekeningen van deze NTA.

OPMERKING Voor elk individueel ontwerp zal dit afwijken.

Tabel A.2 mag uitsluitend worden toegepast bij het schetsontwerp en mits de uitgangspunten genoemd in A.3 grotendeels van toepassing zijn. De tabel geeft een ruwe indicatie in welke klasse een bepaald detail voor een nieuwe brug zou kunnen vallen. Voor het definitief bepalen van de klasse (en de afmetingen) is altijd een specifieke hoofdberekening noodzakelijk. De specifieke uitgangspunten van die berekening kunnen immers anders zijn dan de uitgangspunten van de hoofdberekening die is gemaakt voor deze NTA.

Het optimaliseren van ontwerpspanningen voor de ontwerpfase is reden om de ontwerptabel op te nemen in deze bijlage. De details van een volgens deze NTA te bouwen brug of brugdeel behoren altijd te worden getoetst met berekeningen die passen bij de specifieke situatie van de brug.

Tabel A.2 — Indicatieve indeling in maatklassen op basis van de referentiebruggen

Scheepvaartklasse	CEMT I	CEMT II	CEMT III	CEMT IV	CEMT V
Doorvaartbreedte m	8,5	10,5	12,0	14,0	16,5
Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail hoofddraaipunt aan val en ondersteel				
8,6	1	1	1	1	1
10,6	1	1	1	1	1
12,0	1	1	1	2	2
17,4	1	1	1	2	2
24,7	2	2	2	3	3
Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail draaipunt balans aan hameistijl				
8,6	1	1	1	1	2
10,6	1	1	2	2	2
12,0	1	1	2	2	2
17,4	2	2	2	2	3
24,7	2	2	3	3	4
Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail draaipunt hangstang aan val				
8,6	1	1	1	1	2
10,6	1	1	1	1	2
12,0	1	1	1	1	2
17,4	1	2	2	2	2
24,7	2	2	2	2	3
Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail draaipunt heugelstang aan balans				
8,6	1	1	1	1	2
10,6	1	1	1	1	2
12,0	1	1	1	1	2
17,4	1	2	2	2	2
24,7	2	2	2	2	3

Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail draaipunt heugelstang aan val				
8,6	2	2	1	1	1
10,6	2	2	1	1	1
12,0	2	2	1	1	1
17,4	2	2	1	1	1
24,7	2	2	1	1	2
Dwarsprofiel (breedte val) m	Klasse detail draaipunt knikarm aan val				
8,6	1	1	1	1	1
10,6	1	1	1	1	1
12,0	1	2	1	1	1
17,4	2	2	1	1	2
24,7	2	2	2	2	2

Bijlage B (informatief)

Achtergronden keuzes NTA 8086

Na het verschijnen van NTA 8086:2019 was er grote behoefte aan toelichting op de gemaakte keuzes in de desbetreffende NTA. Om deze reden is er in deze versie van NTA 8086 voor gekozen om bijlage B op te nemen.

Deze bijlage bestaat uit een overzicht van alle hoofdstukken van deze NTA met daaronder een toelichting op bepaalde paragrafen of op een daarin gemaakte keuze.

Voorwoord

1 Onderwerp en toepassingsgebied

In NTA 8086:2019 is gestart met raakvlakken voor de ophaalbrug, omdat dit een veel voorkomend type is. Vanaf het begin van de NTA is de gedachte om in latere edities andere typen bruggen op te nemen. In NTA 8086:2020 zijn basculebruggen toegevoegd. Voor de ophaalbruggen is een onderverdeling in klassen gemaakt op basis van berekeningen. Voor basculebruggen is deze uitwerking nog niet beschikbaar. Dit is de reden waarom de uitwerking niet in klassen is opgenomen. Dat geldt ook voor bruggen met een hydraulische aandrijving.

De gebruiksaanwijzing is toegevoegd om een juist gebruik van de NTA te bewerkstelligen. De uitgangspunten die eerder in dit hoofdstuk stonden, waren alleen geldig voor de referentieberekeningen en niet universeel van toepassing op de NTA. Om onduidelijkheden te voorkomen zijn deze verplaatst naar bijlage A.

2 Normatieve verwijzingen

3 Termen en definities

4 Symbolen en afkortingen

5 Onderbouw en bruginrichting

5.1 Sparingen steunpunten

De constructiehoogtes in tabel 2 van deze NTA zijn met slechts enkele stappen uitgevoerd, zodat er niet te veel klassen ontstaan. De hoogtes komen voort uit enkele referentieberekeningen en uit documentatie van de bekende leveranciers in Nederland. Door slechts enkele klassen uit te voeren ontstaat (theoretisch) de mogelijkheid om een dek (gedeeltelijk) opnieuw te gebruiken, met voldoende overwaarde, binnen de klasse. Een ander belangrijk voordeel is verdere standaardisatie van de onderdelen.

De materiaalkeuze is niet vastgelegd, om ook innovatieve materialen toe te staan. In de bepaling van de constructiehoogte is echter wel uitgegaan van het materiaal beton. De volgende uitgangspunten zijn hierbij van toepassing:

- a) Voor de bepaling van de constructieve prefab betonliggers van de aanbruggen is een betonsterkteklasse van C55/67 aangehouden.
- b) Voor de bepaling van de sparring van de stootplaten zijn betonsterkteklasse C35/45 en betonstaalkwaliteit B500B aangehouden.

Maat b (300 mm) is een theoretische maat. Dit in verband met de uit te voeren toog en toleranties van de liggers in de totale dekhoogte + opleggingen (maat a). Maat b behoort na definitieve plaatsing van de liggers minimaal 250 mm te zijn.

5.2 Opleggingen

5.2.1 Algemeen

5.2.2 Aansluiting aardebaan aan landhoofd

5.2.3 Oplegging val op steunpunt

Er is gekozen voor een minimum inbouwhoogte van 500 mm om beknellingsgevaar van lichaamsdelen te voorkomen. Tijdens onderhoud en inspectie kan het voorkomen dat een persoon zich op het oplegvlak bevindt.

De oplossing voor de oplegging zelf is bewust niet bepaald en is vrij aan de ontwerper en afhankelijk van de beheerder. Zowel een staal-op-staaloplegging als een oplegging met een rubberblok is mogelijk binnen de kaders van het raakvlak (de ruimteafbakening en de ankerpatronen).

5.3 Overgangsconstructies

5.3.1 Algemeen

5.3.2 Voegovergang landhoofd-aanbrug

Het detail zoals opgenomen in deze NTA is een gangbare oplossing. Op basis van de gewenste levensduur is gekozen voor dit type voegovergang. Kanttekening hierbij is dat de uitgangspunten van IFD slechts beperkt van toepassing zijn op dit detail. Er is momenteel echter geen detail bekend voor deze overgang dat beter voldoet aan IFD. Binnen de gestelde kaders van de inkassing is innovatie mogelijk.

5.3.3 Voegovergang aanbruggen op een tussensteunpunt

5.3.4 Voegovergang tussen val en steunpunten/landhoofden

Voor de voegovergang tussen val en steunpunt bestaan meerdere gangbare opties. Gangbare opties met een rijijzer of een betonbalk zijn lastig te vervangen. Een optie die beter aansluit bij de IFD-principes, is momenteel nog niet beschikbaar. Door alleen de sparringmaat vast te leggen blijven innovaties op dit gebied mogelijk.

5.4 Leuning en geleiderail

Voor de eenduidigheid voor de markt is voor deze details uitgegaan van de al geldende richtlijnen (ROK). Het dek is getekend met een betonarcering. De materiaalkeuze is echter niet voorgeschreven. Zolang de ankerpatronen en afmetingen kunnen worden gerealiseerd bij gebruikmaking van een ander materiaal voor het dek, is dit toegelaten.

5.5 Afsluitboominstallatie

Voor de behuizing van de afsluitboominstallatie is uiteindelijk geen ankerpatroon vastgesteld, omdat de behuizing bij vervanging eenvoudig met nieuw aan te brengen ankers is te bevestigen. Er is tussen de opdrachtgevers en de leveranciers geen standaard oplossing gevonden. De vastgelegde afspraken zorgen voor voldoende flexibiliteit en uitwisselbaarheid.

De beschreven oplossingen dragen bij aan IFD-bouwen, omdat bij standaardisering van de ruimte er genoeg ruimte is voor een kast van alle fabrikanten. Op deze manier zijn de boom, kast en klemmenstroken van elke leverancier te gebruiken.

5.6 Landverkeerseinen en scheepvaartseinen in relatie tot de onderbouw

Het standaardiseren van de seinen draagt bij aan IFD-bouwen, omdat de diameter van de paalsok gestandaardiseerd is, zodat ze uitwisselbaar zijn. De bijdrage aan IFD zit tevens op het interfacevlak. Daarnaast is de standaard lensdiameter ook belangrijk, zodat de lenzen ook uitwisselbaar zijn.

Bewust niet in deze paragraaf opgenomen zijn:

- elektriciteitsaansluitingen (zie hoofdstuk 10);
- bruglichten in dubbele uitvoering, omdat de gekozen IFD-oplossing draait om de paalsok en niet om het aantal lampen;
- achtergrondschilden, omdat deze weleens worden weggelaten om ruimte te besparen. Ze zijn ook niet uitwisselbaar en niet eenvoudig te standaardiseren. Bovendien zijn achtergrondschilden al vastgelegd in Ontw. NEN 6787-1.

5.7 Infrastructuur voor kabelgeleiding van de aansturing (zinker, mantelpijpen en kabeltrekput)

De afmetingen van de zinker en de mantelpijpen zijn vastgesteld. Daarom is er geen extra reserveruimte gereserveerd. Ook bij de zinker is er om deze reden al een dubbele buis. Voor kabelgeleidings- en mantelpijpen is de diameter zeer ruim.

De kabelgeleiding-infrastructuur draagt bij aan IFD-bouwen, omdat standaardisatie van de kabelgeleiding de (de)montage vereenvoudigt en voor meer flexibiliteit zorgt.

De genoemde diameters zijn een minimum. Indien gewenst, kunnen deze worden vergroot of meervoudig uitgevoerd.

De voedingskabel komt in de apparatenkast aan op de oever, vanaf de apparatenkast verspreidt de bekabeling zich over de brug. De voedingskabel wordt niet genoemd.

Er zijn in totaal drie kabeltrekputten, twee onder de hameistijlen en één aan de vooroplegzijde. Alleen de laatste is benoemd als kabeltrekput.

6 Val

6.1 Algemeen

Als uitgangspunt voor het bepalen van de verschillende combinaties van doorvaartbreedtes en dwarsprofielen is uitgegaan van een enkele brug, liggend in een rechte vaarweg en een haakse kruising van de weg en met de doorvaart op het hart van de vaarweg.

Voor het ruimtebeslag van het val is op basis van 'expert judgement' en reeds gemaakte ontwerpen een inschatting gemaakt voor de aan te houden hoogtes van dwarsdrager en hoofdliggers van het val. Deze maten behoren met een constructieve berekening te worden vastgelegd.

Voor de referentieberekeningen die ten grondslag liggen aan de details van de bovenbouw, is uitgegaan van een val uitgevoerd in staal. Dit sluit echter niet uit dat binnen de gereserveerde ruimte voor het val andere materialen of materiaalcombinaties kunnen worden toegepast.

6.2 Voegovergang val-onderbouw

De stalen strip van 50 mm breedte × 30 mm dikte behoort in het werk met minimaal 30 mm inkortbaar te zijn in verband met het later kunnen opnemen van eventuele horizontale zettingen van de onderbouw. Deze strip heeft ook de functie om de slijtlaag op het val op te sluiten. Een sinusvormige voeg is niet toegelaten, omdat een dergelijke voeg niet inkortbaar is.

De voegbreedte van maximaal 20 mm geldt voor de voeg dwars op de rijrichting. Deze maat van 20 mm is nodig in verband met uitzetting van de brug bij hoge buitentemperaturen. Bij een te kleine voeg zal het val klem komen te zitten vanwege uitzetting. Let op dat voor de voeg naast de lepel (in de rijrichting van de brug) andere eisen gelden. Deze voeg heeft een kleinere maximale waarde, omdat anders het gevaar zou kunnen ontstaan dat fietswielen klem komen te zitten.

6.3 Geleiderail en brugrand ter plaatse van het val

6.3.1 Algemeen

Voor het val is de keuze gemaakt om de gehele brugrand als onderdeel van het val te beschouwen. Het raakvlak is het vlak tussen de brugrand en het val. De leuning is vanaf de bovenzijde op de brugrand te monteren en is daarmee goed bereikbaar voor inspectie en onderhoud. In verband met de gewenste vormvrijheid zijn de leuning zelf vrij te ontwerpen, mits ze voldoen aan de gangbare eisen.

6.3.2 Geleiderail

6.3.3 Brugrand

7 Draaipunten

7.1 Algemeen

7.2 Lagers

7.3 Ophaalbrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw

De bereikbaarheid voor onderhoud en inspectie zijn voor dit detail zeer relevant. In verband met een veilige bereikbaarheid van het hoofddraaipunt is het detail bewust ruim gekozen (zie figuur 27).

Voor het hoofddraaipunt is gekozen voor een detail met een onderstoel. Door het toepassen van een onderstoel is het detail eenvoudiger op verschillende situaties toepasbaar, wat de seriematigheid vergroot. De hoogte van de onderstoel is variabel. Het specifieke raakvlak is de koppeling van de stoel op de onderstoel en daarnaast de maximale ruimte waarbinnen het detail kan worden ontworpen (zie figuur 28).

7.4 Basculebrug, lepelconstructie

7.5 Basculebrug, bevestiging hoofddraaipunt aan val en onderbouw

Om in het geval van falen van één van de aandrijvingen de optredende torsie in het val te voorkomen behoort een torsiebuis te worden toegepast, waardoor vervorming van het val wordt geëlimineerd. Een andere reden om een torsiebuis toe te passen is om het wringkoppel op de hoofdlijger ten gevolge van de uitkragende as op te kunnen vangen.

Het zelfinstellend lager aan de losse zijde van het val wordt niet met deksels opgesloten. In de lagerstoel kan op die manier de uitzetting en krimp in de dwarsrichting van het val worden opgevangen.

7.6 Ophaalbrug, draaipunt balans aan hameestijl

7.7 Ophaalbrug, draaipunt hangstang aan val

Vanwege de vrije indeelbaarheid van het val is gekozen voor een aansluiting aan de zijkant van het val en niet op het dek. Er is tevens gekozen voor het toepassen van een kraag aan de flenstap voor de opname van afschuifkracht. Deze kraag valt in een gat, zodat ook de positie van de flenstap aan het val is gewaarborgd (zie figuur 32).

Het detail mag in plaats van met een kraag ook met een doorgestoken as worden uitgevoerd. Het blinde gat wordt in dat geval als doorlopend gat uitgevoerd.

7.8 Ophaalbrug, draaipunt hangstang-balansarm

Voor dit detail is gekozen voor de gangbare oplossing om de hangstang aan de onderzijde (en niet aan de zijkant) van de balans te koppelen. De as als raakvlak laat de vormgeving van de balans en van de hangstang vrij (zie figuur 33).

7.9 Ophaalbrug, draaipunt heugelstang aan val

Vergelijkbaar met de koppeling van de hangstang aan het val wordt de heugelstang aan de zijkant van het val gekoppeld in verband met de vrije indeelbaarheid van het val. De heugelstang is op deze wijze relatief eenvoudig te plaatsen/vervangen (zie figuur 34). Ook hier geldt dat het detail, in plaats van met een kraag, ook met een doorgestoken as wordt uitgevoerd. Het blinde gat wordt in dat geval als doorlopend gat uitgevoerd.

7.10 Ophaalbrug, draaipunt knikarm aan val

Vergelijkbaar met de koppeling van de hangstang en heugelstang aan het val wordt de knikarm aan de zijkant van het val gekoppeld in verband met de vrije indeelbaarheid van het val. De heugelstang is op deze wijze relatief eenvoudig te plaatsen/vervangen (zie figuur 34). Ook hier geldt dat het detail, in plaats van met een kraag, ook met een doorgestoken as wordt uitgevoerd. Het blinde gat wordt in dat geval als doorlopend gat uitgevoerd.

7.10 Basculebrug, draaipunt bewegingswerk

8 Bewegingswerk

8.1 Algemeen

Het oorspronkelijke doel was om in deze NTA voor elk type bewegingswerk een ruimtebeslag vast te leggen in een aantal klassen, afhankelijk van de rekenwaarden van koppels en krachten op de motoras. Hiervoor is gebruikgemaakt van de referentieberekening [1], maar daarbij kwam naar voren dat deze berekening niet geschikt bleek voor het selecteren van componenten binnen de standaard configuraties zoals die in de figuren binnen dit hoofdstuk zijn weergegeven. De referentieberekening was ook in eerste aanleg geschikt voor het bepalen van de maatklassen van de draaipunten.

De resulterende maatgevende krachten leidden namelijk tot de keuze van componenten buiten het standaard bereik van leveranciers. Daarmee zou het doel van de NTA voorbij worden geschoten. In een regulier ontwerpproces ondergaat de berekening namelijk een aantal iteratieslagen waarbij de berekening en de uitgangspunten zodanig worden herzien totdat het mogelijk wordt gebruik te maken van standaardcomponenten.

Het bleek niet haalbaar binnen de beschikbare tijd die nodig was voor publicatie van deze NTA om deze berekeningen voor alle 25 standaard combinaties uit bijlage A uit te voeren.

Dat is de reden waarom in deze versie van NTA 8086 alleen configuraties en geen afmetingen en/of sleutelparameters zijn opgenomen.

8.2 Ophaalbrug

8.2.1 Onderdelen bewegingswerk

Voor de ophaalbrug is gekozen voor een elektromechanische aandrijving met een heugelstang en knikarm. Bij diverse opdrachtgevers is geïnventariseerd waar de grootste behoefte lag en om deze reden zijn deze beide typen gekozen voor NTA 8086.

Gelijkloop bij een bewegingswerk in een kelder

Als het bewegingswerk in een kelder is opgesteld, is het mogelijk een mechanische gelijkloop te realiseren. Hiervoor zijn geen harde criteria opgesteld. Het uitgangspunt is echter dat wordt voorkomen dat wanneer de brug wat in onbalans is, deze visueel ongelijkmatig wordt opgetrokken. De motor die het zwaarst wordt belast, zal iets meer slip ten opzichte van het draaiveld geven, waardoor deze wat achterblijft. Als het val stijf is, zal deze dit tegengaan. Hierdoor zal de andere motor een deel van die onbalans op zich nemen. Bij het neerzetten van het val is het wenselijk dat beide opleggingen vrijwel gelijktijdig worden bereikt.

Wat acceptabel is, hangt af van meerdere factoren, zoals de lengte en breedte van het val, maar ook van de eigenschappen van het bewegingswerk zelf. Een brug met een breedte van 12 m kan een maximumscheefstand accepteren van circa 3 cm. Als beide motoren zijn voorzien van een encoder, kan de scheefstand worden gemonitord. Bij een scheefstand > dan de maximumwaarde valt de brug in storing.

Oorzaken van scheefstand kunnen zijn:

- eenzijdig klemmen;
- onjuiste balancerings;
- gebroken schotel in de veerbuffer.

Een voorstel voor een functionele eis voor het systeem is bijvoorbeeld 1:400.

8.2.2 Heugelstangaandrijving

8.2.3 Knikarmaandrijving

8.3 Basculebrug

Een enkelzijdig panamawiel wordt voorzien van een tweezijdig steunlager. Bij een tweezijdig panamawiel is er geen ruimte voor een steunlager aan de buitenzijde en is de as uitgevoerd als uitkragende as.

Voor de aandrijving met hydraulische cilinders is uitgegaan van de meest voorkomende variant waarbij de cilinders de brug aandrijven onmiddellijk onder de hoofdliggers.

9 Technische ruimtes

9.1 Algemeen

Het uitgangspunt van deze NTA is een brug waarbij het aandrijfmechanisme in een zogenoemde kelder is geplaatst. Dit is een technische ruimte die zich onder het wegdek niveau bevindt en ruimte biedt aan de elektrotechnische en mechanische installaties.

Niet op alle locaties is het mogelijk om op economische wijze een kelder te realiseren of is er voldoende ruimte voor een kelder. In een volgende versie van NTA 8086, waarbij ook andere varianten van het aandrijfmechanisme aan bod komen, kunnen ook bruggen zonder kelders worden opgenomen.

Het heeft echter de voorkeur om bij voldoende ruimte een brug te ontwerpen waarbij de technische installaties in een kelder zijn ondergebracht. De argumenten om een kelder toe te passen zijn de volgende:

- a) Het is eenvoudiger om aan de eisen van bereikbaarheid voor onderhoud te voldoen.
- b) Kwetsbare werktuigbouwkundige onderdelen en onderdelen van de elektrotechnische installaties worden beter beschermd tegen weersinvloeden en vandalisme.
- c) Open tandwieloverbrengingen hoeven niet te worden toegepast.
- d) Het is eenvoudiger om een veilige werkomgeving te creëren.
- e) Een kelder geeft een bijkomend civieltechnisch voordeel voor de stabiliteit.
- f) Er is een grotere vrijheid voor de vormgeving van de bovenbouw.
- g) Het mechanisme in de kelder is goed redundant (dubbel) uit te voeren.

Het uitgangspunt van deze NTA is verder dat er een elektromechanische aandrijving wordt toegepast in de brugkelder. Hiervoor zijn de volgende redenen:

- a) In het areaal van de initiatiefnemers van deze NTA worden in hoofdzaak elektromechanische aandrijvingen toegepast.
- b) De aansluitpunten van een elektromechanische aandrijving kunnen mogelijk ook geschikt zijn voor de toepassing van hydraulische cilinders, mits de aandrijfkrachten niet hoger zijn.
- c) Een elektromechanische aandrijving is meestal relatief compact.
- d) Er is nog ruimte voor innovatie.

De kelder behoort te bestaan uit drie verschillende ruimtes:

- 1) een ruimte voor de installatie voor de aansturing van de brug;
- 2) een ruimte voor de mechanische installatie (brugaandrijving);
- 3) een reserveruimte voor technische documentatie (archief), reserveonderdelen, enz.

De reserveruimte behoort zo te worden ingericht dat bij een vervanging van de elektrische installatie de nieuwe installatie in deze ruimte kan worden opgebouwd, waarna bij inbedrijfstelling de eerste

ruimte de rol krijgt van reserveruimte. Hiermee worden stremmingen bij de vervanging van installaties tot een minimum beperkt.

9.2 Aansturing

9.3 Kelder ophaalbrug

9.4 Kelder basculebrug

10 Aansturing – voorzieningen, onderdelen en software

10.1 Algemeen

10.2 Encoder inclusief noodeindschakelaar

Voor de standbepaling van het val (neer, voor neer, voor op, op en nood-eind op) en de draaisnelheid van het val (starten, versnellen, nominale snelheid, vertragen en stoppen) werd en wordt nog steeds gebruikgemaakt van twee min of meer gescheiden systemen. De stand der techniek heeft een nieuwe oplossing waardoor deze functies, standbepaling en draaisnelheid, door één systeem kunnen worden gemeten. Dit systeem is een encoder. De encoder wordt inmiddels veel toegepast. Er zijn vooralsnog geen meldingen bekend dat de betrouwbaarheid daardoor is afgenomen, in tegendeel zelfs.

Een encoder is een elektronisch toestel, gevat in een behuizing van aluminium of rvs, met een roterende as, die pulsen genereert als de as verdraait. Het aantal pulsen is een maat voor de hoekverdraaiing en daardoor een maat voor de standbepalingen en de draaisnelheid van het brugval. Er zijn in principe twee soorten encoders: incrementele encoders en absolute encoders.

10.3 Klemmenstrook afsluitboominstallatie

De standaardisatie van de klemmenstrook van de afsluitboominstallatie draagt bij aan IFD-bouwen, omdat dit zorgt voor uitwisselbaarheid van de klemmenstroken. De klemmenstrook in deze NTA is het beste compromis tussen leveranciers en overheden.

Het systeem is zo opgezet dat voor de eindstanden van de afsluitboom een enkel contact is bedacht. Deze contacten schakelen in principe alleen de aandrijfmotor uit. Uiteindelijk zal uit een risicobeoordeling blijken (en dit is afhankelijk van de situatie) of een hogere betrouwbaarheid is gewenst (waardoor dubbele uitvoering nodig is) en/of zal worden bepaald (uit berekeningen) of de geselecteerde schakelaar voldoet.

Bovendien is er in overleg met leveranciers van afsluitboominstallaties bepaald welke klemmenstrook kan worden toegepast. Deze NTA heeft dit principe overgenomen en heeft daarmee dus een keuze gemaakt om een onafhankelijke standaard door te voeren.

10.4 Klemmenstrook landverkeerseinen en scheepvaartseinen

Het standaardiseren van de klemmenstrook voor de landverkeerseinen en scheepvaartseinen draagt bij aan IFD-bouwen, omdat de klemmenstroken op deze manier uitwisselbaar en flexibel toe te passen zijn.

10.5 Software

Standaard software draagt bij aan IFD-bouwen, omdat op deze manier software makkelijker te testen, aan te passen en te onderhouden is. Dit levert flexibiliteit en mogelijkheden voor hergebruik op. Softwareleveranciers willen graag zelf de eigenschappen van hun producten veranderen, daarom is standaardisatie handig.

De stappen die nu zijn gemaakt, bieden mogelijkheden om verdiepingsslagen te maken zodra daar draagvlak voor is.

10.6 E-tekeningen

E-tekeningen worden in eerste instantie ontworpen door engineers om na goedkeuring te worden overhandigd aan de bouwers van de apparaatkasten en bedieningspanelen, alsmede aan de bekabelingsmonteurs op de bruglocatie. Allen gebruiken de E-tekeningen slechts éénmalig en voor één doel, namelijk om te bouwen. Voor bouwers is het makkelijker en productiever als hoofdstroom en stuurstroom worden gegroepeerd op de E-tekeningen, dus alle hoofdstroom bij elkaar en alle stuurstroom bij elkaar.

Onderhouds- en storingsmonteurs van bruggen hebben andere belangen dan bouwers van bruggen. Onderhouds- en storingsmonteurs zijn veel meer gericht op de E-componenten. Hebben zij eenmaal een E-component in het vizier, dan willen zij weten hoe dit onderdeel wordt aangestuurd en door wat. Zij hebben belang bij compacte, heldere en overzichtelijke informatie over de desbetreffende componenten.

In tegenstelling tot de bouwers gebruiken de onderhouds- en storingsmonteurs de E-tekeningen veelvuldig; soms een à twee keer per jaar voor onderhoud of nog vaker als er zich storingen voordoen. En dat gedurende de gehele levensduur van de brug.

Het toepassen van E-tekeningen draagt bij aan IFD-bouwen, omdat door in de voorfase al bewustwording te creëren wordt IFD mogelijk gemaakt, zonder dat E-tekeningen op zichzelf een IFD-component zijn.

De afweging is gemaakt om de paragraaf over DMS (Document Management Systeem) te schrappen. E-tekeningen zijn essentieel, maar zijn eigenlijk de laatste output van het hele ontwerpproces. Eigenlijk behoort hele proces beschreven te worden. Dit is ook IFD, omdat het handig is qua onderhoudsmogelijkheden. E-tekeningen faciliteren hergebruik, omdat ze een goede documentatie vormen; het resultaat is een basisontwerp dat kan worden aangevuld.

Bibliografie

NEN 6786-1, *Voorschriften voor het ontwerp van beweegbare delen van kunstwerken – Deel 1: Beweegbare bruggen (VOBB)*

NTA 8086:2019, *IFD-bouw beweegbare bruggen*

NEN-EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions*

NEN-EN 1992:reeks, *Eurocode 2: Design of concrete structures* (inclusief nationale bijlagen)

NEN-EN 1993:reeks, *Eurocode 3: Design of steel structures* (inclusief nationale bijlagen)

[1] D90-BHE-KA-1900342, *Hoofdberekening ophaalbrug*, Movares, 22 januari 2020

[2] 0460223-UPN-NTA8086-01, *Berekeningen raakvlakken van draaipunten*, versie 1.0, AnteaGroup, 26 mei 2020

Deze achtergronddocumenten zijn te raadplegen via: <https://www.nen.nl/ifd>

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.