

N206 Lammebrug te Leiden

VO Ontwerpnota Lammebrug WTB.
(mechanische uitrusting)

Behoort bij beschikking van
Burgemeester en Wethouders
van Leiden

Z/25/3801610
DSO 2025021801207



Projectnummer : 60230832
Doc. ID RH : 60230832-OWN-001
Doc. ID BKN : 39055-ONT-00375
Revisie : 1.0

<i>opgesteld:</i> P. Hoekstra Ontwerpmanager  <i>datum: 11-10-2024</i>	<i>geverifieerd:</i> J. de Haan Constructeur  <i>datum: 11-10-2024</i>	<i>geautoriseerd:</i> L. van der Bij Projectmanager  <i>datum: 11-10-2024</i>
---	---	--

Distributielijst

Naam	Organisatie	Origineel	Kopie	Notificatie
P.Hoekstra	Rusthoven	x		
L. van der Bij	Rusthoven		x	

Inhoudsopgave

DISTRIBUTIELIJST	2
INHOUDSOPGAVE.....	3
1 INLEIDING	5
1.1 ALGEMEEN.....	5
1.2 LEESWIJZER.....	6
1.3 DOCUMENTHISTORIE	6
1.4 DEFINITIES.....	7
1.5 AFKORTINGEN EN ACRONIEMEN.....	7
2 REFERENTIEDOCUMENTEN	7
2.1 ALGEMEEN.....	7
2.2 TEKENINGEN	7
2.3 BEREKENINGEN.....	8
2.4 DOCUMENTEN	8
2.5 NORMEN EN RICHTLIJNEN.....	8
2.6 RELEVANTE CONTRACTEISEN	9
2.7 EISEN VANUIT HET FTPvE	11
2.8 EISEN EN AANVULLINGEN VANUIT DE ROK	24
2.8.1 GRONDSLAGEN VAN CONSTRUCTIEF ONTWERP-TOEPASSINGEN VOOR BRUGGEN	24
2.8.2 GRONDSLAGEN VAN CONSTRUCTIEF ONTWERP-TOEPASSINGEN VOOR BEWEEGBARE BRUGGEN	24
2.8.3 DEEL 2: VERKEERSBELASTING OP BRUGGEN.....	24
2.8.4 DEEL 1-8: ONTWERP EN BEREKENING VAN VERBINDINGEN.....	24
2.8.5 DEEL 2: STALEN BRUGGEN	25
2.8.6 ROK BIJLAGENDOCUMENT DEEL B	26
3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN.....	29
3.1 ALGEMEEN.....	29
3.2 UITGANGSGEGEVENS	29
3.3 BEREKENINGEN.....	29
3.4 AFWIJKING OP HET FTPvE	29
3.5 AANVULLENDE HOOFDUITGANGSPUNTEN	30
3.6 BRUGBEWEGINGSWERK	31
3.7 AANDRIJVING	31
3.8 KINEMATICA	33
3.9 HOOFDDRAAIPUNT.....	34
4 ONTWERP BEWEGINGSWERK	36
4.1 ALGEMEEN.....	36
4.2 KINEMATICA	36
4.3 UITWENDIGE BELASTINGEN	37
4.3.1 Windbelasting.....	37
4.3.2 Belasting door het overgewicht van het val	38
4.3.3 Variabel dekgewicht.....	39
4.3.4 Wrijving	39
4.3.5 Massatraagheidskrachten.....	40
4.4 BELASTINGSCOMBINATIES.....	41
4.5 AANDRIJVING	43
4.5.1 Trek-duwstang	43
4.5.1.1 Maatgevende belastingen trek-duwstang	43
4.5.1.2 Constructie draaipunt trek-duwstang met krukarm	44
4.5.1.3 Lager	45
4.5.1.4 as	45

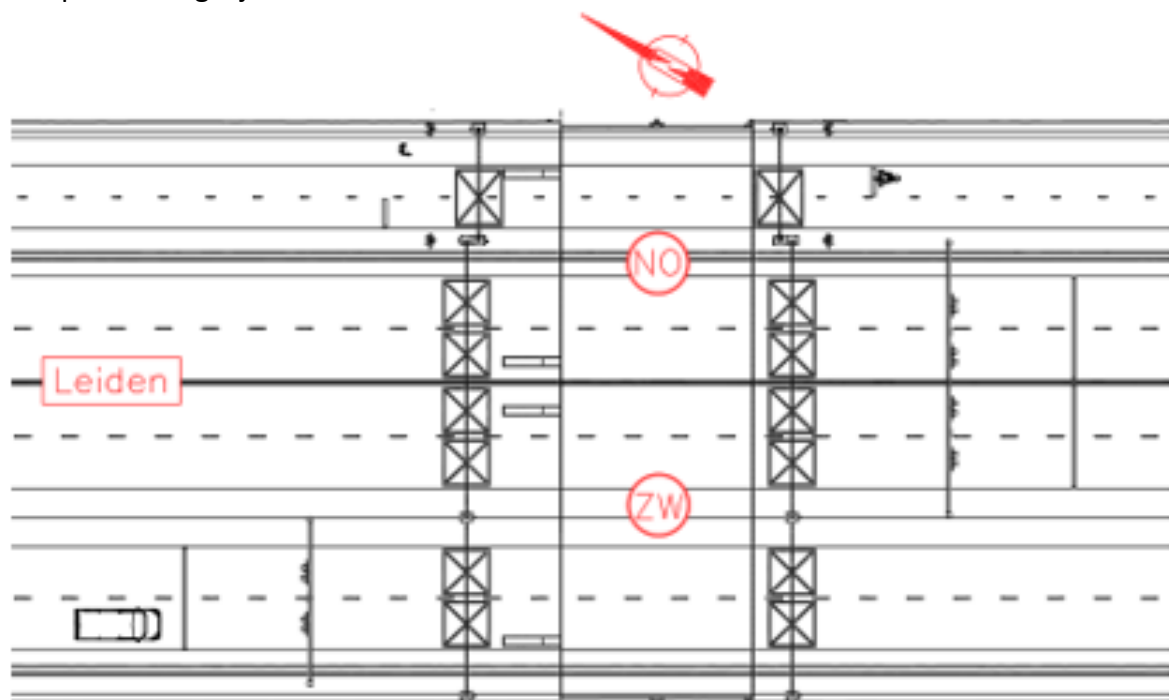
4.5.1.5	Stangoog.....	45
4.5.1.6	Veerbuffer	45
4.5.2	CONSTRUCTIE DRAAIPUNT TREK-DUWSTANG AAN BALLASTKIST	47
4.5.2.1	Maatgevende belastingen trek-duwstang aan ballastkist	48
4.5.2.2	Lager	49
4.5.2.3	as	49
4.5.2.4	Bufferstang.....	49
4.5.3	KRUKARM	49
4.5.3.1	Verbinding krukarm met trek-duwstang	49
4.5.3.2	Maatgevende belastingen krukarm.....	50
4.5.3.3	krukarm	51
4.5.3.4	Spieverbinding naaf krukarm met aandrijfás	51
4.6	VERBINDING KRUKARM MET DE PLANETAIRE TANDWIELKAST.....	52
4.6.1	AS KRUKARM EN BOOGTANDKOPPELING.....	52
4.6.2	LAGERING AS	52
4.6.3	SPLINE.....	53
4.6.4	BOOGTANDKOPPELING	53
4.7	PLANETAIRE TANDWIELKAST	53
4.8	REM	55
4.9	HOOFDMOTOR EN NOODMOTOR	56
4.9.1	HOOFDMOTOR.....	56
4.9.2	NOODAANDRIJVING.....	57
4.10	HOOFDDRAAIPUNT.....	59
4.10.1	AS HOOFDDRAAIPUNT	60
4.10.2	LAGERING AS.....	60
5	RAAKVLAKKEN	61
5.1	ALGEMEEN.....	61
5.2	RAAKVLAKKEN ELEKTROTECHNISCHE EN BESTURINGSTECHNISCHE INSTALLATIE	61
5.2.1	ENERGIEVOORZIENING	61
5.2.2	STAND SIGNALERING	61
5.2.2.1	HOOFDBEWEGING OPENEN VAN DE BRUG	62
5.2.2.2	HOOFDBEWEGING SLUITEN VAN DE BRUG	64
5.2.2.3	NOODBEWEGING.....	65
5.3	RAAKVLAKKEN CIVIEL.....	66
6	RISICO'S	67
6.1	ALGEMEEN.....	67
6.2	AANDACHTSPUNTEN VOOR HET DEFINITIEF ONTWERP	67
7	CONCLUSIE.....	68
8	BIJLAGEN	68
8.1	VRAGENLIJST PZH OVER GEBRUIK PLANETAIRE TWK D.D. 08-07-2024.....	68
8.2	TEKENING PLANETAIRE TANDWIELKAST.....	68
8.3	TEKENING BOOGTANDKOPPELING.....	68
8.4	EISEN PLANETAIRE TANDWIELKASTEN IN HOOFDAANDRIJVING.	68
8.5	VERIFICATIEOVERZICHT ACT-0529 OPSTELLEN VO ONTWERPNOTA LAMMEBRUG BEWEEGBAAR WTB	68
8.6	TOETSINGSFORMULIER CCV DOCUMENTNUMMER TF-24097-CCv-008.....	68

1 Inleiding

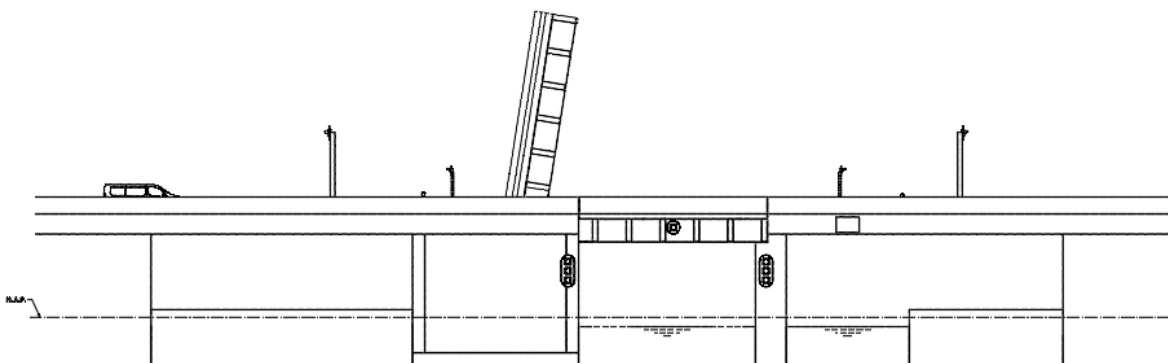
1.1 Algemeen

Voor het project N206 Europaweg wordt de kwaliteit van de omgeving rond het Lammenschansplein verbeterd. Op dit moment kunnen het Lammenschansplein en de N206/Europaweg de huidige verkeersdruk niet aan. Door alle toekomstige ontwikkelingen in de Leidse regio zal het ook steeds drukker worden op dit gedeelte. Daarom wordt de N206/Europaweg tussen de A4 en het Lammenschansplein verdubbeld en worden de huidige twee bruggen, Lammebrug en Trekvlietbrug, aangepast.

De Lammebrug is een beweegbare basculebrug over het Rijn-Schiekanaal. Deze brug wordt t.b.v. de nieuwe wegindeling en i.v.m. einde levensduur vervangen voor een nieuwe. De brug is bij de provincie bekend als object met topcode 30H70. De huidige Lammebrug is een relatief oude brug en ook deze brug zal in de nieuwe situatie de wegindeling niet meer kunnen faciliteren. Daarom wordt de brug gesloopt en vervangen voor een volledig nieuwe basculebrug. De belangrijkste functie van de Lammebrug is het kruisen van het wegverkeer over het Rijn-Schiekanaal. Daarnaast moet de brug beweegbaar zijn om het passeren van scheepvaart mogelijk te houden.



De brugvallen steunen in gesloten stand met de vooroplegging af op een midden steunpunt in de vaargang.



In deze rapportage wordt een toelichting geven op het ontwerp van de bewegingswerken van de brugvallen. Hierbij wordt voor het voorontwerp het maatgevende brugval uitgewerkt om de haalbaarheid aan te tonen. Dit betreft hier brugval ZW welk val de grootste breedte heeft. De lengte van val NO en val ZW is gelijk.

Zoals aangegeven betreft het de aantoning van de haalbaarheid. Daartoe wordt soms van een conservatieve benadering uitgegaan en is er soms sprake van over-dimensionering. In het definitief ontwerp worden optimalisaties doorgevoerd.

1.2 Leeswijzer

In deze rapportage worden de volgende hoofdstukken beschreven:

- Hoofdstuk 1 : Inleiding
- Hoofdstuk 2 : Referenties
- Hoofdstuk 3 : Uitgangspunten
- Hoofdstuk 4 : Ontwerpbeschrijving
- Hoofdstuk 5 : Raakvlakken
- Hoofdstuk 6 : Risico's
- Hoofdstuk 7 : Conclusie
- Hoofdstuk 8 : Bijlagen

1.3 Documenthistorie

Versie	Datum	Status	Auteur	Toelichting
0.1	20-08-2024	Concept	Pieter Hoekstra	Eerste concept
1.0	11-10-2024	Definitief	Pieter Hoekstra	Interne review ON verwerkt

1.4 Definities

Term	Toelichting
Basculekelder	Het complex heeft één basculekelder voor beide vallen.
Brug	Er is een brug met twee beweegbare vallen.
Brugcomplex	Is het geheel van de twee vallen, inclusief de bascule kelder.
(Brug)val	In het complex zijn er twee vallen. Dit betreft alleen het staalwerk dus exclusief kelder. De benoeming van de vallen volgens de windrichting waarin ze liggen: NO en ZW.

1.5 Afkortingen en acroniemen

Afkortingen en acroniemen	Definitie
VOBB	Voorschriften Ontwerp van Beweegbare Bruggen (NEN 6786-1+C1)
FTPvE	Functioneel en Technisch Programma van Eisen Beweegbare Kunstwerken van de Provincie Zuid Holland.
PZH	Provincie Zuid Holland
ROK	Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken
RTD	Rijkswaterstaat Technische Document

2 Referentiedocumenten

2.1 Algemeen

In de onderstaande paragrafen staan de documenten genoemd die zijn gebruikt bij de berekeningen en het ontwerp.

2.2 Tekeningen

Ref.nr.	Documenttitel	Document referentie	Datum/versie
T1	Overzicht staal-wtb	39055-TEK-00342-blad 1-7	15-10-2024/1.0
T2	brugvallen	39055-TEK-00342-blad 2-7	15-10-2024/1.0
T3	Mechanische uitrusting	39055-TEK-00342-blad 3-7	15-10-2024/1.0
T4	Hoofddraaipunten	39055-TEK-00342-blad 4-7	15-10-2024/1.0
T5	Technische ruimte	39055-TEK-00342-blad 5-7	15-10-2024/1.0
T6	Technische ruimte 3D	39055-TEK-00342-blad 6-7	15-10-2024/1.0
T7	Overzicht wegmeubilair	39055-TEK-00342-blad 7-7	15-10-2024/1.0

2.3 Berekeningen

Ref.nr.	Documenttitel	Document referentie	Datum/versie
B1	Berekening wtb	39055-BER-00376	11-10-2024/1.0
B2	Berekening staal	39055-BER-00343	11-10-2024/1.0

2.4 Documenten

Ref.nr.	Documenttitel	Document referentie	Datum/versie
D1	Uitgangspuntennotitie	39055-ONT-00158	11-10-2024/1.0
D2	VO ontwerpnota staal	39055-ONT-00341	11-10-2024/1.0

2.5 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen worden gehanteerd:

Ref.nr.	Norm/richtlijn	Omschrijving	Datum /versie
N1	NEN 6786-1+C1	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)	2021
N2	NEN 6787-1:	Veiligheid van beweegbare kunstwerken – Deel 1: Beweegbare bruggen.	2020
N3	NEN-EN 1991-1-4+A1+C2/NB	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4 Algemene belastingen - Windbelasting	2011
N4	NEN-EN 1991-2+C1/NB	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-2+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	2011
N5	NEN-EN 1993-1-8+C2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen	2011
N6	NEN-EN 1993-1-9+C2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-9: Vermoeiing	2012
R1	RTD 1001	Richtlijnen ontwerpen kunstwerken (ROK) versie 1.4	2017
R2	RTD 1018	Eisen Handelsproducten versie 2.0	2014
R3	RTD 1019	Eisen Tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen versie 2.0	2014
R4	FTPvE	Functioneel en Technisch Programma van Eisen Beweegbare Kunstwerken van de Provincie Zuid Holland. Versie 4.4-a1	2022
R5	EPVE	Esthetische programma van eisen Rijnlandroute Europaweg en Lammenschansplein versie 3.5	2021

2.6 Relevante contracteisen

Eis-code.	Eistekst	Verificatie
SYS-0092	De Lammebrug dient geopend en gesloten kunnen worden.	Elektro mechanische aandrijving wordt toegepast. Zie hoofdstuk 3.2 aanvullende hoofduitgangspunten.
SYS-0108	De Lammebrug dient een totale bewegingstijd te hebben van maximaal 125 seconden in afwijking op het [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken]. Dit geldt als totaal voor het openen en sluiten van beide vallen. dit geldt vanaf start beweging van het openen van het eerste val, tot het moment van stoppen beweging van het sluiten van het tweede val, exclusief de tijd dat het val niet in beweging is bij passage schip. Hierin is ook rekening gehouden dat beide vallen niet gelijktijdig worden geopend, maar dat er maximaal 5 seconden verschil zit in het openen van het ene en het andere val.	Is meegenomen in berekening en besturing aandrijving. Zie hoofdstuk 3.5 cyclustijden hoofdbeweging
SYS-0116	De Aandrijving/Besturing/Elektra van de Beweegbare brug dient vrij te zijn van grendelconstructies of opzetwerken.	Opzetten brugvallen wordt gerealiseerd vanuit de aandrijving. Zie hoofdstuk 3.8 Kinematica.
SYS-0231	De Kunstwerken dienen te voldoen aan [Richtlijnen ontwerp kunstwerken (ROK)]. Bij tegenstrijdigheden prevaleert het PVE vaste kunstwerken en FTPvE beweegbare bruggen ten opzichte van het ROK.	Is meegenomen in VO-fase en wordt verder uitgewerkt in DO-fase.
SYS-0236	aanvaringen door een schip met CEMT-klasse III conform de [Richtlijnen ontwerp kunstwerken (ROK)]. In afwijking van tabel 5-4 mag rekening worden gehouden met een maximale vaarsnelheid van 3,33 m/s. Toelichting: De brugconstructie dient ook geschikt te zijn om een kopse aanvaring te weerstaan. In afwijking van de ROK 1.4 paragraaf 1.6 moeten de remmingwerken (scheepvaartvriendelijke verende constructies) een (kopse) aanvaring volgens categorie B (calamiteit) kunnen weerstaan zonder te bezwijken". De achtergrond is dat een remmingwerk (een scheepvaartvriendelijke verende constructie) dient de volledige kopse aanvaring op te kunnen opvangen, zodat de brugconstructie hierop niet hoeft te zijn ontworpen.	In DO-fase worden de hoofddraaipunten val gecontroleerd op belastingen vanuit aanvaring.
SYS-0249	De bewegingswerken van de Lammebrug dienen te beschikken over een technische levensduur conform hoofdstuk 5.3 van het [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken].	Voor het aantal brug bewegingen wordt uitgegaan van de 10.000 per jaar gedurende 50 jaar. Dit is conform [FTPvE-0033 (5.3)]
SYS-0250	De Lammebrug dient te voldoen aan het [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken], behalve aan de hoofdstukken: - hoofdstuk 9, - hoofdstuk 14, - hoofdstuk 15, - hoofdstuk 16 (met uitzondering van paragraaf 16.3.8 welk wel van toepassing is), - en hoofdstuk 26.	Is meegenomen in VO-fase en wordt verder uitgewerkt in DO-fase.
SYS-0252	De Lammebrug dient te zijn voorzien van 1 beweegbare doorvaartopening van 10,5 meter doorvaartbreedte en 1 vaste doorvaarbare doorvaartopening van 8 meter doorvaartbreedte voor de scheepvaart. De doorvaarthoogte van het beweegbare deel in vaste positie dient ten minste 5,50 meter ten opzichte van ws -0,61 m NAP te bedragen. De doorvaarthoogte van het vaste deel dient ten minste 5,4 meter ten opzichte van ws -0,61 m NAP te bedragen.	Wordt meegenomen in berekening bewegingswerk. Voor de openingshoek brugvallen wordt 82 ° aangehouden.
SYS-0257	De Lammebrug dient te worden voorzien van een elektromechanische brug aandrijving.	Zie berekening B1 en tekening T3

SYS-0258	De volledige bewegingswerken van de Lammebrug dienen in de basculekelder te worden ondergebracht.	Zie tekening T5
SYS-0260	De brug aandrijvingscomponenten van de Beweegbare brug dienen vervangbaar te zijn en verplaatsbaar te zijn via de basculekelder en afgesloten openingen in de kelderwand. De componenten moeten vanaf de doorgang in de kelderwand met normale middelen transporteerbaar zijn. Voor onderdelen met een levensduur van < 100 jaar geldt dat deze via de normale deuropeningen tot buiten de basculekelder moeten kunnen worden verplaatst. . van de onderdelen met een levensduur >100 jaar wordt verwacht dat ze nooit behoeven te worden vervangen, maar kan niet worden uitgesloten. Daarom moet de basculekelder dit wel mogelijk maken. De benodigde openingen mogen ook sparingen in de betonconstructie van de kelder zijn die semi-permanent zijn afgesloten (met bijv. metselwerkvulling (in wanden) of een betonnen deksel in het kelder dak).	Bij bepalen afmetingen componenten aandrijving is hier rekening mee gehouden.
SYS-0265	De Lammebrug dient uitgevoerd te worden middels twee losse brugvallen.	Elk brugval krijgt een eigen aandrijving. Zie tekening T2
SYS-0271	De Basculekelder dient ook bij toepassing van 2 aandrijvingen (2 beweegbare delen naast elkaar) als aaneengesloten ruimte te worden uitgevoerd, waarbij voldoende grote (niet met deuren afgesloten) doorgangen zijn op het niveau van: - Motoreilanden, - Draaipunten, - Keldervloer, - E-ruimte (over volledige hoogte/breedte), - Loopborden achter ballastkist.	Zie tekening T5 . Op tekening T5 zijn de loopborden tegen achterwand niet aanwezig. Reden Rusthoven heeft een alternatief hiervoor. Moet nog overleg met PZH hierover komen.
SYS-0304	De twee binnenste lagers (naast de valscheiding) dienen de vaste lagers van beide vallen te zijn. Dit om te voorkomen dat door thermische vervorming de twee vallen in aanraking komen met elkaar.	Zie tekening T4 .
SYS-00441	In afwijking van SYS-0147 dient de Lammebrug voor de verschillende onderdelen een levensduur te hebben conform hetgeen gesteld in hoofdstuk 5.3 van het [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken].	Voor de levensduur van de aandrijving wordt 50 jaar met 500.000 brugbewegingen aangehouden.
SYS-00459	Elke val van de Lammebrug dient te worden uitgevoerd met een EM- aandrijving met bewegingswerk van het type panamawiel, welke voldoet aan de eisen uit [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken]. Indien wordt gekozen voor twee panamawielen per val, dienen deze een gelijke belasting te ondergaan.	Er wordt geen panamawiel toegepast maar een krukarm met een planetaire tandwielkast. Zie hoofdstuk 3.6 en bijlage 8.1
SYS-00460	De Panamawielen als onderdeel van de Aandrijving/Besturing/Elektra dienen te zijn uitgevoerd met een automatische smeerinrichting d.m.v. een zgn. smeertandwiel (lubrication pinion). De smeerfrequentie/afgiftehoeveelheid smeermiddel dient instelbaar te zijn en dient te worden bestuurd door een separate besturing o.b.v. signalen uit de brugbesturingsinstallatie (gekoppeld aan brugbewegingen: smeermiddel toevoeren en smeren tijdens elke X-te brugbeweging). Het is toegestaan om het smeertandwiel op het rondsel te plaatsen.	Door het niet toepassen van panamawiel(en) vervalt eis SYS-00460
SYS-00461	De staalconstructie van de Lammebrug dient te voldoen aan uitvoeringsklasse EXC3 conform [NEN-EN-1993-1-1 /NB:2011 Ontwerp en berekening van staalconstructies - Algemene regels] tabel C.1 met aanvullingen uit de nationale bijlage, [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken] en [Richtlijnen ontwerp kunstwerken (ROK)].	Voor staalwerk aandrijving wordt dit meegenomen
SYS-00465	De Lammebrug dient bij een brugopening over de gehele breedte van de doorvaart van de Lammebrug een onbeperkte doorvaarthoogte te bieden aan scheep- en recreatievaart.	Bij uitzet en berekening aandrijving is dit meegenomen. Zie tekening T1

2.7 Eisen vanuit het FTPvE

Eis-code	Hfd.stuk	Eistekst	Verificatie
FTPvE-0014	5.2.2.1	Niet-beschikbaarheid als gevolg van wind: Het beweegbare kunstwerk (i.c. de brug) moet qua beweegbaar deel en aandrijving zodanig worden uitgevoerd dat deze slechts een zeer beperkte periode per jaar onbeschikbaar is als gevolg van te hoge windbelastingen. Tenzij anders bepaald in het contract gelden hiervoor de eisen volgens tabel 1 van § 2.3.2.2 van de NEN 6786-1 (VOBB).	Type vaarweg Rijn-Schiekanaal is 4. Er zijn in contract hierover geen aanvullende eisen. Niet beschikbaarheid als gevolg van wind is 72 uur/jaar.
FTPvE-0029	5.2.6	Omgeving: Dit betreft het aspect dat het object vrij moet van onaanvaardbare risico's met betrekking tot de omgeving. Basculebruggen worden veelal vuilwaterpompen toegepast die (regen)water uit de kelder pompen en afvoeren naar het oppervlaktewater of rioolstelsel (eisen bevoegd gezag). De brug of sluis moet zodanig worden ontworpen en uitgevoerd dat dit regenwater nimmer kan vervuilen met olie of smeermiddel vanaf de aandrijving; daartoe moeten de nodige afschermingen en opvangconstructies voorzien van absorptiematerialen worden aangebracht.	In DO-fase
FTPvE-0033	5.3	Ontwerplevensduur/onderhoudsintervallen: - Opleggingen 25 jaar - Conservering staal 15 jaar - Aandrijving (mechanisch) 50 jaar - Koppelingen 50 jaar - Koppelingsspiders (polyurethaan elementen) 10 jaar De ontwerplevensduren moeten, tenzij anders bepaald in het contract, zijn gebaseerd op 10.000 brugopeningen/schuttingen per jaar.	In DO-fase.
FTPvE-0034	5.4	Ontwerp en berekening Voor het ontwerpen en berekenen van staalconstructies en mechanische uitrusting (incl. fabricage en uitvoering) zijn, naast de specifieke eisen volgens dit document, de Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken 1.4 (ROK) van Rijkswaterstaat (RTD 1001:2017) van toepassing, met inachtneming van het onderstaande: -In afwijking op hoofdstuk 7 is de RTD 1014 (Generieke eisen elektrotechnische installaties) niet van toepassing; -In afwijking op § 4.3 wordt de betrouwbaarheidsklasse in het contract bepaald; -In aanvulling op het gestelde in § 5.10 moeten de berekende dynamische belastingen vanuit het bewegingswerk (bijv. noodstop, terugslag veerbuffer) evenwicht maken met massatraagheidselementen van de brug, naar rato van de massatraagheidsverdeling om de rotatieas. Bij de controle van de staalconstructie dient de hiermee samenhangende krachtverdeling door de staalconstructie voor iedere willekeurige openingshoek aanvullend te worden beschouwd. (bijv. druk in hangstang); -In afwijking op § 7.13, eis 3.1 en 3.2 is het toepassen van S460 bij uitzondering toegestaan na goedkeuring op basis	Zie document: VO-berekening: 39055-BER-00376 [B1] VO-ontwerpnota: 39055-ONT-00375 Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.

		van een verzoek waarbij het specifieke belang is onderbouwd, aangevuld met een risicobeschouwing; -In afwijking op § 7.20, eis 1 is het toepassen van S460 bij uitzondering toegestaan na goedkeuring op basis van een verzoek waarbij het specifieke belang is onderbouwd, aangevuld met een risicobeschouwing;	
FTPvE-0048	7.2	Technische ruimte (geldt dit ook voor ruimte aandrijving??) De technische installaties (aandrijving, besturing) moeten worden ondergebracht in daarvoor bestemde technische ruimten die onderdeel zijn van het object en direct vanaf de (openbare) weg bereikbaar moeten zijn. De ruimten moeten voldoende ruim worden opgezet, met een sta-hoogte van tenminste 2,40 meter, zodat de onderdelen vanuit arbeidsomstandigheden en veiligheidsoogpunt rondom optimaal toegankelijk zijn voor (onderhouds)werkzaamheden. Dit moet in de ontwerpfase worden aangetoond door 3D beelden en -renderingen De afzonderlijke technische ruimten moeten voldoende worden geventileerd en toegankelijk zijn zodat geen werkzaamheden behoeven te worden uitgevoerd in een “besloten ruimte” zoals bedoeld in de het Arbobesluit. De inrichting en indeling van de technische ruimten moet voor oplevering/ingebruikname door een onafhankelijke gecertificeerde Arbo-dienst zijn getoetst, zie: § 5.2.4.8 “Arbo-toets op veilig gebruik en veilige onderhoudbaarheid”	Sta hoogte is bij aandrijving 2,1 m zie tekening T5 en T6. Overleg met PHZ hierover.
FTPvE-0072	7.8	Bereikbaarheid van onderdelen: Alle onderdelen van besturing en aandrijving moeten veilig bereikbaar zijn voor onderhoudsen inspectiewerkzaamheden. Daartoe moeten de nodige (tussen)bordessen, leuningwerken, vaste trappen en -ladders worden aangebracht. Leuningen voorzien van kantplanken (schopranden). De primaire onderdelen die dagelijks onderhoud vergen of een rol (kunnen) spelen bij het analyseren en oplossen van storingen moeten zonder hulpmiddelen bereikbaar zijn. Bij elke brug dient een gecertificeerde inschuifbare aluminium ladder (ingeschoven lengte 2,5 m) te worden geleverd, op te hangen in de brugkelder. Alle bovendeckse onderdelen van de brug dienen bereikbaar te zijn met deze ladder.	Zie tekening [T5] Technische ruimte
FTPvE-0073	7.9	Hijsvoorzieningen/hijsplan: In de ruimte waarin de aandrijfcomponenten zijn opgesteld moeten permanente mogelijkheden zijn om alle componenten horizontaal en verticaal te kunnen verplaatsen tot bij toegangsdeur of materieelluik bij gesloten brug. Voor componenten met een levensduur van >15 jaar volgens de tabel in § 5.3 moeten permanente voorzieningen zoals hijsogen of hijsbalken in/tegen het plafond van de ruimte aanwezig zijn om hijsgereedschap aan te kunnen bevestigen. Hierbij moet rekening worden gehouden met het zwaarste toegepaste component (incl. eigen gewicht hijsgereedschap) met een overcapaciteit van 25%. Worden aandrijfcomponenten opgesteld met een levensduur < 15 jaar, dan moet worden voorzien in permanente, direct bruikbare hijsvoorzieningen, zoals bovenloopkranen. Het hijsvermogen moet zijn afgestemd op de in deze	In DO-fase

		categorie vallende componenten met een overcapaciteit van 25%. Bij alle hijsvoorzieningen moet duurzaam en duidelijk leesbaar worden aangegeven wat de maximale belastbaarheid is. Bij hijsogen mag worden volstaan met kleurcoderingen met bijbehorende legenda op een kunststof plaat met gravure op de kelderwand. Hijsbalken of bovenloopkranen moeten zijn voorzien van op afstand leesbare maximale belastbaarheden. Voor het in- en uithijzen van componenten na voltooiing van het beweegbare kunstwerk (gebruiksfasen) moet een hijs- en transportplan worden opgesteld waarmee vervangbaarheid van de tijdens de levensduur van de brug/sluis te vervangen componenten wordt aangetoond. Dit plan moet onderdeel zijn van de einddocumentatie.	
FTPvE-0076	7.12	Voorzieningen tegen vogels: De onderbouw van bruggen/sluizen moet zodanig worden ontworpen dat het onaantrekkelijk c.q. onmogelijk is voor duiven en andere vogels om daar te verblijven of te nestelen. De betonconstructies bij voor- en achterhar schuin afwerken om nestelen/verblijven van vogels te voorkomen. Daarnaast moeten bij gesloten brug de openingen in de kelderconstructie voor bijv. hoofdliggers of aandrijfcomponenten zodanig zijn ontworpen en/of afgesloten dat vogels geen toegang kunnen krijgen tot de kelder. Toegepaste afsluitingen moeten duurzaam worden uitgevoerd en mogen de inspecteer- en onderhoudbaarheid van onderdelen niet nadelig beïnvloeden.	In DO-fase
FTPvE-0078	8.1	-Tenzij anders vermeld de berekeningen van de constructies maken met een eindig elementen programma. De overige berekeningen maken in MathCad. -Voor de vervanging van onderdelen waarvoor de brug moet worden gevijzeld dienen vijzelvoorzieningen te worden aangebracht. - Assen uitvoeren in smeedstaal, met een corrosieweerstand groter of gelijk aan AISI 316L. Naven uitvoeren in smeedstaal. -De RVS boutstelen moeten van het omringende koolstofstaal worden geïsoleerd met isolatiebussen van HAWE. schroefkoppen, boutkoppen en moeren moeten van het onderliggende koolstofstaal worden geïsoleerd met onderleggingen van HAWE. RVS schroefdraden moeten voorafgaand aan de montage met een waterafstotend montagevet worden ingevet om vochtindringing, galvanische corrosie en spleetcorrosie te voorkomen en demontage mogelijk te maken. -Bouten en moeren voorzien van met vet gevulde afdekdoppen (b.v. Radolid) die vastklikken op de moer of boutkop. Kleur afstemmen op kleur van de conservering. Ze moeten tevens de sluitring (met afschuining) omsluiten. Inbusbouten verzonken aanbrengen en afdekken met kunststof kapje, meeschilderen bij de laatste laag. Alle smeernippels uitvoeren als vlakke smeernippels volgens DIN 3404, kop diameter 16 mm.	Mathcad deels vervangen door excel. Hier komt nog overleg over met constructeur PZH. Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.

		-Installaties of delen van installaties die voor het publiek vrij toegankelijk zijn, dienen bestendig te zijn tegen vandalisme. Flensverbindingen van lange assen, waarbij de bouten en/of moeren buiten de flensrand uitsteken, moet worden afgedekt met doorzichtige PMMA (perspex) kappen of met flensbeschermers (hoezen) van bijv. het merk Festec. Flensbeschermers mogen alleen worden toegepast als deze voldoende vrijlopen en indien daarmee een gladde afwerking kan worden bereikt. -Uitlijning van alle aandrijfonderdelen en koppelingen door middel van laser-3D metingen aantonen. Hierbij behoren ook de encoderopstellingen. Meetrapporten leveren aan opdrachtgever vóór opnemning. -In de brugkelder moet nabij de brugaandrijving een duidelijk leesbaar, duurzaam uitgevoerd, schema in 3D projectie van de brug worden aangebracht met daarop aangegeven alle te onderhouden (smeren) onderdelen (smeernippels, open overbrengingen e.d.). Uitvoering schema en legenda: Kunststof plaat met gravure -Het reduceren van het aantal brugopeningen voor het constructief ontwerp, zoals bedoeld in § 7.16, eis 9.3.1.2 van de ROK, is niet toegestaan. De gebruiksslijtage en de onderhoudsintervallen mogen wel worden gebaseerd op het (in overleg met opdrachtgever te bepalen) werkelijk te verwachten aantal brugopeningen.	
FTPvE-0079	8.2	Het brugval dient bij normaal bedrijf in de open stand geheel uit de doorvaart te zijn.	Is meegenomen in VO-fase. Met een openingshoek van 82° ligt val in open stand buiten de doorvaart. Zie tekening [T1]
FTPvE-0079	8.2	Met het bepalen van de bouwzeeg dient rekening gehouden te worden met de doorbuiging door het eigen gewicht, laskrimp, ballast en opzetten door de opzetinrichting en aandrijving met een voldoende grote onzekerheidsmarge, zodat dit niet ten koste gaat van de berekende zeeg in gebruiksfase, dan wel, wanneer geen zeeg in de langsrichting gewenst is, de brug een negatieve zeeg vertoont.	In DO-fase
FTPvE-0084	8.4	Vastzetinrichtingen Voor het langdurig vasthouden van de brug in geheel geopende en gesloten stand, mechanische vergrendelingen (vastzetinrichtingen) toepassen. Vastzetinrichtingen onderhoudsarm uitvoeren en zoveel mogelijk opnemen in de brugconstructies en/of demontabel uitvoeren. De vastzetinrichting voor de open stand moet goed bereikbaar zijn in de geheel open stand van de brug. Zie voor uitvoering vastzetinrichting gesloten stand § 8.2.1 "Opleggingen". De losse materialen van de vastzetinrichtingen opslaan in de in de kast volgens § 7.10 "Kasten voor reservematerialen". Het vastzetten van de brug moet worden gedetecteerd en moet de brugaandrijving uitschakelen. Voor vastzetten in open en gesloten stand bij voorkeur dezelfde pennen gebruiken met penbewaking op de houder (niet bij de vastzetinrichtingen).	In DO-fase

FTPvE-0085	8.6	Draaipuntconstructies: Onderdelen van draaipunten dienen veilig en eenvoudig toegankelijk te zijn voor onderhoud, conservering, metingen en inspectie. Uitvoering draaipunten: - draaipunten onderhoudsarm uitvoeren; - afschermen van vuil en water vanaf het dek; - de naven van de draaipuntassen kotteren nadat het geheel is afgelast. In dezelfde bewerking de zijvlakken bewerken; - in elke naaf een smeedstalen as aanbrengen. De assen in axiale richting borgen d.m.v. een aangesmede kraag en boutverbinding. - In afwijking van de ROK 1.4 (7.16, art. 15.5) zijn zowel gewrichtslagers (SKF type GEP ... FS) als dubbelrijige tonlagers (SKF), voorzien van afscherming, toegestaan; - specifieke geschiktheid toe te passen lagers moet worden aangetoond door de leverancier met verwijzing naar toepassing van gelijksoortige lagers in vergelijkbare toepassingen/situaties; - lagers en afdichtingen moeten doorgesmeerd kunnen worden; - lagers moeten een levensduur hebben van tenminste 50 jaar bij gegeven gebruik en inbouw. Verklaring en berekening leverancier bijleveren. - deksels lagerhuizen: - voorzien van O-ring afdichting tussen deksel en huis; - afdrukpaten plaatsen en afdichten; - voorzien van een smeernippel aan boven- en onderzijde. - bij samenwerkende lagers 1 lager als vast lager uitvoeren en de anderen als los lager; - lagerhuizen, lagerstoelen en lagerdeksels voorzien van centers op de hartlijnen. Lagerhuizen van het val plaatsen op lagerstoelen met tussenliggende vullingen. Lagerstoelen zodanig uitvoeren dat wateraccumulatie wordt voorkomen. Onderhoud en vervanging aan/van lagerhuizen en lagers moet kunnen worden uitgevoerd zonder dat de lagerstoelen behoeven te worden losgenomen; zonodig uitvoeren als combinatie van door bouten verbonden onder- en tussenstoel. Werktuigbouwkundige installaties brug Pagina 101 van 661 Functioneel en Technisch Programma van Eisen Beweegbare Kunstwerken Versie 4.4-a1 Aanlegvlakken mechanisch bewerken. Met lange voorspanankers en ankerframe op onderbouw bevestigen. Ankers omwikkelen met vetband en voorzien van ankerplaat en ankermal. Lagerstoelen, frames etc. voorzien van stelbouten en ondergieten met een krimparme ondergieting. Stelbouten verwijderen en vrijkomende gaten afdichten. In onderbouw en constructie van het val voorzieningen opnemen om de brug eenvoudig te kunnen vijzelen bij het vervangen van de lagers. Materiaal lagerhuizen, stangogen, asplaten: smeedstaal	In DO-fase verder uitwerken.
FTPvE-0086	8.7	EM-aandrijving brug Uitvoering brug aandrijving: - De normale bewegingstijd voor het bewegen van de brug (van eindstand tot eindstand) dient voor het openen	Zie hoofdstuk 3.7

		en sluiten samen maximaal 120 sec te bedragen, tenzij in het contract anders bepaald; -Aandrijving frequentiegeregeld uitvoeren; - Brugaandrijving moet in staat zijn de brug in elke stand vast te houden, te stoppen of te starten; -Alle typen brugaandrijvingen uitvoeren met elektrische nood aandrijving en een handaandrijving; -Brugaandrijving voorzien van permanent aangekoppelde klossenrem (panama-/ heugelaandrijving) of schijfrem (EM-cilinders), die in werking moet zijn bij alle vormen van elektrische aandrijving; -Gehele aandrijving basculebruggen onderdeks in de bascule- of brugkelder aanbrengen; ook bij basculebruggen met ballastkisten buiten de kelder; -Voorzien van trek-duwstang of heugel met dubbelwerkende veerbuffer met schotelveren; -Onderdelen van de aandrijving dienen op eenvoudige wijze te kunnen worden gemonteerd en vervangen; -Onderdelen voldoende verstelbaar maken t.b.v. uitlijning; -Draaiende delen in de brugconstructies afschermen met demontabele constructies, uitvoeren in RVS. Daarin de nodige PMMA vensters en luiken aanbrengen om de juiste werking te kunnen controleren c.q. onderhoudswerkzaamheden (smeren) te kunnen uitvoeren bij gemonteerde afscherming; -Bij bruggen met meerdere brugvallen, elk brugval voorzien van een eigen aandrijfunit (elektromotor, koppeling, noodmotor, tandwielkast, rem-koppeling en klossenrem) en eigen standschakelaars, standsignaleringen en retardeerbewaking. -Onderdelen na volledig aflassen pas mechanisch bewerken; - Voorziening retardeerbewaking: zie § 13.15 "Brugaandrijving";	
FTPvE-0087	8.7.1	Panamawiel-aandrijving: <u>Aandrijving plaatsen op stoelen met tussenliggende vullingen:</u> -aanlegvlakken mechanisch bewerken. Met lange voorspanankers en ankerframe op onderbouw bevestigen. Ankers omwikkelen met vetband en voorzien van ankerplaat en ankermal; -stoelen voorzien van stelbouten en ondergieten met een krimparme ondergieting; -stelbouten verwijderen en vrijkomende gaten afdichten. <u>Uitvoering draaipunten:</u> -draaipunten aandrijving onderhoudsarm uitvoeren; -In afwijking van de ROK 1.4 (7.16, art. 15.5) zijn zowel gewrichtslagers (SKF type GEP ... FS) als dubbelrijige tonlagers (SKF), voorzien van afscherming, toegestaan; -specifieke geschiktheid toe te passen lagers moet worden aangetoond door de leverancier met verwijzing naar toepassing van gelijksoortige lagers in vergelijkbare toepassingen/situaties; -lagers en afdichtingen moeten doorgesmeerd kunnen worden; - lagers moeten een levensduur hebben van	Panamawiel-aandrijving is vervangen door krukarm met planetaire tandwielkast. Zie hoofdstuk 3.4 en tekening [T3] dubbelrijige tonlagers (SKF) worden toegepast,

		tenminste 50 jaar bij gegeven gebruik en inbouw. Verklaring en berekening leverancier bijleveren. -deksels: - voorzien van O-ring afdichting tussen deksel en huis; -afdrukpaten plaatsen en afdichten; -voorzien van een smeernippel aan boven- en onderzijde. -bij samenwerkende lagers 1 lager als vast lager uitvoeren en de anderen als los lager; -lagerhuizen, lagerstoelen en lagerdeksels voorzien van centers op de hartlijnen.	
FTPvE-0088	8.7.3	Trek-duwstang/buffer Bij panamawiel of heugelaandrijvingen de trek-duwstang resp. de heugel voorzien van dubbelwerkende veerbuffer met schotelveren. -Veerbuffer spelingvrij en in lengte instelbaar uitvoeren; -Trek-duwstang(en) moet(en) bij basculebruggen aangrijpen op de ballastkist of (bij ballastkisten buiten de kelder) op een aan de hoofdliggers verbonden hulpconstructie; -De buffer dient voldoende slag te hebben om de temperatuurveranderingen en mobiele belastingen van het val te kunnen verwerken en het val te kunnen aandrukken zodat de vaste ligging blijft gegarandeerd; -Geleidingen van de veerbuffers uitvoeren met lagerstrippen (tapebearings) van HAWE, VVK of UHMPE, voorafgaand aan de montage invetten met een waterafstotend vet; -Trekduwstangen in basculebruggen moeten d.m.v. vaste bordessen bij gesloten brug toegankelijk zijn voor onderhouds- en inspectiewerkzaamheden; -Veerbuffers in trek-duwstangen voorzien van inspectieuijk t.b.v. beoordelen verenpakket.	-Panamawiel is vervangen door krukarm. -geleidingen veerbuffer uit messing-brons.
FTPvE-0089	8.8	Aandrijfcomponenten elektromechanische aandrijvingen: De functionaliteit van de aandrijfcomponenten elektromechanische aandrijvingen moet integraal worden geborgd met hetgeen is geëist in § 13.15 "Brugaandrijving"	
FTPvE-0090	8.8.1	Elektromotoren (panamawiel- en heugelaandrijvingen) Uitvoering elektromotor: -kortsluitankermotor; -nominale spanning: 400 V, 50 Hz; -door middel van een frequentieregelaar aansturen; -geschikt voor toerentalregeling d.m.v. een frequentieomvormer. Daarom moet de motor zijn voorzien van PTC-voelers in iedere wikkeling -tweede aseind t.b.v. encoderaandrijving; -2 overhoeks geplaatste paspennen (m.u.v. motor van EM-cilinders); -draairichtingaanduiding voor brug "op" en brug "neer" d.m.v. -kunststof plaatje met gravure; -meegewikkelde thermistorbeveiliging; -geïsoleerde lagers; -voldoet aan isolatieklasse F; -het minimaal te leveren koppel van de elektromotor berekenen volgens de- NEN 6786-1;	Zie hoofdstuk 4.9.1

		-ten behoeve van de retardeerbewaking encoder aanbrengen, aangedreven vanaf het 2e aseind van de motor, zie: § 8.8.9 "Encoder"; -tussen de motor en de tandwielkast een doorslagveilige flexibele koppeling plaatsen.	
FTPvE-0091	8.8.2	Noodaandrijving: Uitvoering noodaandrijving panamawiel- en heugelaandrijving: -de noodaandrijving vindt plaats middels het aansturen van een noodmotor welke hiertoe d.m.v. een vergrendelbare schakelbare koppeling aan de hoofdaandrijving wordt gekoppeld; -met de noodaandrijving dient de brug met een gereduceerde snelheid bewogen te kunnen worden (toerental aandrijving 10% van de nominale snelheid), buiten de motorregeling en PLC om; -de stroomvoorziening voor de motor wordt verzorgd door het net. Eventueel met een noodstroomaggregaat, zie: § 13.11 "Voeding"; -de noodmotor gebruikt de eindschakelaars, remaansturing etc. van de normale aandrijving; -noodmotor zonodig uitvoeren met geïntegreerde motorreductor; -de bediening van de noodmotor geschiedt door middel van een drukknopkastje of -paneel; -er dienen voorzieningen getroffen te worden voor het detecteren van het ingeschakeld zijn van de noodaandrijving middels het monteren van eindschakelaars; -de noodmotor dient middels een schakelbare koppeling met schakelmechanisme te kunnen worden gekoppeld, zie § 8.8.10 "Koppelingen"; het schakelmechanisme moet in beide standen (ontkoppeld/aangekoppeld) d.m.v. pennen vergrendelbaar te zijn. De juiste stand van de penvergrendeling moet worden bewaakt d.m.v. schakelaars; -het schakelmechanisme dient voorzien te zijn van een eindschakelaar voor de standsignalering als de koppeling ingeschakeld wordt. Fabricaat bijv. Schmersal, type UK432Y met rolhefboom serie U2. -klauwkoppeling voorzien van doorzichtige PMMA (perspex) kap, bij gemonteerde kap moet de koppeling met de hand in de juiste stand voor inkoppelen kunnen worden gezet.	Zie hoofdstuk 4.9.2
FTPvE-0092	8.8.3	Handaandrijving De aandrijving moet worden uitgevoerd met een voorziening om de brug ook handmatig te bewegen. Handaandrijving moet op ergonomisch verantwoorde wijze kunnen worden uitgevoerd. - bovenstaande moet worden gerealiseerd door beweegbare voorzieningen Uitvoering handaandrijving: -handaandrijving kan worden uitgevoerd door de noodmotor te voorzien van een 2e aseind met slingervierkant; -de noodmotor dient in dat geval geschikt te zijn om belastingen van de handaandrijving slinger op te kunnen nemen, zonodig een separate lagering voor de slinger te aanbrengen;	In DO-fase

		-eventueel handaandrijving uitvoeren met apart aankoppelbare reductor verbonden met noodmotor of aan tandwielkast; -voor gebruik handbediening moeten de remmen handmatig worden gelicht. Plaatsen van de hefboom van de handremlichter van de vasthoudrem mag pas mogelijk zijn nadat de handaandrijving is gekoppeld aan de aandrijving. Omgekeerd kan de handbeweging niet ontkoppeld worden voordat de hefboom van de handremlichter is verwijderd (en de mechanische handremlichter van de vasthoudrem is "gevallen"); die zijn verbonden aan de koppelbeweging van handbediening en/of noodmotor. Deze voorziening mag de toegang tot de handremlichter (opening in de PMMA kap) pas vrijgeven als alle koppelingen t.b.v. de handbediening zijn aangekoppeld en de beweging van de brug kan worden beheerst met de handslinger. De opening in de PMMA kap en de kraag van de hefboom van de handremlichter zodanig uitvoeren dat plaatsen en uitnemen van de hefboom van de handremlichter alleen mogelijk is in de niet gelichte (gevallen) stand van de mechanische handremlichter; -bij plaatsing handslinger dient middels een schakelaar de stroom naar de nood- en hoofdmotor te worden onderbroken; -fabricaat schakelaar bijv. Schmersal, type UK432Y met rolhefboom serie U2; -de afscherming voor de handaandrijving dient zo ontworpen en geplaatst te worden dat deze geen belemmering vormt voor de veilige bediening van deze voorziening. De afscherming moet voldoen aan de NEN-ISO 12100; -draairichting (open-dicht) duurzaam aanduiden.	
FTPvE-0093	8.8.4	Handslingers Uitvoering handslingers -2 stuks leveren; -stalen handslinger met naaf en contragewicht; -frame t.b.v. montage eindschakelaar voor gebruik handslinger; -soepel draaiende kunststof handgreep, geschikt voor het vasthouden met 2 handen; -binnenvierkant;	In DO-fase
FTPvE-0095	8.8.5.1	Tandwielkasten Tandwielkasten leveren met berekening volgens NEN 6786-1 van alle onderdelen op overbelasten en vermoeiing zoals: tanden, lagers, assen, as-naafverbindingen, vervormingen assen, alle boutverbindingen. Uitvoering tandwielkasten: -2 overhoeks geplaatste paspennen; -aansluitingen voor een externe filterinstallatie: -Op bovenzijde tandwielkast (op inspectieluik): 1 stuks snelkoppeling, fabricaat DNP Industry, type PVV3.2519.112 inclusief stofkappen; -Achter de aftapkraan 1 stuks snelkoppeling fabricaat DNP Industry, type PVV3.1313.112 inclusief stofkappen. -luchtdroger merk RMF, type afstemmen op afmetingen tandwielkast;	Zie hoofdstuk 4.7 Door het toepassen van een planetaire twk zijn een aantal eigenschappen anders. Door PZH is een vragenlijst opgesteld en beantwoord door Rusthoven zie bijlage 8.1

		-kijkglas olieniveau, met niveauaanduiding; -inspectieluik; -vochtwerende ontluchting met veerbediende terugslagklep; -olievulling: kwaliteit aantonen met oliemonster; -inwendig conserveren: deze dient afgestemd te zijn op de levensduur van de tandwielkast; -aftapbaar; -toegepaste olievulling (merk, type, viscositeit, vulhoeveelheid en hoeveelheid tussen de "min." en "max." -markeringen) naast vulopening duurzaam, olie- en oplosmiddelenbestendig aanduiden. Tandspeling van tandwielkasten meten aan de ingaande as. Metingen vastleggen in een meetrapport. Rapport leveren. Om t.b.v. werkzaamheden aan de componenten voor positiebepaling (encoder en/of spileindschakelaar) de juiste "dicht" positie na opzetten door de aandrijving te kunnen controleren/bepalen zonder oplegdrukmeting, dient na definitieve afstelling van eindstanden en oplegdruk, de stand van zowel de ingaande als uitgaande as van de tandwielkast "verklikt" (gemarkeerd) te worden in de stand brug opgezet (valpositie < 0%). Deze markeringen dienen duurzaam, olie- en oplosmiddelenbestendig op assen en tandwielkast aangebracht te worden	
FTPvE-0097	8.8.6	Klossenrem Om grote belastingen op aandrijving en constructie bij een noodstop te voorkomen moeten de remfuncties vertragen en vasthouden separaat in te stellen zijn door het toepassen van twee separate remtoestellen; één fungeert als vertragingsrem de andere als vasthoudrem, waarbij de vasthoudrem het aanvullende koppel voor de functie vasthouden levert. Als bij bestaande bruggen (wanneer de reminstallatie wordt vernieuwd) blijkt dat, door gebrek aan (onderhouds)ruimte of het daarvoor niet geschikt zijn van de tandwielkast, het toepassen van aparte remtoestellen niet mogelijk of niet proportioneel is, is het toepassen van een enkel remtoestel met separate functies voor vertragen en vasthouden (rem met 2 veren) toegestaan. Uitvoering klossenrem: -fabricaat: Römer, Siegerland Bremsen Bubenzer (Sibre); -instelbaar remmoment conform NEN6786-1 § 15.8.3, lid 3; -synchroon hefmechanisme: uniforme lichtspleet tussen remschoenen en trommel; -scharnierende verbinding tussen de twee hefbomen; -corrosiebestendige, nasmeerbare draaipunten; -aangepaste bovenliggende hefboomarm i.v.m. handbediening; -handbedieninrichting d.m.v. afneembare stang of kruk; -stang of kruk voor handbediening bijleveren; -hygrostatisch geregeld verwarmingsselement teneinde corrosie van de remtrommel te voorkomen; -bevestigingsmateriaal;	Zie hoofdstuk 4.8

		-2 overhoeks geplaatste paspennen -voorzieningen om schakelaars op te nemen zoals beschreven in §13.15 “Brugaandrijving”; Aanvullende eisen voor separate vasthoudrem: -uitvoeren met hydraulische dempingscilinder met instelbare vertragingstijd zodat deze pas aangrijpt bij stilstand van de brug; -het koppel van de vasthoudrem dient minimaal te worden ingesteld op het vertragingskoppel (ook als dit hoger is dan het berekende vasthoudkoppel, zodat de rem redundant is met de vertragingsrem); -schakelaar “rem gevallen” zodanig plaatsen dat het volledig gedaald zijn van de dempingscilinder wordt gedetecteerd. Uitvoering remvijzel (remthruster): -fabricaat: EMG, type: Eldro of compatibel daarmee; -nominale spanning (V, Hz): 230/400V, 50 Hz; -olievulling Shell Morlina 10. In verband met reservedelenbeheer bestaat een voorkeur voor remvijzels van het merk EMG, type Eldro. Wanneer een ander fabricaat wordt toegepast de compatibiliteit met EMG aantonen en in de onderhoudshandleiding vastleggen met welk type EMG de remvijzel kan worden uitgewisseld. Uitvoering kunststof kap(pen): -doorzichtige PMMA (perspex) kap, voor plaatsing over gehele rem, ook aan onderzijde en onder assen afgesloten; -degelijke uitvoering; -onderzijde kap gelijk met onderzijde rem; -door 1 man eenvoudig te de- en monteren; -zonodig scharnierbaar met ondersteuning door gasveren; -2 handgrepen RVS of aluminium; -geleidingsconstructie bij remvoet; -kap aan frame remtoestel bevestigen; -handremlichter bereikbaar met gesloten kap; -draairichting handremlichter duurzaam aangeven op kap. Overig: -remvoeringen moeten voor de ingebruikname van de brug zijn ingelopen conform NEN 6786-1, § 15.8.2, lid 8, aantonen d.m.v. meting van het remkoppel (wrijvingsfactor); -na het inlopen moet de rem d.m.v. metingen van het remkoppel (wrijvingsfactor) worden ingesteld op het juiste remkoppel, vastlegging daarvan in een meetprotocol; - de bereikte (ingestelde) remkoppels moeten overeenkomen met het afgelezen remkoppel op de schaalverdeling; zonodig de schaalverdeling resp. de aanwijzer corrigeren; -de voorzieningen (hulpmiddelen), nodig om het remkoppel te kunnen meten met bijv. een unster of een momentsleutel (conform NEN 6786-1, § 15.8.2, lid 9),	
--	--	--	--

		moeten worden bijgeleverd en worden opgeslagen in de kast voor reservematerialen (§ 7.10 “Kasten voor reservematerialen en documentatie”. De wijze van meten vermelden in de onderhoudsvoorschriften; -bij separate remtoestellen de functie (vertragsrem of vasthoudrem) aanduiden op de kappen; -ingestelde remmoment(en) op de kap aanduiden; -ingestelde remmoment(en) moet(en) met gesloten kap afgelezen kunnen worden; bij meerdere schaalverdelingen aangeven welke schaalverdeling voor welke remfunctie van toepassing is; -uitvoering aanduidingen op kap(pen): oliebestendig kunststof met gravure	
FTPvE-0099	8.8.9	Encoders: Geldt voor panamawiel- en heugelaandrijvingen. Direct aan de hoofdmotor dient de encoder te worden gekoppeld. Uitvoering encoder opstelling aan elektromotor (zie bijlage T31): -Encoder plaatsen op een frame met verstelbaarheid t.b.v. uitlijning; -Frame conserveren conform hoofdstuk 12 “Corrosiebescherming, staalconserveringen en slijtlagen”; -Voorzien van PMMA afdekkap; -Aandrijven vanaf 2e aseind van de elektromotor door middel van flexibele koppeling, zie: § 8.8.10 “Koppelingen”; -Encoderasageren met 2 lagers in lagerhuizen bijv. SKF SY-20-TF lagerhuizen met afgedichte lagers; -Encoder deugdelijk zekeren tegen verdraaiing; -Assen met spieverbindingen uitvoeren om slippen van de encoder en/of de koppelingen te voorkomen; -Voorzien van scharnierende doorzichtige PMMA afschemkap.	Zie hoofdstuk 5.2.2
FTPvE-0100	8.8.10	Koppelingen: Doorslagveilige koppelingen toepassen. -Koppelingen tussen lange assen: tandboogkoppelingen, bijv. Jaure; -Koppelingen tussen aandrijfmotor en rem (remkoppeling) of tussen aandrijfmotor en tandwielkast: koppeling met kunststof elementen die zonder axiale verplaatsing van de koppelingshelften moeten kunnen worden vervangen (bijv. Römer Fördertechnik type RKK-WBT); -Koppelingen voor de aandrijving van spileindschakelaars en encoders: flexibele koppeling met polyurethaan element (spider), bijv. KTR type Rotex of Vector type Hadeflex XW1. -Schakelbare koppelingen: : flexibele koppeling met polyurethaan element (spider) bijv. Rotex, type SD 55; -Geschiktheid toegepaste koppelingen aantonen (levensduur 50 jaar). Koppelingen voorzien van PMMA afschermkappen, tandboogkoppelingen mogen ook worden afgeschermd m.b.v. flensbeschermers (hoezen) van bijv. het merk Festec in de kleur RAL 2009.	Zie hoofdstuk 4.6.4
FTPvE-0101	8.8.11	Smeermiddelen:	In DO-fase

		Gelet op het grote door de provincie te onderhouden areaal is eenduidigheid in te toegepaste smeermiddelen een vereiste. Open overbrengingen: Interflon OG Lagers: Castrol Spheerol EPL 2 Van bovenstaande smeermiddelen mag alleen worden afgeweken indien deze producten aantoonbaar ongeschikt zijn volgens de leverancier/fabrikant van het te smeren onderdeel.	
FTPvE-0125	12.4	Conservering overige onderdelen: <u>Draaipuntconstructies:</u> Metalliseren (TSA) of, indien mogelijk, thermisch verzinken, dient te worden uitgevoerd rondom de draaipuntconstructies van de bruggen en heugels, met een straal van 1 meter (binnen- en buitenzijde). Dit geldt ook voor de heugeldraaipunten aan het val en voor de rondseldraaipunten van de aandrijving (ophaalbrug). Assen in deze zones niet behandelen als voorstaand, wel conserveren. <u>Machineframes en (lager)stoelen</u> Alle machineframes, lagerstoelen en overige bevestigingsconstructies van aandrijfcomponenten, EM- en hydraulische cilinders thermisch verzinken of voorzien van TSA; eindafwerking door middel van conserveringssysteem D9 of D10.	In DO-fase
FTPvE-0126	12.5	Kleuren van onderdelen aandrijvingen: De onderdelen van de brug- of sluisaandrijving in de kelderruimte(n) en in de (volledig beplate) hameistijlen moeten worden uitgevoerd in de volgende kleuren: Assen : RAL 2009 Koppelingen : RAL 2009 Elektromotoren : RAL 5017 Tandwielkasten (hoekkasten) : RAL 5017 Encodersteun (instelbaar bovendeel) : RAL 5017 Reminstallatie : RAL 3001 Stalen machine-, bewegingswerk-en encoderframes/fundaties : RAL 7033 Trek-duwstangen : RAL 1023 Handwielen, handslingers, kruk of hefboom voor handbediening : RAL 3001	In DO-fase
FTPvE-0525	30	Tekenvoorschriften Alle tekeningen dienen vervaardigd te worden in AutoCAD volgens de: "Nederlandse CAD standaard voor de GWW-sector" kortweg "NLCS" genoemd. Voor informatie zie: http://www.nlcs-gww.nl/ Voor ieder project dient een documentenlijst opgesteld en bijgehouden te worden, waarop documentnummers en de revisiedatum vermeld zijn. Bij wijzigingen een korte omschrijving van de wijziging plaatsen. Om aan te geven waar het document opslagen is, wordt in het kader een attribute (block) geplaatst met de betreffende filenaam. Bij revisie wordt een revisiewolk om het gewijzigde onderdeel op de tekening geplaatst met de wijzigingletter. Als men een xref invoert moet men zorgen deze in de gedefinieerde laag komt te staan. Blocks mogen nooit binnengehaald worden in laag 0	In DO-fase

2.8 Eisen en aanvullingen vanuit de ROK

2.8.1 Grondslagen van constructief ontwerp-toepassingen voor bruggen

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
A.2.1 (1)	Voor vervangbare onderdelen als bijvoorbeeld opleggingen, voegovergangen en (geluid)schermen zijn in de ROK of in de betreffende RTD afwijkende ontwerp-levensduren voorgeschreven.	In DO-fase

2.8.2 Grondslagen van constructief ontwerp-toepassingen voor beweegbare bruggen

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
4.4	-Beweegbare bruggen moeten voldoen aan NEN 6786 en NEN 6787 -Beweegbare bruggen inclusief mechanische uitrustingen moeten worden ingedeeld in gevolgklasse 3 (CC3), tenzij anders in het contract is voorgeschreven. - Voor de ontwerp-levensduur van de mechanische uitrusting wordt verwezen naar NEN 6786. Bij beweegbare bruggen waar voor de stalen bovenbouw een ontwerp-levensduur van 100 jaar is vereist, moet hiervan ook worden uitgegaan voor de draaipunten van het val, balans, hangstangen en dergelijke.	Is in VO-fase meegenomen. Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.

2.8.3 Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
(1.3)	- Trappen en bordessen die niet voor het publiek toegankelijk zijn, moeten voldoen aan de eisen genoemd in NEN 6786 en NEN 6787, - Voor verkeersbelasting en voor publiek toegankelijke bordessen wordt verwezen naar de NEN-EN 1990 en de NEN-EN 1991 serie inclusief bijbehorende Nationale Bijlagen en ROK delen. -De minimale hoogte van leuning moet 1100 mm bedragen.	In DO-fase
5.11	Voor de belasting door temperatuurveranderingen moet bij zowel geopende als gesloten brug NEN 6786 gehanteerd worden.	

2.8.4 Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
Algemeen 1	Het ontwerp van de verbindingen in staalconstructies moet voldoen aan NEN-EN 1993-1-8 + NB. Voor het ontwerp van mechanische verbindingen voor mechanische uitrustingen is NEN 6786 leidend. Onder mechanische verbindingen worden verstaan verbindingen met bouten, klinknagels of pinnen..	In DO-fase.
Algemeen 2	Alle verbindingsmiddelen en afdichtingsringen moeten thermisch worden verzinkt. Uitzonderingen hierop zijn: - pasbouten; - situaties waarbij i.v.m. duurzaamheid of esthetica de voorkeur uitgaat naar roestvast stalen bouten.	In DO-fase.
2.4 / 2.5	Bij de berekening van verbindingen in constructie elementen van klassen 3 en 4 moet de krachtverdeling worden afgeleid	In DO-fase.

	van de spanningsverdeling in de aansluitende constructie elementen. Een elasto-plastische berekening is niet toegestaan voor verbindingen van primaire onderdelen. Verbindingen van secundaire onderdelen mogen elasto-plastisch worden berekend, mits voldoende redundantie in de verbinding aanwezig is (vloeitraject, plastische deformatie zonder breuk).	
3.5	Voor de randafstand e_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal $1,5 \cdot d_o$ worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal $1,2 \cdot d_o$, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend. Voor de steek p_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal $3,0 \cdot d_o$ worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal $2,4 \cdot d_o$, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend. Een en ander volgens tabel 3.4 van NEN-EN 1993-1-8, paragraaf 3.6.	In DO-fase.
3.6.1 (2) en 3.9.1 (1)	De momentmethode, de HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan (zie ook ROK paragraaf 7.20).	In DO-fase.
3.6.1 (5)	De maximale toelaatbare gatspeling voor bouten M12 en M14 in normale gaten bedraagt 1 mm.	In DO-fase.
3.9.1 (1)	Voor de wrijvingscoëfficiënt μ mag gebruik worden gemaakt van NEN-EN 1993-1-8/NB, tabel NB.2 of NEN-EN 1090-2, 8.4 tabel 18 waarbij de voorwaarden van laatstgenoemde voor de oppervlaktebehandeling ook gelden voor eerstgenoemde. Bijlage G van NEN-EN 1090-2 mag niet worden toegepast. In aanvulling op NEN-EN 1993-1-8/NB, tabel NB.1-3.7 opmerking 4 geldt dat verlies van boutvoorspanning (bij schuifvaste en/of op trek belaste voorgespannen boutverbindingen) bij geverfde oppervlakken moet worden voorkomen door: - bij schuifvaste verbindingen klasse B (zie tabel 18 1090-2) te voldoen aan de opgegeven maximale laagdikte ethyl-zinksilicaat op het contactvlak; - in het geval schuifvastheid niet is vereist, te voldoen aan het gestelde in F.4 van NEN-EN 1090-2; - in alle gevallen ervoor te zorgen dat er maximaal $40-50 \mu\text{m}$ shopprimer onder de sluitringen aanwezig is. Na het aanbrengen van de verbinding moet het volledige conserveringssysteem worden aangebracht.	In DO-fase.
6.2.2 (7)	Bij bepaling van de afschuifweerstand van een ankerbout moet met $\gamma_{Mb} = \gamma_{M2}$ worden gerekend.	In DO-fase.
6.2.2 (8)	Het combineren van de afschuifweerstand en de wrijving is niet toegestaan voor slobgaten.	In DO-fase.
6.2.12	Voor (korte) ankers wordt verwezen naar NEN-EN 1992-1-1, 2.7 en de bijbehorende aanvullingen in de ROK	In DO-fase.

2.8.5 Deel 2: Stalen bruggen

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
Algemeen	Voor de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen moeten genoemde normen worden gebruikt in samenhang met NEN 6786, waarbij geldt dat voor de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen, bij tegenstrijdigheid, de specifieke norm NEN 6786 prevaleert boven NEN-EN 1993-2 + NB. Specifieke aanvullingen, aanwijzingen en eisen met betrekking tot het gebruik van NEN 6786 (mede in relatie tot de aansluiting op	In DO-fase.

	de Eurocode) voor zowel de staalconstructie als de mechanische uitrusting zijn opgenomen in: • ROK paragraaf 4.4 voor basiseisen (grondslagen); • ROK paragraaf 5.11 voor belastingen; • ROK paragraaf 7.16 voor sterkteregele.	
1.1.2 (5)	NEN-EN 1090 is van toepassing inclusief de aanvullingen in ROK paragraaf 7.19 en paragraaf 7.20.	In UO-fase
2.1.3.2, 2.1.3.3, 4	De dragende (constructieve) staalconstructiedelen moeten onverkort (zonder vervanging binnen de levensduur) kunnen voldoen aan de levensduureis (volgens NEN-EN 1990/NB, tabel NB.8). Dragende (constructieve) onderdelen, waarvoor vervanging gedurende de levensduur wel acceptabel is, zijn: - Opleggingen (voor eisen m.b.t. de ontwerplevensduur zie RTD 1012); - Voegovergangen (voor eisen m.b.t. de ontwerplevensduur zie RTD 1007-2). Zie verder de tekst in de ROK.	In DO-fase.
3.1 / 3.2	Voor de nominale waarden van de vloeigrens en de treksterkte voor constructiestaal met een dikte > 80 mm moeten de waarden uit de productnormen worden gehanteerd. Aanvullende eisen voor constructiestaal zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 5 basisproducten).	DO-fase
3.1 / 3.2	Het gebruik van S460 is niet toegestaan.	DO-fase
8.2	Aanvullende eisen met betrekking tot lassen zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.8 en ROK paragraaf 7.20. Lasnaden in plaatvelden van constructieve hoofdelementen (bijvoorbeeld dekplaat, hoofdlijger-lijven en -flenzen, dwarsdrager-lijven en -flenzen enz.) moeten volledig doorgelaste X-naden zijn. Laspoortjes, in algemene zin, en specifiek in de lijven van hoofdliggers, dwarsdragers en consoles moeten worden vermeden en moeten, waar niet anders mogelijk, met een inzetstuk worden gedicht (X-naad naar lijfplaten).	DO-fase
8.5	In afwijking van de bepalingen van NEN-EN 1090-2, 8.5 gelden voor het voorspannen van bouten in werktuigbouwkundige constructies de eisen volgens NEN 6786 8.1.3.1.	In DO /UO - fase

2.8.6 ROK bijlagendocument deel B

Eisnr.	Eistekst	Verificatie
RTD 1018 Eisen Handelsproducten		
2	Voor handelsproducten geldt het gestelde in NEN 6786 lid 5.6 en 8.4.2.1.2	
7.1	<u>Algemeen c.q. toepassingsgebied:</u> De eisen gelden voor motorreductoren en kleine tandwielkasten met een maximaal capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment), bij een oneindige levensduur, aan de uitgaande as van 1350 Nm. Deze tandwielkasten mogen toegepast worden in nood aandrijvingen van bewegingswerken voor o.a. beweegbare bruggen, sluisdeuren, schuiven en pompen voor gemalen. Ook in hoofdaandrijvingen van voornoemde bewegingswerken m.u.v. beweegbare bruggen en hefdeuren mogen deze tandwielkasten worden toegepast. Voor motorreductoren en kleine tandwielkasten met een benodigde capaciteit groter dan 1350	Wordt toegepast voor nood aandrijving. Zie hoofdstuk 4.9.2. Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.

	Nm aan de uitgaande as wordt verwezen naar de ROK (NEN 6786 + RTD 1019)	
7.2	<u>Eisen</u> De door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment) bij een oneindige levensduur moet tenminste gelijk zijn aan het maatgevende moment behorend bij de belastingsituatie 'overbelasten overbrenging' gedeeld door 1,5. Zie voor definities NEN 6786 De door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment) bij een oneindige levensduur moet ten minste een factor 2 groter zijn dan het maatgevende moment behorend bij de belastingsituatie 'vermoeiing overbrenging'. Bij een wisselend moment met een aantal wisselingen groter dan 1 000 in de ontwerp levensduur van de reductor/tandwielkast mag maar 70 % van de door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit zijn genomen. Bij een wisselend moment met een aantal wisselingen groter dan 1 000 in de ontwerp levensduur van de reductor/tandwielkast moeten de as/naaf verbindingen, aanvullend op de spieverbinding, zijn verlijmd. Verlijmen is niet noodzakelijk, als is aangetoond dat de as/naaf verbindingen voldoen aan de eisen in NEN 6786 Tandwielkasten moeten geleverd worden met een fabrieksverklaring type 2.1 volgens EN 10204 en standaard fabrieksdocumentatie, zoals een doorsnede tekening en de betreffende info uit de catalogus	
RTD 1019 Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen		
1	<u>Toepassingsgebied</u> Deze norm geeft de eisen die gelden voor bewegingswerken voor de aandrijving van o.a. beweegbare bruggen, sluisdeuren, stuwen, schuiven en pompen voor gemalen. De eisen hebben betrekking op de levering van tandwielkasten, open overbrengingen, boogtandkoppelingen, motorreductoren e.d. Tandwielkasten, motorreductoren en noodaandrijvingen met een capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment), bij een oneindige levensduur, aan de uitgaande as van maximaal 1350 Nm mogen worden geleverd volgens de eisen uit de RTD 1018. Een uitzondering daarop zijn hoofdaandrijvingen van beweegbare bruggen en hefdeuren. Deze tandwielkasten moeten altijd voldoen aan de eisen van dit voorschrift.	Wordt toegepast voor hoofd aandrijving. Zie hoofdstuk 4.9.1. Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.
3.1	<u>Voorzieningen</u> Alle te vervaardigen tandwielkasten dienen ten minste van de hieronder omschreven voorzieningen te worden voorzien. - hijsvoorzieningen - inspectievoorzieningen - vul-, ontucht- en aftapvoorzieningen - een peilglas met hierop duidelijk aangegeven een minimaal en maximaal olieniveau, aangebracht op een goed zichtbare plaats (ook gelet op stand en locatie van de kast na montage). - voorzieningen voor bevestigingspunten t.b.v. de bekabeling en het smeersysteem. - indien een smeeroliepomp is toegepast dienen, een oliefilter, een doorstroom	In de planetaire tandwielkast zit geen inspectieluik. Hiervoor in de plaats komen voorzieningen om met een endoscoop te controleren. Zie bijlage 8.1
4.3	Berekeningen Voor de te vervaardigen tandwielkasten, open overbrengingen en/of boogtandkoppelingen moeten sterkteberekeningen worden aangeboden. Deze berekeningen moeten - voor zover van toepassing - ten minste omvatten: - tandberekeningen - berekening van de lagers	Door de leverancier van de planetaire tandwielkast, SEW wordt een VOB berekening gemaakt. Tevens wordt van de behuizing een FEM berekening gemaakt. Voor de unity checks tandwielen VO-fase zie hoofdstuk 4.7. Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.

	- berekening van de assen en de toegepaste as-naafverbindingen - berekening van de vervorming van de assen bij nominale belasting - berekening van de kast - berekening van de hijsogen - berekening van de boutverbindingen van onder- aan bovenkast, lagerdeksels en de bevestiging van de tandwielkast aan het frame. - materiaalkwaliteit incl. mechanische gegevens. De berekeningen moeten worden uitgevoerd en de resultaten worden getoetst conform NEN 6786. Van de op tekening aangegeven grenswaarden voor de vereiste W-maat, tandspeling per overbrenging, oppervlaktehardheid van de tandflanken en de Eht-waarde van gecarboneerde tanden dient te worden aangegeven hoe deze waarden zijn bepaald.	
5.1	<u>Materiaal algemeen:</u> -Tandwielen inclusief de bijbehorende assen, open overbrengingen en boogtandkoppelingen moeten worden vervaardigd uit smeedstaal. Gewalst staan is toegestaan tot een bepaalde afmeting, zie ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.12 - Tandrepn voor heugels e.d. dienen vervaardigd te worden uit smeedstaal - Aftakkingen, zoals die voor de handbeweging, aandrijvingen van schakelaars en dergelijke mogen worden vervaardigd uit gewalst staal. - Bij toepassing van oppervlak geharde tanden is alleen carboneren toegestaan. - De kasten, lantaarnstukken en dergelijke kunnen vervaardigd worden uit grijs gietijzer, constructiestaal of gietstaal.	In DO-fase
6.3	<u>Lassen en lasverbindingen:</u> Voor lassen en het non-destructief onderzoek aan lasverbindingen gelden de eisen zoals vermeld in de ROK, EXC 4 De overgangen bij naven, kastdelingen en voetplaat moeten 100 % niet-destructief (ultrasonoor en magnaflux) worden onderzocht.	In DO-fase
6.4	<u>Spanningsarm gloeien van gelaste constructies</u> Gelaste constructies (tandwielkasten, tandheugels en dergelijke) moeten na het lassen spanningsarm worden gegloeid volgens de eisen van NEN-EN 17663	In DO-fase

In Bijlage 8.5 is een uitdraai uit Relatics van verificatieoverzicht (ACT-0529).
Opstellen VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB.

In Bijlage 8.6 is een Toetsingsformulier CCV, documentnummer TF-24097-CCV-008 opgemaakt door Boorsma adviseurs & Ingenieurs opgenomen op onderliggende document.

3 Ontwerputgangspunten

3.1 Algemeen

In onderliggende paragraaf worden uitgangsgegevens voor het ontwerp van de bewegingswerken van de bruggen beschreven.

3.2 Uitgangsgegevens

- Er wordt uitgegaan van een elektromechanisch bewegingswerk met planetaire tandwielkasten met krukarm en trek-duwstang.
- De brugvallen zijn nagenoeg uitgebalanceerd met een overgewicht volgens de norm.
- Er komen twee beweegbare brugvallen met twee verschillende breedtes (breedte brugval NO is 15,79 m, brugval ZW is 19,44 m en gelijke doorvaartbreedtes (doorvaartbreedte 11,5 m).
- Voor de brugvallen NO en ZW wordt uitgegaan van een uniform bewegingswerk.
- Er wordt uitgegaan van een levensduur van 50 jaar voor het bewegingswerk conform VOBB en het FTPvE.
- Voor de bruggen geldt de gevolgklasse CC3.

3.3 Berekeningen

De rekenbladen zijn opgezet in Excel dit in afwijking op de gestelde eisen **[FTPvE-0078 (8.1)]** waar Mathcad is geëist. In de DO-fase worden de berekening deels in excel gemaakt en deels in Mathcad. (Hier komt nog een overleg tussen constructeurs Provincie Zuid Holland en Rusthoven)

3.4 Afwijking op het FTPvE

1. Conform **[FTPvE-0078 (8.1)]** van het FTPvE moeten overige berekeningen gemaakt worden in Mathcad. Voor de berekeningen behorende bij de ontwerpnota VO-fase zijn de conservatieve berekeningen uitgevoerd met excel. In DO-fase zal dit deels gebeuren in excel en deels met Mathcad.
2. Conform **[SYS-00459]** moet elk brugval van de Lammebrug uitgevoerd worden met een EM- aandrijving met bewegingswerk van het type panamawiel, welke voldoet aan de eisen uit FTPvE Beweegbare Kunstwerken. Panamawiel(en) zijn vervangen door krukarm en planetaire tandwielkast.
3. Conform **[FTPvE-0085 (8.6)]** van het FTPvE moeten lagerhuizen gemaakt worden van smeedstaal. Rusthoven stelt voor om de lagerhuizen samen te stellen uit plaatstaal en af te lassen.
4. Conform **[FTPvE-0048 (7.2)]** van het FTPvE moet sta hoogte in technische ruimte tenminste 2,4 meter zijn. Stahoogte bij de aandrijving is nu 2,1 m. Zie tekening T5 en T6. Overleg met PZH hierover.

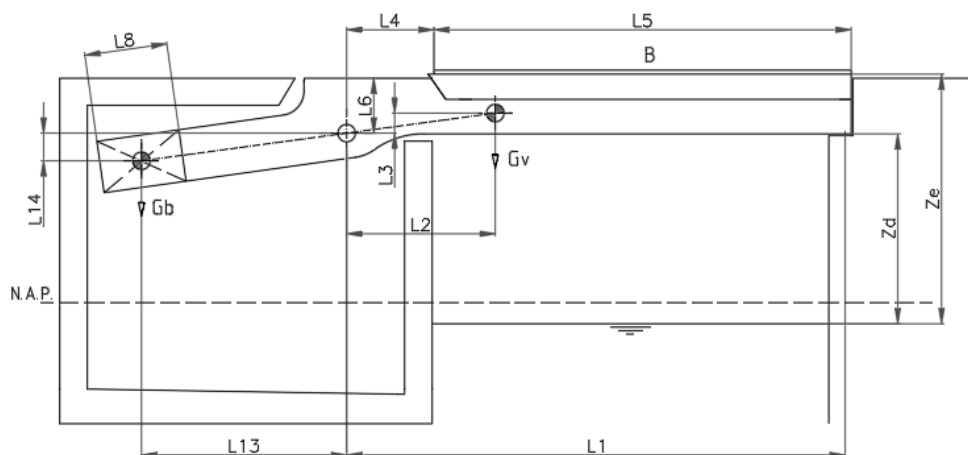
Voor afwijking 2 en 3 is een verzoek tot wijziging VTW-0011 bij opdrachtgever ingediend.

3.5 Aanvullende hoofduitgangspunten

Geometrische gegevens en massatraagheid:

- lengte val NO : 12,1 m
- lengte val ZW : 12,1 m
- breedte val NO : 15,79 m
- breedte val ZW : 19,44 m
- openingshoek vallen : 82 °
- massatraagheid grote val incl. ballast : 10813932 kg.m²

Voor de uitwendige belastingen is uitgegaan van de onderstaande bruggegevens. De afstanden en zwaartepunten zijn gegeven t.o.v. het hoofddraaipunt (0,0). Voor het overgewicht en de massatraagheid wordt uitgegaan van de gegevens van val ZW. Het val NO wordt constructief in het voorontwerp niet uitgewerkt. De invloed van het overgewicht en de massatraagheid op de belastingen is relatief klein t.o.v. de windbelasting zodat dit maar een kleine afwijking in de resultaten geeft.



- B Breedte van het dek : 19,440 m
- L1 Afstand oplegging tot hoofddraaipunt : 14,455 m
- L2 Horizontale zwaartepuntsafstand val : 4,310 m
- L3 Verticale zwaartepuntsafstand val : 0,580 m
- L4 Afstand dek tot hoofddraaipunt : 2,530 m
- L5 Lengte van het dek : 12,100 m
- L6 Afstand dek tot hoofddraaipunt : 1,586 m
- L8 lengte ballastkist : 2,400 m
- L13 Horizontale zwaartepuntsafstand ballast : 5,950 m
- L14 Verticale zwaartepuntsafstand ballast : 0,845 m
- Zd doorvaarthoogte (bij -0,610 N.A.P.) : 5,500 m
- Ze afstand dek tot waterniveau : 7,200 m
- Gv massa van het val : 94,0 ton
- Gb massa van de ballast : 135,3 ton

Cyclustijden hoofdbeweging:

- tijd kruipversnelling : 1 s
- tijd kruipbeweging : 5 s
- tijd eenparige versnelling : 5 s
- tijd eenparige beweging : 38 s
- tijd eenparige vertraging : 5 s
- tijd kruipbeweging : 5 s
- tijd kruipvertraging : 1 s

Dit geeft een totale bewegingstijd voor het openen en voor het sluiten van 60 seconden.

Opm: door kinematica van de aandrijving heeft de brug van nature een mooie start bij de beweging. Toch wordt ervoor gekozen om te starten met een kruipbeweging en eenparig te versnellen.

Noodbeweging:

- totale bewegingstijd : ca. 6 min. **[FTPvE-0091 (8.8.2)]**

Voor de andere uitgangspunten wordt verwezen naar de berekeningen in Document berekeningen **WTB 39055-BER-00376**.

3.6 Brugbewegingswerk

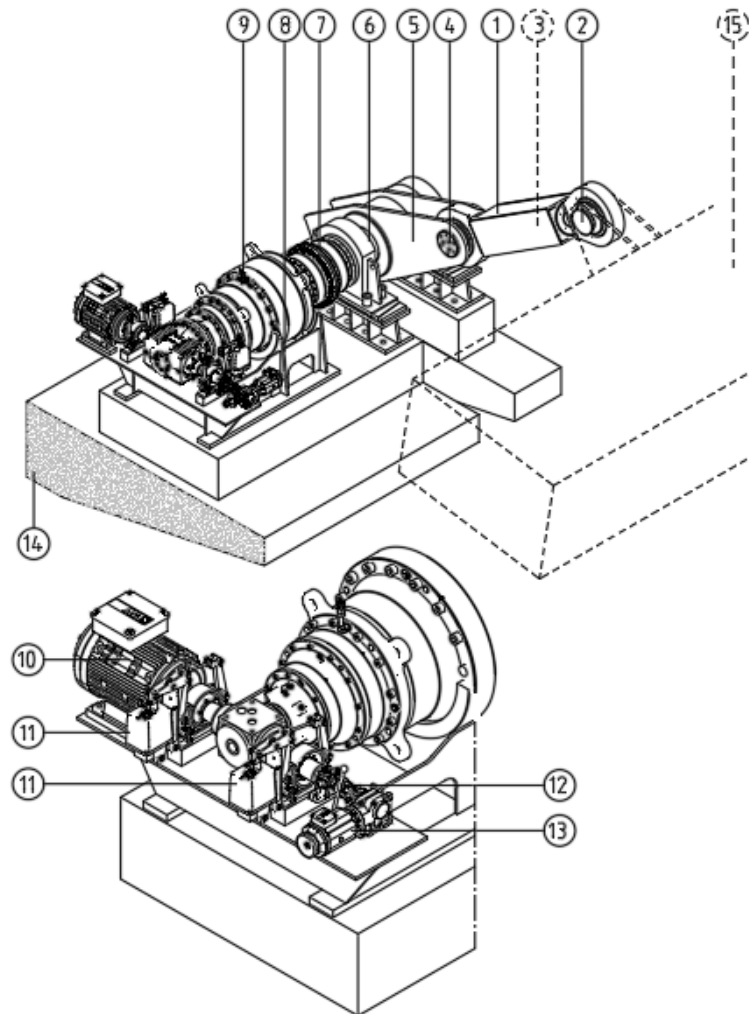
Vanuit de provincie Zuid Holland is de eis **[SYS-00459]** om het bewegingswerk elektromechanisch met panamawiel uit te voeren. Firma Rusthoven heeft voorgesteld om dit te wijzigen in een elektromechanisch bewegingswerk met krukarm en planetaire tandwielkast. Het principe van het voorgestelde bewegingswerk is eenvoudig, robuust en vriendelijk met betrekking tot beheer en onderhoud. Er is met de provincie Zuid Holland een excursie naar de provincie Fryslân geweest waar dit principe diverse malen toegepast is. Na deze excursie is door de provincie Zuid Holland een vragenlijst opgesteld welke beantwoord is door de firma Rusthoven. Hierna heeft de firma Rusthoven akkoord gekregen om principe verder uit te werken. Voor vragenlijst zie bijlage 8.1. Er is door Rusthoven een document opgesteld betreffende de eisen waaraan een planetaire tandwielkast moet voldoen bij gebruik in een hoofdaandrijving voor een beweegbare brug. Voor de eisen waaraan een planetaire tandwielkast moet voldoen zie bijlage 8.4.

3.7 Aandrijving

De brugvallen NO en ZW van de Lammebrug zijn niet even groot. I.v.m. het beheer en onderhoud is in eerste instantie gekozen voor een uniform bewegingswerk voor de beide brugvallen. Voor het bewegingswerk van de bruggen wordt uitgegaan van een elektromechanische bewegingswerk.

Elk brugval heeft een elektro-mechanisch bewegingswerk dat bestaat uit een trek-duwstang welke verbonden is met de ballastkist van het val en een krukarm welke door middel van een boogtandkoppeling verbonden is aan een planetaire tandwielkast met elektromotor. In

onderstaande figuur staat een overzicht van het bewegingswerk van het brugval weergegeven.



- 1 Trek-duwstang.
- 2 Draaipunt bevestiging trek-duwstang aan ballastkist.
- 3 Veerbuffer met schotelveren.
- 4 Draaipunt krukarm en trek-duwstang.
- 5 Krukarm met balanceren.
- 6 Lagering as krukarm met behuizing en ondersteel.
- 7 Boogtand koppeling en verbindingas krukarm met planetaire tandwielkast.
- 8 Ondersteuningsframe planetaire tandwielkast.
- 9 Planetaire tandwielkast
- 10 Elektromotor hoofdaandrijving
- 11 Klossenrem en koppeling (2x)
- 12 Schakelbare koppeling
- 13 Noodaandrijving voorzien van reductor, elektomotor en handbediening.

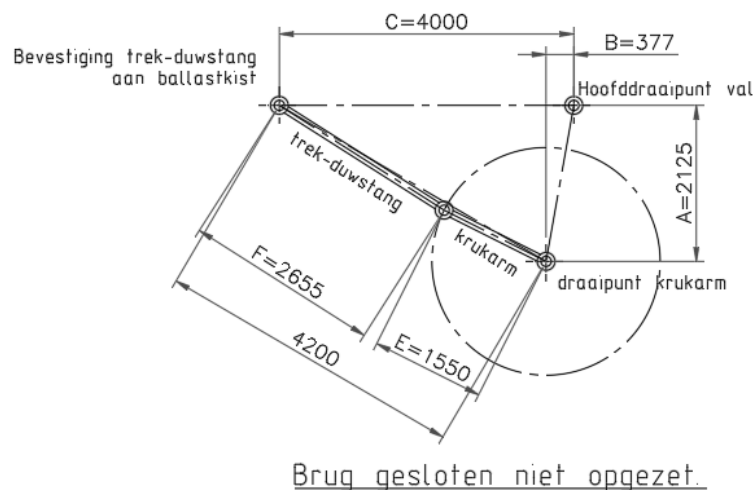
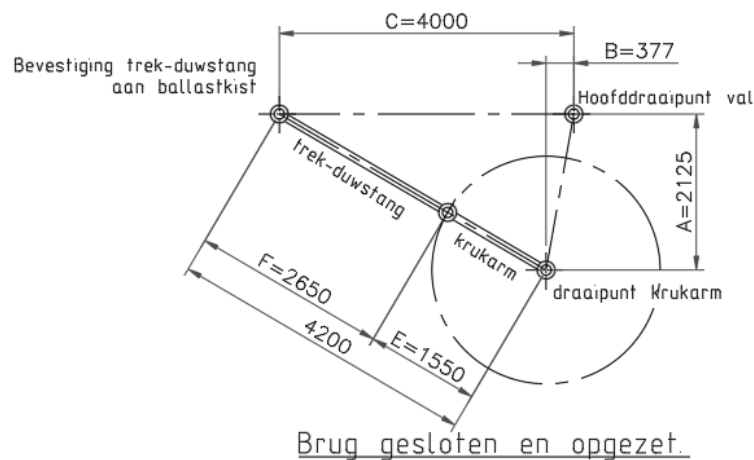
- 14 Beton plateau onderbouw
- 15 Ballastkist brugval.

De hoofdmotor wordt aangestuurd door een frequentie-omvormer. Voor de bepaling van de verschillende posities voor het bewegingswerk van het brugval wordt de aandrijving voorzien van een absoluut encoder. De encoders in combinatie met de frequentieregelaars vormen een closed-loop regeling.

De brugvallen zijn niet voorzien van een vergrendeling, maar worden opgezet door het bewegingswerk. Bij de gesloten opgezette stand van het brugval bevinden de krukarm en de trek-duwstang zich in het dode punt van de beweging. Doordat de trek-duwstang langer is dan de geometrische afstand tussen de krukarm en de verbinding aan de ballastkist, wordt in de gesloten opgezette stand van de brug de bufferveer ingedrukt. Door de ingedrukte bufferveer wordt het brugval voorgespannen op zijn opleggingen.

3.8 Kinematica

De voor het voorontwerp aangehouden geometrie van het bewegingswerk is in onderstaand figuur weergegeven in opgezette en niet opgezette situatie.



- A krukas verticaal t.o.v. hoofddraaipunt : 2,125 m
- B krukas horizontaal t.o.v. hoofddraaipunt : 0,377 m
- C aangrijpingspunt ballastkist horizontaal : 4,000 m
- E lengte krukarm : 1,550 m
- F lengte trek-duwstang opgezet : 2,650 m
- F lengte trek-duwstang niet opgezet : 2,655 m

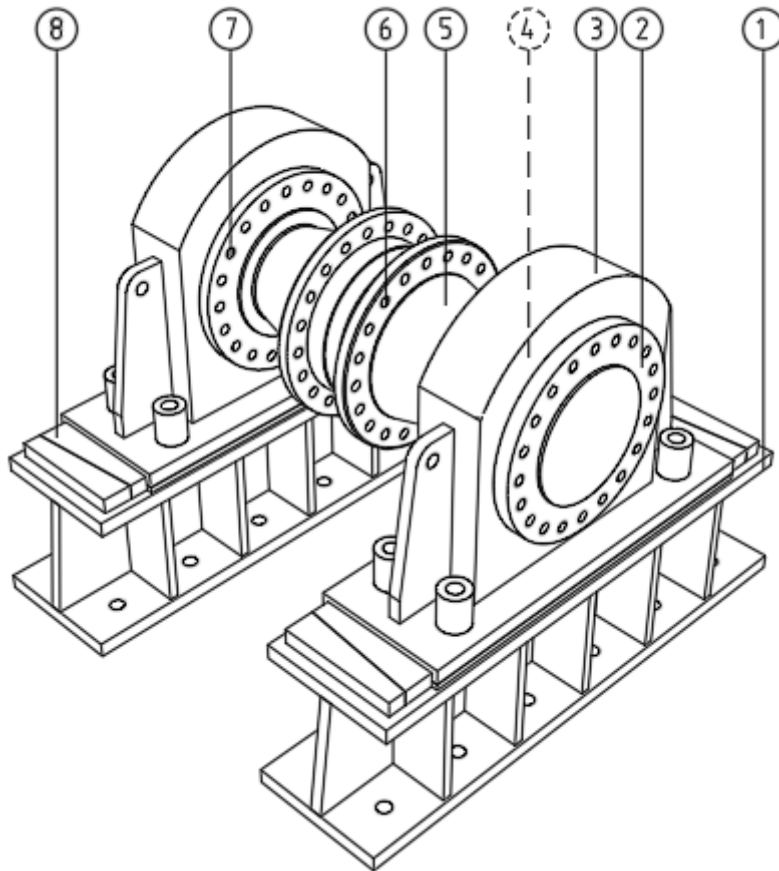
3.9 Hoofddraaipunt

Door de grote h.o.h. afstand van de hoofdliggers van de vallen NO en ZW van de Lammebrug is het toepassen van een koppelbuis tussen de hoofdraaipunten niet verstandig. Uit ervaring en nauwkeurige sterkte berekeningen blijkt dat deze verhouding niet groter moet zijn dan ca 1:7. Indien verhouding tot een maximum van 1:10 is moeten er speciale maatregelen genomen worden zoals dikke flensplaten, grote afrondingsstralen in hoofdligger en dikke wanddikte koppelbuis.

- De h.o.h. afstand hoofdliggers van val NO is ca. 11 m. Hiervoor is een buisdiameter nodig van ca. 1,6 m.
- De h.o.h. afstand hoofdliggers van val ZW is ca. 15 m. Hiervoor is een buisdiameter nodig van ca. 2,1 m.

Bovengenoemde koppelbuis diameters zijn moeilijk inpasbaar in de onderbouw. (kelderdek)

De hoofddraaipunten worden uitgevoerd met een doorgestoken as door de beide hoofdliggers van het val. Aan weersijden van de hoofdligger wordt de as ondersteund door een lagerhuis met lager. Het gesmeed lagerhuis is bevestigd op een stoelconstructie. Conform de ROK [R1] wordt uitgegaan van een tweerijig zelfinstellend tonlager. De twee binnenste hoofddraaipunten (naast de valscheiding) van de vallen NO en ZW dienen voorzien te zijn met “vaste” lagers. Dit om te voorkomen dat door thermische vervorming de twee vallen in aanraking komen met elkaar [SYS-0304]. De opbouw van de hoofddraaipunten moeten voldoen aan [FTPvE-0085 (8.6)].



- 1 Onderstoel.
- 2 Opsluitdeksel lager.
- 3 Lagerhuis (gesmeed).
- 4 Dubbelrijig zelfinstellend tonlager.
- 5 As hoofddraaipunt.
- 6 Opsluitring as met hoofdligger val
- 7 Opsluitring lager met oliekeerring.
- 8 Opsluitkeg lagerhuis.

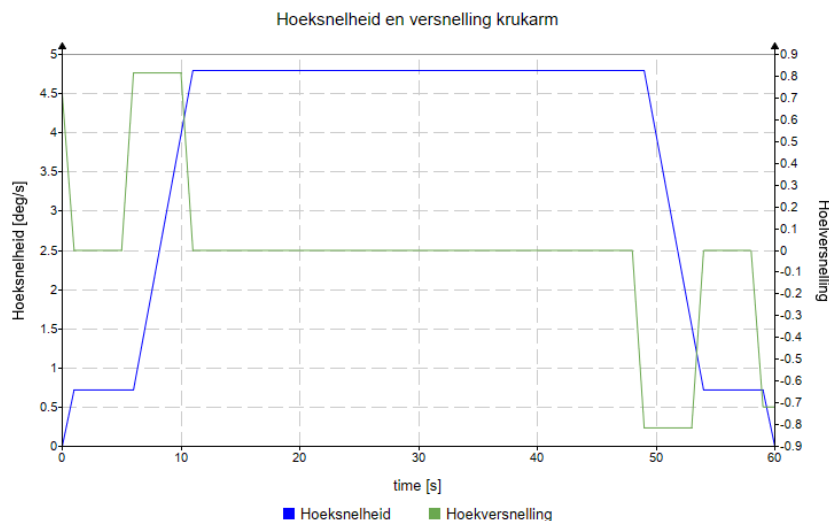
4 Ontwerp bewegingswerk

4.1 Algemeen

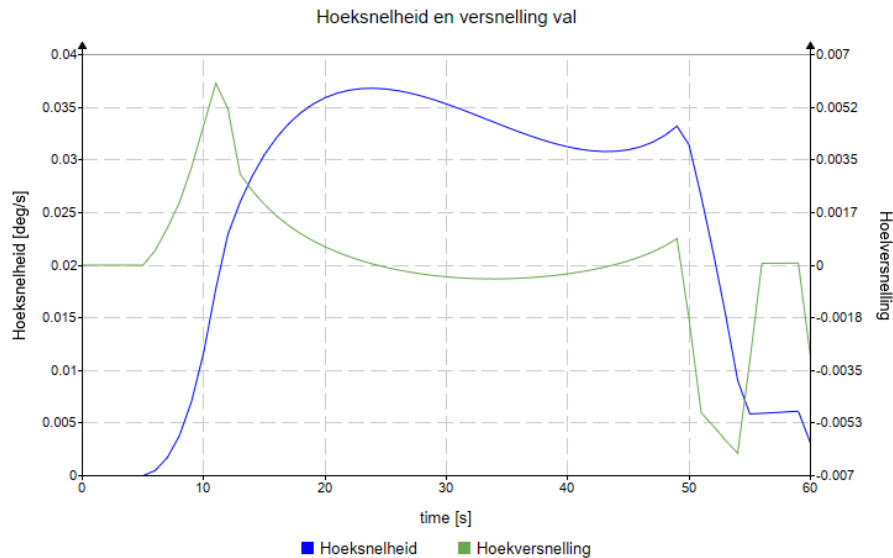
In onderliggende paragrafen wordt het ontwerp van de bewegingswerken van de brugvallen NO en ZW uitgewerkt. Onderstaande tekst moet gelezen worden in combinatie met de berekeningen in document berekeningen 39055-BER-00376.

4.2 Kinematica

De cyclustijden hoofdbeweging, zoals beschreven bij de uitgangsgegevens in par.3.5, wordt opgelegd op de elektromotor. Door de vast overbrengverhouding van de tandwielkasten ondervindt de krukarm hetzelfde snelheids- en versnellingsprofiel. In onderstaande afbeeldingen staat de hoeksnelheid en versnelling van de krukarm grafisch voor de openende beweging uitgezet. Overwogen kan worden om te versnellen met een zogenaamde 's-curve' waardoor, door de vloeiende overgangen, de massakrachten reduceren.



Door de trek-duwstang, die is gekoppeld tussen de krukarm en de ballastkist van het val, ontstaat de kinematica van een 4-stangenmechanisme. Hierin zit bij de beweging een variabele overbrenging tussen de krukarm en de ballastkist. Wanneer de hoeksnelheid en de versnelling van het val worden uitgezet, wordt het snelheids- en versnellingsprofiel van het val gevonden, zoals zichtbaar in onderstaand figuur voor de opengaande beweging.



In het figuur is zichtbaar dat het val pas na circa 6 seconden gaat bewegen. Dit komt doordat eerst de veerbuffers ontlast worden en pas na het verdwijnen van de voorspanning in de veerbuffer t.g.v. het opzetten kracht wordt opgebouwd om de brug te openen.

4.3 Uitwendige belastingen

De uitwendige belastingen zijn bepaald met excel rekenbladen. Dit op basis van voorontwerpniveau.

De uitwendige belastingen bestaan in hoofdzaak uit:

- windbelasting
- belasting door het overgewicht van het val
- variabele belasting
- wrijving
- massa traagheidskrachten.
- temperatuurverschillen.

Opmerking

Door temperatuurverschillen kan opbolling van het val plaatsvinden, waardoor dit van invloed kan zijn op de benodigde veerstijfheid van de veerbuffers. Dit dient in het definitief ontwerp verder onderzocht te worden.

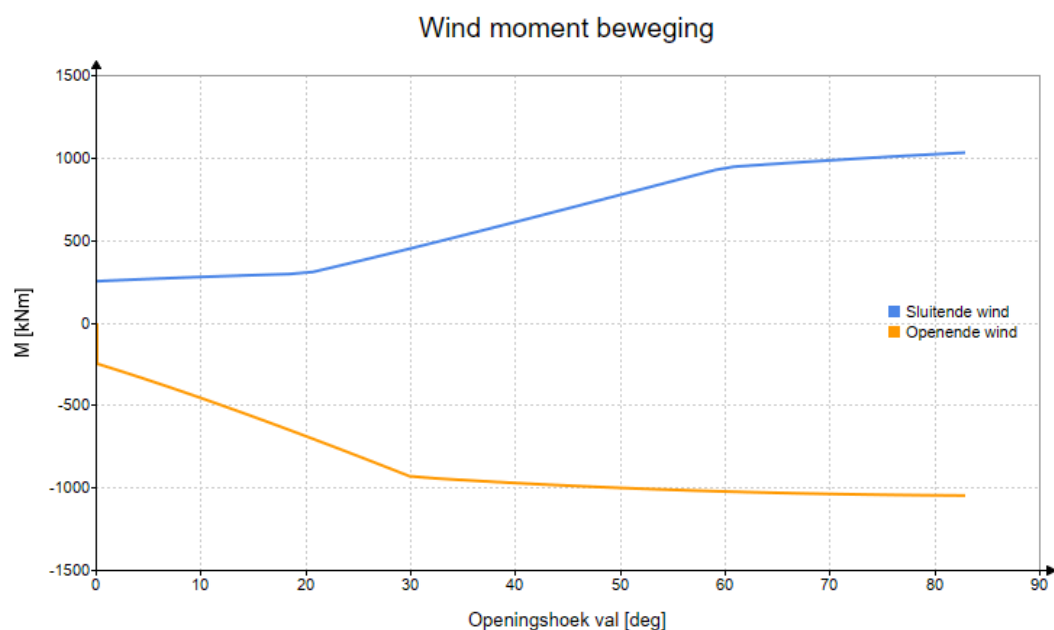
4.3.1 Windbelasting

Voor het bewegingswerk van de brug is de windbelasting tijdens de bewegingscyclus maatgevend. De windbelasting wordt berekend volgens de VOB [N1].

Uitgangsgegevens voor het berekenen van de windbelasting voor maatgevende val ZW zijn:

- Type vaarweg (Rijn-Schiekanaal) : 4
- niet-beschikbaarheid door wind : 72 uren/jaar
- windgebied : II
- terreincategorie : III
- windsnelheid : 13,0 m/s

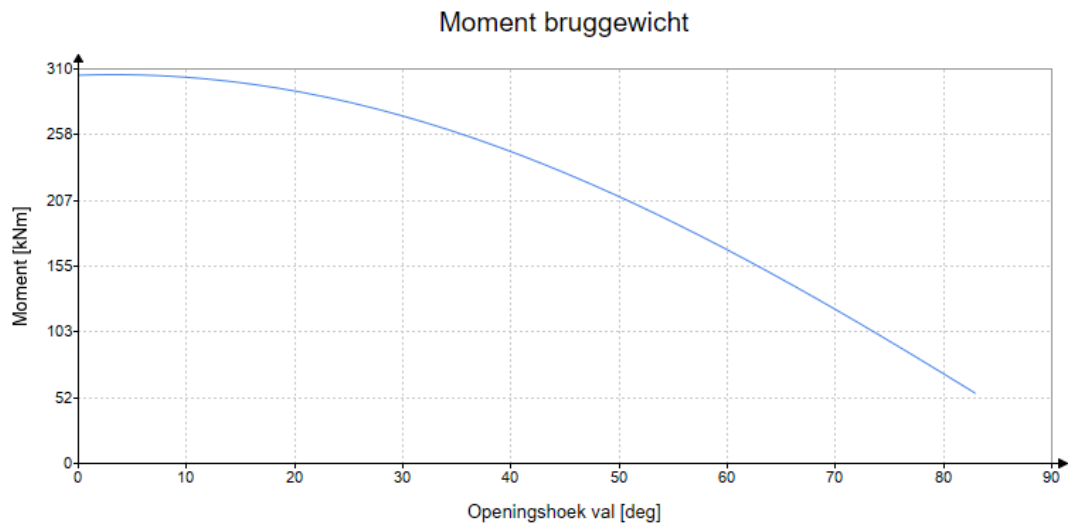
In onderstaande figuur staat de windbelasting op het val ZW uitgezet tegen de openingshoek van de brug.



4.3.2 Belasting door het overgewicht van het val

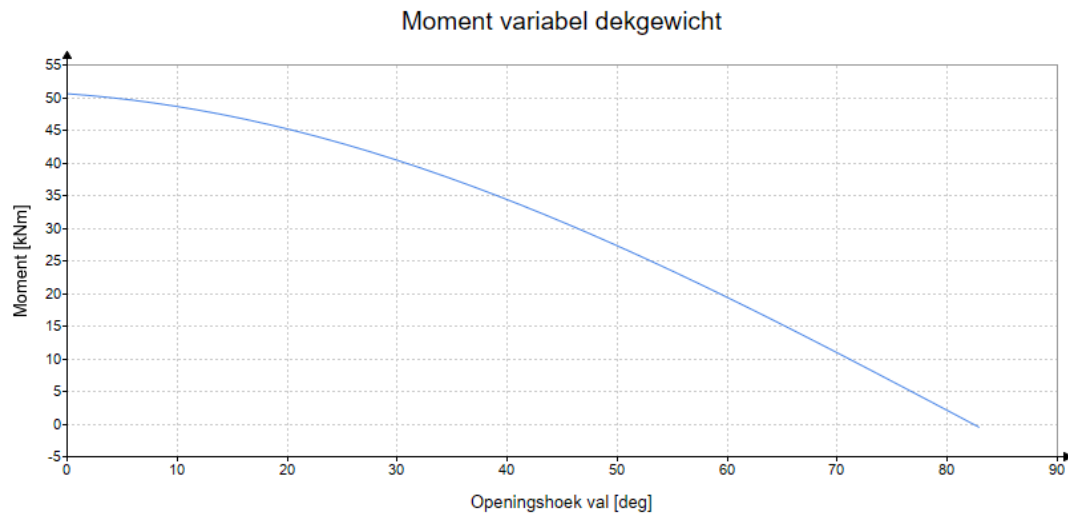
Tijdens het opstellen van dit voorontwerp zijn de exacte evenwichtsgegevens van de brug niet bekend. In de DO-fase wordt nauwkeurig naar de balanceringsgegevens gekeken. Gebalanceerd wil zeggen dat, zonder het benodigde overgewicht mee te nemen, de lijn tussen het zwaartepunt van de staart met ballast en de het zwaartepunt van het val door het hoofddraaipunt van de brug loopt.

Voor het voorontwerp wordt uitgegaan van de gegevens uit paragraaf 3.5. In onderstaande figuur staat het moment door overgewicht van de brug uitgezet tegen de openingshoek van de brug. Zoals zichtbaar vindt er door het overgewicht geen tekenwisseling plaats nabij de open stand van de brug.



4.3.3 Variabel dekgewicht

Voor elektromechanisch bediende bruggen met een stalen dek dient een variabel dekgewicht van 50 N/m² in rekening te worden gebracht. Met de gegevens uit paragraaf 3.5 volgt het moment door variabel dekgewicht zoals in onderstaande afbeelding aangegeven.



4.3.4 Wrijving

Voor de wrijving wordt uitgegaan van de wrijving in het hoofddraaipunt val ZW. De lagers die hierbij worden toegepast zijn wentellagers van het type tweerijige zelfinstellend tonlagers aanduiding 24160CC/W33 . Hierbij wordt van het volgende uitgegaan:

- wrijving (rolweerstand) hoofddraaipunt : 0,0018 -
- grootste wrijvingsdiameter hoofdraaipunt : 400 mm.

Wanneer gemakshalve uit wordt gegaan van alleen het gewicht van de brug en de reactiekracht uit het bewegingswerk wordt verwaarloosd, dan volgt het volgende moment door weerstand in het hoofddraaipunt:

- moment wrijving hoofddraaipunt : 1,16 kNm

Hieruit volgt dat het moment door wrijving klein is t.o.v. de andere belastingsaandelen.

Rendement van de aandrijving:

Voor de bepaling van de krachten op het bewegingswerk van de brug dient rekening te worden gehouden met het rendement van de aandrijving. Afhankelijk van de situatie worden de volgende rendementen toegepast:

- gezamenlijk rendement tandwielkasten : 0,90

Het rendement van de aandrijving wordt meegenomen bij de bepaling van de aandrijfkrachten bij verschillende scenario's (tabel 11 van de VOBB [N1]).

4.3.5 Massatraagheidskrachten

Door de optredende versnelling moet er rekening worden gehouden met de massatraagheidskrachten die optreden. Er treden massatraagheidskrachten op door de snelheidsvariaties met de daarbij behorende versnellingen en bij de start van de beweging vanuit gesloten stand. Om de massatraagheidskrachten te berekenen moeten er naast de massatraagheid van het val ook detailgegevens van de aandrijflijn bekend zijn, zoals de stijfheid van de aandrijflijn.

Deze gegevens volgen pas bij de dimensionering van de onderdelen. Het bepalen van de belastingen en het dimensioneren van componenten van de aandrijflijn wordt daardoor een iteratief proces.

Voor de bepaling van de stijfheid van de aandrijving wordt uitgegaan van de volgende hoofdcomponenten:

- | | |
|---|------|
| • torsiestijfheid van de aandrijfjas tussen tandwielkast en krukarm | : Ca |
| • buigstijfheid van het val | : Cb |
| • buigstijfheid van de krukarm | : Cc |
| • buigstijfheid as trek-duw stang draaipunt aan ballastkistl | : Cd |

De stijfheid Ca en Cc zijn constant tijdens brug beweging

De stijfheid Cb en Cd zijn variabel tijdens brug beweging

Stijfheid per beschouwd component herleid naar de motoras

- | | | | |
|--|------|---------------|---------|
| • aandrijf-as tussen tandwielkast en krukarm | Ca : | 0,025 | kNm/rad |
| • val | Cb : | 0,004 – 0,226 | kNm/rad |
| • kruk-as | Cc : | 1,02 | kNm/rad |
| • as trek-duwstang aan ballastkist | Cd : | 0,049 – 2,706 | kNm/rad |

De vervangende stijfheid voor de aandrijving wordt gevonden door de inverse van de reciproke optelling van de afzonderlijk naar de motoras-herleide stijfheden. Voor de vervangende stijfheid bij de start van de beweging wordt het volgende gevonden:

- | | | | |
|---|------|------|--------|
| • stijfheid aandrijving herleid naar de motor | C1 : | 3,23 | Nm/rad |
|---|------|------|--------|

De lage stijfheid van de aandrijving volgt uit de kinematica van het bewegingswerk en de daarmee samenhangende variabele overbrengverhouding van motor naar de brug. Bij de start van de beweging is de overbrengverhouding zeer groot waardoor bij het reduceren van de veerstijfheid van onderdelen resulteert in lage waardes.

Dit geeft ook weer lage belastingen t.g.v. massatraagheidskrachten herleid naar de motoras bij versnellen tijdens start van de beweging. De onderstaande waardes worden gevonden. Zie document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par. A9.2 en A10.2:

- | | |
|--|-------|
| • massatraagheidskrachten begin openen(overbelasten) : | 24 Nm |
| • massatraagheidskrachten begin openen (vermoeiing) : | 19 Nm |

4.4 Belastingcombinaties

Met de gevonden uitwendige belastingen en de kinematica kunnen vervolgens de belastingcombinaties worden bepaald volgens de VOB [N1]. Met deze belastingen worden de onderdelen van de aandrijflijn bepaald. Zoals eerder aangegeven zitten bij de bepaling van de belastingen iteratiestappen door de afhankelijkheid met componenten die in dit document niet worden gepresenteerd.

In onderstaande tabellen staan de gevonden rekenwaardes gepresenteerd, waarbij rekening is gehouden met de partiële factoren uit de norm:

OVERBELASTEN OVERBRENGING														
α	SITUATIE 1		SITUATIE 2		SITUATIE 3		SITUATIE 4		SITUATIE 5		SITUATIE 6		SITUATIE 7	
	vasthouden elke stand		begin openen vanuit gesloten stand		aanvang versnellen/vertragen vanuit open of tussenstand		noodstop		terugslag na remmen		doorlopen verende buffer		aandrukken op opleggingen	
	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend
°	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
0,0	0,044	0,021	0,041	0,014	0,036	0,014	0,034	0,010	0,034	0,010	0,030	0,007	0,040	0,040
2,0	0,148	0,080			0,126	0,063	0,305	0,248	0,323	0,248	0,185	0,110		
5,0	0,205	0,137			0,180	0,094	0,440	0,406	0,565	0,471	0,302	0,208		
10,0	0,252	0,217			0,223	0,136	0,525	0,506	0,699	0,602	0,372	0,275		
20,0	0,292	0,385			0,257	0,222	0,580	0,575	0,800	0,736	0,424	0,359		
30,0	0,374	0,534			0,293	0,296	0,584	0,581	0,825	0,787	0,446	0,408		
40,0	0,439	0,537			0,311	0,297	0,567	0,561	0,802	0,757	0,442	0,397		
50,0	0,485	0,520			0,318	0,287	0,541	0,531	0,758	0,708	0,426	0,375		
60,0	0,529	0,506			0,325	0,280	0,520	0,507	0,724	0,670	0,413	0,359		
70,0	0,550	0,530			0,327	0,294	0,529	0,520	0,736	0,694	0,415	0,374		
75,0	0,592	0,573			0,348	0,318	0,558	0,553	0,675	0,639	0,396	0,360		
82,0	0,777	0,757			0,399	0,367	0,263	0,232	0,263	0,232	0,263	0,232		
max.	0,777	0,757	0,041	0,014	0,399	0,367	0,584	0,581	0,825	0,787	0,446	0,408	0,040	0,040

VERMOEIJING OVERBRENGING												
α	SITUATIE 8		SITUATIE 9		SITUATIE 10		SITUATIE 11		SITUATIE 12		SITUATIE 13	
	eenparig bewegen		begin openen vanuit gesloten stand		aanvang versnellen/vertragen vanuit open stand		invallen van remkoppel		terugslag na remmen		aandrukken op opleggingen	
	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend
°	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
0,0	0,018	0,004	0,023	0,009							0,024	0,024
2,0	0,060	0,013										
5,0	0,082	0,015										
10,0	0,098	0,012										
20,0	0,108	0,003										
30,0	0,113	0,023										
40,0	0,110	0,028										
50,0	0,103	0,032										
60,0	0,096	0,036										
70,0	0,089	0,044										
75,0	0,090	0,051										
82,0	0,106	0,073			0,152	0,073						
max.	0,113	0,073	0,023	0,009	0,152	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,024

α	MAXIMUM GRENSMOTORKOPPEL						MAX.TOEGEKEND MOTORKOPPEL				MAXIMUM REMKOPPEL			
	SITUATIE 14		SITUATIE 15		SITUATIE 16		SITUATIE 17		SITUATIE 18		SITUATIE 19		SITUATIE 20	
	eenparig bewegen		versnellen/vertragen		aandrukken op opleggingen		eenparig bewegen		versnellen/vertragen		vertragen (rem als vertragingsrem)		vasthouden (rem als houdrem)	
	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend	wind sluitend	wind openend
	°	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
0,0	0,025	0,000	0,062	0,046	0,027	0,027	0,022	0,003	0,042	0,023	0,044	0,021	0,030	0,005
2,0	0,083	0,005	0,126	0,073			0,073	0,007	0,098	0,032	0,104	0,026	0,100	0,024
5,0	0,115	0,016	0,165	0,091			0,100	0,004	0,129	0,033	0,139	0,039	0,138	0,048
10,0	0,139	0,038	0,195	0,107			0,120	0,007	0,154	0,041	0,166	0,061	0,169	0,087
20,0	0,157	0,092	0,219	0,119			0,134	0,039	0,171	0,076	0,186	0,111	0,193	0,177
30,0	0,182	0,146	0,240	0,117			0,147	0,073	0,184	0,111	0,207	0,158	0,237	0,261
40,0	0,196	0,152	0,248	0,109			0,151	0,079	0,187	0,115	0,216	0,163	0,269	0,268
50,0	0,203	0,152	0,248	0,098			0,149	0,082	0,183	0,116	0,218	0,162	0,289	0,264
60,0	0,209	0,153	0,249	0,089			0,147	0,085	0,180	0,118	0,221	0,162	0,309	0,262
70,0	0,209	0,166	0,249	0,085			0,142	0,095	0,176	0,129	0,220	0,175	0,316	0,279
75,0	0,221	0,183	0,262	0,086			0,147	0,107	0,183	0,142	0,231	0,192	0,338	0,305
82,0	0,281	0,248	0,333	0,106			0,182	0,148	0,228	0,193	0,293	0,260	0,438	0,409
max.	0,281	0,248	0,333	0,119	0,027	0,027	0,182	0,148	0,228	0,193	0,293	0,260	0,438	0,409

Hierin met de volgende kolommen:

- α : openingshoek val

Voor nadere informatie wordt verwezen naar document 39055-BER-00376
Ontwerpberekening par A14.1

Toelichting op de belastingen

- De gepresenteerde belastingen zijn rekenwaarden, die herleid zijn naar de motoras van de aandrijving.
- Bij vermoeiing is er geen waarde voor het invallen van het remkoppel en terugslag na remmen gepresenteerd omdat bij de normale procesgang de brug wordt afgeremd met de motor en door de kinematica van de aandrijving de optredende belastingen zeer klein zijn.

4.5 Aandrijving

Het bewegingswerk bestaat uit verschillende componenten die gedimensioneerd moeten worden. In het voorontwerp worden de volgende onderdelen beschouwd:

- De hoofddimensies van de trek-duwstang (veerbuffer, draaipunten constructie).
- Dimensies van de verbinding sas trek-duwstang aan de ballastkist. Deze is van belang omdat deze ook weer bepalend is voor de veerstijfheid van de aandrijving en daarmee bepalend is voor de aandrijfkrachten.
- De hoofddimensies van de krukarm.
- De hoofddimensies van as krukarm, boogtandkoppeling.
- De bouwgrootte van de planetaire tandwielkast en voorzet tandwielkast.
- De bouwgrootte van de rem.
- De bouwgrootte van de hoofdmotor en de noodmotor.
- De bouwgrootte van inschakelbare koppeling.
- De hoofddimensies van hoofddraaipunten vallen.

4.5.1 Trek-duwstang

De trek-duwstang verbindt de krukarm met de ballastkist van het val. De stang is voorzien van twee stangogen met daarin een dubbelrijig zelf instellend tonlager: één voor de scharnierende verbinding met de ballastkist en één voor de scharnierende verbinding met de krukarm.

De trek-duwstang is langer dan noodzakelijk voor de brugbeweging zodat de brug in gesloten stand kan worden voorgespannen door het bewegingswerk. Om de gewenste aandrukkracht te krijgen is de trek-duwstang voorzien van een veerbuffer met schotelveren.

4.5.1.1 Maatgevende belastingen trek-duwstang

De belastingen uit de belastingcombinaties teruggerekend naar de trek-duwstang geeft de volgende maatgevende design belastingen:

- Trek-duwstang trek (overbelasten) : 1478 kN
- Trek-duwstang druk (overbelasten) : 645 kN (opzetten)

- Project: N206 Lammebrug
Projectnummer: 60230832

4.5.1.3 Lager

Voor lager berekening zie paragraaf G2 lager berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage G: Er is gekozen voor een dubbelrijig zelf instellend tonlager type 22348 CC/W33 van fabrikant SKF. Met de berekende lager belastingen en de specificaties van de aangenomen SKF-lagers, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-lager overbelasten : **0,52**
- UC-lager vermoeiing : **0,25**

4.5.1.4 as

Voor de as berekening zie paragraaf G3 en G4. Er is gekozen voor een vrijvorm gesmede as materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3.

Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-as overbelasten : **0,39**
- UC-as vermoeiing : **0,73**

4.5.1.5 Stangoog

Voor stangoog berekening zie paragraaf D4, oog bufferhuis berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage D: Er is gekozen voor een vrijvorm gesmeed stangoog materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3.

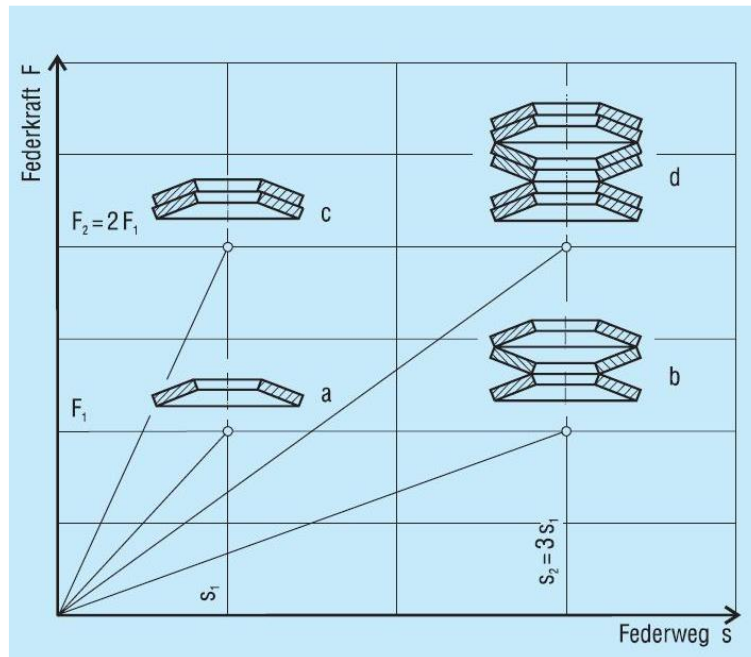
Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-stangoog overbelasten : **0,41**
- UC-stangoog vermoeiing : **0,93**

4.5.1.6 Veerbuffer

Om de brug met de juiste oplegkracht voor te spannen op de vooroplegging is de trek-duwstang voorzien van een veerbuffer. De veerbuffer bestaat uit voorgespannen verenzuil die kan worden ingedrukt en worden uitgetrokken. Doordat de trek-duwstang met het veerbuffer langer is dan nodig voor de kinematica wordt de veerbuffer bij het bereiken van de gesloten stand van de brug, waarbij de krukarm samen met de trek-duwstang in zijn dode punt zit ingedrukt en daardoor gespannen is opgezet. Deze spanning van de veer zorgt voor de oplegkracht.

Door de hoge krachten en de relatief kleine veerweg worden de veerbuffers voorzien van schotelveren. Schotelveren kunnen eenvoudig gestapeld worden. De manier van stapelen heeft invloed op de veerstijfheid (zie onderstaand figuur).



Voor een goed werkende veerbuffer worden de volgende voorwaarden aangehouden:

- De veren moeten voorgespannen zijn op minimaal 20% van de maximale veerweg.
- De veren mogen in belaste toestand niet meer dan 75% ingedrukt te worden.

In document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening aandrijving paragraaf A15 zijn de schotelveren berekent. In paragraaf A7 wordt de vaste ligging bepaald. In paragraaf A5.2 volgt de indrukking veerbuffer bij opzetten.

Benodigde veerstijfheid

Uit de bepaling van de brugbelastingen en de geometrie van het bewegingswerken volgen de volgende voorwaarden waaraan de verenruil in het verenpakket moet voldoen:

- Minimaal benodigde kracht door het opzetten van de verenruil : 336 kN
- veerweg bij het opzetten : 4,7 mm

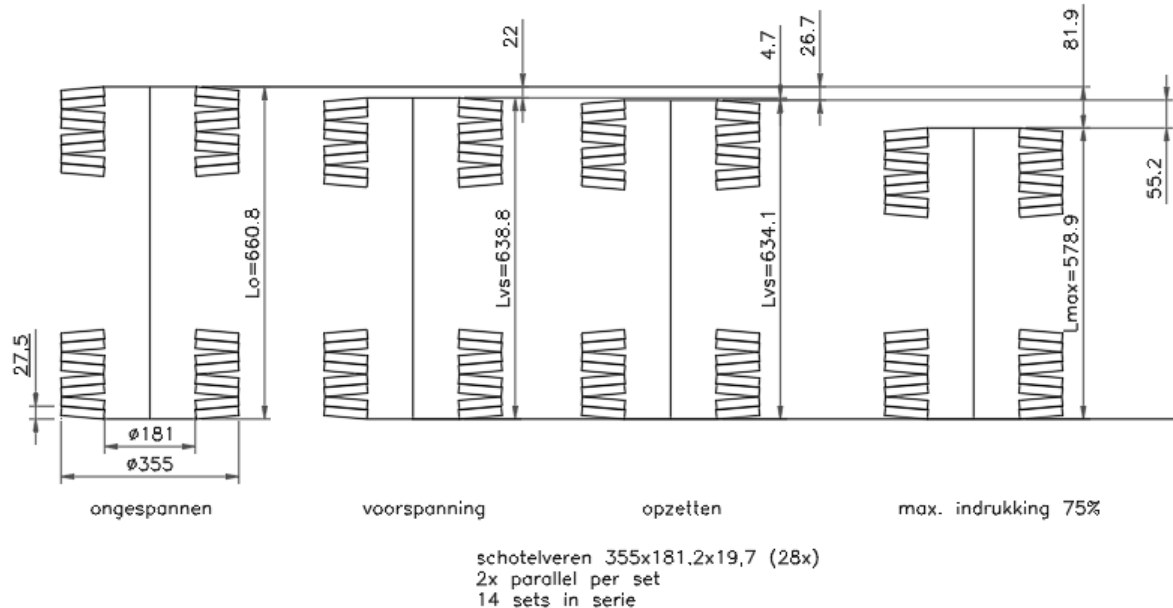
De belasting voor het spannen van de verenruil voor het opzetten volgt uit de benodigde vooroplegdrnk volgens tabel 19 van de VOB (zie bijlage paragraaf A7). De veerweg volgt uit de geometrie van het bewegingswerk, waarbij de trekduwstang in voorgespannen stand 4,7 mm te lang is. De exacte overlengte in voorgespannen stand volgt uit een iteratief proces.

Voor het verenpakket wordt uitgegaan van in totaal 28 veren (n) die worden samengesteld volgens veercombinatie d in bovenstaand figuur. De totale verenruil in de veerbuffer bestaat vervolgens per set 2 parallel en 14 sets in serie.

De geselecteerde schotelveer:

- type: 355x181,2x19,7
- materiaal: 51CrMoV4
- veercombinatie: d
- aantal veren: 24 stuks (2x parallel; 14x in serie)

Voor de visuele opbouw van het verenpakket per situatie zie onderstaand overzicht.



Met de berekende belastingen, gekozen geometrie aandrijving, schotelveer configuratie en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden t.o.v. de indrukking verenpakket:

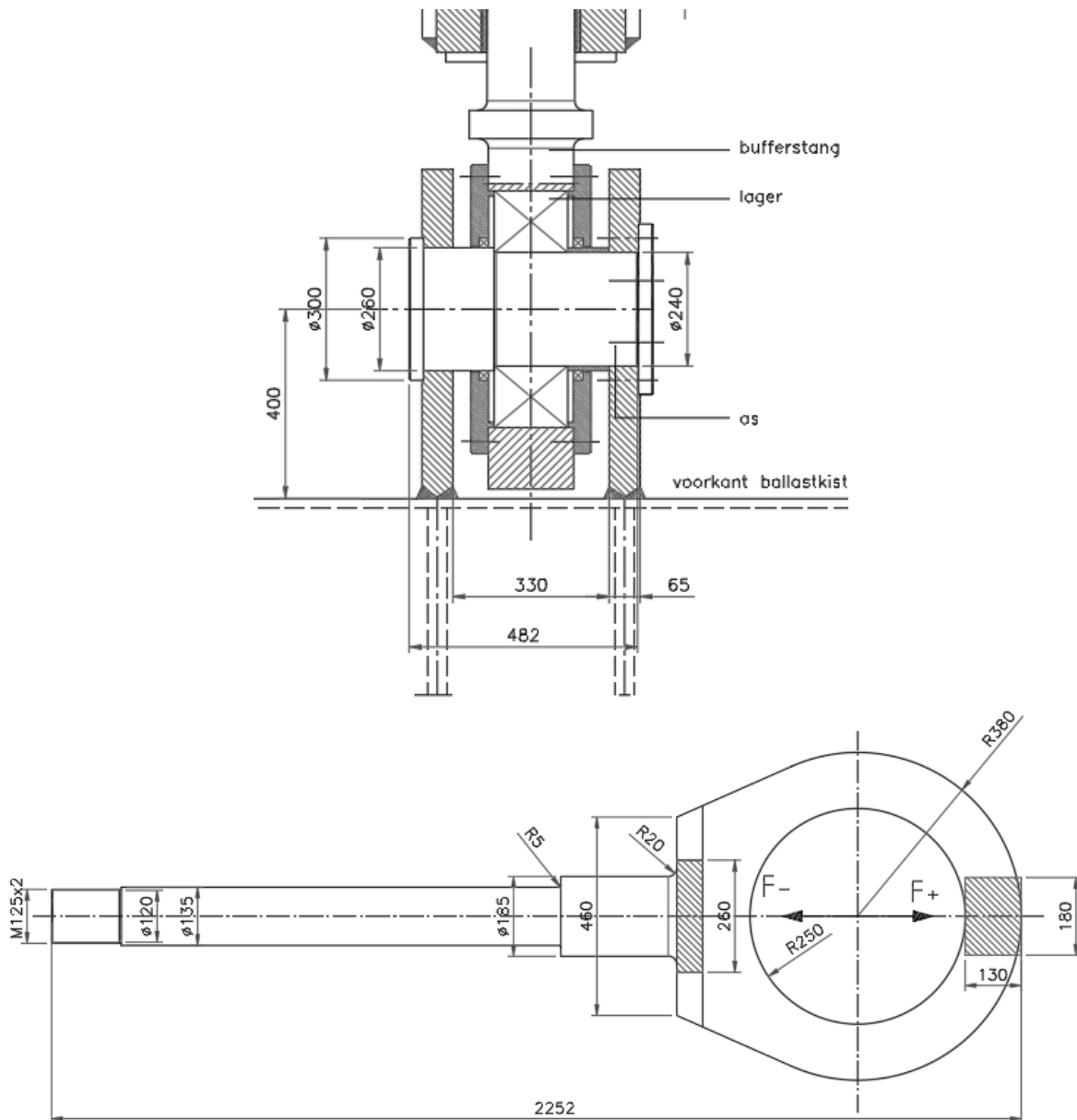
- | | | |
|---|----------------|---------------|
| • UC- indrukking verenpakket situatie voorspanning | ($\geq 0,2$) | : 0,20 |
| • UC- indrukking verenpakket situatie opzetten | (< 0,75) | : 0,24 |
| • UC- max. indrukking verenpakket vasthouden elke stand | (< 0,75) | : 0,67 |
| • UC- max. indrukking verenpakket tijdens beweging | (< 0,75) | : 0,62 |

Vermoeiing:

De maximale belasting uit vermoeiing is 227 kN. Het verenpakket wordt met 323 kN voorgespannen. Het verenpakket wordt tijdens vermoeiing niet aangesproken, dus voldoet.

4.5.2 Constructie draaipunt trek-duwstang aan ballastkist

In onderstaande afbeelding wordt het constructieprincipe van de draaipunten van de trek-duwstang weergegeven waarmee deze is verbonden aan de ballastkist. Het lager zit in een stangoog dat wordt opgenomen door de trek-duwstang. De as die door het lager loopt wordt vervolgens bevestigd aan de twee oogplaten van de ballastkist.



In document 39055-BER-00376 Bijlage G zijn lager en as berekend.

In document 39055-BER-00376 Bijlage D wordt de bufferstang van bufferhuis berekend.

4.5.2.1 Maatgevende belastingen trek-duwstang aan ballastkist

De belastingen uit de belastingcombinaties teruggerekend naar de trek-duwstang geeft de volgende maatgevende design belastingen:

- draaipuntsbelasting trek (overbelasten) : 1478 kN
- draaipuntsbelasting druk (overbelasten) : 645 kN (opzetten)
- draaipuntsbelasting trek (vermoeding) : 272 kN
- draaipuntbelasting druk (vermoeding) : 391 kN (opzetten)

Voor overzicht belastingen zie document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par 16 tabel 1 en 2a.

4.5.2.2 Lager

Voor lager berekening zie paragraaf F2 lager berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage F: Er is gekozen voor een dubbelrijig zelf instellend tonlager type 22348 CC/W33 van fabrikant SKF. Met de berekende lager belastingen en de specificaties van de aangenomen SKF-lagers, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-lager overbelasten : **0,52**
- UC-lager vermoeiing : **0,25**

4.5.2.3 as

Voor de as berekening zie paragraaf F3 en F4. Er is gekozen voor een vrijvorm gesmede as materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3.

Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-as overbelasten : **0,27**
- UC-as vermoeiing : **0,52**

4.5.2.4 Bufferstang

Voor bufferstang berekening zie paragraaf D2, D3, D3.2, D3.3, veerbuffer berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage D: Er is gekozen voor een vrijvorm gesmeed stangoog materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3.

Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-bufferstang overbelasten : **0,41**
- UC-bufferstang vermoeiing : **0,93**

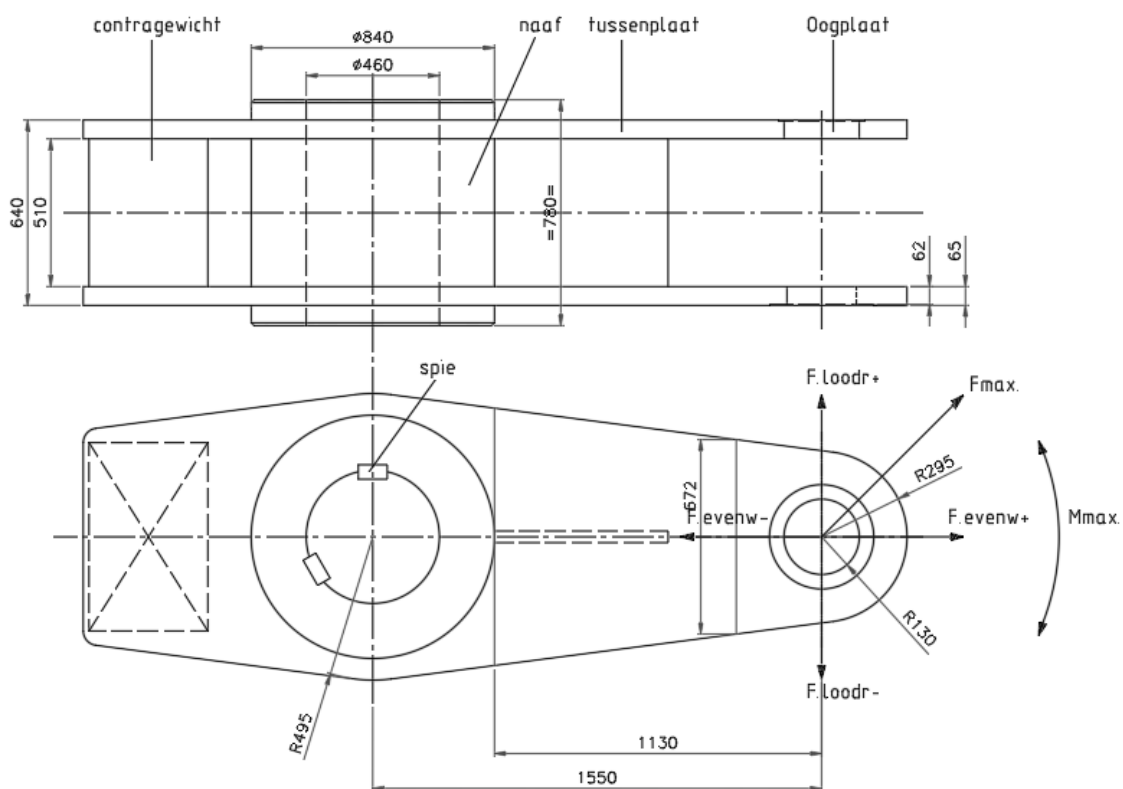
4.5.3 Krukarm

De krukarm zit tussen de planetaire tandwielkast en de trek-duwstang. De roterende beweging van de uitgaande as van de planetaire tandwielkast drijft de krukarm aan. Met het roteren van de arm wordt de ballastkist bij de opengaande beweging door de trek-duwstang naar beneden getrokken. Bij de sluitende beweging wordt de ballastkist door de trek-duwstang, aangedreven door de krukarm, omhooggeduwd. De krukarm is voorzien van een contragewicht om deels gewicht krukarmen en trekduwstang te compenseren.

4.5.3.1 Verbinding krukarm met trek-duwstang

De krukarm is met twee oogplaten aan de as van de trek-duwstang verbonden. De belasting op de oogplaten is anders dan op het stangoog van de trek-duwstang. Doordat de kracht niet

in lijn ligt met de stang maar een hoek maakt die groter is dan 5° met die lijn, gelden andere eisen. Bij de berekening dient ervan te worden uitgegaan dat de belasting loodrecht en evenwijdig op de denkbeeldige stang van het stangoog werkt. De oogplaten zijn met een dikwandige naaf verbonden met elkaar. Met een spieverbinding in de naaf wordt de krukarm verbonden met een as welke welke aan weersijden gelagerd wordt. In onderstaande figuur is krukarm met richting belastingen aangegeven.



In document 39055-BER-00376 Bijlage H zijn krukarm en spie berekend.

4.5.3.2 Maatgevende belastingen krukarm

De belastingen uit de belastingcombinaties teruggerekend naar de krukarm geeft de volgende maatgevende design belastingen:

De maximale belasting op krukarm is teruggerekend naar een loodrechte en evenwijdige belasting op de krukarm. Voor nadere informatie wordt verwezen naar document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par A16 tabel 1 en tabel 2a

- | | |
|--|-----------|
| • Krukarm belasting evenwijdig trek (overbelasten) | : 1053 kN |
| • Krukarm belasting evenwijdig druk (overbelasten) | : 1086 kN |
| • Krukarm belasting loodrecht trek (overbelasten) | : 1085 kN |
| • Krukarm belasting loodrecht druk (overbelasten) | : 0 kN |

- Krukarm belasting evenwijdig trek (vermoeiing) : 271 kN
- Krukarm belasting evenwijdig druk (vermoeiing) : 391 kN
- Krukarm belasting loodrecht trek (vermoeiing) : 177 kN
- Krukarm belasting loodrecht druk (vermoeiing) : 0 kN
- Krukarm Moment (overbelasten) : 1682 kNm
- Krukarm Moment (vermoeiing) : 279 kNm

4.5.3.3 krukarm

Voor krukarm berekening zie paragraaf H2 en H3 krukarm berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage H: Er is gekozen voor een constructiestaal materiaalkwaliteit S355J2-N – NEN-EN 10025-2. De naaf is van gesmeed S355J2+N - NEN-EN 10250-2

Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

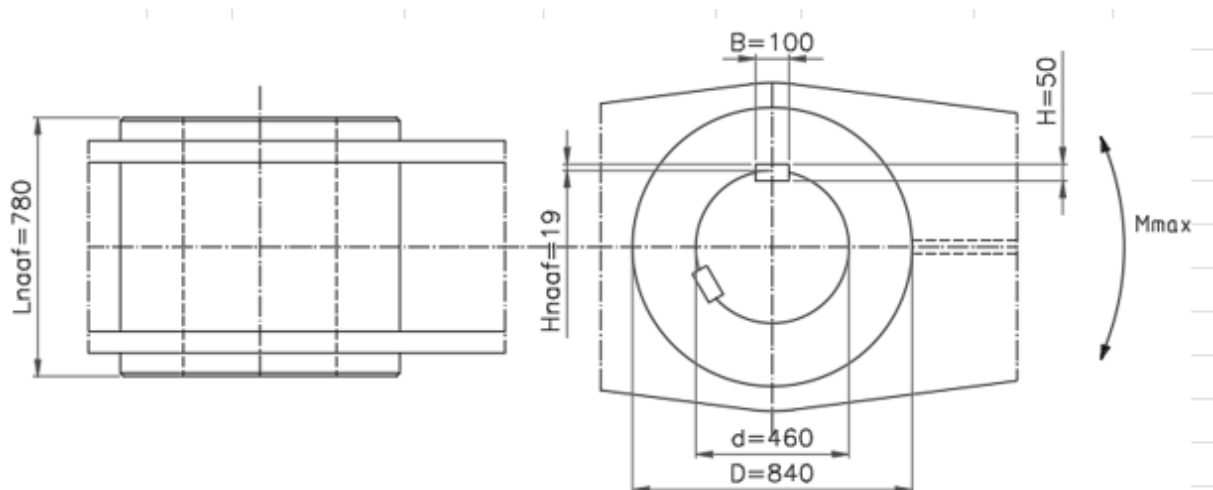
- UC-lager overbelasten : **0,61**
- UC-lager vermoeiing : **0,67**

Voor afmetingen naaf wordt artikel 11.3.5.1 van de VOBB aangehouden.

4.5.3.4 Spieverbinding naaf krukarm met aandrijfas

Voor spie berekening zie paragraaf H4 krukarm berekening van document 39055-BER-00376 Bijlage H: Er is gekozen voor materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3.

Er worden 2 vlakke inlegspieën toegepast met afmetingen : B100x50x780

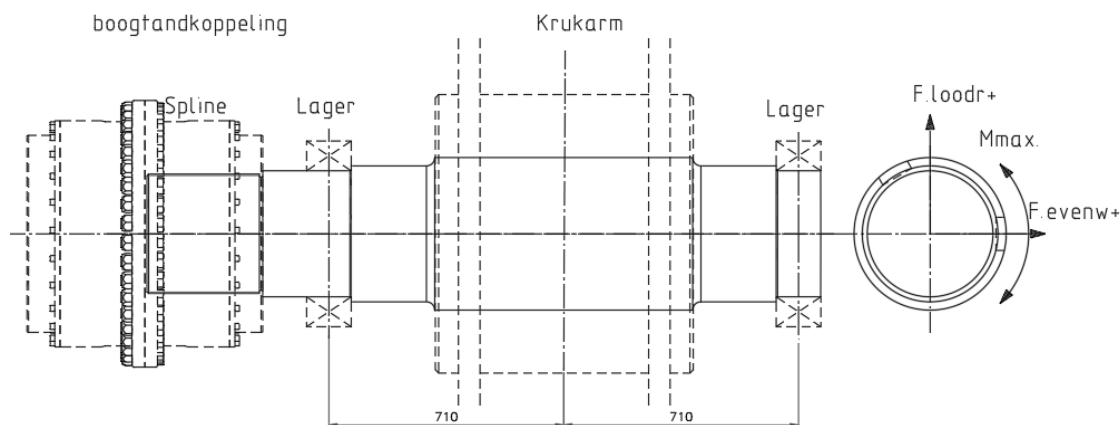


Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-spie overbelasten : **0,83**
- UC-lspie vermoeiing : **0,54**

4.6 Verbinding krukarm met de planetaire tandwielkast

De as van de krukarm wordt met een boogtandkoppeling verbonden met de planetaire tandwielkast. De as van de krukarm wordt aan beide zijden van de krukarm gelagerd, hierdoor wordt de planetaire tandwielkast niet belast met radiale belastingen. De radiale belastingen worden via de lagers, lagerhuis en onderstoel afgevoerd naar de onderbouw.



In document 60230832-50-002 Bijlage I zijn as, lagers en spline berekend.

4.6.1 As krukarm en boogtandkoppeling

Voor de as berekening zie paragraaf I3, I4 en I5. Er is gekozen voor een vrijvorm gesmede as materiaalkwaliteit 34CrNiMo6+QT – NEN-EN 10250-3. Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-as overbelasten : **0,58**
- UC-as vermoeiing : **0,55**

4.6.2 Lagering as

Voor lager berekening zie paragraaf I2. Er is gekozen voor een dubbelrijig zelf instellend tonlager type 23076 CC/W33 van fabrikant SKF. Met de berekende lager belastingen en de specificaties van de aangenomen SKF-lagers, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-lager overbelasten : **0,30**
- UC-lager vermoeiing : **0,13**

4.6.3 Spline

Voor de spline berekening zie paragraaf I6. De spline berekening is conform paragraaf 11.3.5.3 van de VOBB. Er is gekozen voor een spline 360x6x58x9 conform DIN 5480. Moduul is 6 aantal tanden 58. Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-spline overbelasten : **0,80**
- UC-spline vermoeiing : **0,93**

4.6.4 boogtandkoppeling

Voor boogtandkoppeling is in eerste instantie gekozen voor ESCOGEAR FUST 450 NEM van de firma ESCO. De gekozen koppeling kan een maximale uitlijning van maximaal $2 \times 0,75^\circ$ opnemen. Voor tekening type boogtandkoppeling zie bijlage 8.3

Specificaties ESCOGEAR FUST 450 NEM:

- Nominaal koppel ($M_{r,nom}$) : 1120 kNm
- maximaal koppel : 2240 kNm

Toetsing boogtandkoppeling vlg. 15.4.3. VOBB. Voor $M_{t,O,Ed}$ en $M_{t,V,max}$. paragraaf I6 spline berekening

Overbelasten:

- $M_{r,nom} / M_{t,O,Ed} > 0,55$: 1120 / 1682 : **0,66**

Vermoeiing: (wisselende belasting)

- $M_{r,nom} / M_{t,V,max} > 3,5$: 1120 / 279 : **4,00**

4.7 Planetaire tandwielkast

Voor de configuratie van de tandwielkast is er tussen de de Firma Rusthoven en tandwielkastleverancier SEWEurodrive afstemming geweest. De planetaire tandwielkast wordt aan ingangszijde voorzien van 2 horizontale assen welke haaks op de uitgaande as gepositioneerd zijn. Aan de 1^{ste} ingaande as wordt de hoofdaandrijving gekoppeld. Aan de 2^{de} ingaande as wordt de noodaandrijving gekoppeld. De berekende optredende belastingen, herleid naar de motoras zijn doorgegeven en daarmee heeft de leverancier de benodigde bouwgrootte van de tandwielkast bepaald en doorgerekend. Zie bijlage 8.2 voor tekening planetaire tandwielkast.

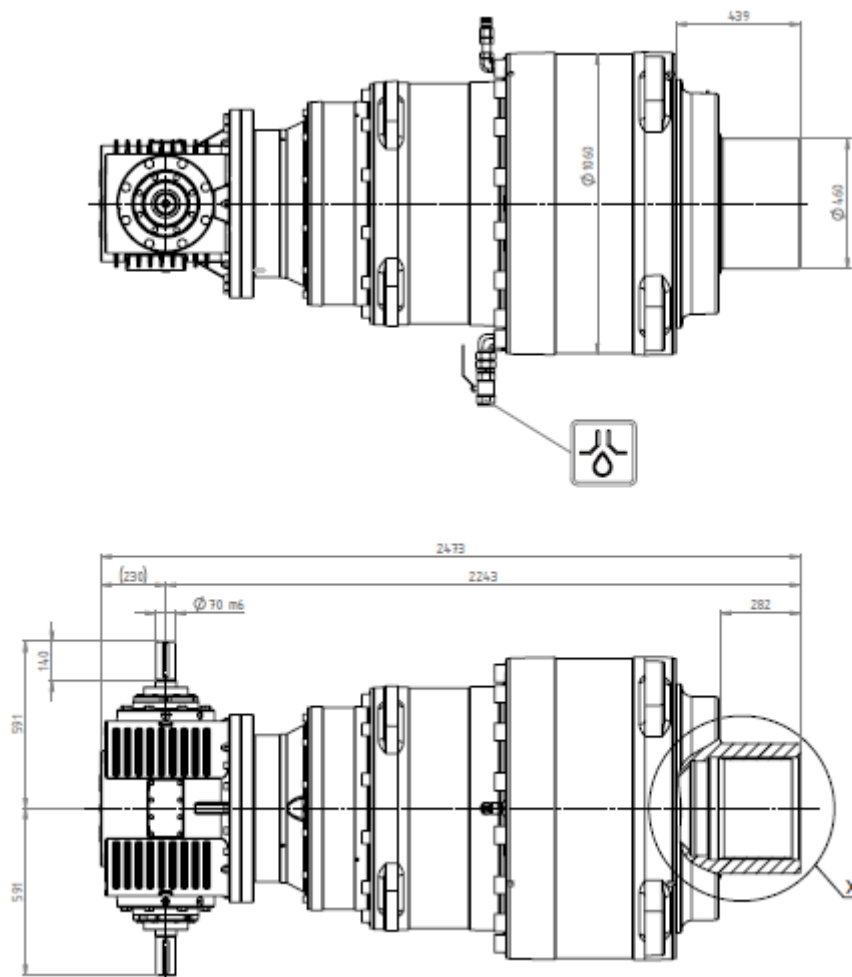
Voor de selectie van de planetaire tandwielkast zijn de volgende specificaties doorgegeven, waarvan de belastingen enigszins afwijken van de huidige bepaalde belastingen.

- overbrengverhouding : 2040

- koppel uitgaande as twk (overbelasten) : 2130 kNm
- koppel uitgaande as twk (vermoeiing) : 372 kNm
- radiale belasting (overbelasten) : - kN
- radiale belasting (vermoeiing) : - kN

Uit de selectie komt een planetaire tandwielkast bouwmaat XP5KV150/F naar voren.

Uit de berekeningen volgens de VOB van de leverancier wordt met deze tandwielkast een maximale UC van 0,79. Hiermee zit er nog ruimte in de tandwielkast om hogere belastingen op te vangen.



- UC-tandwielkast overbelasten : **0,79**
- UC-tandwielkast vermoeiing : **0,75**
- UC-tandwielkast contactspanning (Hertz) : **0,41**

4.8 Rem

Om grote belastingen op aandrijving en constructie bij een noodstop te voorkomen moeten de remfuncties vertragen en vasthouden separaat in te stellen zijn door het toepassen van twee separate remtoestellen; één fungeert als vertragingsrem de andere als vasthoudrem, waarbij de vasthoudrem het aanvullende koppel voor de functie vasthouden levert. **[FTPvE-0097 (8.8.6)]** Voor berekenen remmomenten en controle toegepaste rem zie document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par A4.2 rem.

De belastingen uit de belastingcombinaties teruggerekend naar remmen geeft de volgende maatgevende remmomenten M_{br} .

- remmoment M_{br} bij vertragen : 293 Nm
- remmoment M_{br} bij vasthouden : 438 Nm

De gehanteerde remklasse is B dit geeft onderstaande in te stellen remmomenten $M_{br.instel}$.

- In te stellen remmoment $M_{br.instel}$ bij vertragen : 351 Nm
- In te stellen remmoment $M_{br.instel}$ bij vasthouden : 526 Nm

Voor de bouwgrootte wordt voornamelijk uitgegaan van een rem van het fabricaat Römer. De geselecteerde rem RT 250 ED 50/6-S met remtrommel RKK100-250 heeft de onderstaande instelmogelijkheden op basis van een wrijvingscoëfficiënt van 0,4:

- minimaal remmoment : 120 Nm
- maximaal remmoment : 800 Nm

Hiermee volgen de onderstaande UC's op het in te stel remkoppel vlg. VOBB 15.8.3 (3):

- UC- minimaal in te stellen remkoppel vertragen : **0,68**
- UC- maximaal in te stellen remkoppel vertragen : **0,66**
- UC- minimaal in te stellen remkoppel vasthouden : **0,46**
- UC- maximaal in te stellen remkoppel vasthouden : **0,99**

Daarmee volgt dat de rem RT 250 ED 50/6-S met remtrommel RKK100-250 een geschikte keuze is.

Voor de reminstelling wordt van het volgende uitgegaan:

- in te stellen remmoment vertragen : 450 Nm
- in te stellen remmoment vasthouden : 675 Nm

Met het ingestelde remmoment worden de volgende rekenwaarde voor het remmoment gevonden:

- remmoment vertragen overbelasten : 621 Nm
- remmoment vasthouden overbelasten : 932 Nm
- remmoment vertragen vermoeiing : 540 Nm
- remmoment vasthouden vermoeiing : 810 Nm

4.9 Hoofdmotor en noodmotor

De aandrijflijn heeft een hoofdmotor en een noodmotor. In onderstaande paragrafen staat een beschrijving en berekening van de hoofdmotor en noodmotor.

4.9.1 Hoofdmotor

Gekozen is voor een standaard asynchrone elektromotor die met een frequentie-regelaar wordt geregeld. Uit de berekeningen volgen de volgende koppels en toerental waaraan de motor moet voldoen:

- | | | |
|----------------------------------|---|--------------|
| • nom. toerental motoras | : | 1601 omw/min |
| • maximum grensmotorkoppel (GMK) | : | 333 Nm |
| • maximum toegekend motorkoppel | : | 228 Nm |

Voor berekenen aandrijfmomenten elektromotor en controle toegepaste elektromotor zie document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par A4.1 elektromotor en par.A5.2 Geometrie.

Merk op dat met de gekozen overbrengverhouding van de tandwielkast en de bewegingstijd van de brug een 1500 toerenmotor oversynchroon moet draaien voor een bewegingstijd van 60 seconden volgens de aangehouden cyclustijden bewegingen. Nagegaan moet worden of dat wenselijk is, of dat de overbrengverhouding van de tandwielkast moet worden aangepast. De gekozen elektromotor heeft een toerental van 1482 omw/min. Om 1601 omw/min te draaien is de in te stellen frequentie 54 Hz. Dit moet geen probleem zijn.

De motor dient getoetst te worden op het nominale koppel en het kipkoppel. Een asynchrone motor kan kortstondig een hoger koppel leveren dan het nominale koppel wat teruggevonden wordt in de specificaties van de elektromotor. De VOBB staat overbelasting van de motor toe.

De motor wordt daarnaast m.b.t. het kipkoppel getoetst op een maximaal optredend lastkoppel dat kortstondig op kan treden. In dit geval dient uitgegaan te worden van maximaal 6 sec (VOBB, art.15.2(4)). Bij toepassing van een frequentieregeling dient een motor gekozen te worden met een kipkoppel dat gelijk of groter is dan 120% van de rekenwaarde van het maatgevende grensmotorkoppel.

Bij het bepalen van type elektromotor wordt het maximale koppel in de berekening niet getoetst met het kipkoppel maar met een koppel wat een factor 1,5 hoger ligt dan het nominale koppel. Reden is dat de factor sterk afhankelijk is van de toe te passen frequentie regelaar. In de definitief ontwerpfase kan i.o.m. elektro voor een hogere factor gekozen worden.

Een mogelijke motor zou een asynchrone motor met 4 polen (2 poolparen) zijn met een nominaal motorvermogen van 45 kW. Wanneer wordt uitgegaan van een motor van het fabricaat SEW, dan worden de onderstaande specificaties gevonden

Elektromotor SEW-Eurodrive DRN225M4:

- voeding : 400 V
- frequentie : 50 Hz
- nominaal vermogen : 45 kW
- nominaal koppel : 290 Nm
- verhouding kipkoppel - nominaal koppel : 2,7 -
- nominaal toerental : 1482 omw/min
- nominale stroom : 81 A
- arbeidsfactor ($\cos \phi$) : 0,85
- rendement (100% belasting) : 94,2 %
- massatraagheid : 0,435 kg.m²

4.7 IE3 DRN.. motors, 400 V, 50 Hz, 4-pole

4.7.1 Information on motors

Motor	P _n kW	M _n Nm	n _n min ⁻¹	I _n A	cosφ	η _{100%} %	η _{75%} %	η _{50%} %	I _s /I _n	M _s /M _n M _v /M _n	M _v /M _n
DRN225S4	37	240	1482	64	0.88	94.3	94.4	93.9	8.4	3.0 2.3	2.7
DRN225M4	45	290	1482	81	0.85	94.1	94.5	94.2	8.8	3.0 2.2	2.7
DRN250M4	55	355	1482	104	0.80	94.4	94.8	94.6	8.2	4.0 2.5	2.9
DRN280S4	75	485	1482	143	0.79	94.9	95.3	95.0	7.6	3.7 2.6	2.9
DRN280M4	90	580	1481	161	0.84	95.4	95.6	95.2	7.7	3.6 2.0	2.7
DRN315S4	110	710	1488	189	0.87	95.4	95.7	95.5	6.7	2.9 2.1	3.1

Met de berekende koppels en gegevens van de SEW-motor worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-maximum grensmotorkoppel : **0,92**
- UC-maximum toegekend motorkoppel : **0,79**

Frequentieregelaar

Bij de elektromotor wordt rekening gehouden met overbelasting van de motor. De belasting bepaalt de stroomsterkte door de motor. De vermogenselektronica in de frequentieregelaars kan maar beperkt overbelast worden. De frequentieregelaar moet het maximaal te leveren grensmotorkoppel begrenzen tot 110%. De frequentieregelaar moet minimaal geschikt zijn voor 120% van grensmotorkoppel.

4.9.2 Noodaandrijving

De noodaandrijving bestaat uit een tandwielkast en een kleinere elektromotor met minder vermogen en een inschakelbare koppeling. Het toerental van de noodmotor moet ca. 10% zijn van het toerental van de hoofdmotor **[FTPvE-0091 (8.8.2)]**. De bewegingstijd van de noodaandrijving moet ca. 6 minuten zijn.

Voor de noodaandrijving geldt vlg. par.2.3.12.3 van de VOB (samengevat) dat dezelfde belastingen, belastingcombinaties en belastingfactoren moet zijn toegepast als voor de hoofdaandrijving.

Voor de bepaling van de rekenwaardes van de belastingen wordt daarom uitgegaan van document 39055-BER-00376 Ontwerpberekening par. A19, Noodaandrijving.

Uit de berekeningen volgen de onderstaande koppels waaraan noodaandrijving moet voldoen:

- maximum koppel overbelasten noodaandrijving : 333 Nm
- maximum grens koppel noodaandrijving : 825 Nm

Het maximaal koppel overbelasten noodaandrijving is gelijk aan maximale grensmotorkoppel van de hoofdaandrijving.

Het maximaal grens koppel van de noodaandrijving mag niet hoger zijn dan 825 Nm dit om de rest van de aandrijving niet over te belasten.

De voorlopige gegevens van de noodmotor met reductor SEW-Eurodrive K57DRN100LS4:

Elektromotor DRN100LS4:

- voeding : 400 V
- frequentie : 50 Hz
- nominaal vermogen : 2,2 kW
- nominaal koppel : 14,49 Nm
- verhouding kipkoppel - nominaal koppel : 3,3 -
- nominaal toerental : 1450 omw/min
- nominale stroom : 4,75 A
- arbeidsfactor ($\cos \phi$) : 0,76
- rendement (100% belasting) : 86,9 %
- massatraagheid : 0,00814 kg.m²

4.7.1 Information on motors

Motor	P _N kW	M _N Nm	n _N min ⁻¹	I _N A	cosφ	η _{100%} %	η _{75%} %	η _{50%} %	I _s /I _N	M _s /M _N M _r /M _N	M _r /M _N
DRN63MS4	0.12	0.83	1380	0.4	0.64	58.3	63.9	64.8	3.6	2.7 2.6	2.7
DRN63M4	0.18	1.25	1375	0.57	0.65	65.1	69.4	69.9	3.7	2.6 2.6	2.6
DRN71MS4	0.25	1.7	1405	0.72	0.66	70.1	73.5	73.5	4.3	2.5 2.3	2.5
DRN71M4	0.37	2.5	1415	1.02	0.66	74.3	77.3	77.3	4.8	2.8 2.4	2.8
DRN80MK4	0.55	3.65	1435	1.29	0.75	78.6	81.0	80.8	6.1	2.7 2.1	3.1
DRN80M4	0.75	4.95	1440	1.75	0.74	80.7	82.9	82.9	6.7	3.1 2.7	3.4
DRN90S4	1.1	7.2	1455	2.55	0.73	83.5	85.0	84.5	6.9	2.7 2.1	3.3
DRN90L4	1.5	9.8	1461	3.4	0.74	84.6	86.1	85.6	7.5	2.7 2.0	3.3
DRN100LS4	2.2	14.5	1450	4.75	0.76	86.4	87.5	86.9	7.1	2.9 2.2	3.3

Reductor K57:

- M_{amax} : 345 Nm
- i_{twk} : 6,57[-]

K57, $n_0=1400 \text{ min}^{-1}$						600 Nm				
n_a min^{-1}	M_{amax} Nm	F_{Ra} N	$\varphi_{(90^\circ)}$ °	i		DRN 63MS 63M 71MS 71M 80MK	DRN 80M 90S	DRN 90L	DRN 100LS 100L	DRN 112M 132S 132M
 3										
124	415	4990	10	11.26						
146	405	4650	10	9.59						
161	390	4520	10	8.71						
185	365	4360	11	7.55						
213	345	4180	11	6.57						
299	300	3800	11	4.69						

Met de berekende koppels en gegevens van de SEW-motorreductor worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-max. uitgaand koppel reductor / max. koppel reductor : **0,92**
- UC- max. uitgaand koppel reductor / max. grens koppel : **0,79**

De openingstijd met noodaandrijving bedraagt ca. 7 minuten.

Voor de inschakelbare koppeling wordt een koppeling van Rotex type SD toegepast.

Geselecteerde koppeling is: Rotex48 SD1.

Uit berekening en geselecteerde inschakelbare koppeling volgt:

- maximum koppel inschakelbare koppeling : 420 Nm
- maximum over te brengen koppel : 314 Nm

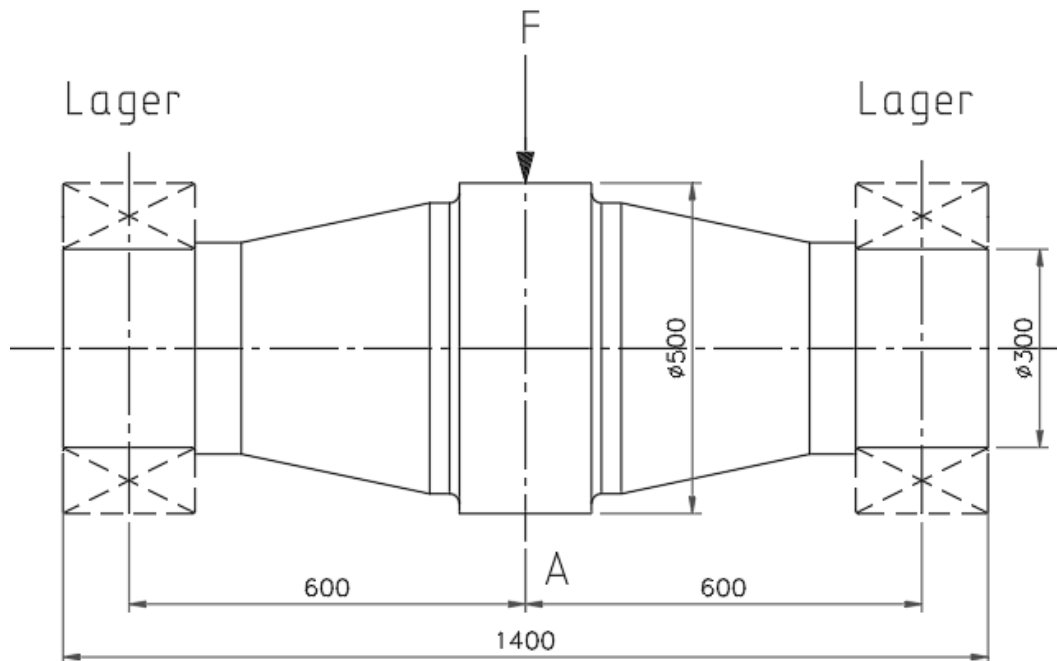
Met de berekende koppels en gegevens van de Rotex 48SD1 worden de volgende UC-waarde gevonden:

- UC-max. uitgaand koppel reductor / max. koppel Rotex 48SD1 : **0,75**

4.10 Hoofddraaipunt

De hoofddraaipunten worden uitgevoerd met een doorgestoken as door de beide hoofdliggers van het val. Aan weersijden van de hoofdligger wordt de as ondersteund door een lagerhuis voorzien van een tweerijig zelfinstellend tonlager. Er wordt een controle

berekening gemaakt van toe te passen lager en van de as. Voor berekening hoofddraaipunt zie document 39055-BER-00376 Bijlage A, berekening hoofddraaipunt. Voor situatie as met lagering zie onderstaand figuur.



4.10.1 As hoofddraaipunt

Voor de as berekening zie paragraaf A3.4, A3.5 en A3.6. Er is gekozen voor een vrijvorm gesmede as materiaalkwaliteit 42CrMo4+QT – NEN-EN 10250-3. Met de berekende belastingen en de materiaal specificaties van het toegepaste materiaal, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-as overbelasten : **0,17**
- UC-as vermoeiing : **0,35**

4.10.2 Lagering as

Voor lager berekening zie paragraaf A3.3. Er is gekozen voor een dubbelrijig zelf instellend tonlager type 24160 CC/W33 van fabrikant SKF. Met de berekende lager belastingen en de specificaties van de aangenomen SKF-lagers, worden de volgende UC-waarden gevonden:

- UC-lager overbelasten : **0,73**

Conform VOB artikel 15.5.3 (4) is voor lagering hoofddraaipunt geen vermoeiing berekening vereist.

5 Raakvlakken

5.1 Algemeen

In onderliggende paragrafen worden de tot heden beschouwde raakvlakken beschreven. Dit betreft met name de raakvlakken met de elektrotechnische en besturingstechnische installaties voor de benodigde energie, aansturing en veiligheid. De raakvlakken met staal en civiel voor de constructieve veiligheid staan deels beschreven in hoofdstuk 4. Voor de belastingen vanuit de aandrijving op de onderbouw zie paragraaf 5.3

5.2 Raakvlakken elektrotechnische en besturingstechnische installatie.

Raakvlakken met de elektrotechnische en besturingstechnische installaties voor de benodigde energie, aansturing en veiligheid.

5.2.1 Energievoorziening

Door het vergroten van val oppervlakken (windbelasting) en de hedendaagse VOBB gaat de energiebehoefte omhoog ten opzichte van huidige brug.

Voor geschatte energie verbruik Lammebrug zie onderstaande tabel.

Inschatting Energie verbruik Lamme brug

door

Gert Brevoord

dd

18-aug-23

		kWatt	24 uurs factor	KW verbruik gemiddeld per uur	kWh per dag	kWh per jaar
Lamme brug		reserve				
1	gebouwsystemen (verlichting, verwarming, wcd's)	4	0,2	0,8	19,2	7008
2	brug aandrijvingen	90	0,02	1,8	43,2	15768
3	brug noodaandrijvingen	4,4	0,02	0,088	2,112	771
4	asb's	7	0,01	0,07	1,68	613
5	seinen	1	0,6	0,6	14,4	5256
6	24 uur systemen besturing/communicatie/bediening	4	1	4	96	35040
7	kelderpomp	4	0,01	0,04	0,96	350,4
8	reserve capaciteit	25%	29			
Totaal		143		7	178	64806
		max aansluitwaarde		verbruik		
		gelijktijdigheid zonder reserve				
		97				
benodigde inkomende netvoeding van Stedin						
3* 400 VAC+ N		243	A			
3* 400 VAC+ N		165	A			
		cos phi				
		0.85				

5.2.2 Stand signalering

Het bewegingswerk van het brugval is van een vrij eenvoudig principe met betrekking tot de aansturing. Het bewegingswerk kent een vrij eenvoudige procesgang met daarbij geïntegreerd het opzetten van het brugval. Voor de procesgang zijn wel verschillende schakelposities en de bewakingen nodig die dienen te worden geïnitieerd vanuit de besturing.

Aansturing hoofdbeweging brug:

- SPES voor signalering stand brug (neer, voor neer, voor op, op ...) plaatsing zo dicht mogelijk bij de krukarm. Voor de SPES serie 110 van Stromag gebruiken)
- Absoluut encode op 2de uitgaande as elektromotor voor aansturing PLC
- Incrementeel encoder op 2de uitgaande as elektromotor voor terugkoppeling frequentie omvormer FO

Noodbeweging:

1. Signalering brug neer opnemen in SPES
2. Sensoren bij oplegging oplegzijde 2x

Het brugproces is al eerder beschreven in paragraaf 4.2. In de onderstaande sub paragrafen wordt het brugproces nogmaals bondig beschreven.

5.2.2.1 Hoofdbeweging openen van de brug

Beginsituatie:

- Het brugval is gesloten en opgezet.
- De remmen van het brugval zijn ingevallen.

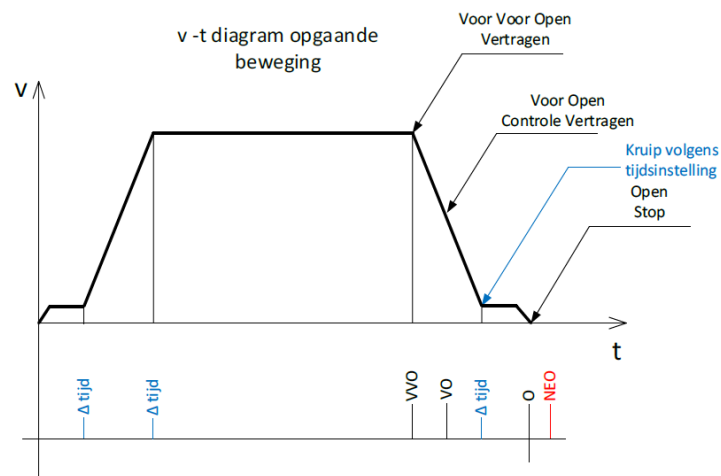
Openende beweging

Na de vrijgave voor het openen van het brugval wordt de worden de volgende processtappen doorlopen:

- De elektromotor (hoofdmotor) van het brugval worden gestart en leveren een voldoende koppel om het brugval te kunnen bewegen.
- De remmen krijgen vrijgave om te lichten.
- Nadat de remmen zijn gelicht (gedetecteerd) krijgt het brugval vrijgave om met de openende beweging te starten.
- Vervolgens wordt de beweging van het brugval gestart met een kruipversnelling die na een ingestelde tijd overgaat in een eenparige kruipsnelheid.
- Na een ingestelde tijd gaat de kruipsnelheid over in een eenparige versnelling gedurende een ingestelde tijd.
- Bij het bereiken van de eindsnelheid beweegt het brugval met een eenparige snelheid.
- Bij het bereiken van de vooreindstand wordt gedurende een ingestelde tijd begonnen met een eenparige vertraging tot kruipsnelheid. Tijdens het vertragen wordt het vertragen bewaakt met de retardeerbeveiliging. Wanneer het brugval niet voldoende vertraagt, wordt de beweging gestopt.
- Vervolgens wordt met een korte kruptijd en een kruipvertraging naar de eindstand bewogen.
- Bij het bereiken van de eindstand vallen de remmen.
- Wanneer de remmen zijn gevallen kan de motor worden uitgeschakeld.

Opgaande beweging:

- kruipversnelling : 1 s
- kruipbeweging : 5 s
- eenparige versnelling : 5 s
- eenparige beweging : 38 s
- eenparige vertraging : 5 s
- kruipbeweging : 5 s
- kruipvertraging : 1 s



Ter toelichting van de schakelposities. In bovenstaande figuur staan schematisch de schakelposities van de brug gegeven voor de opgaande beweging. Voor de opgaande beweging zijn er drie schakelposities die worden gedetecteerd met behulp van eindschakelaars. Voor de opgaande beweging dienen de volgende schakelposities te worden voorzien:

- VVO : Voor-Voor-Open (vertragen)
- VO : Voor-Open (controleren vertragen)
- O : Open (stoppen).

Voor de kruipbeweging is geen schakelpositie voorzien.

Eindsituatie

- Het brugval is open
- De remmen zijn ingevallen.
- De motor is uit.

5.2.2.2 Hoofdbeweging sluiten van de brug

Beginsituatie

- Het brugval is open
- De remmen zijn ingevallen.
- De motor is uit.

Sluitende brugbeweging

Na het vrijgeven voor het sluiten van het brugval worden de volgende processtappen doorlopen:

- De elektromotor (hoofdmotor) van het brugval worden gestart en leveren een voldoende koppel om de brug te kunnen bewegen.
- De remmen krijgen vrijgave om te lichten.
- Nadat de remmen zijn gelicht (gedetecteerd) krijgt het brugval vrijgave om met de sluitende beweging te starten.
- Vervolgens wordt de beweging van het brugval gestart met een kruipversnelling die na een ingestelde tijd overgaat in een eenparige kruipsnelheid.
- Na een ingestelde tijd gaat de kruipsnelheid over in een eenparige versnelling gedurende een ingestelde tijd.
- Bij het bereiken van de eindsnelheid beweegt de brug met een eenparige snelheid.
- Bij het bereiken van de vooreindstand wordt gedurende een ingestelde tijd begonnen met een eenparige vertraging tot kruipsnelheid. Tijdens het vertragen wordt het vertragen bewaakt met de retardeerbeveiliging. Wanneer het brugval niet voldoende vertraagt, wordt de beweging gestopt.
- Vervolgens wordt met een korte kruptijd en een kruipvertraging naar de eindstand bewogen.
- Bij het bereiken van de eindstand vallen de remmen in.
- Wanneer de remmen zijn gevallen kan de motor worden uitgeschakeld.

Voor de neergaande beweging wordt eenzelfde 'schema' gevonden. De volgende schakelposities worden voorzien:

- VVD : Voor-Voor-Dicht (vertragen)
- VD : Voor-Dicht (controleren vertragen)
- D : Dicht (stoppen).

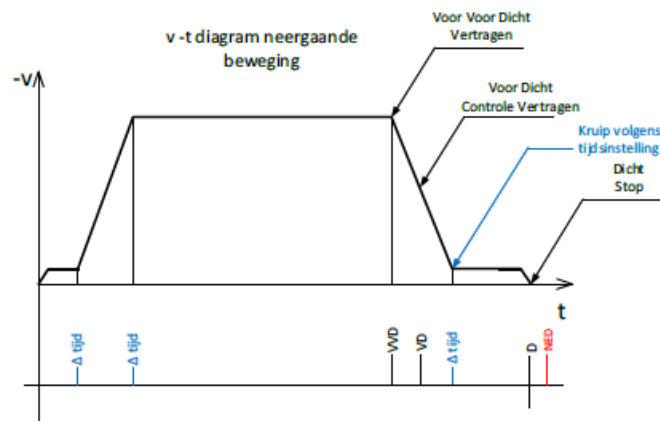
Eindsituatie

- De brug is gesloten en opgezet
- De remmen zijn ingevallen.
- De motor is uit.

Voor de sluitende beweging:

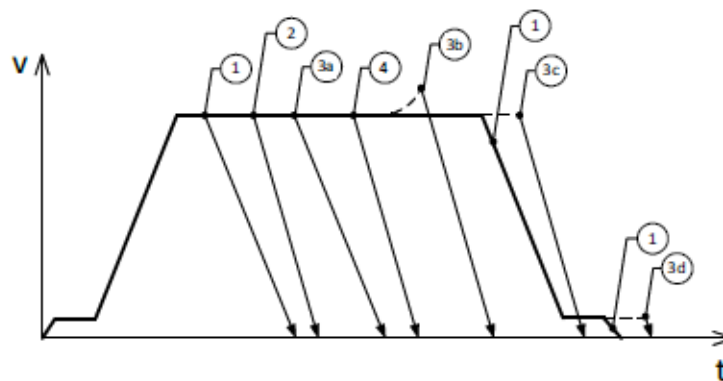
- kruipversnelling : 1 s
- kruipbeweging : 5 s

- eenparige versnelling : 5 s
- eenparige beweging : 38 s
- eenparige vertraging : 5 s
- kruipbeweging : 5 s
- kruipvertraging : 1 s



5.2.2.3 Noodbeweging

Naast de normale procesgang kunnen er zich ook uitzonderingssituaties voordoen. Deze moeten worden afgestemd met de besturingstechnische installatie. In onderstaande afbeelding is wel al een voorzet gegeven van verschillende vertragingssituaties.

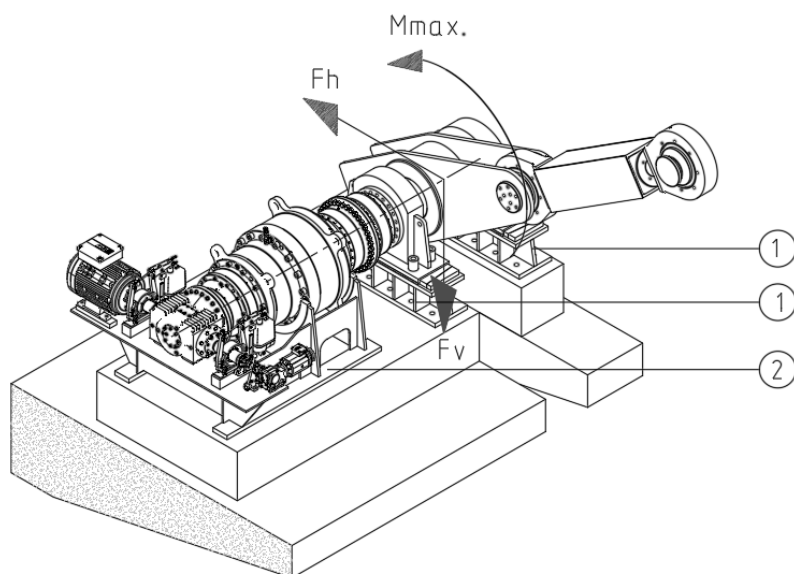


Legenda:

- 1 : tussentijdse stop of normale vertraging
- 2 : uitval energie
- 3a : beschermende stop door besturing door activatie elders
- 3b : beschermende stop door te hoge snelheid
- 3c : beschermende stop door te laat retarderen
- 3d : beschermende stop door niet stoppen bij eindstand
- 4 : noodstop door bediener.

5.3 Raakvlakken civiel.

Het raakvlak met civiel is met name de belastingen vanuit de aandrijving en de hoofddraaipunten op onderbouw. Voor de belastingen vanuit de aandrijving op de onderbouw zie document 39055-BER-00376 paragraaf A17 belastingen op bordes voorwand: De momenten en belastingen in tabel 17-1 en 17-2 komen voort uit gecombineerde belastingen conform tabel 11 van de NEN 6786-1.2017+C1 (VOBB) vertaald naar de as van de krukarm.



Belastingen op onderbouw vanuit aandrijving

- 1 Onderstoel lagering as krukarm.
- 2 Frame aandrijving.

De belastingen F_h en F_v worden via de lagering as krukarm en onderstoelen afgedragen aan bordes voorwand. De belasting F_h en F_v worden gelijkmatig verdeeld over de lager ondersteuning. Het moment M_{max} , wordt via frame aandrijving afgedragen aan bordes voorwand.

Maximale uitkomsten overbelasten (O) en vermoeiing (V)

- $F_h;O;rep.$: 833 kN
- $F_v;O;rep.$: 643 kN
- $M_{max};O;rep.$: 1121 kNm
- $F_h;V;rep.$: 282 kN
- $F_v;V;rep.$: 165 kN
- $M_{max;V;rep.}$: 233 kNm

6 Risico's

6.1 Algemeen

Tijdens het voorontwerp van de aandrijving zijn verschillende risico's geïdentificeerd. Onderstaande geeft een overzicht van de grootste risico's die op dit moment in beeld zijn voor het voorontwerp.

- Sterkte en stijfheid onderbouw t.p.v. hoofddraaipunten en aandrijving niet voldoende.
- Nog niet uitgezochte onderdelen van het bewegingswerk.
- Niet beschikbaarheid door wind is niet goed geïnterpreteerd.

6.2 Aandachtspunten voor het definitief ontwerp

Nog niet alle onderdelen zijn uitgezocht. Naast het verder detailleren van de verschillende componenten van het bewegingswerk dienen in het bijzonder de volgende onderdelen onder aandacht te staan:

- Nadere overleg met Provincie Zuid Holland en definitieve bevestiging over de toepassing van de planetaire tandwielkasten voor het bewegingswerk van de bruggen.
- Afspraken maken over berekeningen met excel i.p.v. Mathcad.
- Nadere overleg met Provincie Zuid Holland en bevestiging over de toe te passen niet beschikbaarheid voor de vallen NO en ZW.
- Het afstemmen met leverancier van de tandwielkasten van de toe te passen bevestiging van de boogtandkoppeling aan de tandwielkast.
- Het afstemmen met leverancier van boogtandkoppeling van de toe te passen grootte van de boogtandkoppeling.
- De frameconstructie waar de tandwielkast in wordt gemonteerd.
- Vastzetinrichting nog niet uitgezocht
- Het staalwerk van de trek-duwstang is nog niet op sterkte en stabiliteit gecontroleerd.
- Nagaan wat de consequenties zijn voor de veerstijfheid van het veerbuffer door de mogelijke opbolling van het val door temperatuursverschillen.
- De laatste stand van de evenwichtsgegevens van de brugvallen is nog niet verwerkt in dit voorontwerp. In het definitief ontwerp dient van de actuele gegevens worden uitgegaan.
- Stahoogte bij aandrijving is 2,1 m. Moet conform FTPvE-0048 tenminste 2,4 meter zijn.

7 Conclusie

Met de gemaakte berekeningen en overwegingen in deze rapportage wordt aangetoond dat het bewegingswerk voor de bruggen zoals voorgesteld haalbaar/maakbaar is. In het voorontwerp zijn enkele conservatieve vereenvoudigingen gedaan die daardoor ruimte bieden om in de definitief ontwerpfase verschillende optimalisaties door te voeren. Er zijn verschillende risico's geïdentificeerd die in het definitief ontwerp onderzocht dienen te worden.

8 Bijlagen

- 8.1 Vragenlijst PZH over gebruik planetaire twk d.d. 08-07-2024
- 8.2 Tekening planetaire tandwielkast.
- 8.3 Tekening boogtandkoppeling.
- 8.4 Eisen planetaire tandwielkasten in hoofdaandrijving.
- 8.5 Verificatieoverzicht ACT-0529 Opstellen VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB
- 8.6 Toetsingsformulier CCV documentnummer TF-24097-CCv-008.

Vragenlijst Provincie Zuid Holland n.a.v. bezoek d.d. 22-05-2024 aan Provincie Fryslân.

De **rode** antwoorden zijn van SEW

De **groene** antwoorden van Rusthoven en de Provincie Fryslân.

Aanvullende vragen van Provincie Zuid Holland d.d. 04-06-2024 betreffende vraag 6 en 10

Aanvullende vragen vanuit voortgangsoverleg d.d. 05-07-2024 betreffende vraag 13. Hoe te voldoen aan gestelde eisen van panamawiel wanneer planetaire tandwielkast overbrenging wordt.

1. We zagen op de impressie voor de aandrijving van de Lammebrug een verdeeltandwielkast die nodig is om een hoofd- en een noodmotor te kunnen gebruiken, is de verdeelkast ook van SEW (Rusthoven benadrukte de meerwaarde van SEW, een niet SEW verdeelkast zou hieraan afbreuk doen);
De verdeelkast is van het fabricaat Graessner. Er zijn meerdere bruggen van PZH waar deze al zijn toegepast. De servicefactor van de Graessner kast op basis van het motorvermogen is ca.9 wat zeer hoog is. Als wij mogen toetsen volgens artikel 10.4 uit de VOB dan is de UC.ca. 0,2. SEW ziet Graessner als een A-merk. SEW heeft zelf hiervoor geen standaard oplossing. Alles is speciaal te maken, maar wordt zeer prijzig en is ons inziens echt onnodig.
2. Waarom is in de basculebrug Dronrijp een extra tandwielkast gebruikt en is deze niet voorzien in de Lammebrug;
De toegepaste SEW planetaire tandwielkasten bij brug Dronrijp zijn uit een andere serie planetaire tandwielkasten, namelijk de P-serie en heeft maximaal maar 2 trappen en derhalve is een extra tandwielkast nodig. De planetaire tandwielkasten die in ontwerp Lammebrug zijn toegepast komen uit de XP-serie en hebben maximaal 4 trappen. De P-serie is niet groot genoeg voor de koppels van de Lammebrug.
3. Voor de Lammebrug worden 2 steunlagers voor de uitgaande as waarop de knikarm is bevestigd voorzien, dat juichen we toe, maar is op deze wijze niet toegepast in Friesland voor zover we hebben gezien, is er een specifieke aanleiding geweest voor deze keuze voor de Lammebrug;
I.v.m. de grote radiale belastingen vanuit de ontwerpberekening op de uitgaande as van de planetaire tandwielkast is er gekozen voor een lagering aan weerszijden van de krukarm. Hierdoor wordt de planetaire tandwielkast alleen op een wringend koppel belast waardoor een kleiner type planetaire tandwielkast kan worden toegepast.
4. De hoge stijfheid door het ontbreken van lange assen in van de aandrijving betekent hoge krachten op de aandrijving (o.m. bij cat. 0 noodstoppen) hoe wordt hier in het ontwerp rekening mee gehouden.
In de ontwerpberekening is hiermee rekening gehouden. De ontwerpberekening aandrijving, documentnummer 60230832-50-002 rev 0.1 is uitgegaan van val Zuidwest (welke het grootste val oppervlak heeft). Voor het bepalen van de stijfheid aandrijving zie hoofdstuk A6 van bovengenoemd document. In de volgende fases zal stijfheid nauwkeuriger bepaald worden.
5. De viscositeit van de olie kan bij koud weer een rol spelen, kan olieverwarming worden toegepast;
SEW past een relatief dunne synthetische olie toe bijv. CLP HC150. Deze olie is toepasbaar tot -30°C. De viscositeit van de olie in een brug toepassing veranderd vanuit de belasting en door de korte inschakelduur nauwelijks en

derhalve is dit technisch geen probleem. Olieverwarming is zelden tot nooit echt noodzakelijk .

6. Wij gebruiken op de traditionele (niet planetaire) tandwielkasten luchtdrogers (om het vochniveau in de kast te reguleren en daarmee vermenging van water met de olie tegen te gaan) kunnen/moeten die ook worden toegepast op de planetaire kasten, wat adviseert SEW daarin;
SEW kan ook hier RMF luchtfilters toepassen zowel op de SEW planetaire tandwielkast als op de Graessner tandwielkast.

Aanvullende vraag PZH d.d. 04-06-2024

Vraag 6: geeft nog geen volledig antwoord op de vraag wat SEW hierin adviseert.

Traditionele tandwielkasten “ademen” waardoor er tijdens bedrijf lucht wordt uitgewisseld met de buitenlucht en er vochtige lucht in de kast komt, wat in de kast kan gaan condenseren. Kennen planetaire TWK ook dat fenomeen (ademen), zo niet dan zou een luchtfilter-droger niet nodig zijn.

Ook planetaire tandwielkasten kennen dit fenomeen, wel is het in brugtoepassingen veel minder, omdat de inschakelduur heel laag is en ook de opwarming minimaal is, maar technisch heeft een luchtfilterdroger absoluut een voorkeur en wij passen ze standaardmatig ook steeds meer toe. Wij gebruiken standaard het fabricaat Des-Case ontluichters , maar RMF is tegenwoordig daar een onderdeel van.

7. In Friesland wordt het olieniveau bewaakt, waarom is dat nodig? Zijn de kasten gevoelig voor lekkage, heerst er in de kast een hoge oliedruk (t.o.v. traditioneel) waardoor lekkages eerder kunnen optreden, is een klein verlies van olie al kritisch voor de smering, hoeveel liter olie bevat een kast en hoeveel liter zit er tussen normaal en te laag oliepeil (een olieniveaubewaking zou voor de PZH software een behoorlijke aanpassing vergen);
Provincie Fryslân is begonnen met oliebewaking i.v.m. het op afstand bedienen van de bruggen, waardoor controle niet regulier is.

SEW zien geen meerwaarde hierin. Door de zeer korte inschakelduur is er nauwelijks slijtage aan de lagers en oliekeerringen en er is ook geen noemenswaardig opwarming die normaliter voor slijtage kan zorgen. Wij hebben overigens nog nooit een olielekkage meegemaakt in een brug. Wij adviseren wel bij bruggen een hoger olieniveau als gevolg van het zeer lage toerental en korte inschakelduur. Wij kunnen de tandwielkast voorzien van een oliepeilglas met aanduiding hoog laag.

8. De aandrijving van de SPES kan alleen gerealiseerd worden op de uitgaande as (waarop de krukarm is bevestigd), die minder dan één omwenteling maakt. We willen in de SPES (Stromag 110 serie) tussen de open en dicht positie een rotatie van de nokkenas van 300-320°. Hoe is de SPES en de aandrijving ervan inpasbaar.
Voor de SPES is de beste positie zo dicht mogelijk bij de krukarm. Om aan bovengenoemde eis te voldoen is het mogelijk om op de as van de krukarm tussen lagering krukarm en planetaire tandwielkast een kunststof tandsegment aan te brengen. Op de uitgaande as van de SPES een kunststof tandwiel

aanbrengen met de juiste overbrengingsverhouding. Geheel afschermen met een doorzichtige kunststof kap.

9. Het wisselen van de olie gebeurt in vergelijking met normale tandwielkasten relatief vaak, komt dit voort uit het gebruik of is veroudering door de tijd de bepalende factor. Is het wisselen van de olie op basis van de uitkomsten van de olieanalyse (die PZH jaarlijks uitvoert) een bruikbare methode i.p.v. op basis van tijd of gebruik. Wat adviseert SEW.

In brug toepassingen verouderd de olie niet vanuit belasting. Olieanalyse is een bruikbare methode welke wij ook adviseren bij grote oliehoeveelheden. SEW houden een maximale standtijd aan van 5 jaar.

10. Kan een onderhoudsschema wat Friesland hanteert c.q. SEW adviseert worden overlegd (welke activiteiten vinden plaats met welke frequenties)
SEW kan dit maken want het onderhoud is minimaal en bestaat voornamelijk uit regelmatige visuele- en (afwijkende) geluidscontroles.

Aanvullende vraag PZH d.d. 04-06-2024

kunnen wij beschikken over de door de Prov. Friesland gehanteerde onderhoudsschema's m.b.t. planetaire TWK: welk onderhoud/welke inspecties worden uitgevoerd en met welke frequenties.

Rusthoven heeft hierover contact gehad met dhr. K. Steneker hoofd technische dienst bij Provincie Fryslân.

1 x per maand worden de planetaire tandwielkasten visueel gecontroleerd op onderstaande punten:

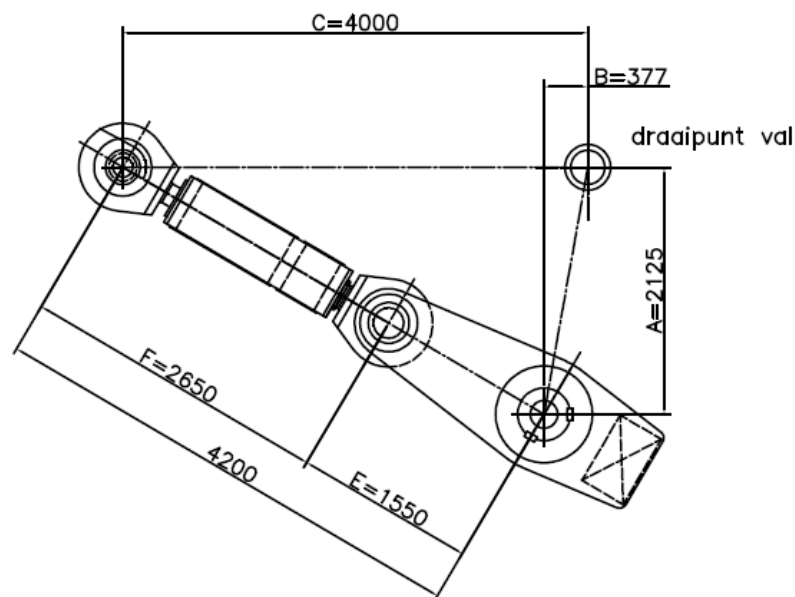
- Oliepeil.
- Lekkage.
- Geluidontwikkeling, door brug 1x te openen en te sluiten

1x in de 5 jaar wordt olie planetaire twk-en vervangen. Dan wordt van deze olie een monster gemaakt. Voor olie onderzoek planetaire twk sluisdeuren Tsjerk Hiddessluis te Harlingen zie bijlage oliemonster 2020 TH sluis deuraandrijving 14.

11. We voeren jaarlijks trillingsmetingen uit op de traditionele tandwielkasten, door de opbouw daarvan kunnen we vaak per as/lager vaststellen of deze (on)kritisch zijn. Hebben dergelijke metingen door de compacte bouw van de planetaire kasten wel zin en is een evt. verhoogd trillingniveau dan toe te schrijven aan een bepaald deel van de kast?
Het is mogelijk, maar vooral de laatste trappen draaien vermoedelijk te langzaam voor een goede trillingsanalyse. SEW heft specialisten die dit indien gewenst kunnen toelichten.
12. Bij traditionele kasten zijn luikjes aanwezig waarmee het inwendige van de kast geïnspecteerd kan worden (visueel en/of m.b.v. een endoscoop), is dat ook mogelijk bij planetaire kasten.
Deze kasten zijn inwendig goed controleerbaar d.m.v. een endoscoop. Zie ook bijlage Relatorio Boroscopia Cevasa-2017, het is wel in het Spaans echter de vele foto's hierin geven wel een goed beeld hoe het inwendige van planetaire tandwielkasten geïnspecteerd kunnen worden met een endoscoop.
13. Het verdraaien van de trek-duwstangen was een opvallend fenomeen bij beide bruggen die we hebben gezien. Wij (her)kennen dat niet in ons areaal omdat

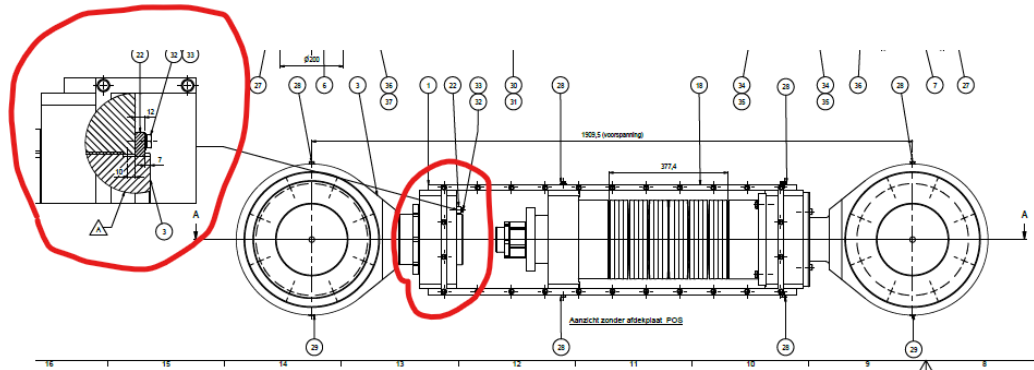
de onderzijde van de behuizing niet draaibaar is verbonden met het benedenoog (alleen de verende stang met bovenoog kan verdraaien). Waarom is gekozen voor een uitvoering die het verdraaien van de behuizing tussen beneden- en bovenoog toelaat?

De reden voor het toepassen van een draaibaar benedenoog trekduwstang is om maat afwijkingen in de driehoek draaipunt trekduwstang aan ballastkist, draaipunt trekduwstang en krukarm, draaipunt krukarm planetaire tandwielkast en hoofddraaipunt val op te vangen. Dit in relatie met de benodigde oplegdruk in opgezette toestand. Uitgangspunt bij opgezette toestand is dat de trekduwstang en krukarm in 1 lijn liggen. Er werkt dan geen moment op aandrijving. Indien in deze situatie niet de benodigde oplegdruk aanwezig is kan door trekduwstang te draaien (eerst contramoer los draaien) de oplegdruk aangepast worden. De instelling kan bij een minimale hoekverdraaiing van 90° ingesteld worden en is afhankelijk van de spoed van de schroefdraad benedenoog. Er hoeft niet met vulplaten gewerkt te worden.



GEOMETRIE AANDRIJVING OPGEZET

Rusthoven heeft al bij een aantal projecten een borging voor bovengenoemde verdraaiing toegepast. Zie onderstaand figuur.



1. **Hoe te voldoen aan gestelde eisen van panamawiel wanneer het een planetaire tandwielkast overbrenging wordt.**
 - a. Zoals beschreven in FTPVE en ROK 1.4 dienen tandwielkasten en open tandwiel overbrengingen te voldoen aan:
 - i. FTPVE (verwijst naar ROK 1.4 en NEN6786-1+C1_2021 (VOBB))
 - ii. ROK 1.4 (verwijst naar RTD 1018, RTD 1019 en NEN6786-1+C1_2021 (VOBB))
 - iii. NEN6786-1+C1_2021 (VOBB)
 - iv. RTD 1018 als het om hoofdaandrijvingen van beweegbare bruggen gaat verwijst de RTD 1018 naar de RTD 1019.
 - v. RTD 1019
 - b. De eisen die gesteld zijn aan open tandwieloverbrengingen (panamawiel en rondsel) in het FTPVE, NEN6786-1+C1_2021 (VOBB), RTD 1019, vervallen doordat hiervoor gebruik gemaakt wordt van planetaire tandwielkast.

Resume: de planetaire tandwielkast moet voldoen aan FTPVE, NEN6786-1+C1_2021 (VOBB) en RTD 1019

Vanuit de eisen van de RTD 1019 wordt gesteld dat een tandwielkast voorzien moet worden van een inspectieluik.

Bij een planetaire tandwielkast is een inspectieluik niet mogelijk i.v.m. de compacte bouwvorm. Hiervoor in de plaats worden op diverse punten in de behuizing van de planetaire tandwielkast "kijk" gaten aangebracht om het inwendige te controleren met een endoscoop. Deze gaten worden afgedicht met een stop. Voor het controleren met een endoscoop wordt een procedure gemaakt. (Voor controle met endoscoop zie bijlage 3)

De behuizing van de planetaire tandwielkast wordt met een FEM-berekening gecontroleerd.

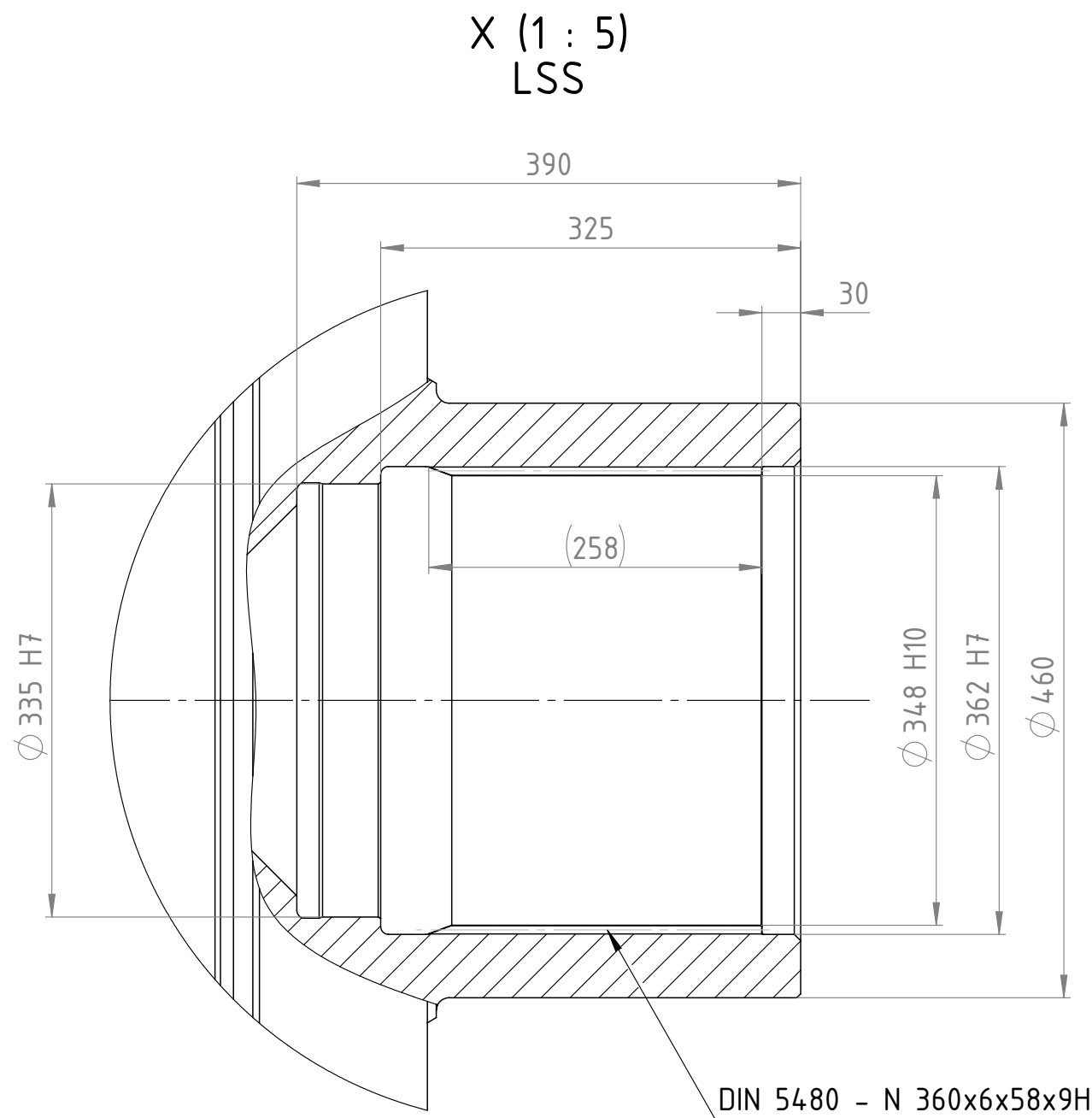
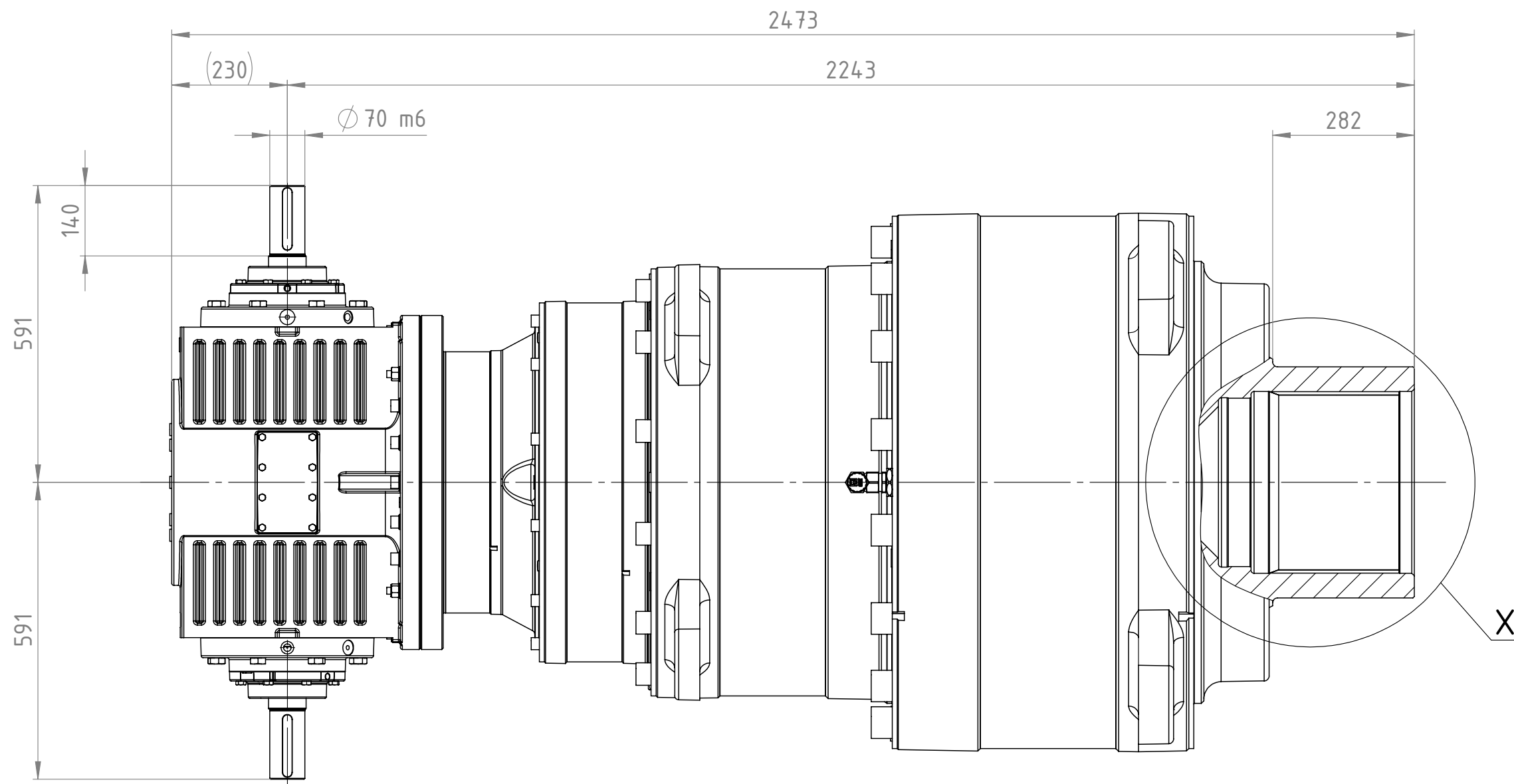
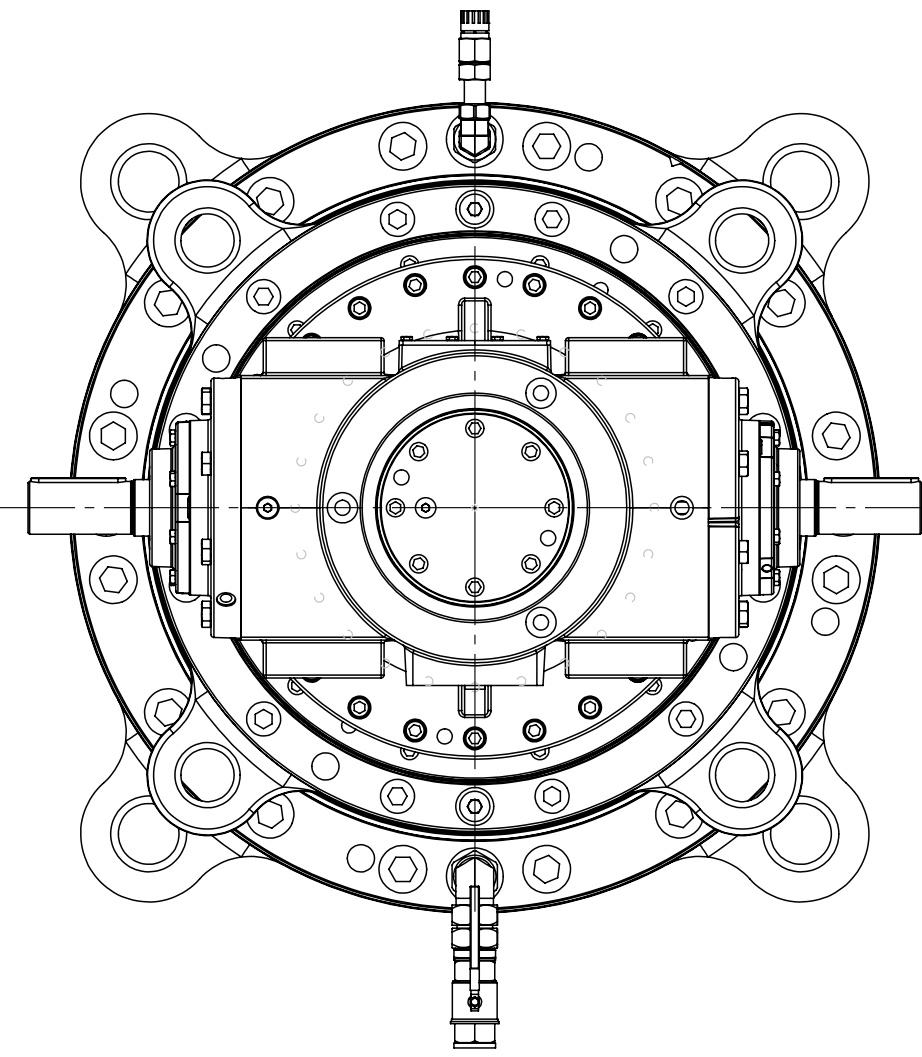
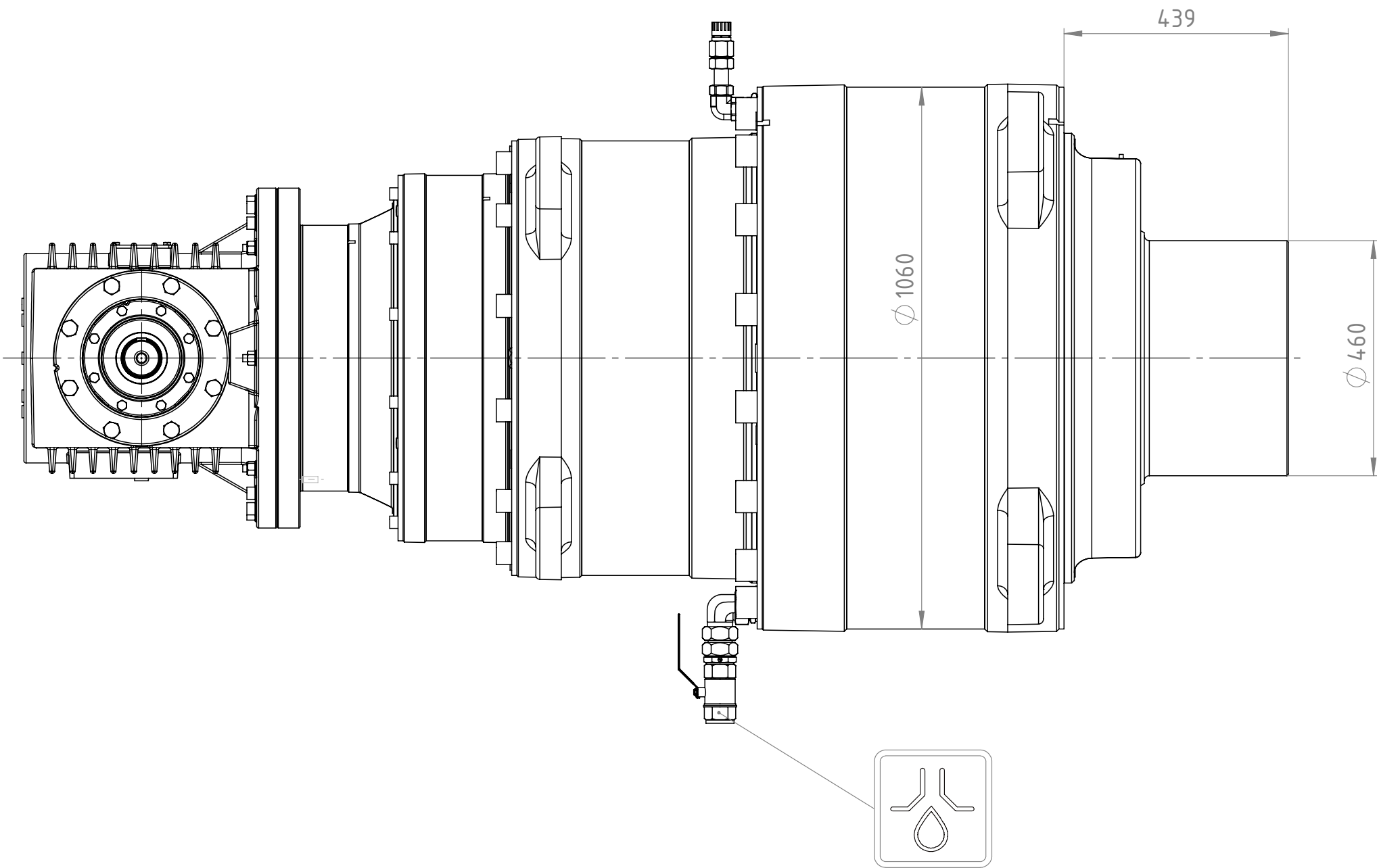
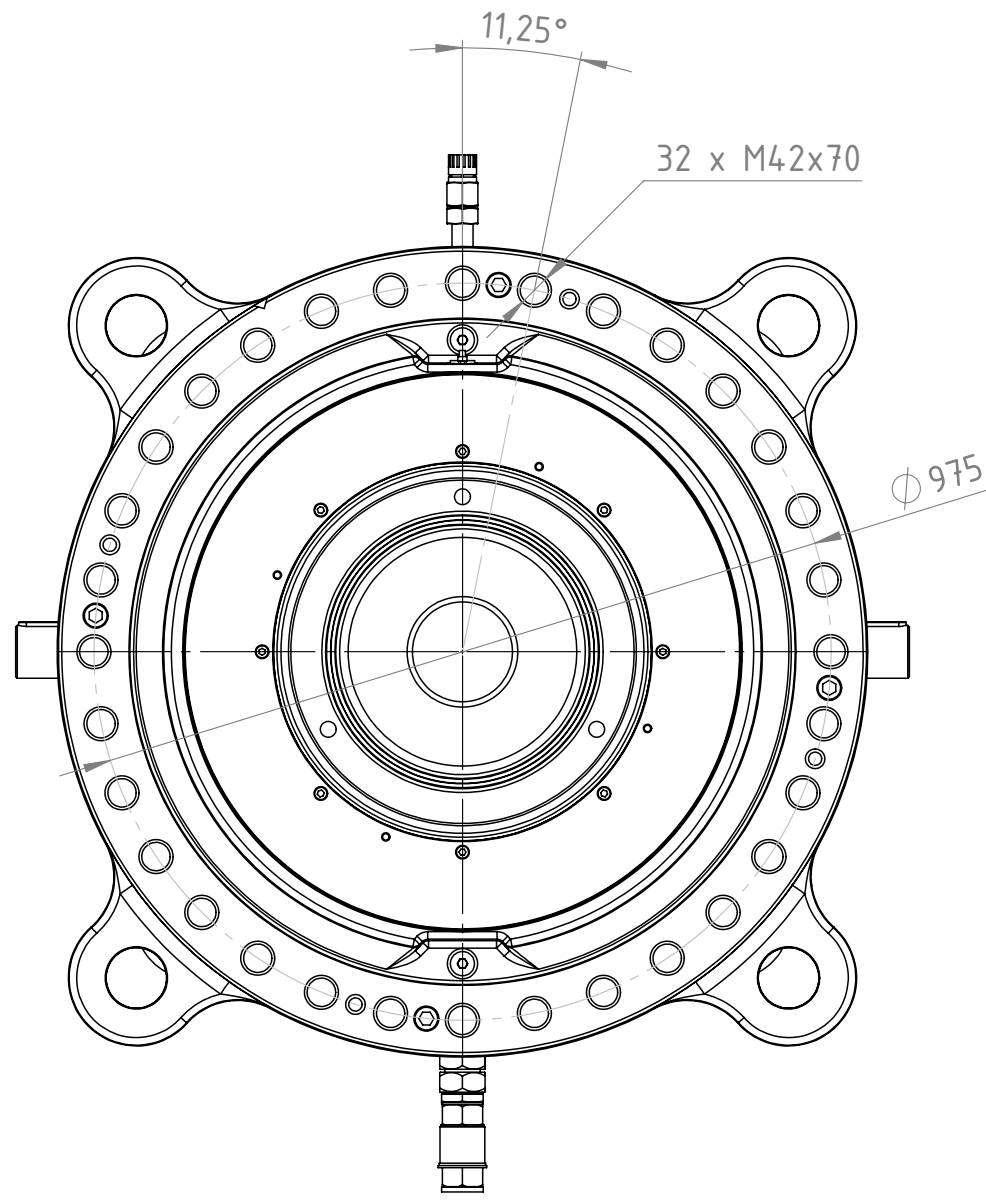
Waar nodig worden de tandvlakken van de tandwielen gecarboneerd en niet genitreerd zoals de NEN6786-1+C1_2021 (VOBB) voorschrijft.

De planetaire tandwielkast wordt voorzien van een olieniveau controle (max. en min. stand)

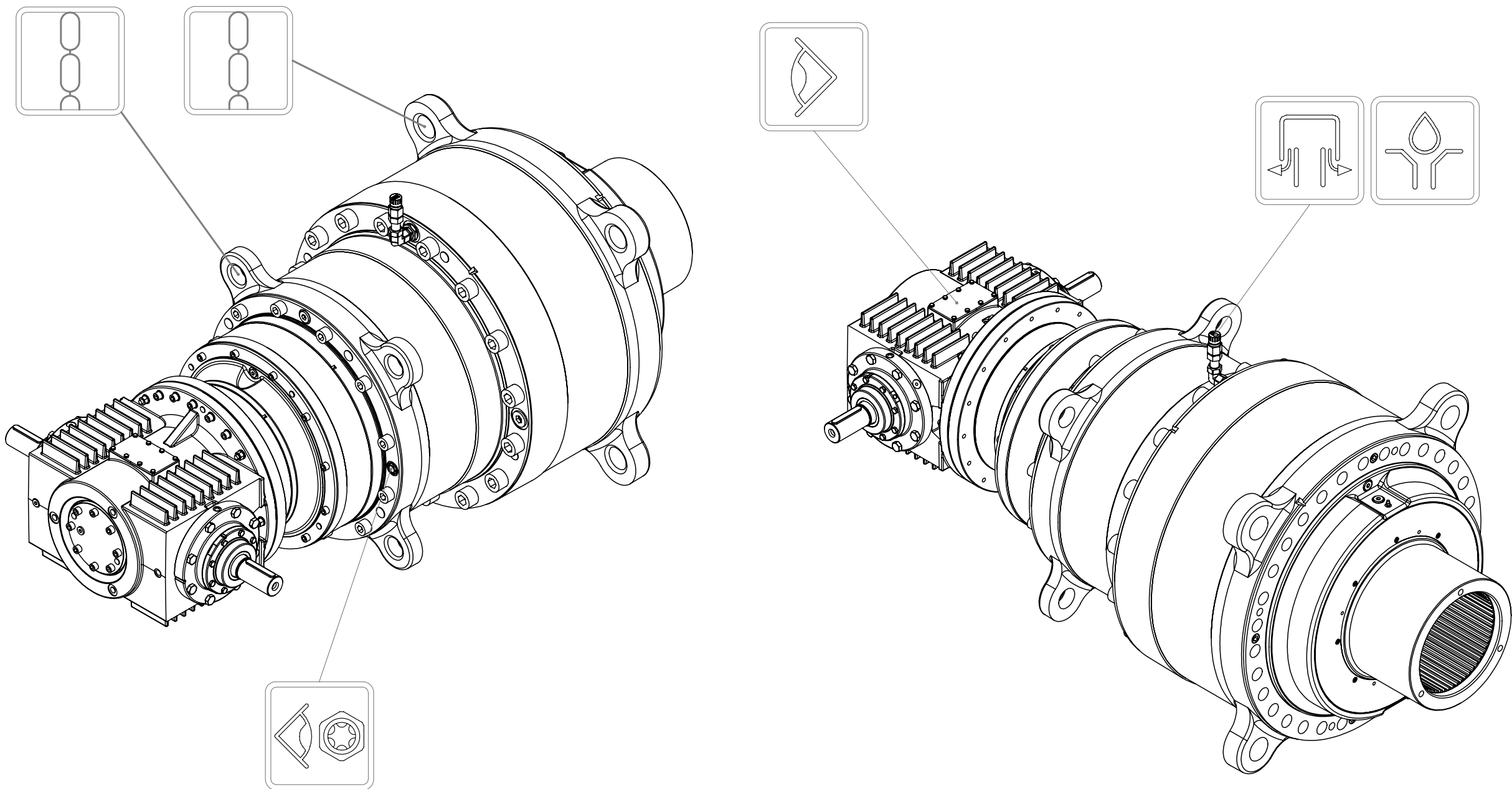
Aan de ingaande zijde van de planetaire tandwielkast wordt een haakse tandwielkast geplaatst met 2 ingaande assen (Voor- hoofd en noodaanrijving)

Bij SEW wordt nagevraagd of deze haakse tandwielkast een eigen olie ruimte heeft of als deze in verbinding staat met olie ruimte planetaire tandwielkast. Inmiddels is door SEW bevestigd dat haakse tandwielkast 1 geheel vormt met

planetaire tandwielkast. Haakse twk en planetaire twk hebben 1 gemeenschappelijke olie ruimte. Haakse twk is voorzien van inspectie luik.



BIJLAGE 8.2

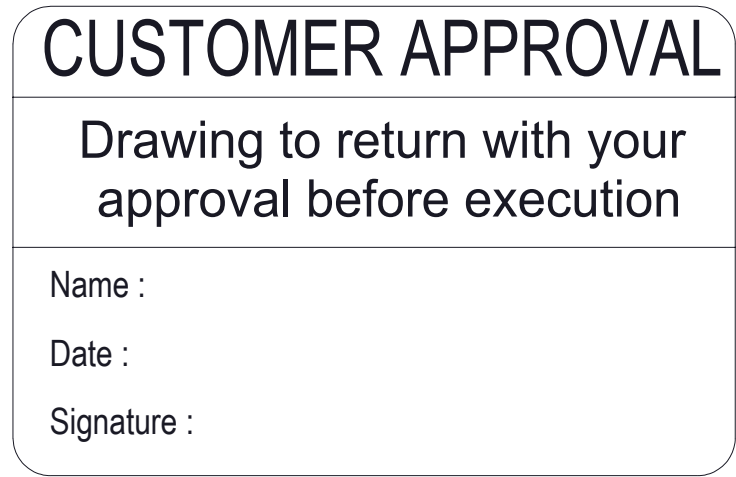


Preliminary drawing

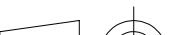
Passmaß		Abmaß
362	H7	+0.057 0
348	H10	+0.230 0
335	H7	+0.057 0
70	m6	+0.030 +0.011
Toler.dim		deviat.

Drawn	Date	Name	DIN ISO 5456	Material:
Check	07/30/2024	BRSILEDV	Scale	Material No.:
Stand			1:10	made from:
The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without express authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.				Weight (kg): 6287
SEW				
Mod.-No.	Type: XP5KV150/F			
Quant.				
Date:				
Name:				
Dimension drawing				Part number
K015 891 8 .X 0.1 00				Status Version Format
Alt. for:				Validity
Plot:Silva.Edvaldo/11/30.07.2024/19:58:21				Sh. 1/1

NOTES :	
1	Application power : ____ kW
2	Application nominal torque : ____ Nm
3	Application peak torque : ____ Nm
4	Application nominal speed : ____ rpm
5	Maximum angular misalignment : 2x 0,75°
6	Maximum misalignment capacity : see A150E(a)
7	Nominal gear torque : 1120 000 Nm
8	Peak gear torque : 2 240 000 Nm
9	Weight : ~ 1 451 kg / Inertia : ~ 103,77 kg.m ²
10	Both hubs and sleeves are made out of 42CrMo4 + HT
11	For assembly, operation and maintenance see I.M./B400



		12	40	Fit bolt	St 12.9	-	101609.030110.124
		11	40	Self-locking nut	St 10	-	107980.030000.101
		10	2	End cap	St 52.3	7840450-008	449011.451140.000
		9	48	Screw DIN 912	St 12.9	-	101912.012040.124
		8	48	Washer	Spring St.	.	108010.000120.000
		7	1	Hub flex	42CrMo4	2140358-007	449112.210358.007
		6	2	O-ring	Buna	-	112120.596500.699
		5	2	Gasket	Paper	E-1388	111001.045003.000
		4	4	Plug DIN 906 - 3/8 BSPT	St 5.8	-	104906.706000.050
		3	1	Gasket	Paper	2140358-003	449112.210358.003
		2	2	Sleeve	42CrMo4	2140358-002	449112.210358.002
		1	1	Hub flex	42CrMo4	2140358-001	449112.210358.001
		Item	Qty	Description	Material	Drawing Nr	Code Nr

Roughness			Inertia (kg.m²): .		Weight (kg): .		Commercial Nr: QBV212182		File Ref :-	
Symbol	Ra μ inch μ m			Scale 1:2.5	Tolerances : Unless otherwise specified	Drawn Date	AF 12/04/2022		ESCO COUPLINGS SRL Avenue Ernest Solvay, 48 1480 Saintes Belgium	
	—	—		Linear : ± 0,1mm Angular : ± 0°'30'	Approved	BH				
	252	6.3			Checked	KP				
	126	3.2			 ESCOSHAFT ESCOGear Fust 450NEM Assembly					
	63	1.6								
	16	0.4								
			This design is the exclusive property of ESCO COUPLINGS SRL It is for internal use only and is not to be reproduced or to be transmitted To others without written consent.						Format A 2	
									Drawing Nr	
									Rev.	
									2140358-000 B	

Project : Lammebrug te Leiden
Onderwerp : Eisen planetaire tandwielkasten in hoofdaandrijving
Opsteller : P. Hoekstra
Datum : 07-10-2024
Rev. : A

Vraag: Voldoet een planetaire tandwielkast als vervanger van een aandrijving met panamawiel aan de gestelde normen, richtlijnen en voorschriften contracteisen Lammebrug.

Contracteisen:

1. Vraagspecificatie deel 1- Eisen paragraaf 1.5.3 FTPvE beweegbare kunstwerken.
 - a. In het document 'Functioneel en Technisch PvE Beweegbare Kunstwerken' versie 4.4 van de provincie Zuid-Holland is het document 'RTD 1001:2017 - Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken' (ROK) versie 1.4 van toepassing verklaard. Daar waar in het document 'Functioneel en Technisch PvE Beweegbare Kunstwerken' wordt verwezen naar de ROK dient versie 1.4 van de ROK te worden gehanteerd.
2. FTPvE paragraaf 2.2 van toepassing zijnde regels en normen.
 - a. Normen welke van toepassing zijn op de machine:
 - i. NEN 6786-1: Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB);
 - b. Richtlijnen en voorschriften:
 - i. Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken (ROK 1.4)
 - c. Hoofdstuk 5.4; Voor het ontwerpen en berekenen van staalconstructies en mechanische uitrusting (incl. fabricage en uitvoering) zijn, naast de specifieke eisen volgens dit document, de Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken 1.4 (ROK) van Rijkswaterstaat (RTD 1001:2017) van toepassing. Dit is eis FPTE-0095
3. FTPvE paragraaf 8.8.5.1 tandwielkasten, is eis FPTE-0034.

Vanuit contracteisen moet aandrijving voldoen aan onderstaande normen, richtlijnen en voorschriften:

1. NEN 6786-1+C1_2021: Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB);
2. RTD 1001:2017 - Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken' (ROK) versie 1.4
3. FTPvE eis FPTE-0095 (par.8.8.5.1).

NEN 6786-1+C1_2021:

Eisen tandwielkasten zijn beschreven in paragraaf 10.3 en 10.4 Tandwielkasten.

RTD 1001:2017 (ROK 1.4)

Vanuit eis 5.14 dienen tandwielkasten te voldoen aan de RTD 1018 en aan de RTD 1019.

RTD 1018: eisen handelsproducten

Vanuit eis 7.1 van de RTD 1018 moeten tandwielkasten voor hoofdaandrijving beweegbare bruggen voldoen aan de RTD 1019 en de NEN 6786. RTD 1018 is niet van toepassing.

RTD 1019: eisen tandwielkasten, open overbrengingen en hoogtandkoppelingen

Vanuit eis 3.1 dient de tandwielkast voorzien te worden van inspectievoorzieningen.

Resume: de planetaire tandwielkast moet voldoen aan:

- **FTPvE,**
- **ROK 1.4,**
- **NEN6786-1+C1_2021 (VOBB)**
- **RTD 1019**

Inspectie inwendige planetaire tandwielkast en haakse tandwielkast:

Vanuit de eis 3. van de RTD 1019 wordt gesteld dat een tandwielkast voorzien moet worden van inspectievoorzieningen.

Bij een planetaire tandwielkast wordt dit gerealiseerd door op diverse punten in de behuizing van de planetaire tandwielkast "kijk" gaten aan te brengen om het inwendige te controleren met een endoscoop. Deze "kijk" gaten worden zodanig aangebracht dat alle trappen van de planetaire tandwielkast met een endoscoop geïnspecteerd kunnen worden. Deze gaten worden afgedicht met een stop. Voor het controleren met een endoscoop wordt een procedure gemaakt.

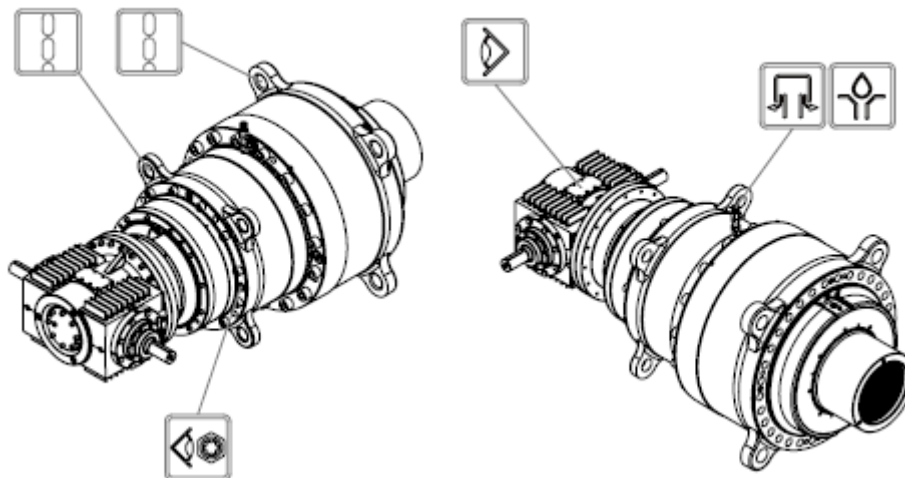
Aan de ingaande zijde van de planetaire tandwielkast wordt een haakse tandwielkast geplaatst met 2 ingaande assen (Voor hoofd- en noodaanrijving). Deze haakse tandwielkast wordt door SEW als 1 geheel aangebracht met de planetaire tandwielkast. Haakse tandwielkast is voorzien van inspectieluik.

Olie voorziening planetaire tandwielkast en haakse tandwielkast:

Haakse tandwielkast en planetaire tandwielkast hebben 1 gemeenschappelijke olieruimte. De planetaire tandwielkast met haakse tandwielkast wordt voorzien van:

- een olieniveau controle (max. en min. stand).
- Informatie toegepaste olievulling op "resopal" plaatje
- Aansluitingen voor externe filterinstallatie
- RMF luchtdroger.

Verdere voorzieningen t.b.v. smering conform FTPvE par. 8.8.5.1



Planetaire tandwielkast XP150 (uitgaande as wordt een massieve as met buiten spline en niet een holle as met binnen spline)

Berekening planetaire tandwielkast met haakse tandwielkast:

Berekening onderdelen planetaire tandwielkast met haakse tandwielkast conform NEN 6786-1. De behuizing van de planetaire tandwielkast wordt met een FEM-berekening gecontroleerd.

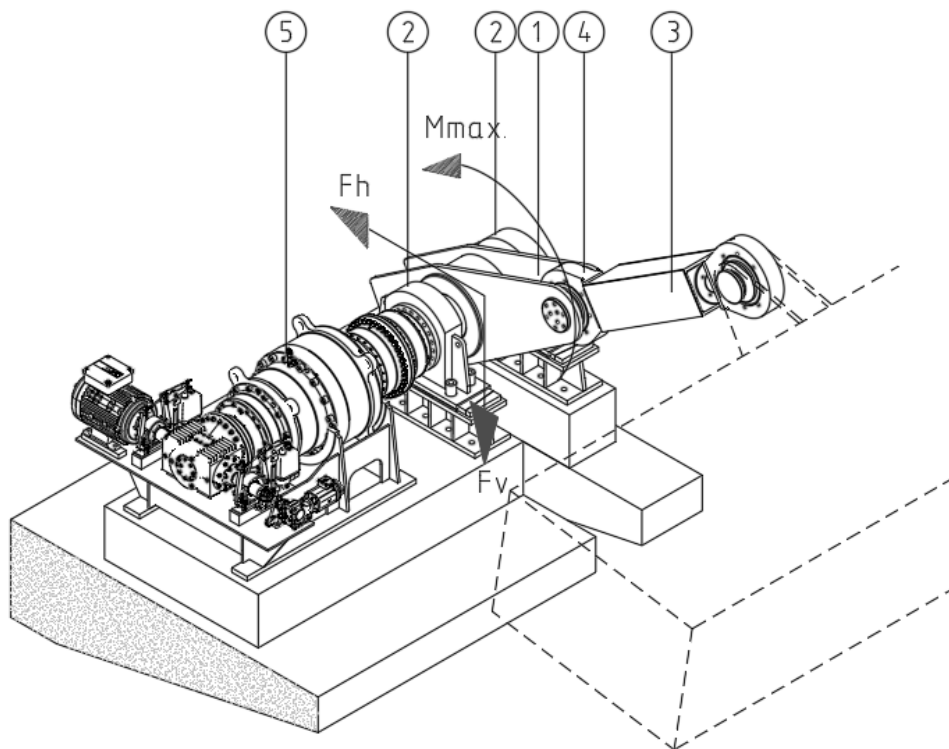
Uitvoeringseisen planetaire tandwielkast met haakse tandwielkast:

Uitvoeringseisen betreffende toe te passen materialen en certificering materialen en onderdelen conform contracteisen.

Indien uit berekening blijkt dat tanden gehard moeten zijn, worden de tandvlakken van de tandwielen gecarboneerd en niet genitreerd. Nitreren mag conform NEN6786-1+C1_2021 (VOBB) paragraaf 10.2.1 (2) niet.

Lagering as krukarm:

De as van de krukarm wordt aan weerszijden van de krukarm gelagerd. Zie pos.nr.2 onderstaand figuur. De horizontale en verticale belastingen vanuit krukarm worden via deze lagers, lagerhuizen en onderstoelen afgevoerd naar de onderbouw. De koppels vanuit brugbeweging wordt opgenomen door planetaire tandwielkast.

Rotatie bufferhuis:

Om rotatie van het bufferhuis pos.nr.3 in bovenstaand figuur tijdens gebruik te voorkomen wordt bufferhuis geborgd met oog pos.nr.4.

Toepassing van planetaire tandwielkast als vervanger van een aandrijving met panamawiel in de aandrijving van de Lammebrug voldoet aan de normen, richtlijnen en voorschriften die gesteld zijn in de contracteisen. De eisen om een panamawiel in de aandrijving te gebruiken vervallen.

Verificatieoverzicht ACT-0529 - Opstellen VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB

Totaal aantal eisen: 4

Eis-Code	Metadata	Eisgegevens	Verificatiefase Verantwoordelijke	Verificatiemethode Criterium	Bewijsvoering	Resultaat	Afwijkingen
SYS-0108	Brondocument 0435128 - Vraagspecificatie deel 1.pdf Koppeling OBJ-3.1 - Lammebrug (KW29) Bovenliggende eis SYS-0092	Lammebrug, besturing, Tijd openen en sluiten De Lammebrug dient een totale bewegingstijd te hebben van maximaal 125 seconden in afwijking op het [Functioneel en Technisch Programma van Eisen (FTPvE) Beweegbare Kunstwerken]. Dit geldt als totaalijd voor het openen en sluiten van beide vallen. Toelichting OG dit geldt vanaf start beweging van het openen van het eerste val, tot het moment van stoppen beweging van het sluiten van het tweede val, exclusief de tijd dat het val niet in beweging is bij passage schip. Hierin is ook rekening gehouden dat beide vallen niet gelijktijdig worden geopend, maar dat er maximaal 5 seconden verschil zit in het openen van het ene en het andere val. Referentie document 2.2.08 - Functioneel en Technisch Programma van Eisen beweegbare kunstwerken	Ontwerpfase VO Ontwerpleider Lammebrug	Document inspectie Toelichting methode	Verificateur Pieter Hoekstra Bewijsdocument VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB Toelichting Zie H3.5 cyclustijden hoofdbeweging	Datum 2024-10-03 Voldoet	
SYS-0116	Brondocument 0435128 - Vraagspecificatie deel 1.pdf Koppeling OBJ-3.1.1.2.2 - Aandrijving/Besturing/Elektra Bovenliggende eis SYS-0071	Aandrijving/Besturing/Elektra, Grendelconstructies De Aandrijving/Besturing/Elektra van de Beweegbare brug dient vrij te zijn van grendelconstructies of opzetwerken. Toelichting OG het opzetten met het bewegingswerk is wel toegestaan.	Ontwerpfase VO Ontwerpleider Lammebrug	Document inspectie Toelichting methode	Verificateur Pieter Hoekstra Bewijsdocument VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB Toelichting Zie H3.7 aandrijving	Datum 2024-10-03 Voldoet	
SYS-0257	Brondocument 0435128 - Vraagspecificatie deel 1.pdf Koppeling OBJ-3.1 - Lammebrug (KW29) Bovenliggende eis SYS-0057 Onderliggende eis SYS-0258	Lammebrug, type aandrijving De Lammebrug dient te worden voorzien van een elektromechanische brug aandrijving.	Ontwerpfase VO Ontwerpleider Lammebrug	Document inspectie Toelichting methode	Verificateur Pieter Hoekstra Bewijsdocument VO ontwerpnota Lammebrug beweegbaar WTB Toelichting Zie H3.7 Aandrijving	Datum 2024-10-03 Voldoet	

Eis-Code	Metadata	Eisgegevens	Verificatiefase Verantwoordelijke	Verificatiemethode Criterium	Bewijsvoering		Resultaat	Afwijkingen
SYS-0258	Brondocument 0435128 - Vraagsp eificatie deel 1.pdf Koppeling OBJ-3.1 - Lammebrug (KW29) Bovenliggende eis SYS-0257	Lammebrug, locatie bewegingswerk De volledige bewegingswerken van de Lammebrug dienen in de basculekelder te worden ondergebracht.	Ontwerpfase VO Ontwerpleider Lammebrug	Document inspectie Toelichting methode	Verificateur Pieter Hoekstra Bewijsdocument VO tekening Lammebrug beweegbaar Toelichting Zie 39055-TEK-0342 blad 5-7 en 6-7	Datum 2024-10-03	Voldoet	

Toetsingsformulier CCV

Project:	24097 N206 Leiden
Betreft:	Toetsingsformulier CCV
Documentnummer :	TF-24097-CCV-008
Versie & Datum:	1.0_24-09-2024
Opgesteld door:	ing. E.C. (Erik) Jonker

Q:\2024\24097 N206 Leiden\80 ontwerp\TF-24097-CCV-007 Ontwerp tijdelijke Lammebrug\TF-24097-CCV-007-v1.0.docx

1. Toetsing

Tabel 1-1 Getoetst document

Documentnummer	Omschrijving	Versie	Datum	Instantie
39055-RAP-00170	VO Ontwerpbasis Lammebrug WTB + Staal Lammebrug	0.2	22-08-2024	Machinefabriek Rusthoven
39055-ONT-00341	VO Ontwerpnota Staal Lammebrug (stalen vallen)	0.2	28-08-2024	Machinefabriek Rusthoven
39055-TEK-00342	VO Tekeningen Lammebrug	0.1	28-08-2024	Machinefabriek Rusthoven
39055-BER-00343	VO Ontwerpnota Staal Lammebrug (stalen vallen)	0.1	28-08-2024	Machinefabriek Rusthoven
39055-ONT-00375	VO Ontwerpnota Lammebrug WTB (mechanische uitrusting)	0.1	20-08-2024	Machinefabriek Rusthoven
39055-BER-00376	VO Berekening WTB Lammebrug (mechanische uitrusting)	0.1	20-08-2024	Machinefabriek Rusthoven

tabel 1-2: Resultaten toetsing document 39055-RAP-00170 VO Ontwerpbasis Lammbrug WTB + Staal Lammbrug

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
N.v.t.			

tabel 1-3: Resultaten toetsing document 39055-ONT-00341 VO Ontwerpnota Staal Lammbrug (stalen vallen)

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
N.v.t.			

tabel 1-4: Resultaten toetsing document 39055-TEK-00342 VO Tekeningen Lammbrug

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
N.v.t.			

tabel 1-5: Resultaten toetsing document 39055-BER-00343 VO Ontwerpnota Staal Lammbrug (stalen vallen)

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
§3.3.1	Maximale toelaatbare doorbuiging bij voegovergang wordt overschreden t.p.v. achterhar.	Wordt in DO-fase verder uitgewerkt. Eventueel i.o.m. PZH eis aanpassen.	
§3.3.2	Maximale toelaatbare doorbuiging bij voegovergang wordt overschreden t.p.v. voorhar.	Wordt in DO-fase uitgewerkt. Eventueel i.o.m. PZH eis aanpassen.	
§3.3.3	Maximale toelaatbare doorbuiging ter plaatse van deling wordt overschreden..	Wordt in DO-fase verder uitgewerkt.	

tabel 1-6: Resultaten toetsing document 39055-ONT-00375 VO Ontwerpnota Lammbrug WTB (mechanische uitrusting)

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
§2.2	In de tabel ontbreken de data/versienummers	in versie 1.0 ingevuld.	
§2.3	In de tabel ontbreken de data/versienummers	in versie 1.0 ingevuld.	
§2.4	In de tabel ontbreken de data/versienummers	in versie 1.0 ingevuld.	
§2.6	SYS-0236, er wordt aangegeven dat de hoofddraaipunten van het val gecontroleerd worden op aanvaring, waarbij gevraagd/gesteld wordt of deze eis ook voor een beweegbare	In DO-fase worden hoofddraaipunten gecontroleerd op aanvaring brugval	

	brug van toepassing is. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.		
§2.6	SYS-0271, er wordt aangegeven/gevraagd of dit wel een WTB-eis betreft. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	Wordt in DO-fase nader uitgewerkt.	
§2.6	SYS-0459, er wordt aangegeven dat er geen panamawiel toegepast wordt maar een krukarm met planetaire tandwielkast. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	Hier is uitgebreid over gecommuniceerd met PZH. Zie bijlage 8.1. Tevens is hierover VTW-0011 opgesteld.	
§2.7	FPTE-0048, er wordt gevraagd of het gestelde ook geldt voor de ruimte van de aandrijving. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	In DO-fase overleg met PZH	
§2.7	FPTE-0078, er wordt aangegeven dat Mathcad deels vervangen wordt door excel. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	In DO-fase overleg tussen constructeurs Rusthoven en PZH hierover.	
§2.7	§8.2.16, het eisnummer ontbreekt.	Klopt is niet benoemd.	
§2.7	§8.2.21, het eisnummer ontbreekt.	Klopt is niet benoemd.	
§2.7	FPTE-0087, er wordt aangegeven dat er geen panamawiel toegepast wordt maar een krukarm met planetaire tandwielkast. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	Zie antwoord SYS-0459	
§2.7	FPTE-0088, er wordt aangegeven dat er geen panamawiel toegepast wordt maar een krukarm met planetaire tandwielkast. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.	Zie antwoord SYS-0459	
§2.7	FPTE-0088, er wordt aangegeven dat er wordt aangegeven dat de geleidingen veerbuffer uit messing-brons in plaats van een	In DO-fase overleg met PZH	

	van de aangegeven materialen. Dit dient kortgesloten te worden met de opdrachtgever.		
--	--	--	--

tabel 1-7: Resultaten toetsing document 39055-BER-00376 VO Berekening WTB Lammebrug (mechanische uitrusting)

Lokatie	Opmerking CCV	Reactie ON	Resultaat
N.v.t.			