



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijn Ontwerp Kunstwerken

ROK 1.0

Doc.nr.: RTD 1001:2011
Versie: 1.0
Status: Definitief
Datum: 16 december 2011

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken

ROK 1.0 concept

RTD 1001:2011

Datum	16 december 2011
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS Dienst Infrastructuur
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	16-12-2011
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Met het publiceren van de Eurocode-delen (EC's) met bijbehorende Nationale Bijlagen van de EC-cluster Bruggen zijn Europese Normen beschikbaar gekomen voor het beoordelen van Rijkswaterstaat Kunstwerken. Met ingang van 1 april 2012 zal het Bouwbesluit 2012 de Eurocodes (EC's) aanwijzen als normen waarmee de constructieve veiligheid en duurzaamheid van bouwwerken dient te worden aangetoond.

Het invoeren van de EC's in Nederland is een moeizaam proces geweest. Deze EC's zijn volgens de Europese wetgeving ingevoerd om economische barrières tussen de lidstaten weg te nemen. De nationale normen op dit gebied (Technische Grondslagen Bouwconstructies TGB's) moeten vervolgens worden ingetrokken. Dit is reeds op 1 april 2010 gebeurd, dat wil zeggen dat ze wel te gebruiken zijn maar niet meer worden onderhouden.

De EC's zijn in Europees verband vastgesteld in de periode 2002 t/m 2005. Eurocodes zijn pas geschikt voor toepassing in Nederland, wanneer deze in het Nederlands zijn vertaald en er een Nationale Bijlage per Eurocode-deel is opgesteld. De publicatie van de EC-cluster Gebouwen heeft al plaatsgevonden in 2007.

De wijzigingen in de regelgeving maken het noodzakelijk om de aanvullende regelgeving van Rijkswaterstaat hierop aan te passen. De goede ervaringen die RWS heeft gehad met de Richtlijnen Ontwerp Betonnen Kunstwerken, ROBK, heeft geleid tot het opstellen van de Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken, ROK. Deze gelegenheid is eveneens aangegrepen om de RWS-richtlijnen uit te breiden tot alle nieuw te bouwen kunstwerken, die in opdracht van RWS worden ontworpen en gebouwd.

Naast eisen aan de constructieve veiligheid en duurzaamheid is besloten om in deze ROK ook alle overige richtlijnen te noemen, die nodig zijn om geschikte RWS kunstwerken te realiseren.

Voor het beoordelen van bestaande kunstwerken zal een ander document worden opgesteld: de Richtlijnen Beoordelen Kunstwerken (RBK).

We wensen iedereen die deze ROK gebruikt succes met het realiseren van RWS-kunstwerken en vertrouwen erop dat hierdoor de Nederlandse gemeenschap duurzaam en optimaal zal profiteren van het Hoofdwegennet, het Hoofdvaarwegennet en het Hoofdwatersysteem.

Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

1	Toepassingsgebied ROK - 10
1.1	Inleiding - 10
1.2	Doelstelling - 11
1.3	Wijzigingenbeheer - 11
1.4	Definitie kunstwerkcategorieën - 11
1.5	Kunstwerksoorten en -benamingen - 12
2	Overzicht normatieve verwijzingen - 17
2.1	NEN normen - 17
2.2	CUR aanbevelingen en rapporten - 23
2.3	CROW richtlijnen - 23
2.4	Eigen RWS richtlijnen - 24
2.5	Overige richtlijnen en documenten - 25
2.6	Onderzoeksrapporten en literatuur (informatief) - 26
3	Aanvullingen op de Eurocodes en overige ontwerprijrichtlijnen - 29
3.1	Van toepassing zijnde richtlijnen en hun rangorde - 29
3.2	Leeswijzer - 29
4	Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp - 31
4.1	Toepassing voor bruggen - 31
4.2	Toepassing voor tunnels - 31
4.3	Toepassing voor natte kunstwerken - 34
4.4	Toepassing voor beweegbare bruggen - 35
4.5	Toepassing voor geluidschermen - 35
4.6	Toepassing voor verkeerskundige draagconstructies - 36
5	Eurocode 1: Belastingen op constructies - 37
5.1	Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen - 37
5.2	Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand - 39
5.3	Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting - 40
5.4	Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting - 40
5.5	Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting - 41
5.6	Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering - 42
5.7	Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen - 43
5.8	Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen - 51
5.9	Specifieke belastingen op tunnels - 57
5.10	Specifieke belastingen op natte kunstwerken - 58
5.11	Specifieke belastingen op beweegbare bruggen - 66
5.12	Specifieke belastingen op geluidschermen - 66
5.13	Specifieke belastingen op verkeerskundige draagconstructies - 66
6	Eurocode 2: Ontwerp en berekening betonconstructies - 69
6.1	Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen - 69
6.2	Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand - 82

- 6.3 Deel 2: Betonnen bruggen - 86
- 6.4 Betonnen bruggen – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet - 88
- 6.5 Tunnels – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet - 94
- 6.6 Natte kunstwerken – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet - 102
- 6.7 Geluidschermen – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet - 102
- 6.8 NEN-EN 13670 Vervaardiging van betonconstructies - 102
- 6.9 NEN-EN 206-1 / NEN 8005 Beton – Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit - 116
- 6.10 NEN-EN 15050 Vooraf vervaardigde brucelementen - 123
- 7 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (en mechanische uitrustingen, incl. fabricage en uitvoering) - 125**
 - 7.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen - 132
 - 7.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand - 133
 - 7.3 Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen - 133
 - 7.4 Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten - 133
 - 7.5 Deel 1-5: Constructieve plaatvelden - 133
 - 7.6 Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies - 133
 - 7.7 Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen - 133
 - 7.8 Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen - 133
 - 7.9 Deel 1-9: Vermoeiing - 134
 - 7.10 Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting - 135
 - 7.11 Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten - 135
 - 7.12 Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700 - 137
 - 7.13 Deel 2: Stalen bruggen - 137
 - 7.14 Deel 5: Palen en damwanden - 148
 - 7.15 Natte kunstwerken en mechanische uitrustingen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet - 148
 - 7.16 Beweegbare bruggen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet - 148
 - 7.17 Geluidsschermen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet - 151
 - 7.18 Verkeerskundige draagconstructies – overige regels waarin EC 3 niet voorziet - 152
 - 7.19 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-1 Constructieve delen van staal en aluminium – Deel 1: Eisen voor conformiteitsbeoordeling van dragende delen - 152
 - 7.20 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-2 Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies - 152
- 8 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - 183**
 - 8.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen - 183
 - 8.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand - 183
 - 8.3 Deel 2: Algemene regels en regels voor staal-betonnen bruggen - 183
- 9 Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies - 185**
 - 9.1 Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen - 185
 - 9.2 Deel 1-2: Algemeen – Ontwerp en berekening van constructies bij brand - 185
 - 9.3 Deel 2: Houten bruggen - 185

10 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies - 187

- 10.1 NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels - 187
- 10.2 NEN-EN 1997-2 Deel 2: Grondonderzoek en beproeving - 200

11 Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - 201

- 11.1 Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen - 201
- 11.2 Bruggen - 202

12 Overige materialen waar geen Eurocodes voor zijn - 203

- 12.1 Kunststoffen als constructiemateriaal - 203

13 Overige ontwerprichtlijnen voor kunstwerken - 205

- 13.1 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten - 205
- 13.2 Voegovergangen voor bruggen - 205
- 13.3 Asfalt op brugdekken en hydrofoberen - 205
- 13.4 Hemelwaterafvoer - 205
- 13.5 Standaarddetails voor betonnen bruggen - 205
- 13.6 Overgangsconstructies voor bruggen - 206
- 13.7 Brugopleggingen - 206
- 13.8 Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen - 206
- 13.9 Bliksem- en overspanningsbeveiliging - 206
- 13.10 Generieke eisen Electrotechnische installaties - 206
- 13.11 Generieke eisen Bediening en Besturing - 206
- 13.12 Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen op bruggen en viaducten - 206
- 13.13 Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten - 208
- 13.14 Specifieke ontwerprichtlijnen voor tunnels - 208
- 13.15 Specifieke ontwerprichtlijnen voor folieconstructies - 215
- 13.16 Eisen voor hydraulische bewegingswerken - 217

1 Toepassingsgebied ROK

1.1 Inleiding

De Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) is een Kader binnen de Werkwijzer Aanleg van RWS. Het is een verzameling van generieke eisen waaraan het ontwerp en de uitvoering van een nieuw te bouwen kunstwerk moet voldoen. De ROK geldt ook voor nieuwe onderdelen van bestaande kunstwerken, wanneer deze onderdelen worden vervangen, of voor verbredingen wanneer kunstwerken worden uitgebreid.

Het ontwerpen van kunstwerken is een creatief proces dat in alle vrijheid plaats moet vinden. Het product wat hierbij ontstaat, moet echter wel betrouwbaar, duurzaam en functioneel zijn. Om dit aan te tonen zijn eisen en randvoorwaarden nodig. Het overgrote deel van deze eisen is opgenomen in de Eurocodes met bijbehorende Nationale Bijlagen. In aanvulling hierop heeft RWS nog een aantal specifieke eisen, omdat de EC-eisen niet streng genoeg zijn, of omdat ze niet voorkomen in de EC's + NB's. Ook bieden de EC's + NB's soms keuzemogelijkheden die via deze ROK worden ingevuld.

De ROK beoogt alle richtlijnen te omvatten voor de kunstwerkcategorieën die in paragrafen 1.4 en 1.5 zijn gedefinieerd. Voor de ordening van de eisen is de structuur van de Eurocode gevolgd.

De EC's met NB's bevatten de eisen voor Constructieve Veiligheid en Duurzaamheid. Er zijn geen EC-delen beschikbaar voor de KW-categorieën tunnels, natte kunstwerken, beweegbare bruggen, geluidsschermen en verkeerskundige draagconstructies. Hoewel veel van de constructie-onderdelen van deze kunstwerken berekend kunnen worden met de EC's, zijn er specifieke grondslagen, belastingen en materiaaleisen nodig zijn om betrouwbare kunstwerken te realiseren. Hierin is voorzien door in de ROK specifieke eisen op te nemen per categorie.

Voor het ontwerp van nieuw te bouwen kunstwerken zijn ook de Europese uitvoeringsnormen van belang. Deze zijn genoemd bij de aanvullingen op EC 2 Betonconstructies, EC 3 Staalconstructies en EC 7 Geotechnisch Ontwerp.

In deze ROK zijn als aanvulling op de EC's ook andere richtlijnen genoemd, zoals CUR-rapporten, CROW-richtlijnen, e.d. en eigen RWS-richtlijnen. Daarnaast zijn er RWS-richtlijnen in het laatste hoofdstuk genoemd. Deze richtlijnen zijn ook nodig bij het ontwerpen van kunstwerken, maar gaan over andere zaken dan de constructieve veiligheid en de duurzaamheid. Omdat het voor het ontwerpproces nuttig is, bevat de ROK soms ook handreikingen en Best Practices.

In de ROK gaat het over het ontwerp van de kunstwerken, met eventuele mechanische uitrustingen, en niet over het ontwerp van de afmetingen die vanuit functionele eisen nodig zijn. Ook het ontwerp van installaties, die toegevoegd moeten worden vanwege de functionele eisen, zijn geen onderwerp van deze ROK.

Indien een ontwerp wordt overwogen dat aan afwijkende, gelijkwaardige eisen voldoet, dient hiervoor vooraf toestemming te worden verkregen van de beheercommissie van de ROK.

De ROK is alleen digitaal als pdf-document verkrijgbaar. Via de inhoudsopgave kan worden doorgelinkt naar het gewenste hoofdstuk.

De eerste versie van deze ROK 1.0 is nog niet geheel gereed. Met name de grondslagen en belastingen voor Natte Kunstwerken zullen nog verder worden uitgebreid.

1.2 Doelstelling

Met de ROK wil Rijkswaterstaat, als deskundig opdrachtgever, eenduidige richtlijnen aangeven voor het ontwerpen van al zijn nieuw te bouwen kunstwerken.

1.3 Wijzigingenbeheer

De gebruikers van de ROK kunnen vragen of wijzigingsvoorstellen over de ROK insturen naar rok-info@rws.nl. Let op: Algemene vragen over de EC's + NB's worden zonder reactie terzijde gelegd.

Er zijn twee klankbord groepen samengesteld uit de gebruikers van de ROK (marktpartijen), één voor betonconstructies en één voor staal- en werktuigbouwkundige constructies. Vragen en/of wijzigingsvoorstellen worden in de klankbordgroepen besproken.

Wijzigingen van de ROK worden uitgebracht in de vorm van wijzigingsbladen of van een nieuwe versie. Deze wijzigingen worden door de beheercommissie van de ROK vastgesteld. In een nieuwe versie van de ROK zullen de gewijzigde of nieuwe teksten t.o.v. de vorige versie in het blauw worden weergegeven.

1.4 Definitie kunstwerkcategorieën

De Eurocodes onderscheiden drie categorieën:

- Gebouwen
- Bruggen
- Overige constructies

Veel typen kunstwerken van RWS worden niet genoemd in de Eurocodes. In de ROK zijn daarom de volgende 6 categorieën benoemd:

- Bruggen
- Tunnels
- Natte kunstwerken
- Beweegbare bruggen
- Geluidsschermen
- Verkeerskundige draagconstructies

De categorieën Gebouwen en Overige constructies worden niet beschouwd als 'kunstwerken van RWS' en komen daarom niet voor in de ROK.

De algemene definities van de categorieën zijn opgenomen in tabel 1-1. In de praktijk kunnen ook mengvormen van categorieën voorkomen. In dat geval dient het kunstwerk ten behoeve van het ontwerp gesplitst te worden en zijn voor de

verschillende kunstwerkdelen de corresponderende ROK-bepalingen van toepassing. Bijvoorbeeld in het geval dat een tunneldak door verkeer wordt belast, moeten voor het betreffende gedeelte de regels voor bruggen worden gehanteerd.

Tabel 1-1: Definities van ROK-categorieën

ROK categorie	Algemene definitie
Bruggen	Civil-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij kruising met een andere weg, spoorweg, waterweg of een terreinverdieping.
Tunnels	Civil-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij kruising met een andere weg, spoorweg, waterweg of een terreinverdieping, waarbij grond en/of (grond)water moet worden gekeerd en/of een overdekt gedeelte van meer dan 80 m ontstaat voor de onderdoorgaande weg.
Natte kunstwerken	Civil-bouwkundige constructie die onderdeel is van een vaarweg of waterweg met als doel regulering van de waterstanden, passage van schepen, hoogwaterbescherming, kruising van waterwegen of afvoer van water.
Beweegbare bruggen	Civil-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij een kruising met een waterweg, waarbij een deel van de constructie kan worden opengesteld voor passage van scheepvaart. Het beweegbare deel met zijn mechanische uitrustingen behoren tot deze categorie, de rest van het object behoort tot een andere categorie (Bruggen of Natte kunstwerken).
Geluidsschermen	Civil-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg met als doel de omgeving af te schermen tegen negatieve effecten van het gebruik van de weg.
Verkeerskundige draagconstructies	Civil-bouwkundige constructie voor het dragen van verkeersinformatiepanelen en/of -beseining.

1.5 Kunstwerksoorten en -benamingen

Kunstwerken van RWS hebben diverse benamingen. Soms zijn er verschillende benamingen voor hetzelfde type kunstwerk. In tabel 1-2 is aangegeven in welke categorie de verschillende kunstwerken moeten worden ingedeeld.

Tabel 1-2: Indeling van kunstwerken in ROK categorieën

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Bruggen	Brug (vast)	Kunstwerk over een waterweg, watergang of waterloop, bestaande uit een brugdek gesteund door pijlers en/of landhoofden.

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Bruggen	Viaduct	Kunstwerk over een weg, spoorweg of terreinverdieping, bestaande uit een dek gesteund door pijlers en landhoofden.
Bruggen	Aanbrug	Brugdeel dat aansluit op de hoofdoverspanning.
Bruggen	Tuibrug	Zie ook onder kunstwerknaam "Brug" Brug die wordt gedragen door een aantal tuien.
Bruggen	Boogbrug	Zie ook onder kunstwerknaam "Brug" Brug waarbij de hoofddraagconstructie bestaat uit een belaste boog waarop het brugdek steunt door middel van kolommen, of waarbij het brugdek aan de boog is opgehangen d.m.v. hangers of trekstangen.
Bruggen	Hangbrug	Zie ook onder kunstwerknaam "Brug" Brug waarvan het brugdek door kabels of staven is opgehangen aan een of meer draagkabels.
Bruggen	Vakwerkbrug	Zie ook onder kunstwerknaam "Brug" Brug waarvan de hoofddraagconstructie is opgebouwd als een vakwerkligger.
Bruggen	Fly-over	Kunstwerk in de vorm van een viaduct dat deel uitmaakt van een verkeersbaan en waarmee een verkeerstroom over twee of meer ongelijkvloerse verkeersstromen wordt geleid.
Bruggen	Duiker(brug)	Kunstwerk voor de waterhuishouding, bestaande uit een kokervormige constructie aangebracht onder een weg of spoorweg of in een dam.
Bruggen	Ecoduct	Wildwissel in de vorm van een viaduct voor passages van dieren over een weg of spoorweg.
Bruggen	Overkluizing	In de grond of aardebaan aangebrachte plaatconstructie ter bescherming van leidingen.
Tunnels	Tunnel	Kokervormig kunstwerk onder een of meer wegen, spoorwegen, waterwegen en/of andere hindernissen, als ondergrondse doorgang voor verkeer, leidingen of dieren.
Tunnels	Afzinktunnel	Tunnel bestaande uit geprefabriceerde elementen, die in drijvende toestand worden verplaatst en in een vooraf gebaggerde sleuf worden afgezonden.

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Tunnels	Boortunnel	Ondergrondse tunnel die wordt samengesteld achter een boorinstallatie waarmee de grond aan de kop van de installatie wordt verwijderd.
Tunnels	Open tunnelbak	Weg in een constructie welke onder (grond)waterniveau ligt.
Tunnels	Aquaduct	Kunstwerk waarmee een watergang door een bakvormige constructie over een weg, een spoorweg, een andere watergang, een leiding of een terrein wordt geleid.
Tunnels	Onderdoorgang	Kruising van (spoor)wegen waarbij de onderdoorgaande (spoor)weg ligt onder maaiveldniveau.
Tunnels	Fietstunnel	Tunnel voor passage van fietsers onder een weg of spoorweg. Passage ligt onder (grond)waterniveau.
Tunnels	Veetunnel	Tunnel voor passage van vee onder een weg of spoorweg. Passage ligt onder (grond)waterniveau.
Tunnels	Wildtunnel / Faunatunnel / Veetunnel / Fietstunnel	Tunnel voor passages van kleine dieren, vee of fietsers onder een weg of spoorweg. Passage ligt boven (grond-)waterniveau.
Tunnels	Trektunnel	Tunnel die buiten het werk wordt samengesteld en door het uitoefenen van duw- of trekkrachten op zijn plaats wordt gebracht. De trektunnel ligt boven (grond-)waterniveau.
Tunnels	Ecotunnel	Wildwissel in de vorm van een tunnel voor passages van dieren onder een weg of spoorweg.
Natte kunstwerken	Schutsluis	Kunstwerk met een beweegbare waterkering, dat de verbinding vormt tussen twee waterwegen.
Natte kunstwerken	Stuw	Vaste of beweegbare waterkering voor het stuwen van water tot een gewenst peil.
Natte kunstwerken	Sifon	Duiker die een ander water kruist, waarbij de bovenkant van de duiker onder de kruisende waterbodem ligt.
Natte kunstwerken	Spuisluis	-
Natte kunstwerken	Stormvloedkering	-

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Natte kunstwerken	Kade	-
Natte kunstwerken	Haven	-
Natte kunstwerken	Gemaal	-
Natte kunstwerken	Riolering	-
Natte kunstwerken	Waterreguleringswerk	-
Beweegbare bruggen	Brug (beweegbaar)	Zie ook onder kunstwerknaam "Brug" Gedeelte van een brug die voor het kruisende verkeer geopend kan worden inclusief de daarvoor benodigde bewegingswerken.
Beweegbare bruggen	Aanleginrichting	Het gedeelte van een aanleginrichting dat als brug wordt gebruikt, moet als beweegbare brug worden beschouwd. De rest valt onder natte kunstwerken.
Beweegbare bruggen	Basculebrug	Zie ook onder "Beweegbare brug" Beweegbare brug waarbij val en staartstuk in elkaars verlengde liggen en het geheel draait om een vaste horizontale as.
Beweegbare bruggen	Draaibrug	Zie ook onder "Beweegbare brug" Om een verticale as draaibare brug.
Beweegbare bruggen	Hefbrug	Zie ook onder "Beweegbare brug" Beweegbare brug waarbij een brugdeel rechtstandig vertikaal langs heftorens wordt bewogen.
Beweegbare bruggen	Ophaalbrug	Zie ook onder "Beweegbare brug" Beweegbare brug waarbij het val over de volle breedte draaiend om horizontale assen opengaat met behulp van de balans met contragewicht, die is opgelegd op de hameistijlen of hameipoort en met het val is verbonden door hangstaven.
Geluidsschermen	Geluidsscherm	Scherm langs wegen om het verkeerslawaaï voor de omgeving af te schermen.
Geluidsschermen	Fijnstofscherm	Scherm langs wegen om het fijnstof van het verkeer voor de omgeving af te schermen.
Geluidsschermen	Luchtscherm	Scherm langs wegen om de luchtkwaliteit van de omgeving te verbeteren.
Geluidsschermen	Veiligheidsscherm	Scherm op kunstwerk voor de veiligheid van het onderdoorgaande verkeer (stenengooiers).

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Verkeerskundige draagconstructies	Portaal	-
Verkeerskundige draagconstructies	Uithouder	-

2 Overzicht normatieve verwijzingen

In de ROK worden normen, rapporten, richtlijnen, e.d. genoemd zonder de actuele versies aan te duiden. In de hierna opgenomen overzichten worden hun officiële naam, versienummer en jaar van uitgave vastgelegd.

Toelichting:

Het overzicht is niet bedoeld als complete lijst van documenten die voor het ontwerp van belang zijn. De ontwerper is verantwoordelijk voor het hanteren van relevante normen, richtlijnen, etc. bij het ontwerp.

2.1 NEN normen

Tabel 2-3: Eurocode delen

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 (nl)	Eurocode – Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1990+A1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1:2011
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-2+C1:2011
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-3+C1:2011
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-5+C1:2011
NEN-EN 1991-1-6:2005 (en)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering (inclusief correctieblad C1:2008)
NEN-EN 1991-1-7+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen
NEN-EN 1991-1-7+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-7+C1:2011
NEN-EN 1991-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen
NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-2+C1:2011
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2:2011

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-2+C1:2011
NEN-EN 1992-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Bruggen
NEN-EN 1992-2+C1/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-2+C1:2011
NEN-EN 1993-1-1+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-1+C2:2011
NEN-EN 1993-1-2+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand
NEN-EN 1993-1-2+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-2+C2:2011
NEN-EN 1993-1-3:2006 (en) incl. C3:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormdedunwandige profielen en platen (inclusief correctieblad C3:2009)
NEN-EN 1993-1-3:2006/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-3:2006 en C3:2009
NEN-EN 1993-1-4:2006 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten
NEN-EN 1993-1-4:2006/NB:2011 Ontw. (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-4:2006
NEN-EN 1993-1-5:2006 (en) incl. C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-5: Constructieve plaatvelden (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-5:2006 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-6:2007 (en) incl. C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-1-6:2007/NB:2011 Ontw. (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-6:2007 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-7:2008 (en) incl. C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-1-7:2008/NB:2011 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-7:2008 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-8+C2:2011
NEN-EN 1993-1-9:2006 (en) incl. C2:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing (inclusief correctieblad C2:2009)
NEN-EN 1993-1-9:2006/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-9:2006 en C2:2009
NEN-EN 1993-1-10+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting
NEN-EN 1993-1-10+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-9+C2:2011

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1993-1-11+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten
NEN-EN 1993-1-11+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-11+C1:2011
NEN-EN 1993-1-12+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700
NEN-EN 1993-1-12+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-12+C1:2011
NEN-EN 1993-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen
NEN-EN 1993-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-2+C1:2011
NEN-EN 1993-5:2008 (en) incl. C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 5: Palen en damwanden (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-5:2008/NB:2011 Ontw. (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-5:2008 en C1:2009
NEN-EN 1994-1-1+C1:2011 (nl)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1994-1-1:2005/NB:2007 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1994-1-1:2005
NEN-EN 1994-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 2: Algemene regels en regels voor bruggen
NEN-EN 1994-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1994-2+C1:2011
NEN 9997-1:2011 (nl)	Geotechnisch ontwerp van constructies - Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/C1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1
NEN EN 1997-2 (en)	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving (inclusief correctieblad C1:2010)
NEN-EN 1998-1:2005 (en) incl. C1:2009	Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1998-5:2005 (en)	Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten

Tabel 2-4: Overige NEN-normen

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN 3868:2001 (nl)	Voorspanstaal
NEN 5254:2003 (nl)	Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem)
NEN 5970:2001 (nl)	Bepaling van de druksterkte-ontwikkeling van jong beton op basis van de gewogen rijpheid
NEN 6008:2008 (nl)	Betonstaal
NEN 6069:2005 (nl)	Experimentele bepaling van de brandwerendheid van bouwdeelen en bouwproducten en het classificeren daarvan
NEN 6722:2002 (nl)	Voorschriften Beton – Uitvoering

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN 6786:2001 (nl) incl. wijzigingsblad A1:2002 (nl)	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)
NEN 6787:2003 (nl)	Het ontwerpen van beweegbare bruggen - Veiligheid
NEN 7030:1975 (nl)	Waterkerende dilatatievoegstroken en al of niet waterkerende oplegstroken van rubber
NEN 8005:2008 (nl)	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 40-1:1994 (nl)	Lichtmasten - Deel 1: Termen en definities
NEN-EN 40-2:2004 (en)	Lichtmasten - Deel 2: Algemene eisen en afmetingen
NEN-EN 40-3-1:2000 (en)	Lichtmasten - Deel 3-1: Ontwerp en verificatie - Eisen voor de karakteristieke belastingen
NEN-EN 40-3-3:2003 (en)	Lichtmasten - Deel 3-1: Ontwerp en verificatie - Verificatie door berekening
NEN-EN 40-5:2002 (en)	Lichtmasten - Deel 5: Eisen voor stalen lichtmasten
NEN-EN 40-6:2002 (en)	Lichtmasten - Deel 6: Eisen voor aluminium lichtmasten
NEN-EN 81-58:2003 (en)	Veiligheidsvoorschriften voor het vervaardigen en het aanbrengen van liften - Onderzoek en beproevingen - Deel 58: Beproeving van brandwerendheid van schachtdeuren
NEN-EN 206-1+A1+A2:2005 (nl)	Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 446:2007 (en)	Injectiemortel voor voorspankabels - Werkwijzen voor het injecteren
NEN-EN 1090-1:2009 (nl) incl. correctieblad C1:2010 (nl)	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 1: Eisen voor het vaststellen van de conformiteit van constructieve onderdelen
NEN-EN 1090-2:2008+A1:2011 (en)	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 2: Technische eisen voor staalconstructie
NEN-EN 1317-6:2008 2 ^e Ontw. (en)	Afschermende constructies voor wegen - Afschermende systemen voor voetgangers - Deel 6: Borstwering voor voetgangers
NEN-EN 1369:1997 (nl)	Gieterijtechniek - Magnetisch onderzoek
NEN-EN 1371-1:1997 (nl)	Gieterijtechniek - Penetrantonderzoek - Deel 1: Zand, met de zwaartekracht en onder lagedruk gegoten gietstukken
NEN-EN 1371-2:1998 (nl)	Gieterijtechniek - Penetrantonderzoek - Deel 2: Precisiegiestukken
NEN-EN 1504-1:2005 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 1: Definities
NEN-EN 1504-2:2004 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling - Deel 2: Oppervlaktebeschermingssystemen voor beton
NEN-EN 1504-3:2005 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 3: Constructieve en niet-constructieve reparatie
NEN-EN 1504-5:2005 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 5: Injecteren van beton
NEN-EN 1563:1997+A1:2002 +A2:2005 (nl)	Gieterijtechniek - Nodulair gietijzer (bevat wijzigingsbladen A1:2002 en A2:2005)
NEN-EN 10083-1:2006 (nl)	Veredelstaal - Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 10083-2:2006 (nl)	Veredelstaal – Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongeleerd staal
NEN-EN 10083-3:2006 (nl)	Veredelstaal – Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor gelegeerd staal
NEN-EN 10084:2008 (en)	Carboneerstaal - Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10204:2004 (nl)	Producten van metaal – Soorten keuringsdocumenten
NEN-EN 10228-1:1999 (en)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 1: Magnetisch onderzoek
NEN-EN 10228-2:1998 (nl)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 2: Penetrantonderzoek
NEN-EN 10228-3:1998 (nl)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 3: Ultrasoon onderzoek van smeedstukken van ferritisch en martensitisch staal
NEN-EN 10250-1:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 1: Algemene eisen
NEN-EN 10250-2:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 2: Ongelegeerd kwaliteits- en speciaalstaal
NEN-EN 10250-3:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 3: Gelegeerd speciaalstaal
NEN-EN 12390-8:2009 (en)	Beproeving van verhard beton – Deel 8: Indringdiepte van water onder druk
NEN-EN 12517-1:2006 (en)	Niet-destructieve beproeving van lassen – Deel 1: Evaluatie van onderzoek van lasverbindingen in staal, nikkel, titanium en hun legeringen met radiografie – Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 12680-1:2003 (en)	Gieterijtechniek – Ultrasoon onderzoek – Deel 1: Gietstukken van staal voor algemene doeleinden
NEN-EN 12680-3:2011 (en)	Gieterijtechniek – Ultrasoon onderzoek – Deel 3: Gietstukken van nodulair gietijzer
NEN-EN 12681:2003 (en)	Gieterijtechniek – Radiografisch onderzoek
NEN-EN 15617:2009 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Gebruik van time-of-flight diffractie techniek (TOFD) – Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 13369:2004+A1:2006 +C2: 2007(en)	Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten
NEN-EN 13670:2009 (en)	Het vervaardigen van betonconstructies
NEN-EN 15050:2007 (en)	Vooraf vervaardigde betonproducten – Bruelementen
NEN-EN-ISO 643:2003 (en)	Staal – Microscopische bepaling van de schijnbare korrelgrootte
NEN-EN-ISO 945-1:2008 (en)	Microstructuur van gietijzer – Deel 1: Grafietclassificatie door visuele analyse
NEN-EN-ISO 945-1:2008/C1:2010 (en)	Microstructuur van gietijzer – Deel 1: Grafietclassificatie door visuele analyse
NEN-EN-ISO 1461:2009 (nl)	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen – Specificaties en beproevingsmethoden
NEN-EN-ISO 2409:2007 (en)	Verven en vernissen - Ruitjesproef
NEN-EN-ISO 2812-2:2007 (en)	Verven en vernissen - Bepaling van de weerstand tegen vloeistoffen - Deel 2: Methode met onderdompeling in water
NEN-EN-ISO 4413:2010 (en)	Hydrauliek – Algemene regels en veiligheidseisen voor systemen en hun componenten
NEN-EN-ISO 4624:2003 (en)	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN-ISO 4628-2:2003 (en)	Verven en vernissen - Beoordeling van de kwaliteitsafbraak van verflagen - Aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken - Deel 2: Beoordeling van de mate van blaarvorming
NEN-EN-ISO 4628-3:2003 (en)	Deel 3: Beoordeling van de mate van roestvorming
NEN-EN-ISO 4628-4:2003 (en)	Deel 4: Beoordeling van de mate van barstvorming
NEN-EN-ISO 4628-5:2003 (en)	Deel 5: Aanduiding van de mate van afbladdering
NEN-EN-ISO 4628-6:2011 (en)	Deel 6: Beoordeling van de mate van krijten met tape-methode
NEN-EN-ISO 10863:2011 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Ultrasoon onderzoek - Gebruik van time-of-flight diffractie techniek (TOFD)
NEN-EN-ISO 11341:2004 (en)	Verven en vernissen - Kunstmatige ververing en blootstelling aan kunstmatige straling - Blootstelling aan gefilterde xenonboogstraling
NEN-EN-ISO 11666:2010 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Ultrasoon onderzoek - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO 15609-2:2001 (en)	Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen - Lasmethodebeschrijving - Deel 2: Autogeenlassen
NEN-EN-ISO 15609-2:2001/A11:2003 (en)	Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen - Lasmethodebeschrijving - Deel 2: Autogeenlassen - Aanvulling
NEN-EN-ISO 17640:2010 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Ultrasoon onderzoek - Technieken, onderzoeksniveaus en beoordeling
NEN-EN-ISO 17663:2009 (en)	Lassen - Richtlijnen voor kwaliteitseisen voor warmtebehandeling in verbinding met lassen en verwante processen
NEN-EN-ISO 23277:2009 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Penetrantonderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO 23278:2009 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Magnetisch onderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO/IEC 17020:2004 (en)	Algemene criteria voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren
NEN-EN-ISO/IEC 17024:2003 (en)	Conformiteitsbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren
NEN-ISO 19840:2005 (en)	Verven en vernissen - Corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen op - Meetmethode en aanvaardingscriteria voor de droge laagdikte op ruwe oppervlakken
NEN-ISO 20340:2009 (en)	Verven en vernissen - Prestatie-eisen voor beschermende verfsystemen voor buitengaatse en gerelateerde constructies
ISO/TR 15608:2005 (en)	Lassen - Leidraad voor groepsindeling van metalen
NVN 6724:2001 (nl)	Voorschriften Beton - In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel
NVN-CEN/TS 1992-4-1:2009 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-1: Algemeen
NVN-CEN/TS 1992-4-2:2009 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-2: Ankerbouten
NVN-CEN/TS 1992-4-3:2009 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-3: Ankerrails
NVN-CEN/TS 1992-4-4:2009 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-4: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd - Mechanische systemen

Versie : jaar (taal)	Titel
NVN-CEN/TS 1992-4-5:2009 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-5: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd – Chemische systemen
NPR 2053:2005 (nl)	Lasverbindingen met betonstaal en stalen strip
NPR-CEN/TS 14754-1:2007 (en)	Curing compounds – Beproevingsmethoden – Deel 1: Bepaling van de efficiëntie van de waterretentie van standaard curing compounds
CWA 14646:2003 (en)	Eisen aan het installeren van voorspanstelsystemen voor voorgespannen constructies en kwalificering van het gespecialiseerde bedrijf en het personeel

2.2 CUR aanbevelingen en rapporten

Tabel 2-5: CUR Aanbevelingen en rapporten

Versie (jaar)	Titel
CUR Rapport 166 (2008)	Damwandconstructies (5 ^e druk, deel 1+2)
CUR Rapport 198 (2000)	Kerende constructies in gewapende grond. Taludhelling steiler dan 70°.
CUR Rapport 221 (2009)	Handboek Folieconstructies. Voor verdiept aangelegde infrastructuur.
CUR Rapport 2003-7 (2003)	Bepaling geotechnische parameters
CUR Rapport 2006-1 (2006)	Veiligheid van hulpconstructies voor het realiseren van betonwerk
CUR Aanbeveling 2	Voorspanstaal en voorspanelementen, bescherming en verwerking
CUR Aanbeveling 6	Toelaatbaarheid van putcorrosie in voorspanstaal
CUR Aanbeveling 24	Krimparme cementgebonden mortels
CUR Aanbeveling 39	Beton met grove lichte toeslagmaterialen
CUR Aanbeveling 54	Betonreparatie met handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels
CUR Aanbeveling 76	Rekenregels voor diepwanden
CUR Aanbeveling 77	Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren
CUR Aanbeveling 84	Cement-bentoniet wanden
CUR Aanbeveling 89	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (tweede, herziene uitgave)
CUR Aanbeveling 100	Schoon beton. Criteria voor de specificatie en beoordeling van betonoppervlakken
CUR Leidraad 1 (VC81)	Duurzaamheid van constructief beton met betrekking tot chloride-geïnitieerde wapeningscorrosie – Leidraad voor het formuleren van prestatie-eisen

2.3 CROW richtlijnen

Tabel 2-6: CROW Richtlijnen

Versie (jaar)	Titel
CROW publicatie 298 (2012)	GCW-2012 - Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen
CROW publicatie 202 (2004)	Handboek Veilige inrichting van bermen

2.4 Eigen RWS richtlijnen

De eigen richtlijnen van RWS zijn verkrijgbaar bij Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur (rok-info@rws.nl).

Tabel 2-7: Eigen RWS richtlijnen

Versie (jaar)	Titel
PvE VDC 2005 (2005)	Programma van Eisen Verkeerskundige Draagconstructies (portalen en uithouders), bestaande uit: - NBD00002: Eisen portalen en uithouders – verrichten van metingen - NBD00003: Eisen portalen en uithouders – aanbrengen constructienummers - NBD00007: Eisen gebruik en montage tijdelijke portalen t.b.v. beseining en/of werk in uitvoering - NBD16343: Eisen portalen en uithouders – conserverings-productblad portalen Noot: Alle documenten betreffende de verkeerskundige draagconstructies zijn opgenomen op een CD-rom (i.v.m. aantal bestanden en omvang) en is verkrijgbaar bij RWS-DI.
SATO (2005)	Specifieke Aspecten Tunnel Ontwerp
RVW 2011	Richtlijnen Vaarwegen 2011
NBD00100 (2004)	Eisen Handelsproducten; Handelsproducten zoals toegepast in werktuigkundige installaties van kunstwerken
NBD00400 (2006)	Eisen voor enkelvoudige voegovergangen, versie 1.0
NBD00401 (2010)	Geluidseisen voegovergangen, versie 2
NBD00500 (2005)	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen
NBD00639 (2005)	Eisen staalkabels : leveringsvoorwaarden, kwaliteitseisen en keuringseisen voor staalkabels
NBD00702A (2009)	Eisen voor brugopleggingen (versie 13-08-2009) met losse bijlage belastingscombinaties (versie 6-12-2011)
NBD00710 (2007)	Eisen voor meervoudige voegovergangen
NBD00730 (2009)	Standaarddetails voor betonnen bruggen, versie 1.1
NBD00750 (2006)	Overgangsconstructies (stootplaten)
NBD06000 (1997)	Eisen voor hydraulische bewegingswerken
NBD09799 (2001)	Eisen Kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw waaronder regeneraat- en recycling kunststoffen
NBD10050 (2005)	Eisen conservering stalen- en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken
NBD10201 (2004)	Epoxy slijtlagen op staal
NBD10300 (2010)	Eisen thermische spuitlagen: Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie
NBD16312 (2011)	Verfsystemen voor onderwatertoepassingen (immersiebelasting)
NBD16325 (2006)	Verfsystemen voor Atmosferische belasting zonder UV
NBD16365 (2006)	Verfsystemen voor Atmosferische belasting met UV
RTD 1002 (2011)	Hydrofoberen van beton, Aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2
RTD 1003	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen voor vaste bruggen
RTD 1004	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten
RTD 1005	Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten
RTD 1007-1 (2011)	Meerkeuzematrix voegovergangen
RTD 1007-2 (2012)	Eisen voor voegovergangen
RTD 1007-3	Geluidseisen voegovergangen

Versie (jaar)	Titel
RTD 1007-4	Bitumineuze voegovergangen
RTD 1008 (2012)	Richtlijnen Ontwerp Hemelwaterafvoer van wegen en kunstwerken
RTD 1009 (2012)	Ontwerp asfaltwegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD 1010	Standaarddetails voor betonnen bruggen
RTD 1011	Overgangsconstructies (stootplaten)
RTD 1012	Brugopleggingen
RTD 1013	Specifieke eisen bliksem- en overspanningsbeveiliging, Versie 2.0; 01-07-2010
RTD 1014	Generieke eisen elektrotechnische installaties, versie 03-11-2010
RTD 1015	Generieke eisen Bediening en besturing
RTD 1016	Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen op bruggen en viaducten

2.5

Overige richtlijnen en documenten

Tabel 2-8: Overige richtlijnen en documenten

Versie (jaar)	Titel	Verkrijgbaar bij
BRL 0501 (2010)	Beoordelingsrichtlijn 0501 - Betonstaal	KIWA
BRL 0503 (2007)	Beoordelingsrichtlijn 0503 - Gehechtlaste wapeningsnetten, wapeningsconstructies en buig- en vlechtwerk	KIWA
BRL 0504 (2007)	Beoordelingsrichtlijn 0504 - Mechanische verbindingen van betonstaal	KIWA
BRL 0506 (1997)	Beoordelingsrichtlijn 0506 - Stekken- en doorkoppelbakken, incl. wijzigingsblad 2003	KIWA
BRL 0509 (2009)	Beoordelingsrichtlijn 0509 - Aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton	KIWA
BRL 0512 (2007)	Beoordelingsrichtlijn 0512 - Krachtlas-verbindingen met betonstaal en stalen strippen	KIWA
BRL 1801 (2006)	Beoordelingsrichtlijn 1801 - Betonmortel, incl. wijzigingsblad 2008	BMC
BRL 2401 (1994)	Beoordelingsrichtlijn 2401 - Voorspanstaal, incl. wijzigingsblad 2005	KIWA
BRL 2817 (2002)	Beoordelingsrichtlijn 2817 - Cementgebonden afstandhouders, incl. wijzigingsblad 2008	KIWA
BRL 3201 (2009)	Beoordelingsrichtlijn 3201 - Het toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies	IKOB-BKB, Intron, Kiwa
89/106/EEG (1992)	Richtlijn van de Raad van 21 december 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der Lidstaten inzake voor de bouw bestemde producten	eur-lex.europa.eu
2006/87/EG (2006)	Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad van 12 december 2006 tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen en tot intrekking van Richtlijn 82/714/EEG van de Raad	eur-lex.europa.eu
CTO 3L10314254 (1984)	Voorschrift NS d.d. 840807	
ETAG 001 (2007)	Metal Anchors for Use in Concrete, Part 1, 2, 3, 4 and 5, with amendments 2007-2011	www.eota.be

Versie (jaar)	Titel	Verkrijgbaar bij
TR-23 (2006)	Technical Report 23: Assessment of post-installed rebar connections	www.eota.be
OVS00030	OntwerpVoorSchrift 00030 "Kunstwerken", versie 003, Prorail	Prorail
VRC (2009)	Veiligheidsrichtlijnen Deel C – Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, versie 3.0	Rijkswaterstaat
FIB Bulletin 30 (2005)	Acceptance of stay cable systems using prestressing steels, Task group 9.2	FIB
TAW Leidraad (2003)	TAW Leidraad Kunstwerken mei 2003, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen	RWS
WL Rapport Q1442 (1994)	Krachten op puntdeuren en enkele draaideuren, A. Vrijburcht, Waterloopkundig Laboratorium	Deltares
Ontwerp van Schutsluizen (2000)	Ontwerp van Schutsluizen, R.C.A. Beem, A. Glerum, P.L. Spits, Bouwdienst RWS	RWS-DI
SCON-2007-337-TCE	"Code of Practice" Metaalconservering, PSIBouw	PSIBouw
SCON-2008-683-TCE	Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst - deelrapport 2, voorlopige systeemeisen, PSIBouw	PSIBouw
OGOS-500-TRL (2010)	Eisen thermisch gespoten deklagen: Eisendeel	OGOS
OGOS-501-TRL (2010)	Eisen thermisch gespoten deklagen: Handreiking	OGOS
ASTM A380 (2006)	Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems	www.astm.org
ASTM D4752 (2010)	Standard Practice for Measuring MEK Resistance of Ethyl Silicate (Inorganic) Zinc-Rich Primers by Solvent Rub	www.astm.org
NACE SP 0188 (2006)	Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates	web.nace.org
NACE No. 5/SSPC-SP 12 (2002)	Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating	web.nace.org www.sspc.org
SSPC-SP1 (2000)	Solvent cleaning	www.sspc.org
SSPC VIS 4/NACE VIS7 (2001)	Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting	www.sspc.org

2.6

Onderzoeksrapporten en literatuur (informatief)

Tabel 2-9: Onderzoeksrapporten en literatuur

Titel	Auteur	Jaar
Betoniek 14-05, De stukken eraf	Betoniek	2007
Cement jaargang 55, nr. 8, pag. 56 t/m 59, Definitieve ongewapende onderwaterbetonvloeren in combinatie met definitieve damwanden	G.M. Wolsink, A. Zeilmaker	2003
CIRIA C660 Early age thermal crack control in concrete	Bamforth, P.B.	2007
Development in anchor technology and anchor penetration in seabed	Luger, D. (Geodelft)	2006
Efectis Nederland report 2008-Efectis-R0695 "Fire testing procedure for concrete tunnel linings"	Efectis Nederland	2008
Heron volume 31, No.4, Plastic Design of Buried Steel Pipelines in Settlement Areas,	A.M. Gresnigt	1986

Titel	Auteur	Jaar
Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties	C. van der Vliet, Rijkswaterstaat Bouwdienst	2006
Load Regulations for Road Bridges, IABSE Colloquium on ship collision with bridges and offshore structures	Nordic Road Engineering Federation	1975
Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels, PML 1990-C52	Prins Maurits Laboratorium TNO	1990
Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways EAU2004, 10. Auflage	Arbeitsausschuss Uferneimassungen der HTG e. V.	2009
Sluiskolkwanden in Maasbracht en Born, Advies horizontale druk tegen sluiskolkwanden	Geodelft	2007
Stuvorapport 59, IJsbelastingen (discussienota)	H.J. Dekker, A. van Heekeren, W. Stevelink, L.J.W.M. van den Vrande	1976
Stubecorapport C04, Afstandhouders voor beton	Stubeco studiecél C04	1995
Stubecorapport C07-2, Stortnaden	Stubeco studiecél C07-2	2001
TNO-rapport 99-CVB-R2136, Oriënterend onderzoek naar koelend effect van grondwater op stalen damwanden	TNO	1999
TNO Rapport 2001-CVB-R03264, Brawat 3: Onderzoek naar het afspatgedrag van een op druk belaste wand in afgezonken tunnels	Both, C., TNO	2001
Rapport VAL 99-18 "Onderzoek vallend scheepsanker op tunneldak", definitief, versie 1	D.W. Hemelop, Bouwdienst Rijkswaterstaat	2000
A seismic zoning map conforming to Eurocode 8, and practical earthquake parameter relations for the Netherlands	Th. de Crook, Geologie en Mijnbouw	1975

3 Aanvullingen op de Eurocodes en overige ontwerprichtlijnen

3.1 Van toepassing zijnde richtlijnen en hun rangorde

De in deze ROK genoemde Eurocode delen (EC's) met bijbehorende Nationale Bijlagen (NB's) zijn bindend van toepassing op alle zes kunstwerkcategorieën van Rijkswaterstaat, inclusief de normen waarnaar in de EC's wordt doorverwezen en de in deze ROK genoemde aanvullingen op de EC's. Ook bindend van toepassing zijn alle overige normen, richtlijnen en documenten die in deze ROK worden genoemd, inclusief de aanvullingen hierop. Alle in of via de hiervoor genoemde normen aangeroepen documenten zijn tevens bindend van toepassing.

Daar waar gegevens onderling strijdig zijn, geldt de volgende rangorde:

1. Eisen uit het contract;
2. ROK bepalingen;
3. Eigen RWS richtlijnen;
4. EC's + NB's, NEN-normen, CUR- en CROW-documenten.

3.2 Leeswijzer

Per deel worden eventuele aanvullingen geven waarbij in een kader van twee cellen het volgende wordt vermeldt:

- Cel 1: **Artikelnummer**: hierop is de eraan toegevoegde tekst van toepassing;
- Cel 2:
 - **Eis**: de tekst is een eis waar aan moet worden voldaan;
 - **Advies**: een handreiking die niet bindend wordt opgelegd;
 - **Toelichting**: betreft een toelichting op het EC-artikel met als doel om te verduidelijken en mogelijke discussie/verwarring/veel voorkomende fouten (valkuilen) te voorkomen;
 - **Verificatie**: een methode om aan te tonen dat aan het EC-artikel wordt voldaan.
 - **Onjuistheid**: het EC-artikel bevat een redactionele onjuistheid of een fout;
 - **(KW-categorie)**: wordt alleen vermeldt wanneer het voor geldt voor een specifieke KW-categorie.

Toelichtingen en opmerkingen zijn in cursief geschreven.

4 Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp

4.1 Toepassing voor bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

A.2.1.1 (1)	Eis
-------------	-----

Aan bruggen mogen geen leidingen voor transport van brandbare, ontplofbare of agressieve vloeistoffen of gassen worden bevestigd.

A.2.1.1 (1)	Eis
-------------	-----

Voor vervangbare onderdelen als bijvoorbeeld opleggingen, voegovergangen en (geluid)schermen worden in de ROK afwijkende ontwerplevensduren gesteld.

A.2.2.1	Eis
---------	-----

Voor bruggen waarover zowel wegverkeer als spoorwegverkeer wordt afgewikkeld moet m.b.t. de SLS en ULS worden uitgegaan van het gelijktijdig voorkomen van extreme wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen. Bij de toetsing op vermoeiing moet met gelijktijdigheid van voorkomen van wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen rekening zijn gehouden.

A.2.3.2	Eis
---------	-----

Aardbeving moet worden beschouwd voor bruggen in gevolgklasse 3 (bekende bijzondere belasting). De aardbevingsbelasting bestaat uit een gebiedsafhankelijk horizontale versnelling en een verticale versnelling overeenkomstig de ROK bepalingen bij NEN-EN 1998-1.

A.2.4.1 (2)	Eis
-------------	-----

Voor bruikbaarheidseisen en -criteria wordt tevens verwezen naar A2.4.2(3).

A.2.4.2 (3)	Eis
-------------	-----

Toetsing aan het profiel van vrije ruimte (PVR) moet worden uitgevoerd uitgaande van de frequente waarde van de verkeersbelasting. Windbelasting en temperatuurbelasting behoeven voor die toets niet te worden beschouwd. Eventuele tijdsafhankelijke vervormingen (beton) moeten in rekening worden gebracht.

4.2 Toepassing voor tunnels

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

1.1 (1)	Eis (Tunnels)
---------	---------------

Voor specifieke ontwerpaspecten in verband met tunnelveiligheid wordt verwezen naar de VRC. De VRC is een uitwerking van de veiligheidsfilosofie zoals gehanteerd door het Steunpunt Tunnelveiligheid van RWS. Primair dient aan de tunnelwet te worden voldaan.

Toelichting:

Sinds mei 2006 is in Nederland een wet- en regelgeving met betrekking tot tunnelveiligheid van kracht geworden, o.a. de Wet Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Warvw), het Besluit Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Barvw)

en de Regeling Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Rarvw). De integrale veiligheidsfilosofie van het Steunpunt Tunnelveiligheid is in hoofdlijnen opgenomen in deze wet- en regelgeving.

1.4 (5)	Advies (Tunnels)
---------	------------------

Het is toegelaten om gebruik te maken van alternatieve ontwerp- en berekeningsregels, verschillend van de regels zoals in deze ROK gegeven zijn, op voorwaarde dat is aangetoond dat de alternatieve regels overeenstemmen met de van belang zijnde beginselen en ten minste gelijkwaardig zijn wat betreft de constructieve veiligheid, bruikbaarheid en duurzaamheid, die zou mogen worden verwacht bij gebruikmaking van de ROK.

Toelichting:

Het hier geformuleerde gelijkwaardigheidsbeginsel is analoog aan hetgeen voor de Eurocodes is vermeld in NEN-EN 1990, 1.4 (5). Het is hier expliciet aangehaald, omdat bepalingen in de ROK voor tunnels grotendeels niet als zodanig zijn opgenomen in de Eurocodes.

2.3 (1)	Eis (Tunnels)
---------	---------------

Voor tunnels gelden ten minste de volgende ontwerplevensduren:

- 100 jaar voor alle onderdelen van de hoofddraagconstructie;
- 100 jaar voor alle niet vervangbare essentiële onderdelen;
- 50 jaar voor vervangbare onderdelen van beton;
- 25 jaar voor vervangbare onderdelen anders dan van beton.

Toelichting:

Met "essentiële onderdelen" worden onderdelen bedoeld waardoor bij falen de constructieve veiligheid, gebruiksveiligheid of beschikbaarheid van de tunnel in gevaar kan komen. Een voorbeeld is een Omega-profiel bij afgezonden tunnels.

De eis voor vervangbare onderdelen van beton is hoger gesteld dan onderdelen anders dan van beton, omdat, ten opzichte van b.v. staal, de eis van 50 jaar tegen relatief geringe kosten gerealiseerd kan worden.

Hittewerende en akoestische bekleding, inclusief bevestiging, wordt geacht een ontwerplevensduur van minimaal 25 jaar te bezitten.

Er wordt op gewezen dat in NEN-EN 1992-1-1, art. 4.1 (5) wordt vereist dat, indien direct of indirect aan de lucht blootgestelde bevestigingsmiddelen kunnen worden geïnspecteerd en vervangbaar zijn, mogen zijn gebruikt mits voorzien van een beschermende bekleding. In andere gevallen behoren ze te bestaan uit een corrosiebestendig materiaal. De SATO dient bij de details van de zinkvoegen, voor wat betreft het toepassen van corrosiebestendige materialen voor de bevestiging van de Omega-profielen, nog te worden aangepast.

A.1.3.1	Eis (Tunnels)
---------	---------------

Voor de γ - en ξ -waarden moeten de waarden voor gebouwen worden aangehouden, zoals opgenomen in NEN-EN 1990/NB, A.1.3.1. Hierna zijn de waarden voor gevolgklassen 2 en 3 overgenomen met aanvullende voetnoot voor de belasting door (grond)water. Voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1.

Tabel 4-1: Belastingsfactoren voor gevolgklasse 2 (STR/GEO)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting ^b	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende ^b	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.10a	$1,35 G_{kj,sup}^a$	$0,9 G_{kj,inf}$		$1,5 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$ $i > 1$
Verg. 6.10b	$1,2 G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$	$1,5 Q_{k,1}$		$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$ $i > 1$
^a voor (grond)waterdruk geldt $1,2 G_{kj,sup}$					
^b voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1					

Tabel 4-2: Belastingsfactoren voor gevolgklasse 3 (STR/GEO)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting ^b	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende ^b	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.10a	$1,5 G_{kj,sup}^a$	$0,9 G_{kj,inf}$		$1,65 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i}$ $i > 1$
Verg. 6.10b	$1,3 G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$	$1,65 Q_{k,1}$		$1,65 \psi_{0,i} Q_{k,i}$ $i > 1$
^a voor (grond)waterdruk geldt $1,3 G_{kj,sup}$					
^b voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1					

De belasting door (grond)water moet in principe als blijvende belasting worden beschouwd. Voor vergelijking 6.10b geldt echter dat het variabele deel van de (grond)waterdruk, d.w.z. het verschil tussen de hoogste en de laagste waterstand, moet worden beschouwd als:

1. veranderlijke belasting in het geval dat de variatie in (grond)waterstanden relatief goed bekend is, bijvoorbeeld uit historische peildata, en goed beheerst kan worden. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn bij kanalen en polders. De laagste (grond)waterstand moet worden beschouwd als een blijvende belasting;
2. blijvende belasting in overige gevallen, bijvoorbeeld in het geval dat grote variaties kunnen optreden en waarbij de (grond)waterstanden moeilijk beheerst kunnen worden. In dat geval moet worden uitgegaan van een extreme (grond)waterstand welke een overschrijdingskans heeft van $3,9 \cdot 10^{-5}$ of $1,3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor respectievelijk gevolgklasse 2 en 3, dat wil zeggen $3,9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1,3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar. De belasting door het (grond)water wordt in dit geval dus volledig als blijvende belasting beschouwd. Indien de waterstand fysiek wordt beperkt, bijvoorbeeld doordat het water de tunnel instroomt of als een dijk overstroomt, mag de hoogste grondwaterstand worden afgetopt.

Toelichting:

Omdat in de situatie onder punt 2 door middel van een statistische analyse extreme (grond)waterstanden vastgesteld worden met een zeer kleine overschrijdingskans, kan met een lagere belastingsfactor worden volstaan t.o.v. de situatie onder punt 1, waarbij de (grond)waterstanden bijvoorbeeld alleen worden ontleend aan een beperkte reeks historische peildata.

Voor de bepaling van de overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7(3).

Bij de bepaling van de hoogste (grond)waterstand dient rekening gehouden te worden met mogelijke trendwijzigingen gedurende de ontwerplevensduur van de constructie (b.v. waterwinning, peilwijziging, wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijziging waterstanden als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan dient, indien noodzakelijk, een hydrologisch en/of geohydrologisch model ten grondslag te liggen.

Toelichting:

Welke trendwijzigingen in rekening dienen te worden gebracht, is afhankelijk van de lokale omstandigheden en dient in overleg met de opdrachtgever en bijvoorbeeld waterschappen te worden vastgesteld. Opgemerkt wordt dat trendwijzigingen voor de bouwfase over het algemeen niet van belang zijn.

B.3.1	Eis (Tunnels)
-------	---------------

Tunnels in en onder hoofdwegen en onder hoofdvaarwegen moeten worden ingedeeld in gevolgklasse 3.

Toelichting:

Gevolgklasse 3 is een verzwaring t.o.v. de in het verleden volgens NEN 6700 toegepaste veiligheidsklasse 3. Globaal komt het er op neer dat de belastingsfactoren ca. 10% groter genomen moeten worden. Bij het toepassen van reeds bestaande voorschriften, richtlijnen, CUR aanbevelingen, CUR rapporten e.d. dient hiermee rekening te worden gehouden.

4.3 Toepassing voor natte kunstwerken

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

De waterkerende constructies van natte kunstwerken dienen te voldoen aan de eisen in NEN-EN 1990, NEN-EN 1990/A1 en NEN-EN 1990/NB (+ bijbehorende ROK-delen). De constructie dient als een brug beschouwd te worden.

Het verlangde constructieve veiligheidsniveau voor waterkerende constructies dient te voldoen aan betrouwbaarheidsklasse RC 3 (gevolgklasse CC3), bij een referentieperiode van 100 jaar.

Overige bepalingen voor natte kunstwerken ten aanzien van NEN-EN 1990 zijn voor de overzichtelijkheid opgenomen bij de belastingen in paragraaf 5.10.

4.4 Toepassing voor beweegbare bruggen

In gesloten stand dient de beweegbare brug te voldoen aan de eisen in de NEN-EN 1990 + NB (+ bijbehorende ROK-delen). De beweegbare brug dient aan dezelfde eisen te voldoen als een overeenkomstige "vaste" brug inclusief de keuze van de gevolgklasse.

In de grenstoestand "overbelasten" / "overbelasten overbrenging" (mechanische uitrusting) dienen alle belastingen overeenkomstig de NEN 6786 te worden gehanteerd en dient voor de belastingcombinaties te worden uitgegaan van formule 6.10 van de NEN-EN 1990 waarbij voor gevolgklasse 2 voor het eigen gewicht met een belastingsfactor van 1,30 i.p.v. 1,5 worden gerekend (voor overige gevolgklassen zie onderstaande alinea). Dit geldt voor de tabellen 11, 12, 13, 14, 15 en 17 van de NEN 6786.

Conform NEN-EN-1990 Bijlage B, tabel B3 dienen de belastingsfactoren voor "overbelasten" / "overbelasten overbrenging" (mechanische uitrusting) in hoofdstuk 8 van NEN 6786 vermenigvuldigd te worden met de factor K_{FI} . De RC klasse van de mechanische uitrusting moet gelijk gesteld worden aan de stalen bovenbouw.

Toelichting:

In de NEN-EN 1990/NB zijn in tabel NB.13 per gevolgklasse de waarden van de belastingfactoren gegeven met inbegrip van de factor K_{FI} . Voor de aansluiting van de NEN 6786 aan de Eurocode moet echter op dit punt alsnog gebruik worden gemaakt van de in bijlage B tabel B3 opgenomen K_{FI} -factoren.

Voor controle op vaste ligging van de brug wordt verwezen naar NEN 6786.

De mechanische uitrusting van beweegbare constructies (beweegbare bruggen, sluizen, stuwen e.d.) dient, met inbegrip van bovenomschreven aanpassingen, getoetst te worden aan de NEN 6786 (constructieve aspecten) en NEN 6787 (veiligheid). Onder de mechanische uitrusting wordt verstaan het geheel van aandrijfmechanismen (mechanische en hydraulische), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke.

4.5 Toepassing voor geluidsschermen

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen m.b.t. grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen), e.e.a. met inbegrip van de grondslagen volgens NEN-EN 1990 + NB, de in rekening te brengen belastingen volgens de NEN-EN 1991-serie + NB's en de materiaalgebonden toetsingnormen + NB's. Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de vervaardigingsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

A.1.1 (1)	Eis
-----------	-----

Voor geluidsschermen op kunstwerken in- en over Rijksverkeerswegen en Rijksvaarwegen is een ontwerplevensduur van 50 jaar en gevolgklasse 3 van toepassing.

Voor geluidsschermen in de aardebaan langs Rijksverkeerswegen is een ontwerplevensduur van 50 jaar en gevolgklasse van toepassing, conform de bepalingen van de GCW.

4.6 Toepassing voor verkeerskundige draagconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

Voor Verkeerskundige DraagConstructies (= VDC's = Portalen en Uithouders als draagconstructie voor m.n. bewegwijzeringsborden, signalering en DRIP's) is een bindende standaard van toepassing (PVE VDC versie 2005).

Toelichting:

Alle hieraan verbonden eisen zijn opgenomen in het PVE VDC's met bijbehorende documenten. De standaard in deze versie van de ROK is gebaseerd op de TGB-1990-serie. Er wordt gewerkt aan aanpassing van de standaard aan de Eurocodes (waarbij gelijktijdig de range van overspanninglengtes en bordoppervlaktes wordt vergroot). Tot het moment van gereedkomen van de nieuwe standaard moet de huidige standaard (PVE versie 2005) als dekkend worden beschouwd voor alle eisen binnen deze ROK. Omdat de VDC's binnen DI in de Eurocode-filosofie in gevolgklasse 2 worden geplaatst, zijn de belastingfactoren overeenkomstig de huidige TGB-situatie. De bepalende belastingen zijn eigen gewicht, wind en zettingen welke t.o.v. de TGB-serie nauwelijks veranderen. Ook aan de toetsingskant zijn de verschillen tussen TGB en Eurocode voor dergelijke constructies marginaal. De verwachting is derhalve dat de huidige standaard binnen het gehanteerde toepassingsgebied voldoet aan de Eurocode.

5 Eurocode 1: Belastingen op constructies

5.1 Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-1 + NB.

2.1 (1)	Eis (Tunnels)
---------	---------------

Tot de blijvende belastingen van tunnels behoort bijv. ook ballastbeton, zandaanvulling tussen owb-vloer en constructievloer, gewicht onderwaterbetonvloer en verankerd vulbeton in graafkamers van caissons.

Toelichting:

Het betreft hier hecht met de hoofdconstructie verbonden onderdelen.

2.1 (4)P	Eis
----------	-----

De belastingen door grond op constructies (bijvoorbeeld ecoducten, enz.) moeten zijn beschouwd als blijvende belastingen. In dit kader wordt opgemerkt dat conform NEN-EN 1991-1-1, 2.1 (2) voor het grondgewicht een bovengrens- en ondergrenswaarde moet worden aangehouden en dat conform 2.1 (5) rekening moet worden gehouden met veranderingen in vochtgehalte en dikte.

Indien geen informatie beschikbaar is over een eventuele verandering van de dikte gedurende de levensduur, mag worden aangenomen dat de bovengrens voor de dikte van het grondpakket 1,25 maal de gemiddelde dikte van het grondpakket (= bijv. de ontwerpwaarde uit ecologische voorwaarden bij ecoducten) bedraagt met een minimum van de gemiddelde dikte vermeerderd met 0,25 meter.

Tevens dient rekening te worden gehouden met de grondwaterstand en mogelijke wateraccumulatie op de constructie (bijvoorbeeld ecoduct, enz.).

Voor ecoducten en vergelijkbare constructies die met grond zijn afgedekt, geldt dat met de opdrachtgever moet worden overlegd of naast de permanente belasting ook rekening moet worden gehouden met belasting door voertuigen (brandweer, onderhoudsvoertuigen). Indien hierover geen nadere afspraken zijn gemaakt, dient als verkeerbelasting uit te worden gegaan van minimaal het tandemstelstel LM1 met $\alpha_Q = 0.5$ volgens NEN-EN 1991-2.

Rekening dient te worden gehouden met plaatselijke belastingen door voertuigen en ophoping van grond als gevolg van het aanbrengen van het grondpakket in de bouwphase op bijvoorbeeld ecoducten.

5.2.3 (3)	Eis (Bruggen)
-----------	---------------

Voor betonnen bruggen dient in de berekening een asfaltpakket te worden aangehouden van $(50 + a + 70)$ mm. Dit asfaltpakket is als volgt opgebouwd:

dicht asfaltbeton (DAB)

50 mm

uitvulling

$$a = 20 + \frac{l - 30}{4} \geq 20 \text{ mm}; a \leq 50 \text{ mm}$$

(i.v.m. onvlakheden en zeegafwijkingen)

zeer open asfaltbeton (ZOAB)

70 mm

Ten aanzien van de uitvulling a geldt dat in de praktijk gemiddeld geen grotere uitvulling mag worden aangebracht dan de berekende waarde a. Indien gemiddeld een grotere uitvulling noodzakelijk is om het gewenste alignement te realiseren, moet in de berekening een grotere waarde a worden aangehouden.

Voor stalen bruggen met een asfalt- of ZOAB-slijtlaag wordt, t.a.v. de voor de berekening aan te houden extra uitvuldikte van de slijtlaag a.g.v. onvlakheden en toleranties, verwezen naar paragraaf 7.20 van de ROK (deel toleranties). Voor lokale onderdelen (korte invloedslijnen, $L \leq 20$ m) moet minimaal rekening worden gehouden met een uitvullaag van 40 mm (op het invloedsvlak). Indien de overspanning van het betreffende brugdeel kleiner is als 40 m, mag de lokale uitvulling lineair worden gereduceerd tot minimaal 25 mm bij een overspanning van 20 m. Voor globale onderdelen (lange invloedslijnen, $L > 20$ m) moet minimaal rekening worden gehouden met een gemiddelde uitvullaag van 25 mm (op het invloedsvlak).

5.2.3 (4)	Eis
-----------	-----

Bij toepassing van vloeistofleidingen in/aan/onder/op dekken van kunstwerken dient rekening te worden gehouden met het gewicht van een volledig gevulde leiding en het effect ervan op de belasting van het dek.

Bij toepassing van leidingen en leidingkanalen in holle ruimtes van kunstwerken of dekken van kunstwerken dient rekening te worden gehouden met een eventuele lekkage van de leiding en het effect ervan op de belasting van het dek (belasting door vloeistof in deze ruimtes als gevolg van de lekkage).

5.2.3 (5)	Eis
-----------	-----

Uit mag worden gegaan van de nominale waarden van het eigen gewicht voor leuningen, veiligheidskeringen, afscheidingen, opstaande randen en andere brugaccessoires.

6.4 (1)	Eis
---------	-----

Statische horizontale belastingen op leuningen en keringen (niet geschikt als voertuigkering) op kunstwerken moeten zijn ontleend aan Bijlage NB.A.

Voor een leuning als tweede kering (achter de voertuigkering) wordt verwezen naar de belastingen volgens ROK paragraaf 5.8, art 4.8 (1).

Voor windbelasting (inclusief vermoeiing) op leuningen en keringen wordt verwezen naar ROK paragraaf 5.4.

Voor overige eisen met betrekking tot leuningen en keringen (niet geschikt als voertuigkering) op kunstwerken wordt verwezen naar ROK paragraaf 13.12.

A.1	Eis
-----	-----

Voor het gewicht van uitgehard/niet-uitgehard, gewapend/ongewapend normaal beton, licht beton en zwaar beton dient tabel A.1 bijlage A te worden aangehouden.

Indien de hoeveelheid wapening leidt tot een volumiek gewicht groter dan 25 kN/m³, dan dient met dit hogere volumieke gewicht rekening gehouden worden.

Voor brugdekken van lichtbeton dient voor de gewichtsklasse LC de hoogste waarde voor het volumieke gewicht te worden aangehouden.

Voor het gewicht van onderwaterbeton dient als ondergrens een volumiek gewicht γ van 23 kN/m³ te worden aangehouden.

A.4	Eis
-----	-----

Voor het gewicht van staal volgens tabel A.4 bijlage A dient de hoogste waarde voor het volumieke gewicht te worden aangehouden.

A.6	Eis
-----	-----

In afwijking van tabel A.6 in bijlage A dient voor het gewicht van zeer open asfaltbeton en dicht asfaltbeton een volumiek gewicht γ van 23.0 kN/m³ te worden aangehouden.

5.2

Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-2 + NB.

3.2	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Voor tunnels geldt, tenzij anders voorgeschreven in de vraagspecificatie, gedurende 120 minuten de RWS-brandkromme (NEN-EN 1991-1-2/NB, art. 3.2.4) voor het gesloten deel en de waterstofkromme (Hydrocarbon) (NEN-EN 1991-1-2, art. 3.2.3) voor het niet-gesloten deel (toeritten).

Toelichting:

Voor een verdere toelichting wordt ook verwezen naar de VRC deel C, hoofdstuk 8.1, incl. bijlage. De opdrachtgever kan, op basis van een beschouwing van het aanwezige risico (kans x gevolg) in relatie tot de kosten, beslissen om andere brandkrommen te hanteren en/of de tijdsduur van de brandkrommen te beperken. De mate van repareerbaarheid is altijd een belangrijk aspect bij de keuze van de voor te schrijven brandkromme, omdat het uitgangspunt is dat tunnels na het optreden van een grote brand repareerbaar dienen te zijn. In dit kader is ook de situering van de tunnel van belang (bijvoorbeeld wel of niet onder open water).

Verondersteld kan worden dat het extra temperatuureffect dat ontstaat als ook het asfaltwegdek in brand staat is opgenomen in de RWS-brandkromme. Het extra temperatuureffect dat ontstaat als ook het asfaltwegdek in brand staat wordt geacht opgenomen te zijn in de waterstofkromme.

De opgelegde vervorming als gevolg van de temperatuurbelasting tijdens de brand wordt geacht geen invloed te hebben op de sterkte van de constructie tijdens de brand. Daarom hoeft de brandbelasting niet in rekening te worden gebracht bij het bepalen van de krachtswerking. Dit geldt niet voor constructiedelen die de constructieve integriteit waarborgen waarvan de werking verloren kan gaan bij temperatuurbelasting, zoals stempels in toeritten (knik, pons etc.). In deze gevallen dienen de gevolgen van temperatuurbelasting wél te worden beschouwd.

5.3 Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting

Geen aanvullingen.

5.4 Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-4 + NB.

2 (5)	Eis
-------	-----

Vermoeiing door windbelasting behoort in acht te zijn genomen voor daarvoor gevoelige constructies (zoals bijvoorbeeld geluidsschermen en portalen en uithouders met een van de RWS-standaard afwijkende vormgeving). Met vermoeiing door windbelasting wordt hier bedoeld vermoeiing door het variabel zijn van de wind in de tijd a.g.v. bijv. vlagen, en niet a.g.v. aerodynamische aspecten zoals vortex en flutter, welke volgens NEN-EN 1991-1-4 moeten worden beschouwd.

Voor de vermoeiingsbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.3. Verondersteld moet worden dat figuur B.3 per windrichting geldt. Het gegeven verloop is in tabel 5-1 gediscrètiseerd tot wisselingen per grootte van de windbelasting. Het aantal lastwisselingen is gebaseerd op een referentielevensduur van 50 jaar. Bij een afwijkende referentielevensduur dient het aantal lastwisselingen (n) evenredig vergroot of verkleind te worden.

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

$\Delta S / S_k$ (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Afhankelijk van de eigenfrequentie van de constructie en de demping dient rekening te worden gehouden met dynamische effecten en natrilgedrag.

4.3.2 (2)	Eis
-----------	-----

Voor de terreincategorie dient uitgegaan te worden van gebied II – Onbebouwd gebied, tenzij gebied 0 – Zee of Kustgebied aan zee van toepassing is. Het windgebied dient overeenkomstig figuur NB.1 te worden gekozen.

Los van dit uitgangspunt dient rekening worden gehouden met het effect van nabijgelegen, dan wel geplande hogere bouwwerken conform art. 4.3.4(1).

4.5 (1)	Eis
---------	-----

Voor de bepaling van de extreme stuwdruk moet gebruik worden gemaakt van de formules of van tabel NB.5 (rekening houdend met de referentieperiode). Bij gebruik van de formules mag voor de blootstellingfactor geen gebruik worden gemaakt van figuur 4.2.

Toelichting: NEN-EN 1991-1-4 figuur 4.2 geldt niet voor op de in de NB voorgeschreven waarden voor de ruwheidslengte per terreincategorie. De windbelasting vastgesteld op basis van figuur 4.2 is conservatief en geeft een hogere waarde dan berekening volgens de in de norm gegeven uitdrukkingen.

5.5

Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting

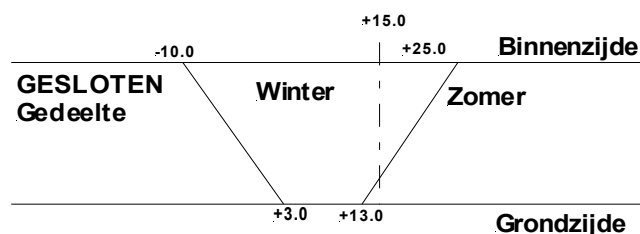
Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-5 + NB.

4 (2)	Eis (Tunnels)
-------	---------------

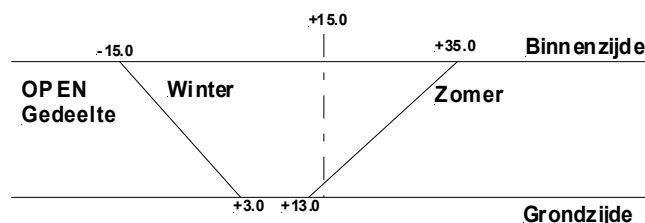
Voor tunnels moeten de volgende temperatuurverdelingen worden aangehouden:

Als gevolg van jaarlijkse temperatuurswisselingen

Referentie temperatuur 15 °C



Figuur 5-1: Jaarlijkse temperatuurswisselingen voor gesloten gedeelten



Figuur 5-2: Jaarlijkse temperatuurswisselingen voor open gedeelten

In een overgangsgebied tussen gesloten en open gedeelten dient over een lengte van 25 m tussen de waarden voor het gesloten en open gedeelte lineair geïnterpoleerd te worden.

Als gevolg van dagelijkse temperatuurswisselingen

Voor het open gedeelte aan de binnenzijde als gevolg van dagelijkse temperatuurswisselingen de temperaturen volgens tabel 5-2 superponeren op de jaarlijkse temperatuurswisselingen.

Tabel 5-2: Dagelijkse temperatuurswisselingen voor binnenzijde van open gedeelten

Grond- of asfalddekking (m)	Min. en max. temperaturen	
	Min. (°C)	Max. (°C)
0	-8	+20
0,08	-6	+12
0,10	-5	+10
0,20	-2	+5
0,30 of meer	0	0

In een overgangsgebied tussen gesloten en open gedeelte dient over een lengte van 25 m tussen de waarden voor het gesloten en open gedeelte lineair geïnterpoleerd te worden.

Toelichting:

Bovenstaande maximale en minimale temperaturen gelden voor een constructie in de gebruiksfase. Als de constructie tijdens de bouwfase aan andere omstandigheden wordt blootgesteld, b.v. als de constructie niet aangevuld is met grond, dient dit in rekening te worden gebracht.

5.6 Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-6 + NB.

3.1 (5)	Eis
---------	-----

Voor de uitvoeringfase moeten de klimaatbelastingen (wind en temperatuur) worden aangehouden met een referentieperiode gelijk aan de ontwerplevensduur van de definitieve constructies.

4.9 (6)	Advies
---------	--------

Voor de belasting door ijs(druk) wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7/NB 5.4.

4.11.1 (1)	Eis
------------	-----

In aanvulling op tabel 4.1 geldt voor dat de gelijkmatig verdeelde bouwbelasting door personeel (met handgereedschap):

$$q_{ca,k} = 1,0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{voor } A < 400 \text{ m}^2$$

$$q_{ca,k} = \left(2 - \frac{A}{400 \text{ m}^2} \right) \times 1.0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{voor } 400 \text{ m}^2 \leq A \leq 800 \text{ m}^2$$

$$q_{ca,k} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{voor } A > 800 \text{ m}^2$$

Hierbij is A het belaste gedeelte van het dek in m², waarbij de plaats van dit belaste gedeelte zo ongunstig mogelijk aangenomen moet worden.

A.2.1	Eis
-------	-----

Voor de te hanteren gevolgklasse voor hulpconstructies tijdens de uitvoering moet, in geval er verkeer onder door gaat, dezelfde gevolgklasse worden gehanteerd als voor de gebruiksfase.

Annex B (2)	Eis
-------------	-----

Bij het vervangen van opleggingen moeten CUR Aanbeveling 68 en 81 worden toegepast met de volgende aanvullingen en wijzigingen op CUR Aanbeveling 68:

1.1 Onderwerp

Deze aanbeveling geeft aanvullingen en afwijkende bepalingen op betreffende NEN-EN normen van de 1990 serie voor de bouw. In alle volgende artikelen van deze aanbeveling moeten de verwijzingen naar de NEN 6700 serie vervangen worden door verwijzingen naar de NEN-EN 1990 serie.

4.1 Gevolgklasse

Bij de berekening van de voor het vijzelen benodigde constructies, zowel tijdens het vijzelen als in de parkeerstand moet uitgegaan worden van CC3 voor constructies in en boven een in gebruik zijnde hoofd(vaar)weg en CC2 voor overige constructies.

4.2.1 Belastingfactoren voor uiterste grenstoestanden

Indien wordt afgezien van een volledige dynamische berekening moet de blijvende (ongunstige) belasting als een veranderlijke belasting worden beschouwd.

4.2.2 Belastingfactoren voor bruikbaarheidsgrenstoestanden

Volgens NEN-EN 1990.

4.3 Referentieperiode

Ten minste 15 jaar.

4.4 Belastingcombinaties

Volgens NEN-EN 1990.

5.7 Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-7 + NB.

4.3.1 (1)	Eis
-----------	-----

De reductiefactor $\sqrt{(1-d/d_b)}$ mag voor de bepaling van de equivalente statische kracht niet worden toegepast.

Toelichting:

Ten behoeve van "toekomstvastheid" dienen alle constructieve elementen van de onderbouw berekend te zijn op stootbelastingen door wegverkeer, onafhankelijk van het voorgenomen ontwerp dwarsprofiel van de onderdoorgaande weg.

Bijlage C (dynamische berekening voor stootbelastingen) mag niet worden gebruikt voor de bepaling van de equivalente statische kracht.

Binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn dient voor constructies over of grenzend aan wegen in tabel NB.1 – 4.1 uit te worden gegaan van verkeerscategorie "Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen".

In tabel NB.1 - 4.1 dient "x" gedefinieerd te worden als: x = richting // wegas, onafhankelijk van de rijrichting.

4.3.2 (1)	Eis
-----------	-----

Binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn dient voor constructies over of grenzend aan wegen in tabel NB.2 – 4.2 uit te worden gegaan van verkeerscategorie "Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen".

In tabel NB.2 - 4.2 dient "x" gedefinieerd te worden als: x = richting // wegas, onafhankelijk van de rijrichting.

4.5 (1)	Eis
---------	-----

Er dient rekening te worden gehouden met de bijzondere belasting tegen een ondersteunend element als gevolg van kantelen van de trein tegen de steunpunten conform OVS00030-6 versie 003, art. 9.6.1.4.

4.5.1.5 (1)	Eis
-------------	-----

Voor Klasse B constructies moet rekening worden gehouden met het feit dat door de vergunning verlenende instantie (bijv. Prorail) aanvullende voorwaarden kunnen worden gesteld. Het beleid van RWS zal erop gericht zijn om ondersteuning van het spoor te plaatsen (bij voorkeur verder dan PVR+3m).

In afwijking van de NB moeten bij klasse B constructies de krachten zijn ontleend aan tabel NB.4 – 4.4, vermenigvuldigd met een factor 1,0.

4.6	Eis (Tunnels)
-----	---------------

In aanvulling op de voorgeschreven scheepsstoten, moeten de volgende buitengewone belastingen door scheepverkeer in rekening worden gebracht:

1. Vallende ankers;
2. Slepde ankers;
3. Gezonken schip.

Vallende spudpalen moeten worden beschouwd als vallende ankers met het gewicht van de spudpaal. Gezonken (zee)containers moeten worden beschouwd als gezonken schip.

Toelichting:

Ten aanzien van scheepsstoten wordt opgemerkt dat deze vaak zo groot zijn dat het verstandig is om een beschermingsconstructie (remmingwerk, dukdalf, etc.) of een onderwatertalud aan te brengen, waardoor het schip aan de grond zal lopen.

Ad. 1, Vallende ankers

Onafhankelijk van de waterdiepte en het soort anker, moet voor de valsnelheid van ankers in water 9 m/s worden aangehouden. De dikte van de afdekking op de tunnel moet zodanig worden gekozen dat het maatgevende vallende scheepsanker in de dikte van de afdeklaag tot stilstand komt. Het materiaal van de afdeklaag dient voldoende stroombestendig te zijn.

Het in rekening te brengen maatgevende anker (massa) dient op basis van een risicoanalyse als volgt te worden bepaald:

- Bepaal het aantal scheepsbewegingen per jaar boven de tunnel, verdeeld naar klassetonnage cq. ankermassa;
- Bepaal de kans van verlies van een anker door een schip per scheepsbeweging;
- Bepaal de kans dat het schip zich op dat moment boven de tunnel bevindt, dus de kans dat het vallend anker op de tunnel terecht komt.

Het aantal scheepsbewegingen per klassetonnage dient te zijn gebaseerd op actuele gegevens van de vaarwegbeheerder, rekening houdend met een zekere toename gedurende de ontwerplevensduur.

De relatie tussen klassetonnage en ankermassa kan als volgt worden bepaald:

- Voor zeeschepen (volgens Luger D. (2006) Development in anchor technology and anchor penetration in the seabed):
 $m_{\text{anker}} = 0,4 \sqrt{(\text{dwt} + 3500)}$
waarin:
 m_{anker} = ankermassa in kg met een maximum van 7000 kg
dwt = dead weight tonnage in m^3 waterverplaatsing
- Voor binnenvaartschepen: conform EU-richtlijn 2006/87/EG Bijlage II, hoofdstuk 10, artikel 10.01 ankeruitrusting

Voor de kans van verlies van een anker per scheepsbeweging kan uitgegaan worden van $P(A) = 2 \cdot 10^{-3}$ per schip per jaar. Deze kans dient gelijkmatig over de totale scheepsbeweging per jaar aangenomen te worden, zonder rekening te houden met variërende omstandigheden zoals open zee, storm etc. Indien ter plaatse van de tunnel sprake is van afwijkende omstandigheden in relatie tot b.v. manoeuvreren en ankeren dient deze kans van optreden zonodig verhoogd te worden.

Uitgaande van een vaartijd van 75% per jaar is de 'kans' dat het schip zich boven de tunnel bevindt gelijk aan:

$$P(B) = b_{\text{tunnel}} / (0,75 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot v_{\text{schip}})$$

waarin:

b_{tunnel} = breedte tunnel in m

v_{schip} = vaarsnelheid schip in m/sec

Toelichting:

De vaarsnelheden zijn afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse.

De kans dat een schip een anker verliest boven de tunnel bedraagt dan $P(A) \times P(B)$. Het maatgevende anker is dat anker, waarvan de kans dat een zwaarder anker op de tunnel valt gelijk is aan $1 \cdot 10^{-6}$. De in rekening te brengen equivalente ankerbelasting dient bepaald te worden aan de hand van de ontwerpgrafieken behorende bij de samenvattende eindrapportage VAL 99-18 'Onderzoek vallend scheepsanker op tunneldak', definitief, versie 1.

Toelichting:

Het maatgevende bezwijkmechanisme voor een vallend scheepsanker is veelal het doorponzen van het dak van de tunnel. De massa van het maatgevende scheepsanker is afhankelijk van de aantallen en typen schepen. Hiertoe dient een statistische analyse te worden uitgevoerd.

De uit de ontwerpgrafieken van VAL 99-18 af te leiden waarde voor de wrijvingskracht F_{max} heeft geen betrekking op de statisch equivalente belasting die door het vallende anker op het tunneldak wordt uitgeoefend. Het betreft de grootte van de wrijvingskracht, optredende in de afdeklaag, op het tijdstip van de grootste vertragsversnelling.

De grootte van de dynamische factor hangt samen met de verhouding tussen de tijdsduur van de belasting en de periode van de eigentrilling van het dak van de tunnel. Als gevolg van de afdekkingslaag op de tunnel bouwt de dynamische belasting op het tunneldak zich relatief langzaam op.

Zonder uitgebreide dynamische berekeningen mag uitgegaan worden van een statisch equivalente waarde voor de belasting van het vallende anker op het

tunneldak ter grootte van $2 F_{max}$ (dynamische factor is maximaal 2) voor het mechanisme van bezwijken op buiging en F_{max} voor het mechanisme van pons.

De afdekking moet stabiel zijn onder stromingskrachten; waaronder scheepsschroef straalstromen. De korreldiameter van de afdeklaag dient daartoe in het algemeen aanzienlijk groter te zijn dan die van zand.

Ad. 2, Slepende ankers

Indien het mogelijk is dat een slepend scheepsanker achter een constructie kan haken, dient de constructie hierop berekend te worden. De te hanteren ankerkracht dient bij haken overeen te komen met de breukkracht van de ketting of kabel van het maatgevende anker.

Toelichting

Het maatgevende anker kan bepaald worden m.b.v. een risico-analyse of door uit te gaan van het zwaarste passerende anker.

Ad. 3, Gezonken schip

Voor een gezonken schip geldt de volgende maximale belasting:

Binnenvaart : 50 kN/m² (incl. dynamisch effect)

Zeeschepen : 150 kN/m² (incl. dynamisch effect)

De positie van de belasting moet aan de hand van een risico-analyse worden bepaald. Voor tunnels onder waterwegen waar zeescheepvaart voor kan komen, dient de belasting voor zeeschepen aangehouden te worden.

Toelichting:

Bovenstaande belastingen mogen nader bepaald worden m.b.v. een statistische analyse naar de aard van het scheepvaartverkeer (groottes en aantallen) en de kans op zinken per vaarkilometer ter plaatse van de tunnel. Daarbij dient de overschrijdingskans van de belasting maximaal $3,9 \cdot 10^{-5}$ of $1,3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 te zijn, dat wil zeggen $3,9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1,3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar. Voor de bepaling van deze overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7 (3). Voor 'groot' water waar weinig zeeschepen komen zal met een risico-analyse worden gevonden dat de belasting lager zal zijn.

4.6.2 (1)	Eis
-----------	-----

In afwijking op NEN-EN 1991-1-7/NB, 4.6.2(1) geldt de volgende tekst:

Frontale botsing

Voor de bepaling van de maximale botskracht is de volgende formule van toepassing:

$$F_{max,m} = 3,3 \sqrt{E} + 5,6 \text{ [MN]}$$

E = kinetische energieniveau van het schip [MNm]; $E = 0,55 mv^2$

Toelichting: $0,55 mv^2$ i.p.v. $\frac{1}{2} mv^2$ in verband met de massa van het water die met het schip meebeweegt.

Toelichting:

De formule gaat uit van botsing tegen een star obstakel. De energie wordt volledig door vervorming van het schip opgenomen. Het schip raakt daarbij (zwaar) beschadigd. De "kreukelzone" van het schip is daarbij in meters globaal. Die zone is daarbij zo groot dat het aandeel van de elastische of plastische vervorming van het kunstwerk daarbij vergeleken in het niet valt.

De voor het schip in rekening te brengen massa is de massa van het schip zelf, vermeerderd met het laadvermogen (dwt = deadweight tonnage).

Schepen worden in klassen ingedeeld aan de hand van hun breedte en diepgang. Schepen van één klasse zijn niet alle even lang. Schepen van één klasse kunnen daardoor verschillende dwt's hebben. Voor de verschillende scheepsklassen leidt dat tot de dwt zoals aangegeven in tabel 5-3.

Tabel 5-3: Klasseindeling van schepen

Klasse	Type	Lengte [m]	Breedte [m]	Diepgang [m]	Massa/dwt (ton)
0	Klein/recreatie	< 30	-	-	< 250
I	Spits	30 - 50	5,05	1,80 - 2,20	250 - 400
II	Kempenaar	50 - 60	6,60	2,50	400 - 650
III	Dortmund-Eems-kanaalschip	60 - 80	8,20	2,50	650 - 1000
IV	Rijn-Herne-kanaalschip	80 - 90	9,50	2,50	1000 - 1500
Va	Groot Rijnschip	90 - 110	11,40	2,50 - 2,80	1500 - 3000
Vb	Duwvaart 2 bakken	110 - 180	11,40	2,50 - 4,50	3000 - 6000
VIa	Duwvaart 2 bakken	110 - 180	22,80	2,50 - 4,50	3000 - 6000
VIb	Duwvaart 4 bakken	110 - 190	22,80	2,50 - 4,50	6000 - 12000
VIc	Duwvaart 6 bakken	190 - 280	22,80	2,50 - 4,50	10000 - 18000
VII	Duwvaart 9 bakken	300	34,20	2,50 - 4,50	14000 - 27000

Een klasse op zich is de duwvaart. De duwscheepvaart is ingedeeld naar grootte van de konvoien, die varieert van een tot negen bakken. Het konvoi heeft in lengte- en breedterichting maximaal drie bakken. Een zesbaks konvoi kan dus drie breed en twee lang of twee breed en drie lang zijn.

Voor de dwt bij botsing dient 0,5 maal dwt van het konvoi te worden aangehouden, met als minimum de dwt van één bak.

Toelichting:

Bij frontale botsing door een duwkonvoi zullen veelal de verbindingen tussen de bakken onderling breken en zullen de bakken elk hun eigen richting gaan. De

botsingsenergie die dan op één plaats moet worden opgenomen, is minimaal de energie van één bak en maximaal nooit meer dan de energie van het halve konvooi.

De maximaal te behalen vaarsnelheid van een schip t.o.v. het water (v_v) is afhankelijk van het scheepstype; het type vaarwater (vaarwaterbreedte en diepte); en de beladingsgraad. Maatgevend voor de botsing is daarbij de vaarsnelheid voor geladen schepen.

Voor de verschillende scheepsklassen leidt dat tot een maximale vaarsnelheid voor geladen schepen in vrij water zoals aangegeven in tabel 5-4.

Tabel 5-4: Vaarsnelheid per scheepsklasse

Klasse	I	II	III	IV	V	VI	Duwvaart
v_v [m/sec]	4,1	4,8	5,1	5,3	5,5	5,5	4,5

Beperking van de maximale vaarsnelheid:

Een schip heeft een minimale waterdiepte onder de kiel- en een minimale waterbreedte naast het schip- nodig om de maximale vaarsnelheid uit de bovenstaande tabel te kunnen halen. Bij te kleine vaarwaterafmetingen zijn de haalbare vaarsnelheden lager. De situatie van verminderde maximale snelheid wordt geacht zich niet voor te doen als het vaarwater wordt bevaren door een schip van een klasse die niet hoger is dan de vaarwegklasse.

Toelichting:

Als de waterdiepte onder het schip (te) klein wordt kan de schroef van het schip niet meer zijn gehele waterverplaatsende vermogen kwijt. Als de waterbreedte naast het schip (te) klein wordt, dan wordt de stroming van het retourwater belemmerd en neemt de vaarweerstand toe.

Op sommige vaarwateren gelden vaarsnelheidsbeperkingen:

De waarde van de eventuele vaarsnelheidsbeperking opvragen bij de vaarwegbeheerder. In verband met "handhaving" van de maximale snelheid dient er van uit te worden gegaan dat schepen de toegelaten snelheid met 20% overschrijden.

De vaarsnelheid (v_v) moet worden verhoogd met de eventuele stroomsnelheid van het water (v_s) tot de totale snelheid (v_t). De maximale stroomsnelheid waarbij nog gevaren mag worden/ gevaren wordt/ dient opgevraagd te worden bij de vaarwaterbeheerder.

Toelichting: rekenvoorbeeld.

Schip klasse Va; totale snelheid 5,6 m/sec; $m = 3000$ ton.

*$E = 0.55 * 3000 * 5.6^2 = 51744 \text{ kNm} = 51.7 \text{ MNm}$.*

*$F_{max,m} = 3,3 * \sqrt{51,7} + 5.6 = 29.3 \text{ MN}$.*

In vaarwegen waar alleen toeristisch scheepsverkeer plaats vindt moet minmaal worden gerekend op aanvaarbelastingen van $F_{xd} = 500 \text{ kN}$ en $F_{yd} = 250 \text{ kN}$.

Botsing onder een hoek

Bij botsing onder een hoek moet de botskracht worden ontbonden in een component loodrecht op de constructie en een component evenwijdig aan de constructie. Naarmate de botshoek meer afwijkt van 90° wordt de kans groter dat de ontbondene evenwijdig zo groot wordt dat de maximaal te leveren wrijvingskracht wordt overschreden.

Uitgaande van een wrijvingscoëfficiënt van 0,5 treedt dat op bij een hoek van 63° . Voor hoeken $90^\circ > \alpha > 63^\circ$ wordt de totale energie door het schip opgenomen.

$F_{\text{loodrecht}}$ is dan $F_{\text{max,m}} * \sin \alpha$;

$F_{\text{evenwijdig}}$ is dan $F_{\text{max,m}} * \cos \alpha$.

Opmerking: Na de botsing is de snelheid van het schip, net als bij een frontale botsing gelijk aan nul m/sec.

Bij hoeken $< 63^\circ$ wordt een aandeel van de kinetische energie niet door vervorming van het schip vernietigd. Dit aandeel kan in rekening worden gebracht door $F_{\text{loodrecht}}$ te reduceren door vermenigvuldiging met de reductiefactor δ . Voor de verschillende hoeken leidt dat tot een reductiefactor δ zoals aangegeven in tabel 5-5.

Tabel 5-5: Reductiefactor δ als functie van de aanvaarhoek

α°	60	50	40	30	20	10	5
δ	0.98	0.91	0.82	0.73	0.64	0.48	0.34

Voor tussenliggende waarden van α dient geïnterpoleerd te worden:

$F_{\text{loodrecht}}$ is dan $\delta \cdot F_{\text{max,m}} * \sin \alpha$;

$F_{\text{evenwijdig}}$ is dan $0,5 * F_{\text{loodrecht}}$.

Toelichting:

Na de botsing is nu wel de snelheid van het schip loodrecht op het obstakel nul; maar de snelheid evenwijdig aan het obstakel niet; het schip is gedraaid en beweegt nog evenwijdig aan het obstakel.

4.6.3 (1)	Eis
-----------	-----

In afwijking op de NB 4.6.3(1) behorend bij NEN-EN 1991-1-7 is onderstaande tekst van toepassing.

Botsing onder een hoek $90^\circ \geq \alpha \geq 63^\circ$

Zeeschepen hebben bij gelijke dwt's andere afmetingen en stijfheden dan binnenvaartschepen. De formule voor binnenvaartschepen gaat dan ook niet op voor zeeschepen. Voor zeeschepen dient de tabel 5-6 te worden aangehouden. Deze tabel is een omzetting van de grafiek van "Nordic Road Federation" (deze grafiek geeft afhankelijk van diepgang/dwt en vaarsnelheid van schepen een kracht-evenwijdig aan de vaarrichting, en één loodrecht op de vaarrichting).

Tabel 5-6: Aanvaarbelasting bij zeeschepen

brt	dwt	d	v_t	Stoot		v_t	Stoot		v_t	Stoot	
				//	$\perp$		//	$\perp$		//	$\perp$
ton	ton	m	m/s	MN	MN	m/s	MN	MN	m/s	MN	MN
2000	3200	6	2.6	12	6	5.1	26	13	8.2	40	20
3300	5000	7	2.6	22	11	5.1	38	19	8.2	54	27
5000	7500	8	2.6	34	17	5.1	52	26	8.2	74	37

brt	dwt	d	v _t	Stoot		v _t	Stoot		v _t	Stoot	
				//	⊥		//	⊥		//	⊥
7500	11000	9	2.6	54	27	5.1	72	36	8.2	96	48
11000	20000	10	2.6	72	36	5.1	92	46	8.2	120	60
	40000	11	2.6	90	45	5.1	108	54	8.2	140	70
	80000	12	2.6	104	52	5.1	126	63	8.2	158	79

Br_t = bruto registerton: massa laadvermogen van het schip;

dwt = massa van het schip, inclusief massa laadvermogen;

d = onderkant beladen schip t.o.v. de waterlijn;

v_t = vaarsnelheid van het schip t.o.v. een stilstaand punt.

Scheepsstoot // = scheepsstoot evenwijdig aan de vaarrichting.

Scheepsstoot ⊥ = scheepsstoot loodrecht op de vaarrichting.

Opmerking:

De vaarsnelheid wordt ook wel uitgedrukt in knopen. Een knoop is een zeemijl (1852 meter) per uur = 0,514 m/sec.

Toelichting:

De kracht evenwijdig is tweemaal zo groot als de kracht loodrecht. Vergelijkend met 4.6.2 (1) voor binnenvaartschepen kan worden gesteld dat bij zeeschepen altijd wordt gerekend op een bijkomend "schampeffect", en dat gerekend wordt met één botskracht voor hoeken tussen 63° en 90°.

Botsing onder een hoek $\alpha < 63^\circ$

Voor de maximale botskracht onder een hoek dient te worden uitgegaan van de frontale botskracht met toepassing van de reductieformules volgens art. 4.6.2(1).

5.1 (1)P	Eis (Tunnels)
----------	---------------

Bij tunnels volgens de categorieën B, C, D of E behoeft, in relatie tot het interne risico, geen rekening te worden gehouden met ontploffingen. Voor tunnels volgens categorie A dient alleen met de effecten van een ontploffing rekening te worden gehouden als de specifieke omstandigheden, in relatie tot het externe risico, daar aanleiding toe geven.

Toelichting:

Voor de (nieuwe) indeling in tunnelcategorieën zie de ADR 2009 (1.9.5.2.2).

In Nederland komen categorie B tunnels tot op heden niet voor.

De kans op een gasexplosie, bij alle tunnelcategorieën, is klein door allerlei maatregelen die voorgeschreven worden vanuit de VRC (b.v. dwarsverkanting, geen ZOAB, riolering en explosievrije kelder). Voor tunnelcategorieën anders dan categorie A wordt deze kans verder verkleind doordat transport van goederen die een zeer grote ontploffing kunnen veroorzaken niet is toegestaan. Voor tunnels van categorie A wordt het risico verhoogd door de kans op het optreden van een BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion; b.v. LPG tankwagons).

De kosten om een tunnel bestand te doen zijn tegen een gasexplosie (detonatie) of BLEVE zijn aanzienlijk; hiervoor benodigde maatregelen gaan ver voorbij het ALARA principe (As Low As Reasonably Achievable). Het uitgangspunt is dat de kans van optreden voldoende klein is, zodat met dit type calamiteitsbelasting geen rekening

behoeft te worden gehouden voor wat betreft interne veiligheidsrisico's. In relatie tot een groot extern risico (naar de omgeving toe) is het echter denkbaar dat het gevaar van explosies apart wordt afgewogen.

Aangrijpingspunten om voortschrijdende instorting te voorkomen kunnen worden ontleend aan NEN-EN 1992-1-1, art. 9.10 (volgens het ALARA-principe).

In NEN-EN 1991-1-7 worden in bijlage C (Ontploffingen in bouwwerken) in art. D.3 (Ontploffingen in auto- en spoortunnels) voor respectievelijk detonaties en deflagraties tijd-drukdiagrammen gegeven. Het realiteitsgehalte hiervan kan echter worden betwijfeld. De gegeven explosiedrukken voor detonaties zijn zeer hoog (piekdruk van 20 bar). De impuls van de drukken wordt aanzienlijk groter (een ruime verdubbeling) over een zekere afstand (ruim 100 m) t.o.v. de explosiebron. De verklaring hiervoor is niet duidelijk. De gegeven explosiedrukken in NEN-EN 1991-1-7 zijn echter aanzienlijk lager bij een deflagratie (piekdruk van 1 bar). Bij ondiep liggende tunnels heeft ook een dynamische piekdruk van 1 bar nog steeds relatief grote consequenties voor de benodigde wapening.

Verder wordt niets vermeld over de te hanteren drukken bij het optreden van een BLEVE, terwijl naar de huidige inzichten in tunnels de kans van optreden van een BLEVE groter is dan een gasdetonatie. Naar de huidige inzichten kan de piekdruk van een BLEVE nabij de bron in een tunnel ca. 15 bar bedragen.

In relatie tot het in rekening brengen van het effect van explosies is in deze ROK vanuit een risico-beoordeling geoordeeld dat, in relatie tot de interne risico's, niet gerekend hoeft te worden op explosiedrukken. Deze aanpak sluit aan bij hetgeen vermeld is in NEN-EN 1991-1-7, bijlage A (Informatie voor risicobeoordeling).

5.4	Eis
-----	-----

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

- Beschermende maatregelen die het optreden van ijsbelasting voorkomen of beperken;
- Constructieve maatregelen die de constructie bestand doen zijn tegen de optredende ijsbelastingen.

Voor langgerekte (damwand)constructies wordt verwezen naar CUR-166 Deel 2, art. 3.2.5. In figuur 3.1 dient een temperatuur stijging van 8 °C/uur aangehouden te worden. Bij de berekening ten gevolge van ijsgang dient te worden uitgegaan van een kracht van 150 kN/m¹ (ijsdikte van 0,20 m). Bij kruierend ijs dient de kracht bepaald te worden op basis van de aangenomen ijsdikte.

Bij korte wanden zoals pijlerconstructies dient de belasting te worden aangehouden volgens de EAU 2004. Bij pijlergroepen is een belastingreductie volgens Stuvorapport 59 van toepassing.

B.4.1	Eis
-------	-----

Voor de bepaling van de locatie waar aardbeving in rekening moet worden gebracht en de grootte van het aardbevingseffect (verticale en horizontale versnellingen) wordt verwezen naar de ROK bepalingen bij NEN-EN 1998-1.

5.8

Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-2 + NB.

1.1 (3)	Eis
---------	-----

De verkeersbelasting volgens deze norm is ook van toepassing op door verkeer belaste delen van kunstwerkencategorieën anders dan bruggen.

1.4	Toelichting
-----	-------------

In deze norm worden de modellen voor verkeersbelastingen beschreven met behulp van de term belastingsmodel (afgekort BM). In diverse andere normen wordt voor die belastingsmodellen voor verkeer de term Load Model (afgekort LM) conform de oorspronkelijke Engelse tekst gebruikt. Met beide benamingen (BM en LM) worden dezelfde belastingsmodellen bedoeld.

1.4.1.6	Eis
---------	-----

De definitie geldt ook voor een leuning langs een niet voor het publiek toegankelijk inspectiepad.

3 (5)	Eis
-------	-----

Zie ten aanzien van dit aspect de aanvulling in de ROK op NEN-EN 1990 A.2.2.1.

Voor bruggen waarover zowel wegverkeer als spoorwegverkeer wordt afgewikkeld moet m.b.t. de SLS en ULS worden uitgegaan van het gelijktijdig voorkomen van extreme wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen. Bij de toetsing op vermoeiing moet met gelijktijdigheid van voorkomen van wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen rekening zijn gehouden.

4.1 (2) opm. 1	Eis
----------------	-----

Afwijkende belastingsmodellen zijn niet toegestaan.

4.2.1 (1) opm. 3	Eis
------------------	-----

Bij de bepaling van de statische belastingen is in de norm uitgegaan van een gemiddelde kwaliteit van de (asfalt)slijtlaag. Op basis van dit uitgangspunt mag worden aangenomen dat de dynamische effecten op de belastingen reeds zijn verwerkt in de verschillende statische belastingsmodellen. Bij de bepaling van de vermoeiingsbelastingen (4.6.1 (6)) is in de norm uitgegaan van een goede kwaliteit van de (asfalt)slijtlaag. Op basis van dit uitgangspunt mag worden aangenomen dat de dynamische effecten op de belastingen reeds zijn verwerkt in de verschillende vermoeiingsbelastingsmodellen voor vermoeiing.

Dientengevolge dient de kwaliteit van de (asfalt)slijtlaag bij oplevering goed zijn.

Reductie van de statische belastingen volgend uit het verschil in dynamische effecten tussen een (asfalt)slijtlaag van goede en gemiddelde kwaliteit is niet toegestaan.

Indien onderhoud deel uitmaakt van het contract moet gedurende de onderhoudsfase de goede kwaliteit van de (asfalt)slijtlaag in stand worden gehouden.

4.2.3 (1)	Eis
-----------	-----

In alle gevallen mag voor de afstand van de rand van de verkeersbrug tot de rijweg geen grotere afstand dan 1,40 m worden aangehouden, tenzij door de

opdrachtgever een andere waarde is voorgeschreven. Tussengelegen bermconstructies dienen als rijweg te worden beschouwd, tenzij anders voorgeschreven door de opdrachtgever.

Opmerking:

Fiets- / voetpaden die verder dan 1,40 m vanaf de rand van de verkeersbrug zijn gelegen worden dus als rijweg met autoverkeer beschouwd.

4.3.2 (3)	Eis
-----------	-----

Voor de bepaling van de correctiefactoren α_{Q1} , α_{Q1} en α_{qr} dient te worden uitgegaan van N_{obs} van $\geq 2.500.000$ vrachtwagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer.

Toelichting:

Voor nieuwbouw is de reductie van de karakteristieke statische verkeersbelasting beperkt en mag deze om reden van de toekomstvastheid niet worden toegepast (tenzij uitdrukkelijk in het contract aangegeven)

4.3.3 (3)	Eis
-----------	-----

Vervang bij (3) de term 'uitzettingsvoegen' door 'overgangen'.

4.3.5 (3)	Toelichting
-----------	-------------

In de Nationale Bijlage art. 4.3.5 (3) wordt verwezen naar art. 5.2.1(3). Deze verwijzing dient naar art. 5.3.2.1 (3) te zijn.

4.4.1 (6)	Eis
-----------	-----

De gegeven waarde is een ondergrens. De constructies die aan weerszijden op de voegen aansluiten, dienen te worden ontworpen op de krachtswerking die vanuit de voegen optreedt.

Voor het veel gebruikte principe van een buigslappe voeg geldt binnen het toepassingsgebied van dit standaarddetail in de bruikbaarheidsgrenstoestand een inklemmingsmoment van 37 kNm/m en een normaalkracht die afhankelijk is van de horizontale weerstand tegen opgelegde vervormingen van de opleggingen onder de dekconstructie.

Toelichting:

Voor een standaardberekening van de buigslappe voeg wordt verwezen naar een artikel in Cement 2/2000 met de volgende aanpassingen:

- *Nieuwe berekeningen van voegen die vallen buiten het toepassingsgebied dienen te zijn gebaseerd op de Eurocodes;*
- *Hierbij SLS toetsen op milieuklasse XO.*

4.6	Eis
-----	-----

De belastingsmodellen voor vermoeiing die bij de toetsing van de materialen beton (en beton- en voorspanstaal) en staal moeten worden gehanteerd, kunnen in de volgende normen worden gevonden:

- Beton (en beton- en voorspanstaal): NEN-EN 1991-2 art. 6.8.4 en 6.8.7
- Staal: NEN-EN 1993-2 art. 9.2
- Staal-beton: NEN-EN 1994-2 art. 6.8.4

Voor beton (en beton- en voorspanstaal) betekent dit dat de belastingmodellen 1 en 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) mogen worden toegepast.

Voor staal betekent dit dat alleen belastingmodel 4a mag worden toegepast.

Voor staalbeton betekent dit dat voor de stalen onderdelen belastingmodel 4a moet worden gehanteerd en voor beton (en beton- en voorspanstaal) de belastingmodellen 1 en 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) mogen worden gehanteerd. Als alternatief mag 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) voor het geheel (staal en beton) worden gehanteerd. Voor beide materialen geldt dat belastingmodel 5 alleen mag worden toegepast indien dit expliciet in het contract is voorgeschreven.

Toelichting:

Vooralsnog worden voor de toetsing op vermoeiing van de materialen beton en staal verschillende belastingsmodellen aangehouden. Lopend onderzoek moet leiden tot één belastingsmodel voor beide materialen.

4.6.1 (6)	Eis
-----------	-----

Verwezen wordt naar de aanvulling bij 4.2.1 (1) opm. 3.

4.6.5	Eis
-------	-----

Tabel NB 8 wordt vervangen door tabel 5-7.

Tabel 5-7: Verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens voor belastingsmodel 4b

Voertuig-type	Asafstand [m]	Equivalente aslast [kN]	Equivalent voertuiggewicht [kN]	Aantal per jaar
1	4,50	70 130	200	750.000
2	4,20 1,30	70 120 120	310	600.000
3	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	490	600.000
4	3,20 1,30 4,40 1,30 1,30 1,30 1,30 1,30	70 90 70 70 70 70 70 70	580	230.000
5	1,50 2,40 1,30 9,50 1,30	70 70 170 160 70	750	66.000

Voertuig- type	Asafstand [m]	Equivalente aslast [kN]	Equivalent voertuiggewicht [kN]	Aantal per jaar
	1,30 1,30	70 70 70		
6	1,70 3,30 1,30 3,50 3,50 1,30	70 70 180 190 70 180 190	950	3.100
7	2,40 1,30 5,50 1,30 1,30	170 170 200 180 180 190	1.090	500
8	2,50 1,30 5,20 1,30 1,30 1,30	130 160 170 220 200 170 170	1.220	200
9	1,40 2,60 1,30 6,10 1,90 1,90	130 130 180 180 220 220 220	1.280	100
10	2,40 1,30 1,30 9,50 1,30 1,30 1,30	90 90 240 220 200 180 190 200	1.410	100

4.7.1 (1)P

Eis

Er moet worden gerekend op de mogelijkheid van een verkeersongeval op het brugdek als buitengewone belasting. Verondersteld moet worden dat de buitenste wielen van het zwaarste tandemstelsel ($2Q_{1k}$ zoals gedefinieerd in art. 4.3.2) op de rand van het brugdek staan, ongeacht de aanwezigheid van een geleideconstructie. De verkeersbelasting op de rest van de brug is gelijk aan de representatieve waarde van de verkeersbelasting volgens art. 4.3.2, verminderd met het tandemstelsel dat op de rand staat.

Toelichting:

- *Als rand van het brugdek geldt in dit verband de buitenkant van de (prefab)randconstructie. Het bovenstaande geldt dus ook voor vrijliggende voet- en rijwielpaden bij bruggen voor wegverkeer.*
- *Constructies waarbij zich het kritisch zijn van de "sterkte van de rand" kan voordoen zijn over het algemeen constructies waarvan het dek (of delen van het dek) in de hoofdraagrichting niet als plaat maar als enkele ligger werkt.*

Voorbeelden:

- a) *het overstek van een kokerligger, waar, bij "bezwijken van het overstek" ofwel het overstek als deel van de drukzone van de totale ligger wegvalt- ofwel de bijdrage van het in het overstek liggende voorspanstaal en betonstaal wegvalt voor het draagvermogen van de totale ligger- ofwel een combinatie van beide;*
- b) *een tuibrug met hoofdliggers onder de rand;*
- c) *een tuibrug waar rijden op de "rand", zonder dat de tui op zich wordt aangereden, bezwijken van de tui tot gevolg heeft.*

4.7.3.2 (1)	Eis
-------------	-----

Deze belasting geldt ook voor schampranden met een voertuigkering. Voor de stootrand uitgevoerd als starre barri r wordt verwezen naar de aanvulling op opmerking 1 behorende bij artikel 4.7.3.3. (1).

4.7.3.3 (1) opm. 1	Eis
--------------------	-----

De belasting als gevolg van een aanrijding door een voertuig met een starre (= niet verplaatsbare) barri r behoort als een zijdelings kracht gelijk aan 300 kN/m over een lengte van 3 m te zijn genomen, die aangrijpt op een hoogte van 0,06 m boven het wegdek. Deze kracht wordt overgedragen aan de ondersteunende constructie-elementen. Aangenomen behoort te zijn dat de belasting zich spreidt onder een hoek van 45°. Gelijktijdig met de aanrijdkracht dient, indien ongunstig werkend, een verticale verkeersbelasting ter grootte van $0,75\alpha_{Q1}Q_{1k}$ (zie figuur 4.10) in rekening te worden gebracht.

Toelichting:

Voor de kracht is uitgegaan van het type halve stepbarri r met stijlen h.o.h. 1,33 m en waarvan de lasverbinding van voetplaat met stijl rondom is gelast (lastype R). De aanrijdbelasting is vastgesteld aan de hand van simulatieonderzoek verricht door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). Het aangrijpingspunt van de maximale horizontale aanrijdkracht ligt bij een stepbarri r, door zijn specifieke vorm, ter hoogte van de voetplaat en daardoor is het moment navenant klein. Bovengenoemde representatieve belasting op de ondergrond is gelijk aan de bezwijkbelasting van de stijlconstructie.

4.7.3.3 (2)	Eis
-------------	-----

De karakteristieke lokale weerstand van een geleiderail is minimaal 24 kNm per stijl.

Toelichting:

Dit is de waarde die behoort bij het breuklas-type R van de verbinding stijl – voetplaat van het geleiderailtype VLP 1R 133-60 of 80 L/R. Dit zijn de meest gangbare typen op kunstwerken van Rijkswaterstaat (zie ook de RWS-standaarddetails). Een lagere waarde is in verband met de toekomstvastheid niet

toegestaan; bij een ander type voertuigkering kan de karakteristieke lokale weerstand hoger zijn.

4.7.3.4 (1)	Eis
-------------	-----

In de berekening dient te worden verondersteld dat een dergelijke belasting op constructieve elementen kan optreden, tenzij is aangetoond dat een bijzondere voorziening dat verhindert (c.q. de bijzondere belasting opneemt). Een geleiderailconstructie wordt niet beschouwd als een dergelijke bijzondere voorziening. Een kering op H4A/H4B mag wel worden beschouwd als een dergelijke voorziening.

Alle constructieve elementen van een brug dienen als 'starre constructie' te worden beschouwd.

4.8 (1)	Eis
---------	-----

- Indien de leuning ook functioneert als onderdeel van een voertuigkering, dient ook (naast de lijnbelasting) te worden gerekend op een horizontale belasting van $F_{rep} = 12$ kN. Deze belasting is een bijzondere belasting, waarvoor geldt $\gamma_f = 1,0$, en treedt niet tegelijkertijd op met de gelijkmatig verdeelde belasting. Er geldt geen vervormingseis.
- De genoemde belastingen gelden niet voor voertuigkerende leuningen. Voor de belastingen op dergelijke leuningen wordt verwezen naar CROW publicatie 202 Handboek veilige inrichting van bermen (zie o.a. par. 9.4 en 11.4 t/m 11.6). Daarbij dient minimaal te worden uitgegaan van N1-niveau.

Toelichting:

De horizontale lijnbelastingen op leuningen zijn afgeleid uit NEN-EN 1317-6. Daarbij is uitgegaan van klasse J, de hoogste klasse, voor een voor het publiek toegankelijke leuning. Voor leuningen langs inspectiepaden is uitgegaan van klasse B. Indien de opdrachtgever een hogere klasse voorschrijft voor een dergelijke leuning, dient voor de belasting op de onderliggende constructie de belasting op de leuning volgens de geëiste klasse conform NEN-EN 1317-6 te worden toegepast. Daarnaast dient, indien noodzakelijk, rekening te worden gehouden met de genoemde belasting van 12 kN in verband met de functie als onderdeel van de voertuigkering. Dit is afhankelijk van het type voertuigkering.

5.6.3	Eis
-------	-----

Indien geen vast / permanent obstakel het rijden van een voertuig over het brugdek verhindert, moet voor een brug over een rijksweg het onbedoelde voertuig worden vervangen door een qua geometrie gelijkwaardig voertuig met 2 assen van 100 kN. Deze belasting hoeft in dit laatste geval niet met overige verkeersbelasting te worden gecombineerd (overeenkomstig tabel NB.17 van NEN-EN 1990/NB).

5.9 Specifieke belastingen op tunnels

Geen aanvullingen.

5.10 Specifieke belastingen op natte kunstwerken

Belastingen, belastingsfactoren en –combinaties voor waterkerende constructies

(1) Voor de in rekening te brengen belastingen en belastingcombinaties wordt verwezen naar de "TAW Leidraad Kunstwerken van mei 2003" (verder aangeduid met Ref 1) en naar "Ontwerp van Schutsluizen deel II" (Ref 2). Deze verwijzing geldt niet bij het bepalen van de aanvaarenergie van schepen op constructies en beschermingconstructies. Hiervoor wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7, 4.6.2 en 4.6.3 en de bijbehorende ROK aanvullingen.

De rekenwaarde van de belasting moet voor EQU bepaald worden volgens NEN-EN 1990/NB, tabel NB.10 en voor STR/GEO volgens tabel NB.11. Gerekend dient te worden voor STR/GEO met de belastingsfactoren voor CC3 volgens tabel NB.13. Voor de hydraulische belastingen dient gerekend te worden met een belastingsfactor van 1,4.

In het geval dat voor de betreffende waterkerende constructie geen MHW (Maatgevend Hoog Water) bekend is, bijvoorbeeld bij een sluis die niet in een primaire waterkering ligt, dan dient voor de vervalbelasting gerekend te worden met de karakteristieke belasting tijdens de referentieperiode. Als belastingsfactor dient de waarde voor veranderlijke belasting behorend bij betrouwbaarheidsklasse RC 3 conform NEN-EN 1990 aangehouden te worden.

Aanvullend op de belastingen genoemd in Leidraad Kunstwerken dient met de volgende belastingen rekening gehouden te worden:

(1.1) Scheepsgolven

Scheepsgolven van schepen dienen te worden berekend met de rekenrelaties uit "The Rock Manual".

(1.2) Schroefstraal

Er dient rekening te worden gehouden met een belasting door een schroefstraal, welke door een uitvarend schip op de sluisdeuren wordt uitgeoefend. Voor de bepaling van de grootte van deze belasting dient te worden gerekend met de afstand van ca. 5 m tussen de deur en de scheepschroef en de werkelijke schroefdiepte van het maatgevende schip.

De te gebruiken formule ziet in dit geval als volgt uit:

$$F_s = \rho * \frac{\pi}{4} * D_0^2 * u_0^2$$

waarin:

ρ = soortelijke massa van (eventueel zout) water;

D_0 = effectieve schroefdiameter (bijv. 1,45 m voor een RHK schip);

u_0 = stroomsnelheid achter schroef (uitgaande van motorvermogen, bijv. 7,6 m/s bij motorvermogen van 600 kW)

De belasting dient als een veranderlijke belasting beschouwd te worden.

(1.3) Bordesbelasting

Met betrekking tot bordessen dient er onderscheid gemaakt te worden tussen:

- 1) Voor publiek toegankelijke bordessen. Voor dit type is de Eurocode van toepassing, en dient voldaan te worden aan alle eisen die vanuit de wet- en regelgeving.
- 2) Niet voor publiek toegankelijke bordessen en looppaden. Deze loopbordessen en -paden ten behoeve van sluisdeuren, alsmede eventuele trappen, loop- en/of bedieningsbordessen, luiken e.d. t.b.v. de bewegingswerken, moeten worden gedimensioneerd op de representatieve nuttige gelijkmatig verdeelde belasting van minimaal $2,5 \text{ kN/m}^2$, en (niet in combinatie met de nuttige gelijkmatig verdeelde belasting) een verticale puntlast van 5 kN. Daarboven moet in geval van mogelijke opslag, ondersteuning e.d. van zwaardere voorwerpen voorkomend uit het ontwerp, met de daarbij behorende specifieke belastingen rekening worden gehouden.

(1.4) Belastingen door ijs

Er dient rekening gehouden te worden met de normale bedrijfsomstandigheden die voor keermiddelen op kunnen treden, waarbij ten minste het volgende beschouwd moet worden:

- De invloed van de aanwezigheid van een ijsbestrijdings-installatie. Afhankelijk van de beschikbaarheid van deze installatie treden de belastingen door ijs eerder of later op. Hierbij geldt dat de aanwezigheid van de ijsbestrijdingsinstallatie alleen van betekenis is voor het verlengen of versoepelen van het schutten, maar geen rol speelt bij de bepaling van de maatgevende ijsbelasting op wat voor onderdeel van het waterkerend kunstwerk dan ook.
- De aanwezigheid van zoet, zoet of brak water
- De locatie van de betreffende waterkerende constructie. Bijvoorbeeld in het noorden en Zuid Limburg is de kans op significante ijsbelasting groter dan in Zuid-Holland en Zeeland.
- De intensiviteit waarmee de betreffende waterweg bevaren wordt in de perioden van mogelijke ijsbelasting. Dit kan een verlagend effect hebben op de horizontale druk door ijsschotsen (omdat ze dan kleiner en dunner zijn), maar ook een verhogend effect op de verticale ijsbelasting bijvoorbeeld op hefdeuren.
- Het beheerscenario. Hiermee wordt bedoeld vanaf welke aangroei ijsschotsen en/of hangend ijs en ijzel met handgereedschap of anderszins verwijderd wordt
- De mate van stroming of opwaaiing of andere kracht waarmee de ijsschotsen tegen de keermiddelen opgestuwd worden.
- De vormgeving van de voorhaven, en wel de vergrotende of verkleinende werking van bijvoorbeeld een fuikvormige voorhaven.
- De vormgeving van de deuren zelf.
- De flexibiliteit/vervormbaarheid of juist starheid van belaste onderdelen. Er kunnen belastingen gegenereerd worden door de stijfheidsrelaties tussen de ijsmassa's en het keermiddel.
- Belastingen doordat het ijs gebroken wordt in de nabijheid van de constructie bijvoorbeeld door ijsbrekers en/of andere schepen.
- Ontwerpuitsgangspunten dienen opgesteld te worden.

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

1. Thermische expansie van ijs: in de lengterichting van de kolk, 0,2 m onder de bovenwaterstand;
2. Opstuwing ijsschotsen: loodrecht op de deur, ter hoogte van de bovenwaterstand;

3. IJsaangroei: verticaal, gelijkmatig over de onder water komende regels. De sluisdeuren dienen op alle genoemde ijsbelastingen te worden berekend, waarbij de belastingen (1) en (2) niet met elkaar behoeven te worden gecombineerd. Voor de grootte van de belastingen wordt verwezen naar de literatuur.

Voor de berekening van kolkwanden dient gerekend te worden met een horizontale drukbelasting van 400 kN/m door ijs op het niveau van de verwachte waterstand in bevroren sluisolk.

(1.5) Aanvaarbelasting op kolkwanden, deuren, remming- en geleidewerken¹

Op basis van een gedegen - kwantitatieve - risico-analyse dient projectspecifiek de afweging gemaakt te worden of en hoe er rekening wordt gehouden met aanvaarbelasting, en of het toepassen van een aanvaarbeveiliging gerechtvaardigd is. Deze analyse heeft een raakvlak met de beschikbaarheidsanalyse zoals deze in de Basisspecificatie staat voorgeschreven.

De besluiten hieromtrent dienen al in de planfase genomen te worden, gezien de mogelijke impact op ruimtebeslag, vormgeving en andere omgevingsfactoren die het eventueel toepassen van een aanvaarbeveiliging met zich meebrengt.

In alle gevallen dient er voldoen te worden aan:

1. In open stand dienen de keermiddelen, inclusief de daaraan bevestigde leidingen, wrijfhouten en andere onderdelen, zich onder alle omstandigheden volledig en gefixeerd buiten het vrije doorvaartprofiel + 50 mm te bevinden.
2. In gesloten stand dienen de keermiddelen bij aanvaring of een andere overbelasting een dusdanig faalmechanisme te hebben dat hoogstens de constructie van het keermiddel (gedeeltelijk) bezwijkt, maar dat de opleggingen (bijv. aanslagen, halsbeugels, taatsen en ibo's) te allen tijde blijven functioneren.

(1.6) Belastingen t.g.v. obstakels

Het ontwerp van de punt- of draaideuren met de bijbehorende bewegingswerken dient zodanig robuust te zijn dat de volgende 3 belastingsgevallen - op de daaronder genoemde afstanden toe de draaias van de deur - zonder schade opgenomen kunnen worden:

- oneindig sterk en stijf obstakel tussen deur en drempel;
- oneindig sterk en stijf obstakel op de bodem tussen deur en deurkas;
- oneindig sterk en stijf drijvend obstakel tussen deur en deurkas.

Er dient rekening te worden gehouden met de maximale kracht die door het deurbewegingswerk geleverd kan worden tijdens de deurbeweging. Aangenomen mag worden dat het verhinderen van de deurbeweging door obstakels alleen in de randgebieden van 10° vanuit de 2 uiterste posities van de deur plaatsvindt. In het tussengelegen gebied behoeven deze belastingsgevallen niet te worden beschouwd. Als toetswaarde in de berekeningen van puntdeuren moet de afstand van 1,0 tot 1,5 m tussen het obstakel en de draaias van de deur worden gehanteerd. Hierbij geldt het volgende:

- 1,00 m wordt gehanteerd voor de kolkbreedten tot en met 12,0 m;
- 1,25 m wordt gehanteerd voor de kolkbreedten > 12,0 m en < 20,0 m;
- 1,50 m wordt gehanteerd voor de kolkbreedten boven 20,0 m.

¹ Richtlijnen voor kolkwanden, remming- en geleidewerken volgen in een latere versie van de ROK.

Deze waarden gelden alleen bij een open eindhar. Bij een gesloten eindhar dient het effect van een drijvend obstakel bij de draaiaas van de deur worden beschouwd.

Bij hydraulische bewegingswerken voor punt- en draaideuren dienen de maximale krachten vanuit het bewegingswerk de laatste 10 graden van de deurbeweging zowel bij het openen als bij het sluiten gereduceerd te worden.

Ook dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van obstakels op de andere posities dan hierboven omschreven. Echter dan mag schade optreden, echter wel op een dusdanige manier dat hoogstens de constructie van het keermiddel (gedeeltelijk) bezwijkt, maar dat de opleggingen (bijv. aanslagen, draaipunten en ibo's) zoveel mogelijk in stand blijven.

Belastingen door obstakels op andere typen van sluisdeuren en andere beweegbare waterkeringen dienen in dezelfde geest te worden beschouwd, met inachtneming van de voor deze typen meest risicodragende gevallen.

Belastingen t.g.v. obstakels worden beschouwd als een buitengewone belasting.

(1.7) Overbelasting door falen van beveiligingssystemen

Afhankelijk van het type bewegingswerk kan het falen van het wegmeetsysteem ertoe leiden dat de deur met volle snelheid tegen de drempel (of deurkas) aan loopt. In geval van bijv. hefdeuren kan de deur dan ook klem tussen de heftorens komen te staan. Dit mag niet leiden tot zodanige beschadiging dat de kerende functie van de deur wordt verloren.

Mocht het bewegingswerk dit niet uitsluiten, dan moet in het ontwerp worden aangenomen dat de bovenbeschreven gebeurtenis eens per 5.000 tot 15.000 sluitingen (inclusief schutten) plaats kan vinden.

De als gevolg van het falende wegmeetsysteem optredende belastingen moeten zodanig worden begrensd dat de toelaatbare gezamenlijke faalkans van de deuren hierdoor niet wordt overschreden.

Belastingen t.g.v. falen van beveiligingssystemen dienen te zijn beschouwd als een buitengewone belasting.

(1.8) Belastingen op draaipunten

In de berekening van de draaipunten van punt- en draaideuren dient meegenomen te worden dat tussen het boven en het onderdraaipunt – als gevolg van de draaibeweging – een verticale belasting zich kan opbouwen ter grootte van:

- 0,3 van de horizontale reactie voor draailagers van het type metaal-metaal;
- 0,1 van de horizontale reactie voor draailagers van het type metaal-kunststof.

Deze belasting kan beiderzijds optreden, d.w.z. zij kan de draaipunten uit elkaar duwen of naar elkaar trekken.

(1.9) Belasting door bouw imperfecties

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de belastingen die volgen uit bouw imperfecties, indien geen maatregelen genomen worden om deze uit te sluiten. Hierbij dient tenminste rekening te worden gehouden met de belastingen ten gevolge van:

- het overdragen van krachten via de drempel i.p.v. de achterhar, door het niet goed pas zijn van de deur (bij puntdeuren);

- extra belastingen door een niet gelijkmatige afstempeling van de deur, ten gevolge van maatafwijkingen (bij hef- en roldeuren);
- het scheluw gedrukt worden, doordat de deur te kort is.

(1.10) Overige belastingen

Mochten er uit de te kiezen technische oplossingen nog andere belastingen voortvloeien dan dient men deze belastingen afzonderlijk te definiëren en er in het ontwerp rekening mee te houden.

Vermoeiingsbelasting op keermiddelen

(2) Als vermoeiingsbelasting dienen in rekening gebracht te worden:

- Belastingwisselingen ten gevolge van verval;
- Belastingwisselingen ten gevolge van het openen en sluiten van een keermiddel, inclusief de invloed van het bewegingswerk;
- Belastingwisselingen ten gevolge van windgolven – indien significant (bijv. zeekust, IJsselmeer); de belastingen van lange golven zijn incidenteel en hoeven niet als vermoeiingsbelasting te worden beschouwd;
- Eventuele andere frequent wissellende belastingen indien aanwezig, bijv. uit wegverkeer over het keermiddel, toegelaten trillingen, flutter en andere vormen van dynamische stromingsbelastingen, windbelastingen op bijv. hefdeuren e.d.

Mechanische uitrusting

(3) De mechanische uitrusting van waterkerende constructies (sluizen, stuwen e.d.) dient getoetst te worden aan de NEN 6786 (constructieve aspecten) en NEN 6787 (veiligheid).

Onderdelen van de mechanische uitrusting die deel maken van de waterkerende constructie, zoals halsbeugels, inclusief ingestorte delen, taatsen e.d. dienen te voldoen aan betrouwbaarheidsklasse RC 3. De belastingsfactoren voor overbelasten / overbelasten overbrenging in hoofdstuk 8 van NEN 6786 dienen voor deze onderdelen vermenigvuldigd te worden met de factor $K_{FI} = 1,1$ conform NEN-EN 1990, Bijlage B, tabel B.3. Het bewegingswerk dient te voldoen aan RC 2, conform de eisen in NEN 6786. Voor de factor K_n uit hoofdstuk 9 van NEN 6786 mag in alle situaties met 1 worden gerekend.

Toelichting:

Onder de mechanische uitrusting wordt verstaan het geheel van aandrijfmechanismen (mechanische en hydraulische), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke.

Belastingen op bewegingswerken

(4) De belastingsfactoren en de invloed van dynamische verschijnselen worden bepaald conform de methodiek in hoofdstuk 8 van de NEN 6786. Verder is als basis voor het bepalen van de belastingen gebruik gemaakt van WL rapport Q1442 "Krachten op puntdeuren en enkele draaideuren" (Ref. [3]) en het boek "Ontwerp van Schutsluizen - deel II" (Ref.[2]).

In de ROK zijn de belastingen voor bewegingswerken van puntdeuren / draaideuren uitgewerkt. Voor andere type deuren dient dezelfde methodiek te worden

gehanteerd. De belastingsfactoren in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op betrouwbaarheidsklasse RC2.

De volgende belastingen voor punt- en draaideuren dienen ten minste te worden meegenomen, zie ook Ref. 2 hoofdstuk 12.1.4.2:

1. F11 Negatief verval
Indien aanwezig, maximale negatief vervalbelasting bij gesloten deur
2. F13₅₀ Windgolfbelasting op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar 0.02 (1 maal per 50 jr)
Bepalen met de windsnelheid (10 minuten gemiddelde op 10 m hoogte) volgens NEN-EN 1991-1-4. Maatgevend is de significante windgolf * 1.5 (zie 11.4.2.3 van Ref.[2]).
3. F13_{VOBB} Windgolfbelasting op de deur
Bepalen met de windsnelheid(uurgemiddelde op 10 m hoogte) conform NEN 6786 (VOBB) hoofdstuk 8.2.1.2. Maatgevende is de significante windgolf * 1.5 . (zie 11.4.2.3 van ref.[2])
4. F14₅₀ Windbelasting op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar 0.02 (1 maal per 50 jaar)
Bepalen met de windsnelheid volgens NEN-EN-1991-1-4
5. F14_{VOBB} Windbelasting op de deur
Bepalen met de windsnelheid conform NEN 6786 (VOBB) hoofdstuk 8.2.1.2
6. F15₅₀ Belasting door translatiegolf op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar van 0.02
Wanneer er niets verder is aangegeven rekenen met een translatiegolf van 0,4 m. Verwezen wordt ook naar 11.4.3 van ref.[2].
7. F15₁ Belasting door translatiegolf op de deur met een overschrijdingsfrequentie van 1 /jaar
Wanneer er niets verder is aangegeven rekenen met een translatiegolf van 0,3 m. Verwezen wordt ook naar 11.4.3. van ref.[2].
8. F17₅₀ Vervalbelasting bij open deur door een voorbij varend schip met een verschrijdingsfrequentie/jaar 0.02
Verwezen wordt naar 11.4.4. van ref.[2].
9. F18₁ Weerstand door slib
Zijn er geen andere gegevens bekend dan rekenen met 200 N/m
10. F20 Restvervalkracht
Gerekend dient te worden dat bij begin openen een restverval van 0,1 m aanwezig plus het effect van dichtheidsverschil.
Verwezen wordt naar 11.2.2 van ref.[2]
11. F21 Massatraagheidskrachten water in en om de deur
Verwezen wordt naar 11.3.2 van ref.[2].
12. F22 Stromingsweerstand
Verwezen wordt naar 11.3.3.2 van ref.[2].
13. F23 Golfweerstand /opstuwing van het water door de deurbeweging
Verwezen wordt naar 11.3.3.3 van ref.[2].
14. F24 Kasweerstand van het water door de deurbeweging
Verwezen wordt naar 11.3.3.4 van ref.[2].
15. F30 Massa traagheidskrachten deur
16. F31 Massa traagheidskrachten bewegingswerk
17. F32 Wrijving van draaipunten (halsbeugel, taats)
18. F33 Aanspannen buffers, opspannen hydraulische cilinder

Indien er niets anders is voorgeschreven dient voor het opspannen gerekend te worden, bij puntdeuren in gesloten stand, met een verval over de deuren van 0,2 m bij de maatgevende waterstand. Voor geopende deuren wordt verwezen naar 11.4.4.5 van Ref.[2].

De volgende bedrijfstoestanden (Btw) dienen te worden onderscheiden:

Btw1. Deuren gesloten

In de eindstanden dienen de deuren m.b.v. de hydraulische cilinders of bij een electro-mechanische bewegingswerk m.b.v. buffers te worden opgespannen. Zo wordt voorkomen dat bij (bijna) gelijk water de deuren kunnen gaan klapperen door wind, windgolven of translatiegolven. (= F33). De bewegingswerken moeten passief een veel grotere belasting kunnen opnemen. Deze belastingen kunnen ontstaan door negatief verval (indien van toepassing) en /of translatiegolven en/of wind/windgolven. In zo'n situatie mogen door de beperkte stijfheid van het bewegingswerk de puntdeuren iets open gaan staan.

Btw2. Deuren openen.

Btw3. Einde openen

Btw4. Deuren geopend (in kas)

De deuren moeten door het bewegingswerk opgespannen worden om te voorkomen dat de deuren gaan klapperen door translatiegolven die veroorzaakt worden door voorbij varende schepen.

Het is wel acceptabel dat in een uitzonderlijke situatie (zeer grote schepen met hoge snelheid) de aandrukkracht (F33) wordt overschreden. De bewegingswerken moeten wel passief deze belasting (F17₅₀) kunnen opnemen

Btw5. Begin sluiten

Btw6. Deuren sluiten

Voor de belastingcombinaties geldt daarnaast het volgende:

- Met de tabellen 11 (electro-mechanisch) en 12 (electro-hydraulisch) van NEN 6786 dienen de rekenwaarden van de maatgevende belastingsgevallen bepaald te worden voor de vijf te controleren grenstoestanden.
- Het effect van dynamische verschijnselen bij de rekenwaarden van krachten en momenten dient conform deze tabellen te worden meegenomen.
- Indien het rendement van de installatie (η) bij een belastingcombinatie een rol speelt in de bepaling van de capaciteit van de installatie dan dient deze in rekening te worden gebracht.
- De vijf te controleren grenstoestanden (Gtw) zijn (zie bijgevoegde tabel):

Uiterste grenstoestand:	Gtw1 Overbelasten overbrenging (11 + 12)
	Gtw2 Vermoeiing overbrenging (11 + 12)
Bruikbaarheidsgrenstoestand:	Gtw3 Overschrijden grensmotorkoppel (11) & Overschrijden maximale druk (12)
	Gtw4 Overschrijden toegekend motorkoppel (11) & Overschrijden gemiddelde druk (12)
	Gtw5 Overschrijden remkoppel (11) & Overschrijden overstort (12)

Volgende pagina:

Tabel 5-8: Belastingscombinaties voor bewegingswerken voor punt- en draaideuren

Pagina 65 van 218

Troskrachten op bolders

Troskrachten op bolders dienen conform Richtlijnen VaarWegen 2011, 4.3 gehanteerd te worden. Deze belasting dient beschouwd te worden als een veranderlijke belasting.

Keuze deurtypen en bewegingswerken

De keuze voor een bepaald deurtype in combinatie met een bewegingswerk dient via een multi criteria analyse worden onderbouwd.

5.11 Specifieke belastingen op beweegbare bruggen

Voor de belasting door temperatuurveranderingen dient bij zowel geopende als gesloten brug NEN 6786 gehanteerd te worden.

5.12 Specifieke belastingen op geluidsschermen

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen m.b.t. grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen), e.e.a. met inbegrip van de grondslagen volgens NEN-EN 1990 + NB, de in rekening te brengen belastingen volgens de NEN-EN 1991-serie + NB's en de materiaalgebonden toetsingnormen + NB's. Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de vervaardigingsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

Opmerking:

Eisen m.b.t. de keuze van de gevolgklasse zijn opgenomen ROK paragraaf 4.6.

5.13 Specifieke belastingen op verkeerskundige draagconstructies

Voor Verkeerskundige DraagConstructies (= VDC's = Portalen en Uithouders als draagconstructie voor m.n. bewegwijzeringsborden, signalering en DRIP's) is een bindende standaard van toepassing (PVE VDC versie 2005).

Toelichting:

Alle hieraan verbonden eisen zijn opgenomen in het PVE VDC's met bijbehorende documenten. De standaard in deze versie van de ROK is gebaseerd op de TGB-1990-serie. Er wordt gewerkt aan aanpassing van de standaard aan de Eurocodes (waarbij gelijktijdig de range van overspanninglengtes en bordoppervlaktes wordt vergroot). Tot het moment van gereedkomen van de nieuwe standaard moet de huidige standaard (PVE versie 2005) als dekkend worden beschouwd voor alle eisen binnen deze ROK. Omdat de VDC's binnen DI in de Eurocode-filosofie in gevolgklasse 2 worden geplaatst, zijn de belastingfactoren overeenkomstig de huidige TGB-situatie. De bepalende belastingen zijn eigen gewicht, wind en zettingen welke t.o.v. de TGB-serie nauwelijks veranderen. Ook aan de toetsingskant zijn de verschillen tussen TGB en Eurocode voor dergelijke

constructies marginaal. De verwachting is derhalve dat de huidige standaard binnen het gehanteerde toepassingsgebied voldoet aan de Eurocode.

6 Eurocode 2: Ontwerp en berekening betonconstructies

6.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1992-1-1 + NB.

2.3.1.2 (2)	Verificatie (Bruggen)
-------------	-----------------------

De ductiliteit en rotatiecapaciteit mogen voldoende worden geacht indien een lineair elastische berekening volgens EN 1992-1-1, 5.4 of een lineair elastisch berekening met beperkte herverdeling volgens 5.5 is gebruikt.

Toelichting: Bij deze berekeningsmethoden is voldoende rotatiecapaciteit aanwezig door de gestelde eis ten aanzien van de betondrukzonehoogte.

2.3.1.3 (3)	Verificatie (Bruggen)
-------------	-----------------------

Zie 2.3.1.2(2).

2.3.2.2 (2)	Verificatie (Bruggen)
-------------	-----------------------

Zie 2.3.1.2(2).

2.7 (1)	Eis
---------	-----

Verbindingen moeten ten minste uit twee staven of ankers bestaan.

Voor de eisen voor het ontwerp en de berekening van bevestigingsmiddelen wordt verwezen naar CEN/TS 1992-4. Tot het moment dat een Nationale Bijlage beschikbaar is, gelden de aanbevolen waarden voor de NDP's.

Voor gelijmde wapeningsstaven in geboorde gaten die dienen als verankering of overlappingslas, geldt Technical Report 23 van de EOTA (Assessment of post-installed rebar connections).

Toelichting:

In artikel 1.1 van Technical Report 23 van de EOTA staat "Fatigue, dynamic or seismic loading of post-installed rebar connections are not covered by this Technical Report.". Dit betekent dat de vermoeiingssterkte niet via een ETA kan worden aangetoond. Indien sprake is van vermoeiingsbelastingen, dient de vermoeiingssterkte op een andere manier te worden aangetoond.

In artikel 4.2 van Technical Report 23 van de EOTA worden aanvullende eisen gesteld voor in te lijmen wapeningsstaven in gescheurd beton.

In ETA's van systemen met in te lijmen staven in geboorde gaten zijn veelal tabellen opgenomen waarin de benodigde verankeringslengte of overlappingslengte ten behoeve van het bepalen van de boorgatdiepte kan worden afgelezen. Er wordt op gewezen dat moet worden nagegaan of de uitgangspunten van de tabellen op de beschouwde situatie van toepassing zijn (bijvoorbeeld de factoren α_1 t/m α_6 in de tabellen 8.2 en 8.3).

3.1	Eis
-----	-----

Toeslagmaterialen anders dan grind en zand slechts toepassen indien alle relevante gedragseigenschappen bekend zijn.

Opmerking: Denk aan krimp, kruip, E-modulus, waterabsorptie, breukenergie, vermoeiingsgedrag, etc.

3.1.4	Advies
-------	--------

Voor de relatieve vochtigheid RH mag worden aangehouden:

RH = 100%	in water
RH = 95%	ondergronds (boven grondwater)
RH = 80%	buitenlucht boven water
RH = 75%	buitenlucht niet oven water
RH = 70%	binnen (onverwarmd)

Voor de omtrek u in 3.1.4(6) geldt dat voor holle kokers die niet worden geventileerd, alleen de buitenomtrek in rekening moet worden gebracht. Opgemerkt wordt dat dit niet geldt voor een uitbouwbrug tijdens de bouwperiode. De open uiteinden zorgen dan voor ventilatie.

3.2.2 (1)P	Advies
------------	--------

Voor de eigenschappen van betonstaal wordt verwezen naar NEN 6008, waarin prestatie-eisen zijn opgenomen voor de in Nederland gangbare betonstaalsoorten die voldoen aan NEN-EN 10080. Voor bruggen in Nederland zal meestal B500B worden toegepast.

Toelichting:

Ductiliteitsklasse A is voor bruggen niet toegestaan (zie NEN-EN 1992-2, 3.2.4) en ductiliteitsklasse C is in Europees verband vooral bedoeld voor gebieden met risico van aardbevingen (Italië, Griekenland).

Relevante eigenschappen voor de berekening zijn:

Bij een horizontale bovenste tak volgens 3.2.7 (2)b van EN 1992-1-1:
 karakteristieke vloeigrens $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Bij een hellende bovenste tak volgens 3.2.7 (2)a zijn ook van belang:

karakteristieke breukrek $\varepsilon_{uk} = 5,0 \%$
 coëfficiënt $k = 1,08$

3.2.5	Eis
-------	-----

Aan betonstaal mag in principe niet worden gelast. Als toch gelast moet worden, dan dient dit gedaan te worden met lage laswarmtes (hechtlassen) of volgens de bepalingen van NPR 2053 (krachtlassen). De uitvoering moet plaatsvinden door bedrijven die gecertificeerd zijn conform BRL 0512.

Toelichting:

De structuurverbetering bij de productie welke is ontstaan door waterkoeling, gaat verloren bij grote warmtetoevoer. Zowel constructieve lassen als hechtlassen hebben een nadelige invloed op de vermoeiingseigenschappen van het betonstaal. Daar waar betonconstructies/wapeningsstaal dynamisch wordt belast en vermoeiing een rol speelt, zijn beide vormen van lassen daarom niet toelaatbaar.

Bij lassen van wapening als 'ankers' aan damwanden of aan stalen palen, moet rekening worden gehouden met een terugval in sterkte van de ankers tot een karakteristieke sterkte van 220 N/mm².

3.3.1 (5)P	Advies
------------	--------

Verschillende delen van NEN-EN 10138 zijn nog niet definitief vastgesteld. Volgens de Nationale Bijlage mogen als alternatief voor 3.3, totdat alle delen van NEN-EN 10138 beschikbaar zijn, de voorspanstaalkwaliteiten worden toegepast zoals gedefinieerd in NEN 3868. Relevante eigenschappen voor de berekening zijn opgenomen in tabel 6-1.

Tabel 6-1: Relevante eigenschappen van voorspanstaal voor de berekening

type	kwaliteit	$f_{p0,1k}$ N/mm ²	f_{pk} N/mm ²	ϵ_{uk} %	ρ_{1000} %
draden	FeP1670	1440	1670	3,5	2,5
	FeP1770	1520	1770	3,5	2,5
strengen	FeP1860	1600	1860	3,5	2,5

waarin:

$f_{p0,1k}$ karakteristieke 0,1%-rekgrens

f_{pk} karakteristieke treksterkte

ϵ_{uk} karakteristieke breukrek

ρ_{1000} relaxatieverlies na 1000h onder spanning bij een gemiddelde temperatuur van 20°C, uitgedrukt als percentage van de aanvangsspanning, verkregen bij een aanvangsspanning van $0,7f_{pk}$

3.3.2 (4)P	Advies
------------	--------

Voorspandraden en -strengen volgens NEN 3868 vallen in relaxatieklasse 2.

3.4.1.2.2 (1)P	Toelichting
----------------	-------------

Splijtwapening hoort bij de verankeringszone. Er wordt op gewezen dat voor de kracht in het spanelement de aanvangsvoorspankracht inclusief overspannen moet worden aangehouden.

4.2 (2)	Eis
---------	-----

Voor milieuklassen bij betonnen kunstwerken wordt verwezen naar de aanvulling op NEN-EN 206-1 in paragraaf 6.9.

4.4.1.2 (5)	Eis
-------------	-----

Voor constructieonderdelen die risicovol zijn voor de constructieve veiligheid en die (na oplevering) niet of slecht kunnen worden geïnspecteerd dient de dekking met 5 mm te worden vermeerderd. Dit geldt bijvoorbeeld voor:

- horizontale vlak van een tandconstructie (onder en boven)
- horizontale en verticale vlakken aan weerszijde van en onder een voegconstructie
- bovenzijde rijdek onder het asfalt
- buitenzijde tunnel

4.4.1.2 (5)	Eis
-------------	-----

Voor onbekiste oppervlakken dient de dekking met 5 mm te worden vermeerderd.

4.4.1.2 (5)	Eis
-------------	-----

Voor oppervlakken die nabewerkt worden, dient de dekking met 5 mm te worden vermeerderd. Afhankelijk van de wijze van nabewerken kan een grotere toeslag noodzakelijk zijn.

4.4.1.2 (5)	Eis
-------------	-----

Bij tabel 4.3N –Constructieve classificatie gelden de volgende aanvullingen:

- 3) Een element wordt beschouwd een plaatgeometrie te hebben indien de kleinste hoofdafmeting van het constructieonderdeel groter (breder) is dan 1,0 meter.
- Toelichting:*
De achtergrond van deze invulling is, in afwijking van hetgeen in NEN 1992-1-1 wordt geïmpliceerd met "plaats van de wapening niet beïnvloed door het bouwproces", dat lokale aantasting, bijvoorbeeld van één wapeningsstaaf, bij een constructieonderdeel met een hoofdafmeting groter dan 1,0 m (plaat) relatief weinig invloed heeft op het draagvermogen.
- 4) Voor vooraf vervaardigde betonproducten (die minimaal voldoen aan NEN-EN 13369) mag de constructieve classificatie met 1 klasse worden verminderd, indien, naast de eisen ten aanzien van de cementsoort in ROK paragraaf 6.9 art. 5.2.2, aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:
- 1) de water-cementfactor of de water-bindmiddelfactor is kleiner dan of gelijk aan 0,45;
 - 2) 2/3 maal de grootste korrelafmeting D is niet groter dan de betondekking.
- 5) De vermindering van de constructieve classificatie met 1 klasse door een "Specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie" voor te schrijven, wordt voor in het werk gestort beton als volgt gespecificeerd:
- 1) de vervaardiging van de betonconstructie gebeurt onder uitvoeringsklasse 3, zoals beschreven in NEN-EN 13670 art. 4.3;
 - 2) aanvullend aan 1) dient conform NEN-EN 13670 annex B, art. B 4.3.3(c) gebruik te worden gemaakt van een terzake deskundige en onafhankelijke keuring;
 - 3) de productcertificatie van de betonmortel dient volgens BRL 1801 gedaan te worden (zolang er nog geen CE-certificaat voor betonmortel bestaat).
- 6) Voor vooraf vervaardigde betonproducten als bedoeld in NEN-EN 13670, art. 9.2, wordt vermindering van 1 klasse door "Specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie" als volgt gespecificeerd:
- 1) de fabrikant dient te houden aan de "inspection schemes" zoals beschreven in NEN-EN 13369, Annex D;
 - 2) de productcertificatie van de betonmortel dient volgens BRL 1801 gedaan te worden (zolang er nog geen CE-certificaat voor betonmortel bestaat).

4.4.1.2 (13)	Eis (Tunnels, Natte kunstwerken)
--------------	----------------------------------

Voor de bovenzijde van het dak van een tunnelzinkelement, de bovenzijde van de bodem van een aquaduct of de bovenzijde van de bodem van een sluiskolk is het toegestaan om in afwijking van rapport VAL 99-18 "Onderzoek vallend scheepsanker op tunneldak", t/m CEMT-klasse IV geen beschermingslaag toe te passen. De vereiste nominale dekking bedraagt dan 100-120 mm. In de praktijk betekent dit dat de minimale dekking dient te worden vermeerderd met +50 mm. In de dekking dient een krimpnet te worden aangebracht met een minimale dekking van 50 mm.

4.4.1.2 (13)	Eis (Tunnels, Natte kunstwerken)
--------------	----------------------------------

Voor de dagzijde van sluizen (sluishoofd en sluiskolk) en aquaducten dient de minimale dekking te worden vermeerderd met +10 mm om ervoor te zorgen dat bij eventuele slijtage door schepen (groeven en botsen) voldoende dekking overblijft tegen corrosie.

4.4.1.3 (1)P	Eis
--------------	-----

Voor de waarde van Δc_{dev} moet 10 mm worden aangehouden.

Indien is gegarandeerd dat een zeer nauwkeurig meetinstrument is gebruikt voor het monitoren van de betondekking (na een eventuele nabewerking) en dat constructieonderdelen die niet voldoen, zijn verwijderd (bijvoorbeeld geprefabriceerde elementen), mag Δc_{dev} met maximaal 5 mm zijn gereduceerd.

De gehanteerde waarde van Δc_{dev} moet op de tekeningen worden aangegeven, zodat voor de dekkingscontrole in de praktijk bekend is hoe groot de vereiste dekking c_{min} is.

5.10.8	Eis (Bruggen)
--------	---------------

Het in rekening brengen van voorspanning zonder aanhechting (VZA) in de eindsituatie is niet toegestaan.

Opmerking: Met voorspanning zonder aanhechting wordt voorspanning in het beton bedoeld en dus niet uitwendige voorspanning.

5.8.2 (1)P	Eis
------------	-----

Een funderingspaal moet over de lengte dat hij vrijstaand is als kolom worden beschouwd.

5.10.5.2	Advies
----------	--------

Indien het voorspansysteem op moment van berekenen nog niet bekend is of als gegevens in een Europese Technische Goedkeuring ontbreken, mogen de waarden volgens tabel 6-2 worden aangehouden voor voorspankabels opgebouwd uit strengen in omhullingsbuizen (VMA, multi-systeem):

Tabel 6-2: Voorspankabels, waarden van μ en k

Bij berekening van:	μ	k (in m^{-1})
voorspanverliezen	0,23	0,009
aanvangskracht	0,13	0,003
verlenging t.b.v. spanprotocol	0,18	0,006

5.10.5.3 (2)	Advies
--------------	--------

Indien het voorspansysteem op moment van berekenen nog niet bekend is of als gegevens in een Europese Technische Goedkeuring ontbreken, mogen de volgende richtwaarden zijn aangehouden:

- a) strengen
 - systemen met propverankering 16 mm
 - systemen met wigverankering 7 mm
- b) draden
 - opgestuikte koppen 1 mm

c) staven

staven met opgewalste schroefdraad 1 mm

gewinde staven 4 mm

Toelichting:

Bij staven is onderscheid gemaakt tussen staven met opgewalste schroefdraad en zogenaamde "gewinde" staven. De waarden gelden bij zowel klok- als plaatverankeringen.

5.10.7	Eis
--------	-----

In de berekening van de ligging van de voorspankabels moet rekening zijn gehouden met de verschuiving van het zwaartepunt van de kabel ten opzichte van het hart van het voorspankanaal. De kabel zal door het aanspannen gaan aanliggen aan de binnenzijde van de kromming. De grootte van de verschuiving is afhankelijk van de kabeldoorsnede en diameter van het voorspankanaal, e.e.a. volgens opgave leverancier. Voor de berekening mag tabel 6-3 zijn aangehouden.

Tabel 6-3: Verschuiving van het zwaartepunt van voorspankabels

aantal strengen	oppervlakte per streng [mm ²]	inwendige diameter omhullingsbuis [mm]	maximale verschuiving [mm]
12	100	60	8
12	100	65	11
12	100	70	14
19	100	75	10
19	100	80	13
19	100	85	16
12	150	75	11
12	150	80	14
12	150	85	17
19	150	90	12
19	150	95	15
19	150	100	18

Op de werktekening moeten de kabels zijn gemaatvoerd op basis van hart voorspankanaal (en dus niet op basis van zwaartepunt kabel).

6.1 (2)P	Eis
----------	-----

Drukwapening in plaatconstructies mag alleen worden meegerekend indien beugels, die het onder- en bovennet met elkaar verbinden, aanwezig zijn die het uitknikken van de drukstaven voorkomen.

6.8.7	Toelichting
-------	-------------

De vermoeiingstoets voor beton onder druk of afschuiving mag volgens de norm op drie manieren worden uitgevoerd:

1. Vereenvoudigde methode met λ -waarden (Bijlage NN);
2. Regel van Miner (NEN-EN 1992-2, 6.8.7 (101));
3. Volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.8.7 (2) met $\sigma_{c,min}$ en $\sigma_{c,max}$.

Methode 1 valt af voor wegverkeer, omdat in Annex NN alleen λ -waarden zijn opgenomen voor spoorverkeer. Methode 3 is alleen geschikt voor beton onder druk (niet onder afschuiving).

7.3	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Voor waterkerende delen van de betonconstructie mogen voor scheurbeheersing tijdens de verhardingsfase de volgende ontwerpmethoden worden gebruikt:

1. Voorkomen van scheurvorming door maatregelen tijdens de uitvoering (bijv. koelen, keuze betonmengsel, etc.);
2. Beperking van de scheurwijdte d.m.v. (extra) wapening.

Toelichting:

Vooral als nieuw beton gestort wordt tegen reeds verhard beton, is het risico aanwezig dat doorgaande scheurvorming optreedt als gevolg van hydratatiespanningen in het later gestorte constructiedeel. Hierdoor kan de vereiste waterdichtheid in het gedrang komen. Ook de duurzaamheid van de wapening kan dan problematisch worden.

Door het toepassen van kunstmatige koeling van het verhardende beton kan doorgaande scheurvorming worden voorkomen. Door het aanbrengen van extra wapening kan de scheurwijdte zodanig klein gehouden worden dat vrijwel geen lekkage optreedt. Indien gekozen wordt voor het toepassen van extra scheurwijdte beperkende wapening, wordt opgemerkt dat het gebruik van NEN-EN 1992-3 in het algemeen een veel te laag wapeningspercentage geeft; zie b.v. "Early age thermal crack control in concrete; CIRIA C660", waarin staat aangegeven hoe NEN-EN 1992-3 aangepast dient te worden.

Het injecteren van doorgaande watervoerende scheuren, zonder maatregelen om scheurvorming te voorkomen (methode 1) en/of extra wapening aan te brengen (methode 2), mag niet als ontwerpmethode worden gehanteerd. Het injecteren van doorgaande scheuren mag alleen worden gebruikt als corrigerende maatregel bij onverhoopte scheurvorming.

Hierna is ingegaan op de uitgangspunten die moeten worden gehanteerd voor de berekening van hydratatiespanningen bij gebruik van methode 1. Voor eisen ten aanzien van de uitvoering bij koelen wordt verwezen naar de ROK-bepaling bij NEN-EN 13670, art. 8.5.

Owb-vloer (ongescheurd gedrag verondersteld):

Elasticiteitsmodulus:	$E'_b = 28500 \text{ N/mm}^2$ (C20/25)
Dwarscontractiecoëfficiënt:	$\nu = 0,2$
Thermische uitzettingscoëfficiënt:	$\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ 1/K}$
Soortelijke massa:	$\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$
Warmtegeleidingscoëfficiënt:	$\lambda = 2,6 \text{ W/(m.K)}$
Warmteconvectiecoëfficiënt:	$\alpha_{\text{con}} = 5,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, windsnelheid (v) is 0 m/s
Soortelijke warmte:	$c = 1,0 \text{ kJ/(kg K)}$
Krimp:	Wordt buiten beschouwing gelaten, omdat deze in werkelijkheid gering zijn aangezien de vloer onder water verhardt.
Kruip en relaxatie:	Wordt buiten beschouwing gelaten.

Voor de constructievloer op onderwaterbeton en overige situaties (zoals bijv. later gestorte wanden op een vloer)

Adiabaat:	volgens opgave betonleverancier
Soortelijke massa:	$\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$
Dwarscontractiecoëfficiënt:	$\nu = 0,2$
Thermische uitzettingscoëfficiënt:	$\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ 1/K}$
Warmtegeleidingscoëfficiënt:	$\lambda = 4,0 \text{ W/(m K)}$ voor $t = 0$ dagen $\lambda = 2,6 \text{ W/(m K)}$ voor $t = 28$ dagen
Warmteconvectiecoëfficiënt:	constructievloer op onderwaterbeton: $\alpha_{\text{con}} = 17,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, bovenkant, windsnelheid (v) is $3,0 \text{ m/s}$ $\alpha_{\text{con}} = 5,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, onder- en zijkant, windsnelheid (v) is 0 m/s wand op vloer: $\alpha_{\text{con}} = 17,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, zijkant, bovenkant, windsnelheid (v) is $3,0 \text{ m/s}$
Soortelijke warmte:	$c = 1,1 \text{ kJ/(kg K)}$
Krimp (m.u.v. autogene krimp):	niet meenemen omdat: 1. Plastische krimp kan door een goede nabehandeling voorkomen worden. 2. Chemische krimp nauwelijks uitwendige vormverandering tot gevolg heeft. 3. Spanningen ten gevolge van uitdrogingskrimp langzaam in de tijd optreden en daardoor zullen wegrelaxeren.

Toelichting:

Tot voor kort werd aangenomen dat autogene krimp geen significante rol speelt bij water-cement factoren groter dan 0,4. Uit recente ervaringen en onderzoek is echter gebleken dat bij het gebruik van CEM III ook bij water-cement factoren van 0,5 de grootte van de autogene krimp significant kan zijn. De in NEN-EN 1992-1-1, art 3.1.4 (6) gegeven formules voor de bepaling van de grootte van de autogene krimp is blijkens recent onderzoek geschikt bij gebruik van CEM I, maar onderschat de grootte van de autogene krimp bij CEM III echter significant. Door de niet te verwaarlozen autogene krimp wordt, bij gebruik van CEM III, de kans op scheurvorming bij verhinderde temperatuurvervormingen als gevolg van het hydratatieproces significant vergroot. Gezien het voorgaande is het noodzakelijk het verschijnsel autogene krimp in de koelberekeningen mee te nemen. Daartoe dient de grootte van de autogene krimp d.m.v. beproeving op het betreffende betonmengsel bepaald te worden.

Uitvullaag tussen constructievloer en owb-vloer

De mechanische eigenschappen worden niet meegenomen, dit in tegenstelling tot de thermische eigenschappen.

Materiaaleigenschappen

Als er geen specifieke gegevens voorhanden zijn, moeten tabel 6-4 en tabel 6-5 worden aangehouden.

Tabel 6-4: Materiaaleigenschappen beton, grond en staal

Grootheid	Eenheid	Beton	Grond	Staal
Volumieke massa	Kg/m^3	2400	1600	7850

Warmtecapaciteit	KJ/(kg °C)	1,1	0,87	0,53
Warmtegeleiding	W/(m °C)	2,6	1,0	52
Uitzettingscoëfficiënt	1/°C	12·10 ⁻⁶	-	12·10 ⁻⁶

Tabel 6-5: Warmtegeleiding hout, Promatect-H en PUR isolatie

Grootheid	Eenheid	Hout	Promatect-H	PUR isolatie
Warmtegeleiding	W/(m °C)	0,145	0,17	0,0035

Thermische randvoorwaarden

Storttemperatuur constructievloer

Winter 10° C

Herfst/lente 17° C

Zomer 26° C

Omgevingstemperatuur

Winter gemiddeld 5° C, amplitude 4°

Herfst/lente gemiddeld 12° C, amplitude 6°

Zomer gemiddeld 21° C, amplitude 5°

Grond- en grondwatertemperatuur en owb-vloer starttemperatuur

Winter 7° C

Herfst/lente 12° C

Zomer 16° C

Er moet tevens een berekening worden gemaakt met een constante grondwatertemperatuur van 10° C.

In de temperatuur- en spanningsberekeningen moet rekening worden gehouden met de temperatuurval na ontkisten. Tevens moet rekening worden gehouden met een plotselinge buitentemperatuur van -10° C na:

- 100 dagen bij storten in de zomer
- 50 dagen bij storten in de herfst
- 3 dagen bij storten in de winter
- 200 dagen bij storten in de lente

De snelheid van daling naar -10° C bedraagt 0,5° C/uur. Wanneer (nog) niet bekend is wanneer de vloer wordt gestort, moet worden uitgegaan van de zomer.

Translatieverhinderings

Ook wanneer tussen de onderwaterbeton en constructievloer een uitvullaag aanwezig is, moet de translatie volledig door de palen verhinderd worden geacht.

Toelichting:

In de praktijk wordt geen positief effect waargenomen voor de kans op scheurvorming als gevolg van een uitvullaag boven het onderwaterbeton. Een goed ontwerp gaat uit van het niet bezwijken van de paal. Afhankelijk van de uitvoering zou een schol uit de constructievloer gedrukt kunnen worden waarbij wrijving over de paalkop en vloeien van de stekwapening zal optreden (paal steekt korte afstand in constructievloer). Een ander mechanisme zou het afschuiven van de paal kunnen zijn (paal steekt diep in constructievloer). De krachten die benodigd zijn voor beide mechanismen dienen hoger te zijn dan de belasting op de paal ten gevolge van temperatuurspanningen.

Wanneer geen uitvullaag aanwezig is (constructievloer direct op owb-vloer) werken constructievloer en owb-vloer samen als een monoliete constructie.

Verticale veerstijfheid

Verticale veerstijfheid van de damwanden en de palen moeten worden bepaald volgens CUR Aanbeveling 77, bijlage B. Hierop dient tevens een variatie met $\sqrt{2}$ te worden toegepast.

Toelaatbare trekspanningen bij kunstmatige koeling van verhardend beton

Bij de toetsing uitgaan van een sterktecriterium van 0,5 maal de gemiddelde treksterkte ($0,5 f_{ctm}$) van het beton. Voor lokale trekspanningen over 10 % van de doorsnede mag een verhoogd criterium tot 0,7 maal de gemiddelde treksterkte van het beton worden gehanteerd, onder voorwaarde dat over de doorsnede een 'gemiddeld' sterktecriterium van 0,5 maal de gemiddelde treksterkte geldt.

7.3.1 (5)	Advies
-----------	--------

Indien de betondekking op een voorspankanaal ≥ 200 mm is, mag bij "elementen met een combinatie van betonstaal en voorspanstaal met aanhechting" de scheurwijdte worden getoetst aan de eisen voor "elementen met betonstaal en/of voorspanstaal zonder aanhechting".

Opmerking: Eventueel voorspanstaal in dwarsrichting moet ook worden beschouwd.

7.4.1	Eis (Bruggen)
-------	---------------

Voor betonnen bruggen gelden de volgende eisen ten aanzien van vervormingen.

1. Eisen aan de elastische doorbuiging

In verband met het voorkomen van trillingshinder, geldt de volgende doorbuigingseis ten aanzien van de elastische doorbuiging van de hoofddraagconstructie door de karakteristieke waarde van de verkeersbelasting:

$$u_{el} \leq L / 1000 \quad \text{voor } L \leq 3 \text{ m}$$

$$u_{el} \leq L / 300 \quad \text{voor } L > 10 \text{ m}$$

Voor een overspanning van $3 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$ moet rechtlijnig worden geïnterpoleerd tussen de eisen voor $L \leq 3 \text{ m}$ en $L > 10 \text{ m}$.

Daarnaast mag, in verband met het vereiste wegcomfort, in het rijdek geen grotere knik voorkomen dan die behorend bij een hellingsverandering van 1%.

2. Eisen en aanwijzingen met betrekking tot de blijvende zeeg

Een blijvende zeeg wordt gedefinieerd als de 'reserve' opbuiging ten opzichte van het theoretisch vereiste verticale alignement, nadat alle blijvende belastingen zijn aangebracht en alle tijdsafhankelijke vervormingen zijn opgetreden.

Ten aanzien van de blijvende zeeg gelden de volgende bepalingen:

- Een eventuele (significante) vervorming van bekisting en bijbehorende ondersteuning dient meegenomen te worden in de vervormingsberekeningen;
- De bouwfaserings dient in beschouwing te worden genomen indien relevant;
- Bij constructies met een recht c.q. vrijwel recht verlopende onderzijde dient een blijvende zeeg aanhouden te worden van $1/1000$ van de overspanning. Bij constructies die worden uitgevoerd volgens het mootgewijze schuifstelsel mag

van deze richtlijn worden afgeweken. De esthetische consequenties hiervan moeten dan wel bij de afweging tussen alternatieven worden meegenomen;

- Bij constructies waarbij de doorbuiging door eigen gewicht plus voorspanning groot is (> 100 mm) en waarbij dus ook de variatie in grootte van de doorbuiging groot kan zijn, dient een extra zeeg op het alignement te worden aangebracht. Deze extra zeeg wordt opgebouwd uit twee waarden:

- 10 % van de direct optredende vervorming door eigen gewicht plus voorspanning, berekend met het definitieve statische systeem.
- 60 % van de kruipvervorming die rekentechnisch gezien nog optreedt na de bouwfase. Deze kruipvervorming dient betrokken te worden op het eigen gewicht plus voorspanning.

Toelichting: 10 % vanwege de variatie op de grootte van de voorspanning en de E-modulus en 60 % vanwege de variatie op kruip.

Verondersteld mag worden dat constructies met standaard prefab liggers voldoen aan de bepalingen voor de blijvende zeeg indien ten opzichte van het vereiste verticale alignement een opbuiging resteert van ten minste 1/2000 van de elementlengte bij een belasting van 1,1 maal eigen gewicht plus voorspanning in de eindtoestand ($t = \infty$).

Toelichting: deze eis is van toepassing op de onderzijde van de ligger. Het dek moet wel in het vereiste profiel afgewerkt worden. Bij eigengewicht is asfalt(beton), schampkanten etc. inbegrepen.

Toelichting: Argumenten om een blijvende zeeg toe te passen, zijn:

- *Esthetica: een rechte onderkant oogt alsof deze doorhangt (met een niet rechte onderbelijning heeft het toepassen van een optische zeeg geen nut).*
- *Vervormingen door de verkeersbelastingen: deze vervormingen kunnen aanzienlijk zijn en daarom het profiel van vrije ruimte negatief beïnvloeden.*
- *Verskil tussen theorie en praktijk: de werkelijke optredende vervormingen kunnen afwijken van de theoretisch berekende vervormingen.*

8	Eis (Bruggen)
---	---------------

In aanvulling op de regels in hoofdstuk 8, gelden de eisen in de volgende artikelen van NEN 6723:2009:

- 10.1.5 wapening in kolommen
- 10.1.6 wapening bij opleggingen
- 10.1.7 minimale wapening in consoles
- 10.1.8 minimale kenmiddellijn
- 10.1.9 wapening in betonscharnieren
- 10.1.10 wapening i.v.m. krommingsdrukken door gebogen voorspanelementen
- 10.1.11 niet-vervangbare voorspanelementen
- 10.2 lassen en branden nabij voorspanelementen
- 10.3 klemmofverbindingen
- 10.4 vervanging van opleggingen
- 10.5 uitvoering
- 10.6 voegen
- 10.7 dooizouten

Bij tegenstrijdigheid tussen de eisen in bovenstaande artikelen en artikelen in NEN-EN 1992-1-1 of NEN-EN 1992-2, is de strengste eis van toepassing.

8.2	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Voor tunnels geen kleinere staafafstand toepassen dan:

- 100 mm bij Ø 25 mm
- 110 mm bij Ø 32 mm
- 120 mm bij Ø 40 mm

Bij overlappings volgens NEN-EN 1992-1-1 art. 8.7.2 geldt voor alle staven of gebundelde staven een minimale afstand tussen de staven van 60 mm.

Toelichting:

Het bovenstaande is gebaseerd op een maximale korreldiameter van 32 mm voor het toeslagmateriaal.

8.2 (1)P	Eis
----------	-----

In doorsneden ter plaatse van de maximale veld- en steunpuntsmomenten en ter plaatse van toevallige inklemmingsmomenten mag de staafafstand ten hoogste tweemaal de plaatdikte bedragen met een maximum van 250 mm. In de overige doorsneden en bij verdeelwapening mag de staafafstand ten hoogste 4 maal de plaatdikte bedragen met een maximum van 500 mm.

In platen dikker dan 150 mm altijd een boven- en ondernet aanbrengen met een maximale staafafstand van 250 mm. Dit geldt ook voor druklagen.

8.4.2 (2)	Eis
-----------	-----

Indien bij ingestorte staven niet wordt voldaan aan de eis ten aanzien van de minimale relatieve riboppervlakte volgens EN 1992-1-1, bijlage C ($f_{R,min}$), moet de rekenwaarde van de uiterst opneembare aanhechtspanning f_{bd} zijn gehalveerd (bijv. voor draadeinden). Dit geldt niet voor (achteraf) ingelijmde staven, omdat de invloed van de profilering in dat geval in rekening is gebracht door toepassing van de berekenings- en beproevingsmethode volgens Technical Report 23, zie ook de aanvulling bij NEN-EN 1992-1-1, 2.7 (1).

8.10.1.3 (3)	Verificatie
--------------	-------------

Bij de minimale vrije afstand tussen voorspankanalen volgens dit artikel, kan worden aangenomen dat de ruimte tussen de voorspankanalen voldoende is om een trilnaald Ø 63 mm in te brengen en een goede verdichting van het beton mogelijk te maken, op voorwaarde dat de kabels niet zijn gekromd in dwarsrichting.

Indien de voorspankabels in dwarsrichting zijn gekromd, is een grotere vrije afstand noodzakelijk als de kromtestraal kleiner is dan volgens tabel 6-6 (en moet berekende spleet- en/of ponswapening worden toegepast).

Tabel 6-6: Grenswaarden kromtestraal in relatie tot ruimte tussen voorspankanalen

kabels bestaande uit	kromtestraal
strengen 12 x 12.9 en draden 40 Ø 7	$R < 7,0 \text{ m}$
strengen 19 x 12.9 en draden 50 Ø 7	$R < 9,5 \text{ m}$
strengen 19 x 15.2 en 19 x 15.7	$R < 14,0 \text{ m}$

Bij toepassen van een stortkoker Ø 100 mm mag worden aangenomen dat de ruimte tussen de voorspankanalen voldoende is om het beton te storten zonder de

voorspankanalen te beschadigen, als een minimale h.o.h. afstand volgens onderstaande tabel 6-7 wordt gehanteerd (tabel is gebaseerd op 15 mm speling).

Tabel 6-7: Minimale h.o.h. afstand voorspankanalen voor stortkoker Ø 100 mm

kabels bestaande uit	Ø	min. h.o.h. afstand
strengen 12 x 12.9	75 mm	190 mm
strengen 19 x 12.9	90 mm	205 mm
strengen 19 x 15.2	102 mm	220 mm
strengen 19 x 15.7	102 mm	220 mm
draden 40 Ø7	75 mm	190 mm
draden 50 Ø7	90 mm	205 mm

waarin:

Ø is de uitwendige diameter voorspankanaal

9.3.1.1 (2)	Eis (Bruggen)
-------------	---------------

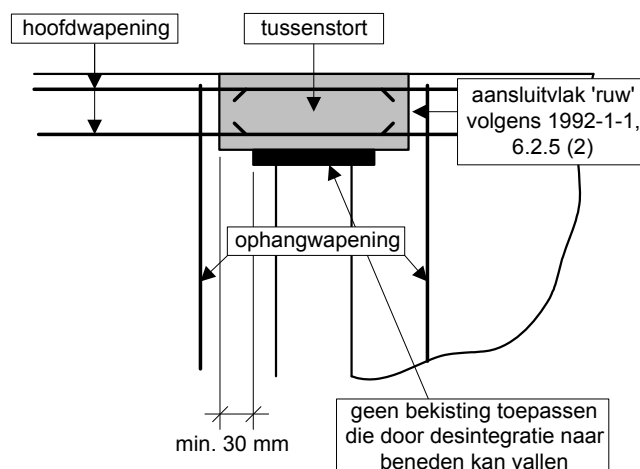
Voor de minimale wapening in dwarsrichting in platen (waaronder massieve platen) die als brugdek worden toegepast, moet deze wapening in dwarsrichting als hoofdwapening worden beschouwd en niet als verdeelwapening.

9.4.3	Eis
-------	-----

Bij toepassing van haarspelden als ponswapening moeten de overlappings van de rechte einden voldoen aan de eisen m.b.t. verankeringslengte. In plaats van haarspelden mogen ook open beugels met voldoende verankeringslengte worden toegepast overeenkomstig figuur 9.5 van NEN-EN 1992-1-1, op voorwaarde dat ze het boven- en ondernet omsluiten.

10.2 (1)P	Eis (Bruggen)
-----------	---------------

Bij voegen tussen prefab elementen moet de dwarskracht via ophangwapening naar de prefab elementen worden overgedragen (zie figuur 6-1). Als geen dwarsvoorspanning wordt toegepast, moet tenminste een sponningbreedte van 30 mm worden aangehouden, exclusief de eventueel benodigde oplegsponning voor de onderbekisting van het tussenstort zoals aangegeven in figuur 6-1. Het aansluitvlak tussen het prefab element en de tussenstort moet ten minste voldoen aan de klasse 'ruw' volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.2.5 (2). De plaatdikte van het tussenstort moet tenminste 150 mm zijn.

**Figuur 6-1: Detaillering bij voegen tussen prefab elementen**

Opmerking: indien de cementhuid ter plaatse van de aansluitvlakken is verwijderd, mag het aansluitvlak als 'ruw' volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.2.5 (2) worden beschouwd.

10.9.4.6 (1)	Eis (Bruggen)
--------------	---------------

Voor tandconstructies wordt verwezen naar par. 6.4 onder "tandconstructies".

11	Eis (Bruggen)
----	---------------

Het toepassen van lichtbeton is niet toegestaan.

Opmerking: CUR Aanbeveling 39 "Beton met grove lichte toeslagmaterialen" wordt herzien. Voorsnog is toepassen van lichtbeton niet toegestaan.

12.1 (2)	Eis
----------	-----

Ongewapende en lichtgewapende constructies mogen niet zijn toegepast, met uitzondering van werkvloeren en onderwaterbetonvloeren.

Bijlage B	Advies
-----------	--------

Zie de aanvulling bij NEN-EN 1992-1-1, 3.1.4.

6.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Aanvullingen op NEN-EN 1992-1-2 + NB.

4	Eis (Tunnels)
---	---------------

Hierna zijn temperatuureisen opgenomen voor tunnels gelegen onder open water en voor overige tunnels ('anders dan onder open water'). Daarna zijn tevens temperatuureisen opgenomen voor stalen damwanden bij tunnels, die een blijvende constructieve functie vervullen. Alle gegeven maximale waarden voor de temperaturen gelden zowel tijdens de duur van de brand alsook na het tijdstip van beëindiging van de brand.

Toelichting:

Als gevolg van het na-ijleffect zal de temperatuur in de constructie nog oplopen na beëindiging van de brand.

Een entiteit welke al of niet een integraal onderdeel van de tunnel uitmaakt (b.v. een dienstengebouw) dient, in relatie tot de kans van optreden, de structurele integriteit van de tunnel niet zodanig negatief te beïnvloeden dat de tunnel niet repareerbare schade ondervindt bij het bezwijken van deze entiteit.

Toelichting:

De hierna vermelde eisen aan de maximaal optredende temperaturen als gevolg van de calamiteit brand hebben als achtergrond dat de constructie na de gedefinieerde brand, zie onder NEN-EN 1991-1-2, art. 3.2, repareerbaar dient te zijn. De eisen zijn daarom zodanig geformuleerd dat nog een ruime marge aanwezig blijft op het bezwijken van de constructie.

Temperatuureisen voor tunnels gelegen onder open water

Voor het gesloten deel gelden de volgende temperatuureisen:

1. Bescherming wapening aan de brandzijde:
 - a. De wapening benodigd voor de opname van snedekrachten in de constructie mag geen hogere temperatuur bereiken dan 250° Celsius.
Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van 150 ° Celsius en voor veredeld (q & t) voorspanstaal geldt een eis van 75 ° Celsius. De naamgeving is conform NEN-EN 1992-1-2.
 - b. Het beton mag in de buigtrekzone aan de binnenzijde geen hogere temperatuur bereiken dan 380° Celsius.
2. Bescherming betondrukzone aan de brandzijde:
Voor de onderzijde van het gehele dak en de bovenste meter van de wanden geldt het vermelde onder punt 1b. Voor de overige delen van de wanden dient in de berekeningen de constructiehoogte te worden verminderd met het gedeelte van het beton dat een hogere temperatuur dan 380° Celsius bereikt.

Toelichting:

Bij het gesloten deel van tunnels onder open water wordt, vanwege het risico op lekkage en de beperkte reparatiemogelijkheden (met name vanwege scheurvorming in de hoeken aan de buitenzijde als gevolg van vergrote inklemmingsmomenten tijdens de brand), de maximum temperatuur voor het beton begrensd tot 380° Celsius, onafhankelijk van de dekking op de wapening.

Bij verkeerstunnels is in het algemeen de verhouding van de overspanning tot de hoogte van de verkeerskoker zodanig dat aan de binnenzijde van de zijwanden geen constructieve trekwapening noodzakelijk is. In dat geval is de eis onder 1b niet relevant voor de zijwanden. Bij relatief kleine overspanningen, zoals bijvoorbeeld bij spoortunnels, kan dit anders zijn, waardoor voor dit type tunnels hittewerende bekleding over de gehele hoogte van de zijwanden noodzakelijk kan zijn.

Het in rekening brengen van gedesintegreerd beton (> 380 ° Celsius) op de sterkte van de constructie dient, voordat reparatie van het gedesintegreerde beton heeft plaatsgevonden, op de UGT te worden betrokken, waarbij niet ingeleverd mag worden op de bij de constructieklasse behorende betrouwbaarheidsindex.

Gezien de gangbare dikteafmetingen wordt er vanuit gegaan dat de temperatuur van de wapening aan de buitenzijde geen probleem vormt.

Veelal zal bij afgezonken tunnels, als gevolg van de aanwezigheid van een laag ballastbeton, de brandbelasting op de constructievloer zeer gering zijn. Voor hiervan afwijkende constructies dient ook aandacht geschonken te worden aan de effecten van een brandbelasting op de constructievloer. Bij de aanwezigheid van asfalt direct op de constructievloer zal, ook nadat het bitumen verbrand is, afhankelijk van de dikte van de asfaltlaag, hitte isolerend vermogen aanwezig blijven.

Voor de toeritten gelden de volgende temperatureisen:

1. Bescherming wapening aan de brandzijde
 - a. De wapening benodigd voor de opname van de snedekrachten in de constructie mag geen hogere temperatuur bereiken dan 250° Celsius.
Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van 150° Celsius en voor veredeld (q & t) voorspanstaal geldt een eis van 75° Celsius. De naamgeving is conform NEN-EN 1992-1-2.
 - b. Het beton in de buigtrekzone aan de binnenzijde mag op een afstand ter grootte van de diameter van het wapeningstaal, gemeten vanaf de buitenzijde van de wapening, geen hogere temperatuur bereiken dan 380° Celsius.
2. Bescherming betondrukzone aan de brandzijde
De constructiehoogte moet in de berekeningen worden verminderd met het gedeelte van het beton dat een hogere temperatuur dan 380° Celsius bereikt.

Toelichting:

De "afstand ter grootte van de diameter van het wapeningstaal" onder 1b is de hechtingseis voor de dekking in 'gezond' beton overeenkomstig NEN-EN 1992-1-1, art. 4.4.1.2. Bij de toepassing van staafbundels dient een equivalente staafdiameter te worden toegepast overeenkomstig NEN-EN 1992-1-1; art. 4.4.1.2, tabel 4.2.

Temperatureisen voor tunnels gelegen anders dan onder open water

Voor zowel het gesloten deel als de toeritten gelden de temperatureisen zoals hiervoor vermeld voor toeritten van tunnels onder open water.

Indien door directe brandbelasting op de vloer de scheurvorming aan de buitenzijde van de vloer kritisch kan worden, dan is repareerbaarheid op dit diepe niveau ook voor tunnels anders dan onder open water zeer beperkt. Voor dit geval dienen de temperatureisen vermeld onder "Eisen voor tunnels gelegen onder open water" te worden gehanteerd.

Toelichting:

Bovenstaand gegeven eisen aan de maximaal toelaatbare temperaturen maken het mogelijk met behulp van een vergrote betondekking voldoende brandwerendheid te realiseren. Het beton dient daarbij niet gevoelig te zijn voor afspaten tijdens de brand. Zo nodig kan beton afspatongevoelig gemaakt worden door b.v. het toevoegen van voldoende polypropyleen vezels. Na het optreden van een grote brand zal het beton dat heter is geworden dan 380 °C verwijderd dienen te worden en vervangen door een nieuwe laag afspatongevoelig beton van voldoende dichtheid.

Uit berekeningen blijkt dat scheurvorming als gevolg van brand, bij dwarsdoorsneden waarin een laag ballastbeton aanwezig is, het meest kritisch is

(gerelateerd aan duurzaamheid) aan de buitenzijde van het dak (t.p.v. de inklemmingsmomenten).

Bij de aanwezigheid van een asfaltwegdek zal ook nadat het bitumen verbrand is, afhankelijk van de dikte van de laag asfalt, hitte isolerend vermogen aanwezig blijven.

Temperatuureisen voor stalen damwanden

Bij de toepassing van blijvende stalen damwanden dient aangetoond te worden dat na het optreden van de brand, volgens de voorgeschreven brandkromme, de constructie als geheel repareerbaar is. Voor stalen damwanden wordt aan deze eis geacht te zijn voldaan als is aangetoond, rekenkundig of met behulp van proeven, dat de temperatuur in de damwand lager dan 250 °C blijft. Indien aangetoond wordt dat de blijvende extra vervormingen als gevolg van temperatuurverhogingen geen nadelige invloed hebben op het esthetisch aanzicht (o.a. vlakheid), de bruikbaarheid en de veiligheid van de constructie en de omgeving na de brand, dan is een maximale temperatuur van 400 °C toelaatbaar.

Toelichting:

Hierbij mag blijkens TNO rapport "Oriënterend onderzoek naar het koelend effect van grondwater op stalen damwanden, 99-CVB-R2136, november 1999" bij de aanwezigheid van zand en/of klei niet van een koelende werking van grondwater achter de damwand worden uitgegaan. De gevormde waterdamp kan niet vrij naar het oppervlak ontsnappen en vormt daardoor een isolerende laag. Bij de toepassing van voorzetpanelen, welke de hittewerende functie vervullen, dient bij eventueel aanwezige voegen aandacht geschonken te worden aan de lekkage van hitte naar de blijvende stalen damwand toe.

Overeenkomstig NEN-EN 1993-1-2 tabel 3.1 treedt een significant sterkteverlies op boven 400 °C. Tevens is bij 400 °C de elasticiteitsmodulus 30% en de proportionaliteitsgrens 58 % lager.

Voor aanwezige voorspanning (ankers en ankerkoppen) gelden de volgende eisen: Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van maximaal 150 °C en voor gehard en ontlaten (q & t) voorspanstaal geldt een eis van maximaal 75 °C. De gestelde temperatuureisen voor het voorspanstaal gelden ook voor verankeringen van voorspansystemen.

Toelichting:

De naamgeving van het voorspanstaal is conform eurocode NEN-EN 1992-1-2. Bij de formulering van de maximale temperatuureisen van het voorspanstaal is niet alleen rekening gehouden met het sterkteverlies maar ook met de afname van de E-modulus als functie van de temperatuur. Tevens is in de eisen het grote belang van een verankering voor de stabiliteit van de damwand verdisconteerd.

4.5	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Afspatten van beton mag niet optreden. Dit kan gerealiseerd worden door het beton te beschermen of door het toepassen van een betonmengsel dat ongevoelig is voor afspatten (evt. met polypropyleen vezels). Door het uitvoeren van brandproeven dient de gevoeligheid tegen afspatten onder gebruiksomstandigheden te worden aangetoond. De beproeving dient te worden uitgevoerd volgens de werkwijze

beschreven in Efectis rapport "Fire testing procedure for concrete tunnel linings". Eventueel mag gebruik worden gemaakt van eerder uitgevoerde proeven. Daarbij dienen dezelfde uitgangspunten gehanteerd te zijn ten aanzien van bijvoorbeeld de mengsamenstelling, gehanteerde brandkromme en de aanwezige drukspanningen als afgeleide van de krachtswerking in de betreffende constructie.

Toelichting:

Door TNO en Rijkswaterstaat zijn proeven m.b.t. afspatten gedaan op grindbeton met een sterkteklasse C28/35 gemaakt met maximaal 340 kg/m³ CEM III cement. Met de proeven is aangetoond dat voor het beschreven mengsel het afspatcriterium niet maatgevend is wanneer de hoofddrukspanning aan het oppervlak niet hoger is dan 10 N/mm². Zie voor verdere achtergronden TNO rapport "Brawat 3: Onderzoek naar het afspatgedrag van een op druk belaste wand in afgezonken tunnels". Indien dit onderzoek wordt gebruikt, wordt erop gewezen dat de maximale waarde voor de 28 daagse kubusdruksterkte ≤ 45 N/mm² dient te zijn, omdat anders de dichtheid en daarmee de gevoeligheid voor afspatten te groot is en de genoemde proeven niet representatief zijn in relatie tot het voorkomen van afspatten bij brand. Voor afwijkende betonmengsels (de proefresultaten zijn beperkt tot grindbeton en geen bijvoegingen als vliegash, kalksteenmeel e.d.) en afwijkende opgelegde drukspanningen is niet bekend wat de gevoeligheid voor afspatten is. Wel is in kwalitatieve zin bekend dat bij een hogere betonsterkteklasse in het algemeen de gevoeligheid voor afspatten toeneemt. Bij een lagere opgelegde drukspanning neemt de gevoeligheid tegen afspatten af.

6.3

Deel 2: Betonnen bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1992-2 + NB.

3.1.2 (102)P	Advies (Bruggen)
--------------	------------------

Niet-constructief onderwaterbeton of onderwaterbeton met een tijdelijke constructieve functie (gewapend of ongewapend) hoeft niet te voldoen aan de voorgeschreven minimale betonsterkteklasse C_{min} . Aanbevolen wordt om in de berekening uit te gaan van een betonsterkteklasse C20/25 voor zowel gewapend als ongewapend onderwaterbeton.

Toelichting: Door gebrek aan verdichting is een hogere betonsterkteklasse lastig te realiseren.

4.2 (104)	Eis (Bruggen)
-----------	---------------

Water in holle ruimten (bijv. in kokerliggers) moet afgevoerd kunnen worden.

4.3 (103)	Eis (Bruggen)
-----------	---------------

Uitwendige voorspanning moet inspecteerbaar en vervangbaar zijn.

Opmerking: Met uitwendige voorspanning wordt buiten de betondoorsnede gelegen voorspanning bedoeld (zie NEN-EN 1992-2, 1.5.2.3).

6.2.2 (101)	Eis (Bruggen)
-------------	---------------

Bij de bepaling van b_w moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van voorspankanalen in overeenstemming met formules (6.16) en (6.17).

7.3.1 (105)	Eis (Bruggen)
-------------	---------------

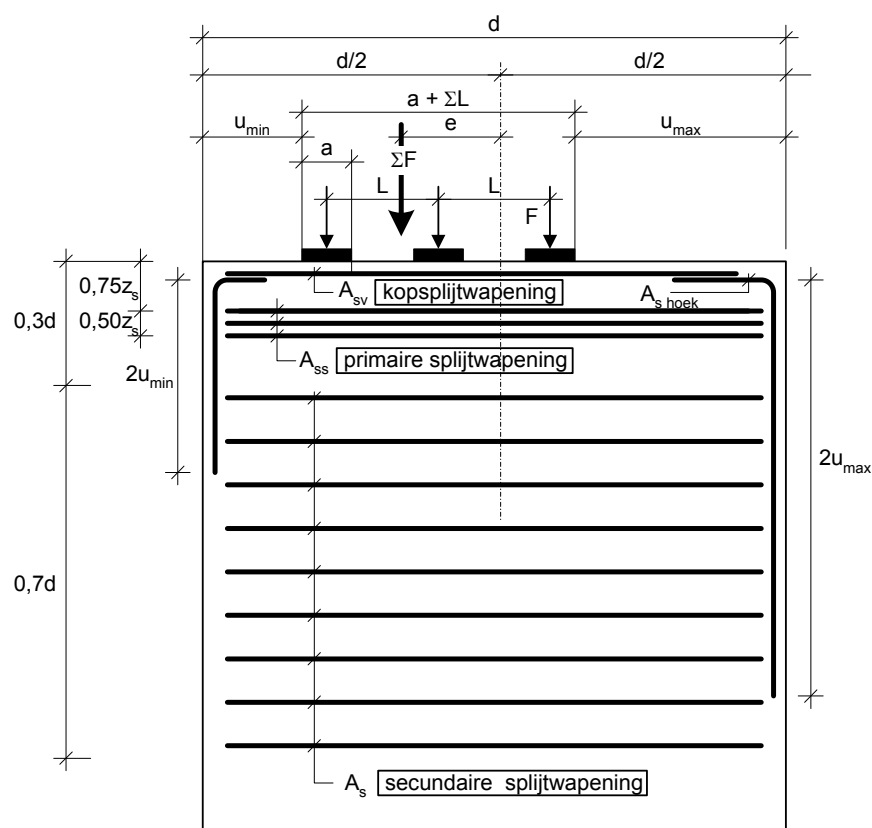
Voor voegen evenwijdig aan de hoofddraagrichting moet ter plaatse van de uiterste vezel aan de bovenkant resp. de onderkant van de constructie gelden $\sigma_{bd} > 0,0 \text{ N/mm}^2$.

Opmerking: Deze eis is een verzwarende eis ten opzichte van de gestelde eis in de Nationale Bijlage. Bedoelde voegen worden niet gekruist door betonstaal, maar wel door (dwars)voorspanning.

8.10.3 (104)	Advies (Bruggen)
--------------	------------------

Voor de bepaling van de trekkrachten in de spleijwapening, zie figuur 6-2, mag de navolgende methode worden gehanteerd.

Bij de berekening van de spleijwapening door meerdere puntlasten op een onderlinge afstand, kan de constructie geschematiseerd worden tot een gedrongen ligger volgens NEN 6720:1995, art. 8.1.4 om de primaire spleijwapening en de kopspleijwapening (volgens figuur 110 in de toelichting op NEN 6720, art. 9.13.1) te bepalen.



Figuur 6-2: Typen spleijwapening en symbolen

Voor de bepaling van de hoekspleijkracht naast de puntlasten, waarbij die tot een enkele last geschematiseerd worden, geldt:

$$\text{t.p.v. } u_{\min}: N_{\text{spl hoek}} = 0,015 \Sigma F / \{1 + \sqrt{(2 e/d)}\} \cdot (d - a - \Sigma L) / d$$

$$\text{t.p.v. } u_{\max}: N_{\text{spl hoek}} = 0,015 \Sigma F / \{1 - \sqrt{(2 e/d)}\} \cdot (d - a - \Sigma L) / d$$

Voor de bepaling van de secundaire splijtkracht onder de puntlasten, waarbij die tot een enkele last geschematiseerd worden, geldt:

$$N_{spl} = 0,3 \Sigma F \cdot (d - a - \Sigma L) / d$$

In deze formules is:

N_{spl}	splijttrekkkracht loodrecht op de krachtsrichting
ΣF	som van de geconcentreerde lasten (voorspankrachten)
d	afmeting van de betondoorsnede in de beschouwde dwarsrichting
u_{min}	de kleinste afstand van rand buitenste oplegging tot rand van de constructie
u_{max}	de grootste afstand van rand buitenste oplegging tot rand van de constructie
e	excentriciteit van ΣF t.o.v. hart doorsnede
L	onderlinge afstanden tussen de geconcentreerde lasten

De secundaire wapening A_s moet worden aangebracht in het gebied dat gelegen is tussen een afstand d en $0,3d$ vanaf het verankeringvlak.

6.4 Betonnen bruggen – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet

Stabiliteit van het rijdek bij aanrijding

(1) Bij aanrijding van het rijdek moet voorkomen worden dat het brugdek zijn ondersteuning verliest als gevolg van bezwijken van de oplegging of verschuiving van het oplegblok.

- Voor het bezwijken van de oplegging mag uitgegaan worden van een tweemaal zo hoge schuifspanning als voor het ontwerp van de opleggingen is toegestaan.
- Voor de wrijving tussen oplegblok en beton mag een wrijvingscoëfficiënt worden aangehouden van 0,5.

Dwarsvoorspanning in rijdekken bestaande uit prefab liggers

(2) Bij dwarsvoorspanning die niet haaks op de langsvoegeen ligt, dient rekening gehouden te worden met schuifspanningen in de langsvoegeen door de dwarsvoorspanning.

Lokale afdracht van geconcentreerde lasten

(3) Bij de bepaling van het buigende moment in dwarsrichting moet rekening worden gehouden met eventuele lokale afdracht.

Toelichting:

Lokale afdracht speelt bijvoorbeeld een rol bij rijdekken bestaande uit prefab liggers. Veelal worden de buigende momenten bij dergelijke dekken met een orthotrope plaatberekening of met de methode Guyon-Massonet bepaald. Het verkregen 'globale' buigende moment in dwarsrichting moet worden vermeerderd met het buigende moment door lokale afdracht van geconcentreerde lasten naar de liggers. Een reductie van het locale effect is veelal mogelijk, omdat de plaatsing van de wiellasten voor het maximale lokale effect vaak niet overeenkomt met de plaatsing voor het maximale globale effect.

Aanvullende eisen voor enkele dektypen
--

(4.1) Plaat met ronde sparingen

De dikte van de plaat kan in dwarsrichting lineair verlopen en in langsrichting lineair of parabolisch. Voor dit dektype geldt:

- de minimale ruimte tussen de ronde sparingen is 200 mm en is tevens afhankelijk van het aantal voorspankanalen dat per lijf voorkomt;
- in het geval dat onmiddellijk boven de ronde sparingen geen wapening wordt toegepast, is de minimale dekking op de buis gelijk aan de kleinste waarde van 200 mm en 1/5 maal de buisdiameter;
- de minimale dekking onder de buis is 150 mm;
- langswapening tussen de sparingsbuizen is niet nodig, volstaan kan worden met een te dimensioneren beugelwapening. Hierbij uitgaan van $\omega_{\min} = f_{ctd} / (10 \text{ N/mm}^2) \%$, waarbij $\omega_{\min}$ betrokken moet worden op de minimale breedte tussen de buizen;
- bij uitwaaiëren van de voorspankabels bestaat de mogelijkheid dat gekromde voorspanelementen vlak langs de sparingen komen te liggen, waardoor grote 'ponsspanningen' kunnen ontstaan. Gecontroleerd dient te worden of aanvullende wapening benodigd is.

Opmerking:

De voorgestelde minimale dekking boven de ronde sparing is om boogwerking te bewerkstelligen en het bezwijkmechanisme pons te voorkomen (zonder ponswapening). Desalniettemin moet een ponscontrole worden uitgevoerd.

(4.2) Plaat met rechthoekige sparingen

De dikte van de plaat kan in dwarsrichting lineair verlopen en in langsrichting lineair of parabolisch. Voor dit dektype geldt:

- de minimale ruimte tussen de ronde sparingen is 200 mm en is tevens afhankelijk van het aantal voorspankanalen dat per lijf voorkomt;
- tussen de sparingen dient de wapening te worden bepaald als ware het een meercellige kokerligger;
- voor de beugelwapening tussen de sparingen moet worden uitgegaan van $\omega_{\min} = f_{ctd} / (10 \text{ N/mm}^2) \%$, waarbij $\omega_{\min}$ betrokken moet worden op de breedte tussen de rechthoekige sparingen.
- bij uitwaaiëren van de voorspankabels bestaat de mogelijkheid dat gekromde elementen vlak langs de sparingen komen te liggen, waardoor grote 'ponsspanningen' kunnen ontstaan. Gecontroleerd dient te worden of aanvullende wapening benodigd is;
- er dient rekening te worden gehouden met het gewicht van de verloren bekisting, alsmede met het gewicht van de polystyreenblokken. Indien geen nadere informatie beschikbaar is, kan voor de volumieke massa van de bekisting 800 kg/m^3 (max. dikte 16 mm) en voor het polystyreen 30 kg/m^3 worden aangehouden;

(4.3) Enkel- en meercellige kokerliggers

De dwarswapening dient niet alleen voor de opname van buigende en wringende momenten, maar ook voor de opname van afschuiving in langsrichting tussen een flensdeel en het lijf. Bij de dimensionering van deze wapening moet dan ook met beide aspecten rekening worden gehouden. Voor afschuiving wordt verwezen naar NEN-EN 1992-2, 6.2.4 en 6.2.5.

Wapening in bovenflens prefab kokerliggers

(5) In rijdekken met kokerliggers dient de doorsnede van de bovenflens in langs- en dwarsrichting te worden gecontroleerd op een wielprent van een tandemstelsel conform LM1 en LM2 van NEN-EN 1991-2 (lokale afdracht).

Toelichting:

Vastgesteld is dat in het verleden kokerliggers zijn geproduceerd zonder ondernet in de bovenflens, terwijl dit ondernet veelal (met name bij grote h.o.h. afstanden van de dwarsvoorspanning) noodzakelijk is voor de afdracht van geconcentreerde lasten naar de lijven van de kokers.

Preventieve maatregelen i.v.m. chloride aantasting bij voegovergangen

(6) De vrije hoogte tussen onder- en bovenbouw moet ten minste 200 mm zijn in verband met de toegankelijkheid voor inspectie. De diepte van deze vrije ruimte tot hart oplegging mag niet groter zijn dan 750 mm, anders moet de vrije hoogte worden vergroot. In dit kader wordt tevens verwezen naar de richtlijn "Inspectie en onderhoudsvoorzieningen".

Bij steunpunten waarboven een voegovergang aanwezig is, moeten de opleggingen op betonpoeren worden geplaatst. Dit geldt ook voor een bovenbouw bestaande uit prefab liggers. De poeren mogen niet groter zijn dan noodzakelijk is voor het dragen van de oplegging, rekening houdend met een minimaal benodigde randafstand.

De volgende beschermingsmaatregelen moeten worden getroffen om de kans op chloride aantasting te beperken:

- vergroting van de betondekking door de constructieklasse te verhogen met 1 klasse bij de verticale vlakken aan weerszijden van de voeg en de bovenkant van het oplegvlak (zie ook ROK aanvulling bij NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2 (5));
- vergroting van de betondekking aan de onderkant van het rijdek t.p.v. een oplegbalk/dwarsdrager aansluitend aan de voeg of het toepassen van een waterhol of profiel aan de onderzijde van het rijdek om lekwater langs de onderzijde van het dek te voorkomen;
- hydrofoberen van de bij de vorige punten genoemde vlakken;
- bovenvlakken van de onderbouw waar water op kan blijven staan, altijd afwaterend maken met een helling van minimaal 1:100;
- verbeteren waterdichting voegovergang door tweede kering.

De genoemde eisen ten aanzien van de vrije ruimte tussen onder- en bovenbouw en de beschermingsmaatregelen gelden niet ter plaatse van pijlers waarboven zich een doorgaand dek of een buigslappe voeg bevindt, m.a.w. waar lekkage niet zal optreden.

Opleggingen**(7.1) Algemeen**

Opleggingen dienen in de lengterichting van het rijdek en bij voorkeur ook in de dwarsrichting horizontaal (waterpas) gesteld zijn. Indien de opleggingen in de dwarsrichting niet horizontaal worden gesteld, dient het zijdelings verplaatsen van het rijdek, bijv. door nokken, te worden voorkomen. Deze nokken moeten op het raakvlak tussen boven- en onderbouw worden voorzien van oplegmateriaal.

(7.2) Ontwerp

Bij het ontwerp van oplegblokken dient onder andere rekening te worden met de vervorming van de opleggingen door hydratatiwarmteverlies van de dekconstructie (verkorting dekconstructie).

Toelichting:

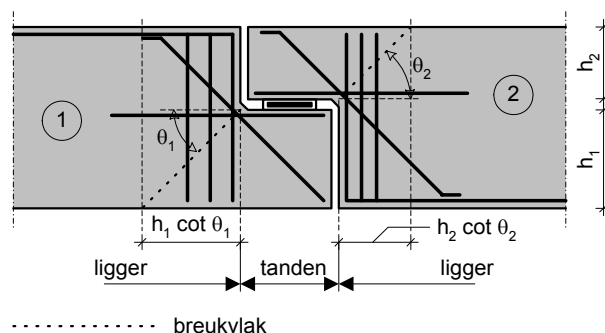
De temperatuurverhoging door hydratatie die de pas gestorte beton ondergaat voordat een minimum druksterkte wordt bereikt, leidt niet tot dekverlenging. In een later stadium zal door het verder afkoelen vanaf deze bereikte temperatuur tot de uitgangstemperatuur een blijvende dekverkorting optreden. De invloed op de dimensionering van de oplegblokken kan worden beperkt door ontlasten (opnieuw instellen) van de oplegblokken nadat deze vervorming is opgetreden.

(7.3) Vervangbaarheid

Voor elk kunstwerk waarbij de bovenbouw via een separaat oplegsysteem is opgelegd op de onderbouw, geldt dat de opleggingen vervangbaar moeten zijn. Over de procedure van vervanging moet overeenstemming worden bereikt met de opdrachtgever en met de toekomstige beheerder. De procedure moet, inclusief detailberekeningen van eventueel benodigde (lokale) voorzieningen en/of versterkingen, worden vastgelegd in het berekeningsrapport van het kunstwerk en tevens worden opgenomen in het Beheer- en Onderhoudsplan. In dit kader wordt tevens verwezen naar de richtlijn "Inspectie en onderhoudsvoorzieningen".

Tandconstructies

(8.1) Bij een tandconstructie moet de dwarskracht in het gebied direct achter de tand volledig door ophangwapening kunnen worden opgenomen. De ophangwapening moet zijn geconcentreerd binnen een afstand $\frac{1}{2} h_i \cot \theta_i$ ($i = 1, 2$), waarin h_i de hoogte van de tand is en θ_i de hoek tussen het aangenomen maatgevende breukvlak en de as van het constructieonderdeel (zie figuur 6-3). Voor de grenswaarden van de hoek geldt NEN-EN 1992-1-1, 6.2.3 ($1 \leq \cot \theta_i \leq 2,5$). Ophangwapening mag bestaan uit betonstaal en/of voorspanstaven die aan weerszijden van het breukvlak volledig zijn verankerd. De hoek α tussen deze staven en de as van het constructieonderdeel mag niet kleiner zijn dan 45° . De rekenwaarde van de opneembare dwarskracht wordt bepaald door de som van de verticale componenten van de krachten in de staven.



Figuur 6-3: Ophangwapening in tandconstructie

(8.2) Bij het ontwerp van een tandconstructie in een brugdek moet rekening worden gehouden met de volgende aanvullende bepalingen:

- Opleggingen moeten inspecteerbaar en vervangbaar zijn.

- b) Naast de reguliere belastingmodellen, moet rekening gehouden worden met een extra belastinggeval als bedoeld in NEN-EN 1991-2, 4.3.4. Gerekend moet worden met een bijzonder voertuig 1500/150 volgens NEN-EN 1991-2, bijlage A, tabel A.1. Voor het toetsen van lokale belastingeffecten mag worden aangenomen dat de aslijnen verdeeld zijn over twee rechthoekige oppervlakken van $1,20 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$ volgens NEN-EN 1991-2, bijlage A, figuur A.1a. De dynamische vermenigvuldigingsfactor en de positionering van het overige verkeer moeten in rekening worden gebracht volgens resp. NEN-EN 1991-2, bijlage A, A.3(5) en A.3(7).
- c) Naast de controle op buiging en dwarskracht in de tand volgens resp. NEN-EN 1992-1-1, 6.1 en 6.2, dient de ophangwapening te worden getoetst op zowel sterkte als scheurwijdte.
- d) Om het risico van corrosie te verminderen, moeten ten minste de volgende beschermingsmaatregelen worden genomen:
- Vergroting van de betondekking (zie ROK aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2(5)) bij de verticale vlakken aan weerszijden van de voeg en de bovenkant van het oplegvlak;
 - Vergroting van de betondekking aan de onderkant van het rijdek/tand t.p.v. een oplegbalk/dwarsdrager aansluitend aan de voeg of het toepassen van een waterhol of profiel aan de onderzijde van het rijdek/tand om lekwater langs de onderzijde van het dek te voorkomen;
 - Het hydrofoberen van de bij de vorige punten genoemde vlakken;
 - Bovenvlakken van de onderbouw waar water op kan blijven staan, altijd afwaterend maken met een helling van minimaal 1:100;
 - Verbeteren waterdichting voegovergang door tweede kering.

Daarnaast kan nog gedacht worden aan het toepassen van staal dat minder gevoelig is voor corrosie (RVS). De inspectie (en de frequentie) moet als extra aandachtspunt in het beheer- en onderhoudsplan worden opgenomen.

Voorgespannen betonpalen / voorgespannen betonnen damwanden

(9) Voor voorgespannen betonpalen en voorgespannen betonnen damwanden gelden in aanvulling op NEN-EN 12794 de volgende eisen:

- Over de gehele paallengte dient een minimum beugel- of spiraalwapening van Ø5-200 B500B te worden toegepast.
- De blijvende voorspandruk σ'_{bw} in het beton dient tenminste $4,5 \text{ N/mm}^2$ te zijn.
- Het maximale aanspanpercentage van f_{pk} mag naast het gestelde in NEN-EN 1992-1-1 niet groter zijn dan:

$$\frac{\sigma'_{bw}}{\sigma'_{bw} + f_{ctm}} \times 100\%$$

Toelichting:

De wapening van palen waarin trekspanningen kunnen worden verwacht tijdens het heien, moet de kracht op kunnen nemen die vrijkomt als het beton scheurt. Ervan uitgaande dat tijdens het heien trekspanningen optreden, betekent dit, dat de marge tussen de voorspankracht op het moment van heien en de breukkracht van alle strengen tezamen groter of gelijk moet zijn aan de paaldoorsnede maal de gemiddelde betontreksterkte: f_{ctm} . De voorspankracht op het moment van heien mag gelijk worden gesteld aan de voorspankracht op tijdstip $t = \infty$.

Opmerking:

De eventueel extra voorspanning benodigd voor het heien, dient door de aannemer te worden bepaald.

- De minimale berekende verankeringlengte van betonstaal (en voorspanstaal) ten behoeve van een op te nemen kopmoment en/of -normaalkracht volgens NEN-EN 1991-1-1, art. 8.4 moet vergroot worden met minimaal een meter.

Toelichting:

Deze eis is bedoeld voor heipalen waarvan de wapening in de vloer of sloof moet worden opgenomen, maar die 'te hoog' zijn blijven staan tijdens het heien. Deze palen moeten derhalve worden gesneld over een grotere lengte dan verwacht. Door de in eerste instantie berekende verankeringlengte te vergroten met 1,0 m, wordt de kans kleiner dat de vereiste minimale verankeringlengte na het extra snellen niet meer zal voldoen. Daarnaast dient de wapening verspringend te worden aangebracht om schade te voorkomen door grote stijfheidsverschillen.

In de grond gevormde palen

(10) Voor in de grond gevormde palen geldt in aanvulling op NEN-EN 12699, art. 7.8.2 de volgende eis:

- De h.o.h afstand van de beugels of de spoed van de spiraalbeugel mag niet groter zijn dan de diameter van de langswapeningskorf en indien de beugels gebruikt worden als dwarskrachtwapening mag deze afstand niet groter zijn dan de helft van de diameter.

Stalen palen die (deels) zijn gevuld met beton

(11) Een veel toegepaste funderingswijze zijn stalen palen (buis, koker en andere vormen) die (over een deel van de paal) worden gevuld met beton. Daarbij gelden de volgende eisen:

- Indien de krachten dienen te worden overgedragen van het betonnen deel in de paal op de stalen paal, dient een verbinding tussen het beton en het staal te worden gerealiseerd die te allen tijde in staat is om de krachtsoverdracht te waarborgen.
- Het is niet toegestaan om de krachtsoverdracht volledig te realiseren via wrijving tussen het beton en het staal.

Toelichting:

- *Ten gevolge van krimp zal de betonnen vulling loskrimpen van de stalen paal.*
- *Het bovenstaande geldt niet indien er in het ontwerp van is uitgegaan dat ofwel de stalen paal (via aangelaste staven aan de bovenzijde van de paal) ofwel de betonnen vulling (die dan wordt doorgezet tot de onderzijde van de paal) zelfstandig de krachtsoverdracht van de paalkop naar de onderzijde van de paal realiseert.*

- Voor de kwaliteit van het beton in de palen mag bij de berekening geen hogere waarde worden aangehouden dan C20/25 bij storten in het water en C28/35 bij storten in den droge. De wapening in het beton moet minimaal reiken tot het niveau van twee maal de verankeringlengte onder de plaats waar de wapening rekentechnisch niet meer nodig is (= plaats waar het beton de combinatie van normaalkracht en buigend moment zonder wapening kan opnemen).
- Het trillen van het beton is nodig vanaf het niveau waar de wapening begint.

Stalen palen met / zonder bodemplaat

(12) Hiervoor gelden de volgende aanvullende eisen:

- Palen met bodemplaat dienen over de volledige hoogte met beton te worden gevuld. Slechts palen die alleen horizontaal worden belast, mogen met zand worden gevuld tot het niveau waar het beton begint.
- Palen zonder bodemplaat dienen met beton te worden gevuld vanaf het niveau dat door de geotechnisch adviseur wordt aangegeven.
- De bodemplaat dient te worden berekend met de maximale conusweerstand tijdens het heien als optredende belasting, uitgaande van gevolgklasse 2.

6.5 Tunnels – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet

Tunnelontwerp in de OTOA-fase (opdrijven, transport, afzinken en onderstromen)

(1) Voor de OTOA-fase is geen veiligheidsfactor noodzakelijk en kan dus worden uitgegaan van gebruikswaarden. Hierna is achtereenvolgens ingegaan op de volgende aspecten voor het tunnelontwerp in de OTOA-fase:

- vrijboord en kielspeling;
- belastingen t.g.v. golven en stromend water;
- stabiliteitsberekening afgezonden tunnelementen;
- gewichtsbepaling;
- langsvorspansing zinkelementen;
- plaatsingstoleranties afgezonden tunnelementen;
- bijbehorende verplichtingen afgezonden tunnelementen.

(1.1) Vrijboord en kielspeling

Aanbevolen wordt de onderstaande waarden aan te houden:

Bij afzinkberekeningen van tunnelementen tijdens transport een vrijboord aanhouden bij water zonder stroming van min. 0,10 m, bij water met stroming van min. 0,15-0,25 m en bij zeetransport van min. 0,40-0,45 m. Tijdens transport rekening houden met een minimale kielspeling van 0,50 m. Bij de afzinkberekening rekenen met een minimale metacenterhoogte van 1,00 m. De stabiliteit kan ook worden berekend door het oprichtend koppel te bepalen.

Toelichting:

Vooral in geval van zijdelingse stroming langs het element kan het nuttig zijn om het oprichtend koppel te weten. Dit geeft een maat voor de grootte van extra belastingen die het element zou kunnen hebben alvorens instabiel te worden. Zowel de metacenterhoogte als het oprichtend koppel kan in de vorm van een grafiek worden gepresenteerd. Vooral uit de grafiek van het oprichtend koppel kan worden afgelezen tot welke hoekverdraaiing het element stabiel is. Daar waar het oprichtend koppel gaat afnemen, neemt ook de stabiliteit van het element af.

(1.2) Belastingen t.g.v. golven en stromend water

Krachten als gevolg van stromend water op een tunnelement in de OTOA-fase moeten door middel van proeven op schaalmodellen worden bepaald. Hierbij kan gedacht worden aan een passerend schip, bij het spuien van water, golfbelasting bij zeetransport, etc. Wanneer bij een eerder uitgevoerd project de belastingen ten gevolge van golven en stromend water is bepaald door middel van proeven op schaalmodellen mag bij het uit te voeren project hiervan gebruik worden gemaakt.

Het eerder uitgevoerde project moet echter wel vergelijkbaar zijn met het uit te voeren project.

(1.3) Stabiliteitsberekeningen afgezonken tunnelementen

Bij afzinkberekeningen wordt een minimale equivalente druk van gemiddeld 2 kN/m^2 aanbevolen. Voor de eindfase geldt een minimale korreldruk van gemiddeld 5 kN/m^2 . Dit is exclusief gewicht tunnelinstallaties, asfalt en ballast op het dak. Voor de berekening van de neuzen en pennen in de afzinkfase i.v.m. dynamische effecten een stootcoëfficiënt van 1,5 aanhouden.

Toelichting:

Bovenstaande relatief lage oplegdrukken zijn verantwoord omdat het gewicht van een afgezonken tunnelement relatief goed bekend is (uittrimmen in opdrijffase). Speciale aandacht behoeft echter het al of niet aanwezig kunnen zijn van een zoutgradiënt. Voor achtergronden betreffende zeetransport van tunnelementen zie verder o.a.: Bokkem, J. van, J.C.W.M. de Wit, L. Franken & J. Wens, Zeetransport Piet Heintunnel leidt tot behoud voorspanning in de gebruiksfase (I), Cement 1998/3, p. 22-29.

(1.4) Gewichtsbepaling

Bij afzinkberekeningen dienen de volume gewichten in de ontwerpfase met voldoende nauwkeurigheid bepaald te worden. Op het volume gewicht van beton moet een variatie van $\pm 0,7 \text{ kN/m}^3$ worden toegepast. Een controle met de werkelijke gerealiseerde volume gewichten dient uitgevoerd te worden.

Toelichting:

Als richtlijn voor het ontwerp kan voor het volume gewicht van gewapend beton kan worden uitgegaan van $24,5 \text{ kN/m}^3$ met als ondergrens $23,8 \text{ kN/m}^3$ (min. wapening) en als bovengrens $25,2 \text{ kN/m}^3$ (max. wapening). Voor het volume gewicht van water minimaal $10,0 \text{ kN/m}^3$ (zoet) en indien van toepassing maximaal $10,25 \text{ kN/m}^3$ (zout) aanhouden.

(1.5) Langsvoorspanning zinkelementen.

Voor de minimale drukspanning in de voegen wordt $0,2 \text{ N/mm}^2$ aanbevolen. Voor transport over zee wordt minimaal $0,8 \text{ N/mm}^2$ aanbevolen. Voor de toegestane trekspanning in het voorspanstaal tijdens overleefcondities geldt: $0,8 f_{p0,1k}$.

De langsvoorspanning in principe injecteren na opdrijven, maar voor transport van de tunnelementen. Het injecteren van de langsvoorspanning voordat de tunnelementen zijn opgedreven is alleen toegestaan onder één van de volgende randvoorwaarden:

- voorzieningen aanbrengen opdat de voorspanning over de noodzakelijke lengte de voegen niet gehecht is; of
- direct voor het injecteren van de voorspankanalen de bodemdruk tijdelijk, door gedeeltelijk inundatie van het bouwdok, terugbrengen tot een korreldruk van gemiddeld 1 kN/m^2 .

Toelichting:

Uit ervaring is bekend dat in het bouwdok de verdeling van de oplegdrukken onder de tunnelementen zodanig ongelijkmatig kan zijn dat bij het opdrijven, als deze oplegdrukken vrij komen, het tunnelement zodanig kan vervormen dat t.p.v. de

voegen relatief grote verplaatsingsverschillen ontstaan. Zo zijn in het verleden toegepaste koppelstaven in plaats van voorspanning gevloeid, met een grillig gekromd tunnelelement als gevolg. Als oorzaken van de ongelijkmatig oplegdrukken kan gedacht worden aan de bouwfasering (o.a. stortvolgorde), temperatuuffecten (o.a. als gevolg van hydratatieprocessen en zoninstraling), ongelijkmatige stijfheid bedding ondergrond etc.). De optredende verplaatsingsverschillen kunnen t.p.v. van de voegen alleen opgenomen worden als de voorspanning op het moment van optreden van deze verplaatsingsverschillen niet gehecht is t.p.v. de voeg of als de opdruk op het moment van injecteren relatief klein is. De oorzaken van het ontstaan van de ongelijkmatige oplegdrukken is complex, waardoor dit slecht voor berekening toegankelijk is. Het gecontroleerd terugbrengen naar een tijdelijke oplegdruk van 1 kN/m^2 is alleen verantwoord als geen gevaar van het optreden van een zoutgradiënt aanwezig is (dus bij gesloten bouwdok).

Na het aflaten en verwijderen van de vijzels en het afdichten van de onderspoelpunten, de voorspanelementen ter plaatse van de dilatatievoegen doorslijpen en daarna pas ballastbeton aanbrengen.

Toelichting:

Het doel van het doorslijpen van de voorspanning is de flexibiliteit te vergroten, opdat optredende verschilzettingen beter gevolgd kunnen worden. Hierdoor wordt de grootte van momenten in langsrichting tevens beperkt. Te grote langsmomenten kunnen de waterdichtheid in gevaar brengen als gevolg van doorgaande buigscheuren.

(1.6) Plaatsingstoleranties afgezonken tunnelelementen

Als het primaire eind van het te plaatsen element voorzien is van een tijdelijke rubbervoegafdichting, wordt aanbevolen het totale element te plaatsen binnen de volgende toleranties ten opzichte van het secundaire eind van het aansluitende element of het landhoofd:

- Verticaal +/- 20 mm
- Horizontaal in dwarsrichting +/- 35 mm

Als het primaire eind van het te plaatsen element voorzien is van een tijdelijke rubbervoegafdichting bestaande uit een pneumatisch profiel, wordt aanbevolen het element te plaatsen binnen de volgende toleranties t.o.v. het secundaire eind van het aansluitende element of het landhoofd:

- Verticaal +/- 5 mm
- Horizontaal in dwarsrichting +/- 10 mm.

Toelichting:

Het is noodzakelijk een studie te verrichten naar bouwtoleranties en plaatsingstoleranties.

(1.7) Bijbehorende verplichtingen afzinken tunnelelementen

In het geval dat de tunnelelementen na inunderen van het bouwdok aan de grond gehouden worden, wordt aanbevolen een minimale bodemdruk van gemiddeld 2 kN/m^2 aan te houden.

Bij het invaren van één tunnelelement tussen de toeritten mag tijdens het leegpompen van beide toeritten het waterstandverschil in beide kuipen in

langsrichting niet te groot zijn. Met een berekening aantonen welk waterstandsverschil nog toelaatbaar is.

Toelichting:

Bij te grote waterstandverschillen tussen de twee toeritten kan het tunnelelement ongecontroleerd verschuiven in langsrichting.

De horizontale stabiliteit van de afgezonken tunnel bij het aanvullen aan de zijkanten dient verzekerd te zijn.

Toelichting

Het hoogteverschil van de aanvulling ter weerszijden van de tunnel dient beperkt te zijn tot ca. 1 m.

Nagegaan moet worden of significante zettingen van de fundatieplaten t.b.v. de tijdelijke oplegging zijn te verwachten. Is dit het geval dan dienen adequate maatregelen getroffen te worden.

De ruimten onder de elementen zodanig met zand onderstromen via de onderstroompunten dat een aaneengesloten vaste zandplaat wordt gevormd. Het onderstromen voortzetten totdat langs beide zijden een steunrug van tenminste één meter boven de onderzijde van de elementen is gevormd.

Onderstroomzand moet voldoen aan de volgende eisen:

- $170 \mu\text{m} \leq D_{50} \leq 230 \mu\text{m}$
- het zand mag niet meer dan 2% fijne delen ($< 65 \mu\text{m}$) bevatten.

Toelichting:

Een goede procesbeheersing van het onderstroomproces is essentieel, omdat de controleerbaarheid van de gerealiseerde dichtheid van de onderstroomlaag achteraf niet goed mogelijk is. Dit houdt in het monitoren van debieten en drukken. Een belangrijk aandachtspunt kan het tegengaan van slibinsluitingen zijn.

Na aanvulling van de zinksleuf, aanbrengen van de bovenbelasting op de tunnelelementen en aanbrengen 1^e laag ballastbeton, moeten de zettingen ter plaatse van de zink- en sluitvoegen gemonitord worden. Uit dit monitoren moet een verwachte eindzetting voor de bouwfase bepaald worden. Wanneer 90% van de verwachte eindwaarde van de initiële zettingen is bereikt en wanneer de verschilzettingen tussen de zinkelementen te verwaarlozen zijn, mag met de afbouw worden gestart. Onder afbouw wordt verstaan o.a. het maken van de zinkvoeg, sluitvoeg, dwarskrachtvoorzieningen, 2^e laag ballastbeton, tegels en asfalt.

Rekening dient gehouden te worden met verder nazakken in de loop der tijd.

Toelichting:

Het doel van het laten optreden van een groot deel van de zakkingen, voordat met de afbouw wordt gestart, is om spanningen in de aansluitingen van de tunnelelementen te minimaliseren. Bij aanwezigheid van in het werk gestorte dwarskrachtvoorzieningen deze eerst op sterkte laten komen alvorens met de afbouw wordt begonnen.

Sinds enige jaren is bekend dat afgezonken tunnels gedurende de levensduur verder kunnen nazakken. Deze zettingen worden hier niet bedoeld. De precieze oorzaak hiervan is nog niet bekend. Mogelijk is dat een in de tijd toenemende dichtere pakking van de onderstroomlaag als gevolg van verkeerstrillingen. De aanwezigheid van een (locale) bovenbelasting zal dit effect versterken.

De zinkvoeg tussen de tijdelijke en permanente voegdichtingsstrook testen op waterdichtheid. De ruimte tussen het tijdelijk afdichtingsprofiel en de permanente voegdichtings-strook vullen met water tot een drukhoogte van de hoogst voorkomende waterstand + 1,50 meter is bereikt. Gedurende 24 uur de druk constant houden mogelijk onder toevoeging van water. De zinkvoeg wordt geacht waterdicht te zijn wanneer de toegevoegde hoeveelheid water gedurende de 24 uur kleiner is dan 25 liter.

Indien de afdichting is gelegen boven de laagst voorkomende waterstand, de ruimte tussen het eerste afdichtingsprofiel en het tweede afdichtingsprofiel tot bovenkant vullen met antivries (b.v. glycoshell).

Kopschotten mogen vóór het aanbrengen van de Omega-profielen verwijderd worden mits dit gebeurt nadat de wiggen in de sluitvoeg geactiveerd zijn. Bij de sluitvoeg is het verwijderen van de kopschotten voordat de definitieve afdichting wordt aangebracht niet toegestaan.

Toelichting:

Het tijdstip van verwijderen van de kopschotten is een afweging tussen bouwfaseveiligheid en het eenvoudiger en kwalitatief beter kunnen aanbrengen van de Omega-profielen. Bij deze afweging dient veiligheid altijd te prevaleren. Uit jarenlange ervaringen is gebleken dat de Gina-profielen behoorlijk robuust zijn. De kans op een grootschalige lekkage is daarom zeer klein, mits de Gina-profielen voldoende onder druk blijven staan. Dit is voldoende verzekerd na het aanbrengen van de wiggen in de sluitvoeg. Bij de sluitvoeg is de betrouwbaarheid van de uitwendige waterafdichting minder dan die van een Gina-profiel, vandaar dat daar de kopschotten gehandhaafd dienen te worden totdat de definitieve waterkering is aangebracht.

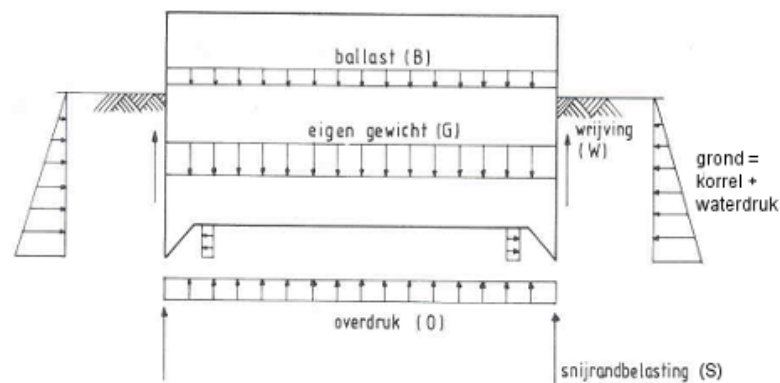
Pneumatisch afgezonken caissons

(2) Eisen voor de toepassing van de caissonmethode:

- De draagkracht van de bovenste grondlagen moet voldoende zijn om het gewicht van het in aanbouw zijnde caisson te kunnen dragen en ontoelaatbare vervormingen van het caisson te voorkomen.
- De aangrenzende bebouwing moet bestand zijn tegen de extra bovenbelasting van het caisson op het maaiveld en de vervormingen in de grond als gevolg van het afzinken.
- Maximale diepte 35 meter onder het freatisch vlak, in verband met regelgeving in de caissonwet, welke het werken onder verhoogde luchtdruk beperkt tot 3,5 atmosfeer.

(2.1) Belastingen bij pneumatisch afzinken:

De belastingen, zoals deze tijdens het afzinken op het caisson werken, zijn aangegeven in figuur 6-4.

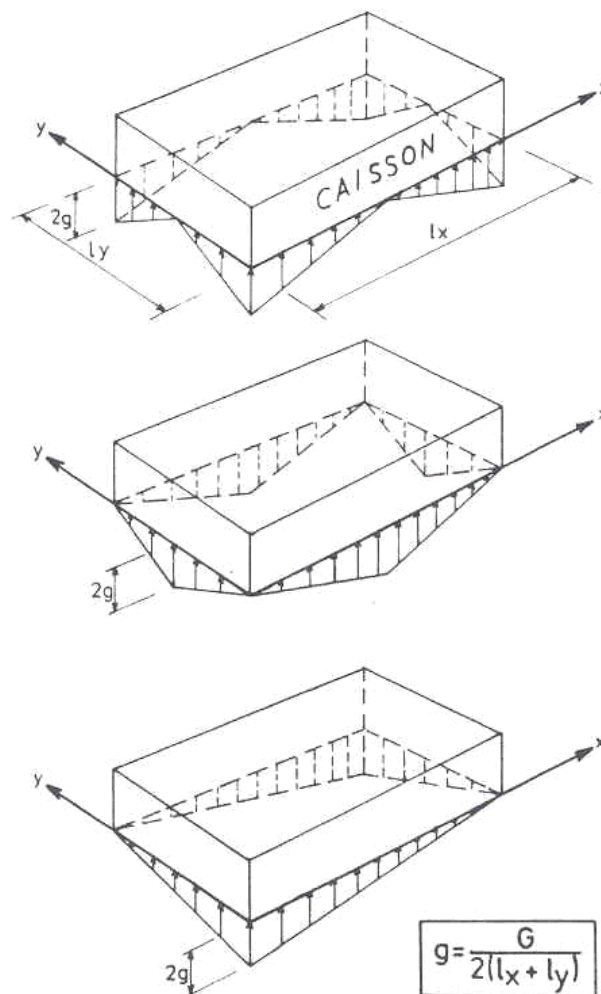
**Figuur 6-4: Belastingen bij pneumatisch afzinken**

De voorwaarde, waaraan minimaal moet worden voldaan om het caisson te laten zakken is: $G + B > W + O$

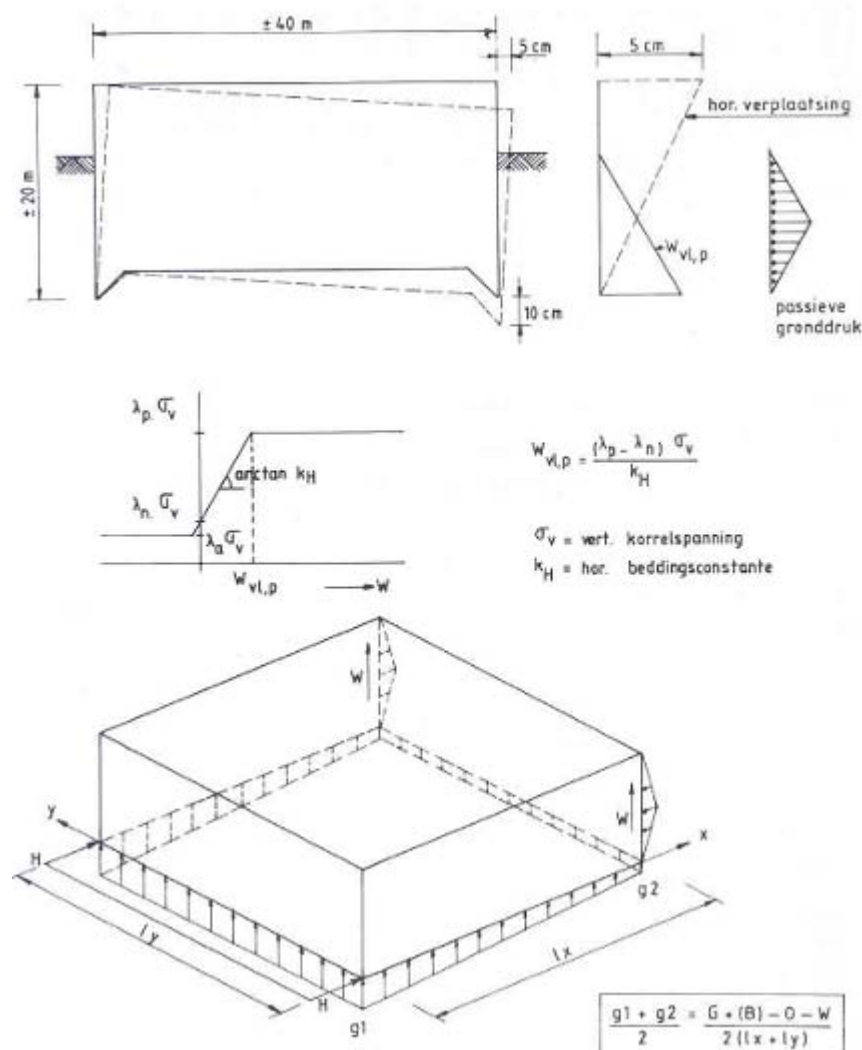
De belastingen die op het caisson werken, veranderen naarmate het afzinkproces vordert. Er zijn 3 situaties te onderscheiden:

(2.2) Ongelijkmatige snijrandbelastingen.

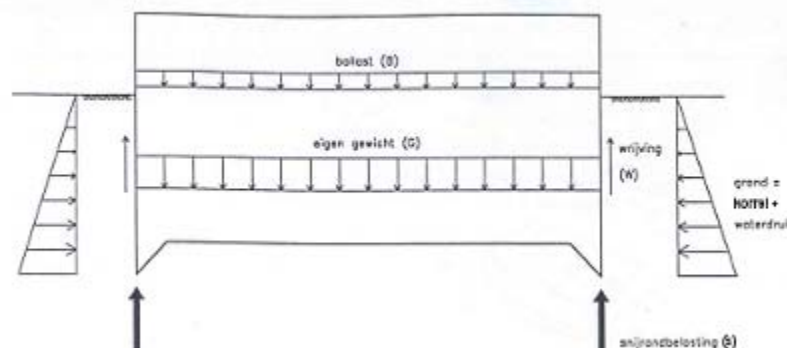
De snijrandbelasting is ongelijkmatig verdeeld i.v.m. onregelmatigheden in de grondslag en verschillen in ontgraving om het afzinken te sturen. Hieronder is een drietal mogelijk maatgevende snijrandbelastingen aangegeven.

**Figuur 6-5: Ongelijkmatige snijrandbelastingen****(2.3) Scheefstand van het caisson**

Hierbij ontstaat passieve gronddruk tegen één van de zijwanden omdat het caisson excentrisch wordt ondersteund. Eén zijde van het caisson zakt 10 cm meer dan de andere zijde, wat een horizontale verplaatsing van het caisson tot gevolg heeft. Aangenomen is dat de passieve gronddruk recht evenredig is met de horizontale verplaatsing, echter gelimiteerd tot de maximale passieve gronddruk. Er ontstaat dan een driehoekig gronddrukfiguur.

**Figuur 6-6: Scheefstand van het caisson****(2.4) Wegvallen overdruk**

Het caisson is vrijwel op diepte en door een calamiteit valt de overdruk uit. Dit wordt niet gecombineerd met eventuele scheefstand van het caisson. De partiële veiligheidscoëfficiënt met betrekking tot de belastingen mag voor deze situatie worden gereduceerd tot 1,1.

**Figuur 6-7: Wegvallen overdruk**

Maatregelen om het afzinken te bevorderen:

- De wrijving langs de wanden van het caisson kan worden verminderd door een bentonietssmering aan te brengen;
- De neerwaarts gerichte belasting kan worden verhoogd door het caisson te belasten (bijvoorbeeld waterballast);
- De luchtdruk in de werkkamer kan tijdelijk worden verlaagd (aflaten).

De gebruiksfase kan in geval van grondaanvullingen voor het dak maatgevend zijn.

6.6 Natte kunstwerken – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet

Geen aanvullingen.

6.7 Geluidschermen – overige regels waar de EC 2 niet in voorziet

Geen aanvullingen.

6.8 NEN-EN 13670 Vervaardiging van betonconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 13670+ NB.

1	Eis
---	-----

In afwijking van sub (7) geldt dat de eisen zoals opgenomen in NEN-EN 13670 en de aanvullingen in de ROK van toepassing zijn op de productie van alle geprefabriceerde betonelementen. Voor zover de eisen in de betreffende productnorm strijdig zijn met of afwijkend zijn van NEN-EN 13670, prevaleren de eisen in de betreffende productnorm met uitzondering van de aanvullingen en invullingen in deze paragraaf van de ROK.

2	Eis
---	-----

In de NEN-EN 13670 genoemde documenten (normen, richtlijnen en andere documenten) incl. de aanvullingen en aanwijzingen in deze paragraaf van de ROK zijn bindend. In de loop van 2012 zal de nieuwe NEN6722 worden opgesteld. Deze norm zal nadere eisen geven ter invulling van en aanvulling op de NEN-EN 13670. De NEN 6722 zal binnen de ROK met ingang van de datum waarop deze van kracht wordt, bindend van kracht worden. De in deze paragraaf van de ROK gestelde nadere eisen prevaleren boven de in deze NEN 6722 gestelde eisen.

3	Eis
---	-----

De volgende definitie wordt toegevoegd:

3.26

geboortecertificaat

Een document waarmee de daadwerkelijk gerealiseerde kwaliteit en eigenschappen van de betonconstructie wordt vastgelegd en aangetoond. Het bevat alle materiaalgegevens en keuringsregistraties waarmee wordt aangetoond dat is voldaan aan de gespecificeerde eisen (incl de relevante normen).

De geboortecertificaten maken onderdeel uit van de overdrachtsgegevens voor het beheer- en onderhoud van de constructie.

4.2.1	Eis
-------	-----

Zowel in het geval dat alleen het ontwerp als in het geval dat zowel het ontwerp als de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, aansluitend op de uitvoeringsnormen worden gewerkt. De uitvoeringsspecificatie dient te worden geleverd als onderdeel van het definitief ontwerp. De informatie zoals genoemd onder (2) a) t/m d) dient opgenomen te worden in een als zodanig herkenbaar overdrachtsdocument en, voor zover relevant, op de op te leveren uitvoeringstekeningen te worden vastgelegd.

4.2.2	Eis
-------	-----

Er dient een (deel)kwaliteitsplan te worden opgesteld voor het uit te voeren betonwerk. Hierin dient beschreven te worden hoe aan de eisen van de NEN-EN 13670, de NEN 6722 (vanaf het moment dat deze van kracht is) en de wijzigingen c.q. aanvullingen in deze paragraaf van de ROK zal worden voldaan.

4.2.4	Eis
-------	-----

Ten minste de volgende registraties, welke deel uitmaken van het geboortecertificaat, dienen tijdens de uitvoering van de betonconstructie per constructiedeel te worden geregistreerd en gearhiveerd ter verificatie van de realisatie van het ontwerp:

- a) herkomst en eigenschappen van de toegepaste materialen inclusief testrapporten/certificaten van materialen en/of conformiteitsverklaringen van leveranciers (zie 4.3.2);
- b) betonsamenstelling van het toegepaste betonmengsel (conform tabel 20 NEN-EN 206-1) en eerste en laatste leveringsbon per stort (conform 8.3).
- c) Analyse en berekening m.b.t. ASR-bestandheid van het beton
- d) Analyse initieel chloridegehalte
- e) Een stortverslag per stort waarin minmaal de volgende zaken zijn aangegeven:
 - Stortdatum, start en eindtijd, wijze van storten;
 - buitentemperatuur en weersomstandigheden tijdens stort;
 - maatregelen t.b.v. verhardingsbeheersing (bijvoorbeeld getroffen maatregelen bij lage en bij hoge temperaturen, koeling bij massabeton etc);
 - methode en duur van nabehandeling.
- f) keuringsrapporten m.b.t. voorspanning (zie 7):
 - inmeting hoogteligging voorspankabels (bij gekromde kabels);
 - spanrapporten (zie 7.5.1);
 - injectierapporten inclusief de resultaten van uitgevoerde proeven conform NEN-EN 446 (zie 7.6.5).

- g) keuringsrapporten van de keuring na ontkisten (zie 8.6);
- h) meetrapporten van de gerealiseerde positie en hoofdafmetingen (as-built).

4.3.1	Eis
-------	-----

Voor alle onderdelen van een kunstwerk in gevolgklasse 3, die van belang zijn voor het draagvermogen en duurzaamheid van de constructie, moet uitvoeringsklasse 3 worden aangehouden.

4.3.2	Eis
-------	-----

De volgende producten dienen, zolang er nog geen geharmoniseerde productnormen (conform Bouwproducten richtlijn 89/106/EEG) in werking zijn getreden, onder productcertificaat geleverd te worden:

- betonmortel (BRL 1801);
- betonstaal (BRL 0501);
- gehechtlaste wapeningsnetten, wapeningsconstructies en buig- en vlechtwerk (BRL 0503);
- mechanische verbindingen van betonstaal (BRL 0504);
- stekken- en doorkoppelbakken (BRL 0506);
- krachtlasverbindingen met betonstaal en stalen strippen (BRL 0512);
- voorspanstaal (BRL 2401).

In te storten stalen onderdelen en bijbehorende verbindingen die een constructieve functie hebben, dienen geleverd te worden met een 3.1.B certificaat conform NEN-EN 10204, waarin geschiktheid en conformiteit met het ontwerp wordt aangetoond. Van in te storten onderdelen die niet onder certificaat geleverd kunnen worden, dienen partijkeuringen te worden uitgevoerd waarbij de relevante eigenschappen d.m.v. een beproeving worden aangetoond. De hoeveelheid uit te voeren keuringen per partij is afhankelijk van de mate van zekerheid die bestaat over de herkomst en homogeniteit van de eenheden in de betreffende partij.

4.3.3	Eis
-------	-----

De volgende uitvoeringswerkzaamheden dienen onder procescertificaat te worden uitgevoerd:

- het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton (BRL 0509)
- uitvoeren van betonreparaties, inclusief het afwerken van tijdelijke voorzieningen zoals centerpengaten (BRL 3201).

De controle van de uitvoering bestaat voor deze uitvoeringswerkzaamheden uit het verifiëren van de kwalificaties van het uitvoerend personeel op het voldoen aan de eisen van de BRL. Deze controle dient geregistreerd te worden.

Ten minste van risicovolle uitvoeringswerkzaamheden, waarvan de gerealiseerde kwaliteit van de resultaten achteraf niet meer volledig kan worden aangetoond, dient tijdens de uitvoering controle plaats te vinden op de naleving van het uitvoeringsproces en de verwerkingsvoorschriften. Onder risicovolle werkzaamheden vallen onder andere de volgende uitvoeringsprocessen:

- het injecteren van voorspankanalen (zie 7.6);
- nabehandeling en bescherming van beton, na het storten en na het ontkisten (zie 8.5);
- het aanbrengen van constructieve verbindingen (zie 9.6.3);
- het uitvoeren van constructieve reparaties.

Hulpconstructies dienen uit oogpunt van veiligheid voorafgaand aan het storten van de betonmortel integraal te worden gekeurd door de verantwoordelijke constructeur of door een door de constructeur daartoe aangewezen functionaris.

Opmerking: CUR-rapport 2006-1 "Veiligheid van hulpconstructies voor het realiseren van betonwerk" geeft hiervoor richtlijnen.

4.4	Eis
-----	-----

Indien bij keuring blijkt dat een onderdeel niet voldoet aan de eisen, dan dient een afwijkingsrapport opgesteld te worden. Indien er geen corrigerende maatregel mogelijk is om het onderdeel weer te laten voldoen aan de eisen, dan dient deze te worden afgekeurd en te worden vervangen. Indien dit om zwaarwegende redenen onwenselijk of bezwaarlijk is, dan bestaat de mogelijkheid om in overleg tussen Opdrachtgever en Opdrachtnemer een contractwijziging overeen te komen. In deze wijziging worden de aangepaste acceptatiecriteria en voorwaarden voor het betreffende onderdeel nader overeengekomen.

5.6.2	Eis
-------	-----

Op de in het beton achterblijvende delen van centerpenconstructies moet dezelfde dekking worden aangehouden als voor de wapening.

Voor waterdicht werk dienen niet terugwinbare centerpennen toegepast te worden welke voorzien zijn van een aangelast stalen plaatje (waterslot)

Centerpensparingen dienen volledig te worden gevuld en vlak te worden afgewerkt met een daartoe geschikte reparatiemortel die voldoet aan NEN-EN 1504-3 (klasse R3) tenzij in een projectspecifieke specificatie van schoon beton andere eisen zijn gesteld. De uitvoering dient plaats te vinden door deskundig personeel, gecertificeerd conform BRL 3201.

Toelichting:

Uit ervaring blijkt dat in de praktijk de vulling van conusgaten vaak van onvoldoende kwaliteit is, bijvoorbeeld door onvolledige vulling en/of een slechte hechting aan de ondergrond. Dit leidt gedurende de hele levensduur van een kunstwerk tot aanzienlijke maar onnodige onderhoudskosten. Conusgaten dienen vooraf goed te worden opgeruwd (cementhuid verwijderen), schoongemaakt, voorbehandeld en daarna volledig te worden gevuld en verdicht met een op de juiste wijze aangemaakte homogene mortel. Tenslotte dient de mortel op effectieve wijze te worden nabehandeld.

6.2	Eis
-----	-----

Lijmsystemen voor achteraf ingelijmde ankers en staven dienen geschikt te zijn voor de beoogde toepassing en dienen te voldoen aan ETAG 001.

Verbindingen waarbij kruip niet toelaatbaar en/of gewenst is, dienen verlijmd te worden met cementgebonden mortel.

Afstandhouders dienen van cementgebonden materiaal te zijn. Andere materialen zijn alleen toegestaan indien is aangetoond dat ze geen nadelige effect hebben t.a.v. de duurzaamheid en indringing van schadelijke stoffen (permeabiliteit van het materiaal, aanhechting op beton, scheurinleiding) en de brandwerendheid. Tevens

dient, indien van toepassing, te worden voldaan aan de esthetische eisen m.b.t. schoon beton (zie 8.8).

Opmerking 1: zie Stubeco-rapport C04 "Afstandhouders voor beton"

Opmerking 2: Betonnen afstandhouders voorzien van een productcertificaat op basis van BRL 2817 worden geacht te voldoen aan de eisen.

6.3 (1)	Eis
---------	-----

- b) het buigen van staal bij temperaturen beneden -5 °C is niet toegestaan;
c) buigen door verhitting van de staven is niet toegestaan.

6.3 (2)	Eis
---------	-----

Voor de aan te houden minimale middellijn van de buigdoorn gelden de waarden zoals deze zijn opgenomen in de nationale bijlage bij EN 1992-1-1.

6.4	Eis
-----	-----

Ten aanzien van de toelaatbaarheid van het lassen aan betonstaal wordt verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1992-1-1, art. 3.2.5.

Lassen is alleen toelaatbaar voor wapeningsstaal dat als lasbaar is geclassificeerd en met expliciet verkregen toestemming van de constructeur.

Hechtlassen van niet-constructieve lasverbindingen, anders dan fabrieksmatig uitgevoerde puntlassen (netten), zijn alleen toelaatbaar met toestemming van de constructeur.

6.5	Eis
-----	-----

M.b.t. ingeboorde/verlijmde constructieve ankers of wapeningsstaven geldt dat de sterkte van de verbinding beproefd dient te worden. Een ingelijmd anker of staaf wordt geacht te voldoen als deze tijdens de beproeving een testwaarde kan leveren gelijk aan 1,2 maal de belasting bij de karakteristieke belastingcombinatie (SLS). Beproeving dient plaats te vinden volgens de volgende procedure:

1. Verdeel het aantal te beproeven staven in proefeenheden van maximaal 100 stuks per eenheid. Iedere proefeenheid moet bestaan uit staven met dezelfde diameter, verankeringslengte en type verlijming.
2. Selecteer willekeurig 5 staven uit elke proefeenheid. Indien de proefeenheid uit 5 of minder staven bestaat, dienen deze alle te worden getest.
3. Indien van achtereenvolgens drie proefeenheden alle geselecteerde staven voldoen aan de testwaarde, dienen voor de volgende 3 proefeenheden 3 staven per eenheid te worden beproefd. Indien ook dan alle staven aan de testwaarde voldoen, dienen uit de nog resterende proefeenheden 1 staaf per eenheid voor beproeving te worden geselecteerd. Indien in een proefeenheid niet voldaan wordt aan de testwaarde, dient voor de overblijvende te testen proef eenheden opnieuw te worden begonnen bij stap 2.
4. Bij elke test op een staaf in een proefeenheid waarbij de testwaarde niet wordt bereikt, dienen 5 aanvullende testen te worden uitgevoerd op staven in de directe omgeving van de gefaalde staaf. Indien binnen die aanvullende testen wederom staven falen, dienen ofwel alle staven binnen de proefeenheid getest te worden of dienen alle staven binnen de proefeenheid te worden afgekeurd en opnieuw te worden aangebracht en te worden onderworpen aan een test volgens stap 2.

5. Verwijder alle staven die faalden bij het bereiken van de testwaarde zonder schade aan het omliggende beton. Boor en installeer vervangende staven. Deel de vervangende staven in nieuwe profeenheden volgens stap 1 in (met alleen vervangende staven). Voer vervolgens op deze vervangende profeenheden opnieuw deze procedure.

Toelichting:

De capaciteit van ingelijmde staven is gevoelig voor fouten in de uitvoering, zoals onvoldoende gevulde boorgaten, slechte aanhechting door vervuiling/sliblaag, onjuiste menging (mengverhoudingen), aanwezigheid van vrijstaand water, aanstoten van pas aangebrachte staven e.d. Om deze reden worden beproevingen in het werk noodzakelijk geacht.

7.1.2	Eis
Het aanbrengen van voorspanssystemen, spannen en injecteren dient te worden uitgevoerd door daartoe gespecialiseerde bedrijven die door de ETA-houder zijn erkend op basis van de eisen zoals gesteld in CWA 14646 en de ETA van het voorspanstelsysteem. Uitvoerend personeel dient in het bezit te zijn van een opleidingscertificaat "Voorspanstechniek uitvoering".	

7.2.6	Eis
Voor de cementsoorten die zijn toegestaan gelden de eisen zoals vermeld in NEN 8005 par. 5.2.2.	

7.3	Eis
Eisen voor de bescherming en verwerking van voorspanstaal en voorspanelementen zijn gegeven in CUR Aanbeveling 2. De toelaatbaarheid van putcorrosie in voorspanstaal is aangegeven in CUR Aanbeveling 6.	

7.5.3	Eis
Er dient contact te worden opgenomen met de verantwoordelijke constructeur indien de gemeten verlengingen van groepen strengen of afzonderlijke strengen meer afwijken (positief of negatief) van de door de constructeur opgegeven waarden dan het maximum van 5% van die opgegeven waarde of 5 mm.	

Ter controle van de uitgangspunten van de ontwerpberekening dienen van drie kabels per viaduct of brug, wrijvingsverliezen te worden gemeten. Hiervoor dient te worden uitgegaan van enkelzijdig spannen tot 100% van de voorspankracht en hierbij moeten alle aangenomen en berekende waarden worden opgegeven, zoals verlenging, kabelkracht aan beide zijden, μ , ϕ_1 en de E-modulus. Deze kabels voor het bepalen van de wrijving moeten dezelfde eventuele eerdere afspanfasen (bij deze kabels uiteraard eenzijdig afspannen) hebben ondergaan als de overige kabels (voorspannen van "krimp- en ontkistingsvoorspanning"). Na de wrijvingsmeting deze kabels aan de andere zijde ook op 100% spannen. De resultaten dienen ter goedkeuring aan de verantwoordelijke constructeur te worden voorgelegd.

Na het spannen de einden van de spanelementen afslijpen. Het afslijpen moet geschieden op een afstand groter dan 30 mm van het einde van verankeringsonderdelen zodat geen ontoelaatbare temperaturen bij de verankering optreden. Indien het slijpen aan een streng langer dan 15 seconden duurt, het

slijpen onderbreken en pas weer voortzetten nadat de streng volledig is afgekoeld tot de omgevingstemperatuur.

7.6.5	Eis
-------	-----

Keuring van injectiemortel op de bouwplaats dient plaats te vinden conform "inspection class 3", zoals aangegeven in paragraaf 9.3 van NEN-EN 446.

8.2	Eis
-----	-----

Toepassing van haringgraatstaal/strekmetaal e.d. is alleen toegestaan indien:

- deze niet in de betondekkingszone achterblijft;
- deze wordt toegepast in overwegend statisch op druk belaste constructiedelen.

Toelichting:

Het toepassen van haringgraatstaal/strekmetaal heeft een negatieve invloed op de kwaliteit van stortvoegen. Er vormen zich gemakkelijk luchtbellens en grindnesten; een door belasting optredende scheur zal zich diep doorzetten in de stortvoeg. Hierbij is de gehele scheur (thermisch) verzinkt haringgraatstaal aanwezig dat op termijn (m.n. bij aanwezigheid van chloriden) kan gaan roesten.

8.2 (4)	Eis
---------	-----

Van stortnaden in milieuklasse XD en XS en bij waterdicht betonwerk dient de cementhuid over het gehele contactoppervlak, met inbegrip van de betondekkingszone, verwijderd te worden.

Toelichting:

Slecht uitgevoerde stortnaden vormen een zwakke schakel in bovengenoemde milieuklassen en zullen op termijn leiden tot schades (chloridengeïnitieerde wapeningscorrosie). Vaak zijn deze niet zichtbaar omdat de stortnaden niet direct zichtbaar/inspecteerbaar zijn (bijvoorbeeld een stortnaad tussen een funderingspoer en een kolom/wand, zie zich op korte afstand onder maaiveld bevindt). Ook komt het voor dat stortnaden zich op moeilijk te onderhouden plaatsen bevinden (bijvoorbeeld op een landhoofd tussen funderingssloof en de daarop gestorte grondkerende wand. Zie Stubecorapport C07-2 "Stortnaden" voor richtlijnen t.a.v het uitvoeren van stortnaden.

8.2 (6)	Eis
---------	-----

Het rechtstreeks storten van beton op een vochtabsorberende ondergrond is niet toegestaan. Vochtabsorberende ondergronden dienen waterverzadigd te worden of er dienen, waar toegestaan, andere maatregelen getroffen te worden (bijvoorbeeld het toepassen van een folie).

8.4.6	Eis (Tunnels)
-------	---------------

Onder water gestort beton niet eerder belasten dan nadat het beton een gemiddelde druksterkte heeft van 100% van de karakteristieke druksterkte en waarbij de minimaal gemeten druksterkte 80% van het gemiddelde moet zijn. Het bepalen van de sterkte moet worden uitgevoerd met behulp van gewogen rijpheids-meting overeenkomstig NEN 5970.

8.5 (1) f	Eis
-----------	-----

Bij het verharderen van beton kunnen trillingen door het wegverkeer de sterkte van het beton beïnvloeden. Voor de uitvoering van de betonconstructie dient de volgende eis te worden aangehouden:

In de kritische periode van de verharding (3-14 uur na storten beton zonder beïnvloeding van begin binding) dient de pieksnelheid van het verhardende beton t.g.v. doorbuiging door verkeer beperkt te blijven tot maximaal 35 mm/s. Dit betekent dat er meestal geen vrachtverkeer dicht aan de rand is toegestaan zonder sterke snelheidsbeperkingen. De rek t.g.v. buiging in de verhardende beton mag niet meer dan 0,035 mm/m¹ bedragen. Verschillen in vervorming door verschuiving tussen het jonge beton en de bestaande betonconstructie zijn niet toegestaan.

Toelichting:

In 1991 is bij de Waalbrug in Nijmegen onderzoek verricht naar de invloed van trillingen i.v.m. het vervangen van een deel van het brugdek. Hierbij zijn de trillingen ten gevolge van het verkeer gemeten. Een aantal proefstukken is door dezelfde trillingen belast tijdens de eerste 24 uur van het verhardingsproces; de referentieproefstukken zijn niet belast. Bij de proefstukken (balken) is het beton aangestort tegen beton dat al enige weken oud was, waarbij het contactvlak voorzien was van een hechtmiddel. Bij het verharderen zijn de trillingen aangebracht op de bekisting van het jonge beton terwijl het oude beton niet kon vervormen door inklemming. De maximale rek in het verhardend beton bedroeg 0,035 mm/m¹. De breukrek voor verhardend beton bereikt volgens literatuur tussen 6 en 12 uur het minimum van 0,040 á 0,060 mm/m¹. De aanhechtsterkte van het getrilde beton bleek 68% van het beton in de niet getrilde plaat te bedragen. De sterkte van de balk (bezuigkveiligheid) is echter niet afgenomen.

In een artikel in Structural Concrete (2003 No 3) wordt een overzicht gegeven van onderzoek naar de invloed van trillingen op verhardend beton. De onderzoeksresultaten variëren echter sterk. Aanbevolen wordt de pieksnelheid van de trillingen te beperken tot 35 mm/s door de snelheid van het zware verkeer te verlagen. Voor de Nederlandse viaducten kan als voorbeeld genomen worden een dek van kokerliggers met een minimale constructiehoogte. De grootste toename van de zakking treedt op bij een puntlast op ca. 1/8 van de overspanning. Uitgaande van de verkeersbelasting volgens de Eurocode geconcentreerd in een bewegende puntlast is de maximaal toelaatbare snelheid van het verkeer 20 km/uur bij 40 m en 24 km/uur bij 30 m overspanning. Uitgangspunt hierbij is dat het verkeer rijdt op 1,40 m vanaf de rand. Bij omgekeerde T-liggers is de maximale snelheid door de grotere minimale constructiehoogte 57 km/uur bij 40 m overspanning.

Door het verkeer verder van de rand te laten rijden en rekening te houden met een lagere overschrijdingskans (referentieperiode 1 jaar i.p.v. 100 jaar) kan het beton bij veel constructies zonder veel sterkteverlies verharderen indien een maximale snelheid van 50 á 70 km/uur wordt voorgeschreven. Bij erg slanke constructies zoals kokerliggers en flappen van kokers zal geen verkeer gedurende de kritische periode mogelijk zijn omdat een lagere snelheid dan 50 km/uur niet acceptabel is voor een rijksweg.

8.5 (2)	Eis
---------	-----

Jong beton in de milieuklasse XD, XF en XS moet worden beschermd tegen schadelijk contact met dooizouten.

Toelichting 1:

Bij beton met portlandvliegascement loopt de ontwikkeling van de dichtheid achter bij de sterkteontwikkeling en is deze gevoeliger voor chlorideschade dan beton vervaardigd met hoogovencement. Bij toepassing van hoogovencement is de tijdsduur van de bescherming gelijk te stellen aan de vereiste nabehandelingstijd. Bij toepassing van portlandvliegascement dient praktisch uitgegaan te worden van een tijdsduur van 3 maanden

Toelichting 2:

Bermconstructies langs verhardingen op rijdekken/vloeren kunnen bijzonder gevoelig zijn voor vorst-dooizout schade (scaling). In praktijk kan door onvoldoende met zorg uitvoeren van de nabehandeling en/of het hydrofoberen, een aanzienlijke schade optreden in de eerste winterperiode. Daarnaast is ook de betonsamenstelling van belang. Zie hiervoor de aanvullende eisen bij NEN 8005.

8.5 (3)	Eis
---------	-----

Natuurlijke nabehandeling is niet toegestaan.

Toelichting:

Gunstige weersomstandigheden die geschikt zijn voor een beheerste nabehandeling van beton zijn in Nederland doorgaans niet met voldoende zekerheid en voor de vereiste voortdurende aanwezig.

8.5 (7)	Eis
---------	-----

Voor bovenzijden van betonnen rijdekken/rijvloeren en bermconstructies en voor de opstaande rand van schampkanten dient nabehandelingsklasse 4 aangehouden te worden. Voor alle overige betonoppervlakken dient minimaal nabehandelingsklasse 3 aangehouden te worden.

Toelichting:

Door een goede en voldoende lange nabehandeling kan een duurzaamheidsniveau worden bereikt dat aansluit bij de ontwerpseisen. Zie ook artikel "Invloed van nabehandeling op poriestructuur van beton" in Cement 04-2008.

8.5 (9)	Eis
---------	-----

Voor zover een curing compound mag worden toegepast, dient deze een minimale spercoëfficiënt te hebben van 70% conform NPR-CEN/TS 14754-1. Indien nabehandelingsklasse 4 van toepassing is, dient de curing compound halverwege de vereiste nabehandelingsduur nogmaals te worden aangebracht tenzij kan worden aangetoond dat de spercoëfficiënt gedurende de vereiste duur van nabehandeling niet afneemt.

8.5 (16)	Eis
----------	-----

In het geval van koelen van beton dient uit de berekening te volgen:

1. Waar en hoe er gekoeld moet worden om aan de spanningseis, zie ROK bepaling bij NEN-EN 1992-1-1, art. 7.3, te voldoen.
2. Waar de thermokoppels geplaatst worden.
3. Welk temperatuursverloop verwacht wordt ter plaatse van de thermokoppels.

De volgende controles moeten worden uitgevoerd:

1. Voorafgaand aan de stort dient het koelsysteem te worden gecontroleerd op lekkage door middel van het afpersen van de koelbuizen. Uit de simulatieberekeningen volgt welk maximaal koelwaterdebiet verwacht wordt en wat de bijbehorende maximale werkdruk in het systeem zal zijn. De afpersdruk dient minimaal het dubbele te zijn ten opzichte van de maximaal verwachte werkdruk.
2. De thermokoppels iken met behulp van ijswater of door gebruik te maken van een geijkte rijpheidcomputer. Bij het iken dienen de thermokoppels reeds voorzien te zijn van het aantal meters draad zoals in werkelijkheid wordt toegepast.
3. Voorafgaand aan de stort dienen de signalen van de afzonderlijke thermokoppels en debietmeters gecontroleerd te worden.
4. Voorafgaand aan de stort dient de specietemperatuur bekend te zijn en de temperatuur van het koelwater gecontroleerd te zijn.
5. Na gebruik van de koelbuizen dienen deze met grout geïnjecteerd te worden om corrosie en lekwegen te voorkomen.
6. Koelbuizen verzekeren tegen opdrijven.

8.6	Eis
-----	-----

Krimpscheuren in betonconstructies $\geq 0,2$ mm en watervoerende scheuren, ongeacht de scheurwijdte, dienen geïnjecteerd te worden d.m.v. een geschikte injectiemethode met een daartoe geëigend injectiemateriaal dat voldoet aan de NEN-EN 1504-5. De reparatie dient te worden uitgevoerd onder procescertificaat op basis van BRL-3201. Opdrachtnemer dient voor de reparatie van watervoerende scheuren een verzekerde garantie te geven. Deze garantie heeft een looptijd van 10 jaar na oplevering van het werk.

8.6	Eis
-----	-----

Eventueel aanwezige koelleidingen dienen volledig met injectiespecie geïnjecteerd te worden.

8.6 (1)	Eis
---------	-----

Bij de keuring dienen de volgende aspecten beoordeeld en geregistreerd te worden:

- a) Gebreken/schades in het betonoppervlak (visueel).

Methode van onderzoek

Direct na het ontkisten dienen alle oppervlakken visueel beoordeeld te worden op het voldoen aan de eisen die hieraan gesteld worden (zie 8.8). Eventueel geconstateerde gebreken en schades dienen nader geïnspecteerd, beschreven, beoordeeld en fotografisch vastgelegd te worden.

Wijze van rapporteren

- Per zijde een overzichtsfoto
- Detailfoto's van de alle gebreken/schades voor zover deze in beginsel invloed hebben op de duurzaamheid/constructieve veiligheid. Ieder gebrek/schade dient voorzien te worden van een ID-nummer. Per ID-nummer dient de volgende informatie te worden geregistreerd:
 - beschrijving de aard, de omvang/afmetingen en de relevante kenmerken (bijv. scheurwijdte).
 - de beoordeling van de schade (oorzaak, ernst, reparatiemogelijkheid)

- de wijze van reparatie (reparatiemethode, toegepaste materiaal, de applicateur)

Toelichting:

Het vastleggen van de initiële schades bij nieuwbouw is belangrijke informatie voor de beheer&onderhoudsfase van het object. Gebreken/schades en uitgevoerde reparaties kunnen aanleiding zijn voor extra of gerichte aandacht bij inspecties en/of kunnen leiden tot extra of gericht onderhoud. Daarbij is het van belang dat achteraf nog kan worden vastgesteld wat de oorzaak en omvang is geweest. De vastlegging van de initiële schades is tevens van belang voor de koppeling met de garantieverklaring.

b) De gerealiseerde betondekking.

Voor de vereiste dekking c_{min} wordt verwezen naar NEN-EN 1992-1-1, art. 4.4.1 en NEN-EN 1992-2, art. 4.4.1 en de aanvullingen hierop in de ROK.

Methode van onderzoek

De betondekking/licging van de wapening dient te worden bepaald met een gekalibreerde elektromagnetische veldsterktometer (dekkingsmeter). Deze metingen dienen te worden uitgevoerd met een vooraf ingestelde kenmiddellijn van de wapening conform het uitgevoerde ontwerp. De dekking dient gemeten te worden op de wapening die het dichtst aan het betonoppervlak ligt.

Voor de wapeningsdetector moet de correlatie bekend zijn tussen de meetwaarde van het apparaat en de werkelijke betondekking. De fout in de afgeleide betondekking mag niet meer bedragen dan ± 2 mm bij dekking tot en met 40 mm en niet meer dan ± 5 % bij grotere dekkingen. Daartoe dient een afzonderlijke ijkgrafiek te worden opgesteld voor de in de constructie gebruikte staalsoort, kenmiddellijn en het wapeningspatroon.

Per constructieonderdeel en per zijde ervan dient een representatief aantal meetplaatsen worden geselecteerd, met een minimum van zes. Per meetplaats dienen, indien mogelijk, minimaal zes metingen te worden uitgevoerd aan naast elkaar gelegen wapeningsstaven.

Wijze van rapporteren

De rapportage dient minimaal het volgende te omvatten:

- de locatie van de meetplaatsen
- de individuele meetresultaten per meetplaats;
- het aantal uitgevoerde metingen, de gemiddelde waarde en de standaardafwijking.

Toelichting:

De praktijk heeft vaak uitgewezen dat, ondanks keuringen voorafgaand aan het storten van beton, de betondekking niet voldoet aan de eisen. Oorzaak hiervan zijn het onvoldoende gedisciplineerd en zorgvuldig keuren, maatafwijkingen van het betonstaal/supporten en/of hoogte van de ondergrond, het niet goed inspecteerbaar zijn (bijvoorbeeld bij toepassing van sparingsbakken etc) en/of het verplaatsen van de bekisting en/of wapening tijdens het storten van de beton. Aangezien de betondekking cruciaal is t.a.v. de duurzaamheid van de constructie dient verificatie van de eisen op het gerealiseerde product plaats te vinden. De controle van de dekking voorafgaande aan het storten is te

beschouwen als een beheersmaatregel ter beperking van het risico, niet als geschikte methode voor het aantonen van de eis m.b.t. de betondekking.

8.8	Eis
-----	-----

Tenzij in een projectspecifieke specificatie van schoon beton andere eisen zijn gesteld, gelden de volgende eisen m.b.t. betonoppervlakken:

- (1) In het zicht komende oppervlakken van in het werk gestorte beton dienen te voldoen aan de eisen voor klasse A, zoals aangegeven in NEN 6722 met daarop de volgende aanvullingen:
 - zandstrepen: maximaal 1 per 10 m²
 - kalkstrepen: niet acceptabel
 - aftekening stortnaden: niet acceptabel
 - aftekening wapening of roeststrepen: niet acceptabel
- (2) In het zicht komende delen van vooraf vervaardigde betonnen elementen dienen te voldoen aan de eisen voor klasse B1, zoals aangegeven in CUR Aanbeveling 100 met daarop de volgende aanvulling:
 - uitwendige hoeken en randen voorzien van vellingkanten
- (3) Voor niet in het zicht komende delen geldt dat zich in het oppervlak geen onvolkomenheden mogen bevinden die de duurzaamheid van de constructie in negatieve zin beïnvloeden.
- (4) Voor afwerking van centerpensparingen wordt verwezen naar 5.6.2.
- (5) Reparatie van oppervlakkige onvolkomenheden is toegestaan voor Klasse A van CUR-aanbeveling 100. Reparaties dienen zo goed als mogelijk de kleur van de omliggende beton te benaderen.

Toelichting:

Dit betreft o.a het "dichtpoetsen" van ondiepe luchtbellen, zandlopers, lekkende bekistingsnaden e.d. Dit zijn "cosmetische" reparaties die niet van constructieve aard zijn en geen invloed hebben op de duurzaamheid van de constructie.

- (6) Bij de uitvoering opgetreden schades die invloed hebben op de duurzaamheid van de betonconstructie zoals krimp-scheuren, grindnesten, materiaalverlies ten gevolge van lekkende bekisting ter plaatse van stortnaden of plaatselijk onvoldoende betondekking) dienen als afwijking te worden behandeld. Indien reparatie uit esthetisch oogpunt toelaatbaar en haalbaar is (gegeven de gestelde betonoppervlakte eisen) dient de reparatie op een duurzame wijze te worden uitgevoerd. De reparatiwijze dient tussen OG en ON te worden overeengekomen. De consequenties voor het beheer&onderhoud en het eventueel verdisconteren van het extra onderhoud maken deel uit van een eventueel overeen te komen wijziging.

Opmerking:

Algemene richtlijnen voor duurzame reparaties voor oppervlakkige schades:

- weghakken van het slechte beton tot achter de wapening of aanbrengen van een (corrosievrije) verankering aan de randen van het reparatiegebied.

- opruwen en reinigen van de ondergrond (conform CUR-aanbeveling 54)
- eventueel aanbrengen van een fijn verdeelde corrosievrije krimpwapening in de betondekking (bijv. RVS, glasvezel);
- aanbrengen en verdichten van een geschikte (evt. vezelversterkte) mortel:
 - in geval van gegoten reparaties: een krimparme CC-mortel (conform CUR-aanbeveling 24) met een zo groot mogelijke maximale korrelgrootte, Daarbij dient een voldoende stijve bekisting c.q. een voldoende zware afdekking (afwerkvlak) te worden toegepast om de drukspanningen t.g.v. de zwelling te kunnen laten ontwikkelen
 - in geval van handmatige reparaties: een PCC-mortel (conform NEN-EN 1504);
 - PC-mortels zijn niet geschikt.
- nabehandeling d.m.v. luchtdicht sealen (bekisting of folie) tot minimaal 50% van de sterkte is bereikt. Curing Compund is niet geschikt omdat deze onvoldoende dampdicht is.

Toelichting:

Vaak wordt ten onrechte verondersteld dat met het uitvoeren van betonreparaties weer aan de eisen wordt voldaan.

Er zijn echter onzekerheden en slechte ervaringen m.b.t. het gedrag van reparaties op de lange termijn. Verondersteld wordt dat dit te maken heeft met krimp/uitzettingsgedrag van de mortel en/of ondeskundige uitvoering. Naast tijdafhankelijk gedrag van de reparatie zelf (zoals uitdrogingskrimp) is het gedrag tevens nog afhankelijk van de locatie en het milieu waarin de reparatie zich bevindt.

In de praktijk blijkt dat oppervlakkige reparaties die worden blootgesteld aan weer- en wind en/of directe zonnestraling extra kwetsbaar. Door het verankeren van de reparatie en het toepassen van fijne krimp(vezel)wapening wordt de duurzaamheid van de reparatie in die gevallen aanzienlijk verbeterd.

- (7) Bij de uitvoering opgetreden schades die consequenties hebben t.a.v het vereiste draagvermogen (zoals grote grindnesten e.d.) dienen als afwijking te worden behandeld. Er dient nader onderzoek plaats te vinden naar de omvang van de schade en de herstelmogelijkheden.
- Onderzoek en constructieve reparatie dienen uitgevoerd te worden door gespecialiseerde bedrijven die ervaring hebben met constructieve reparaties. Reparatie is pas toegestaan indien dit is overeengekomen tussen Opdrachtgever en opdrachtnemer (zie ook onder 4.4).

Opmerking: Constructieve reparaties vallen niet onder het toepassingsgebied van BRL 3201.

- (8) In geval reparatie van beton zoals aangegeven in (6) en (7) wordt overeengekomen, dan dient deze reparatie te voldoen aan NEN-EN-1504. De reparatie dient te worden uitgevoerd onder procescertificaat op basis van BRL-3201. Opdrachtnemer dient tevens een verzekerde garantie te geven op de reparatie. Deze garantie heeft een looptijd van 10 jaar na oplevering van het werk.

- (9) Betonoppervlakken die mogelijk blootgesteld kunnen worden aan chloriden dienen te worden gehydrofobeerd. Daarbij dient er vanuit te worden gegaan dat voegafdichtingen en verhardingen in loop der tijd kunnen gaan lekken.

Toelichting (1): Het hydrofoberen van deze vlakken is nodig als extra bescherming van de wapening tegen chloride aantasting. Het voorkomt schade aan het (relatief jonge) beton en heeft een preventieve werking op de indringing van water met dooizouten ter plaatse van de zwakkere plekken die in het betonoppervlak onverhoopt kunnen voorkomen (lokale scheuren, lokaal mindere dekking, onvoldoende nabehandeling etc) en is derhalve in principe onafhankelijk van de toegepaste betonkwaliteit. Wel is het zo dat het verbruik van hydrofobeermiddel in de regel hoger is bij lagere betonkwaliteiten.

Toelichting (2): Het betreft bijvoorbeeld de volgende onderdelen:

- de bovenkant van een rijdek of rijvloer
- de bermconstructies
- de verticale vlakken onder een voegovergang
- de bovenkant van onderbouw (gehele oplegvlak)
- de onderkant van een rijdek tot op 1,0 m uit de voeg (indien geen waterhol aanwezig is)

- (10) Voor de applicatie van hydrofobeermiddelen gelden de volgende eisen:
- Het te hydrofoberen oppervlak moet vrij zijn van vet, vuil en los zittende delen;
 - Het te hydrofoberen oppervlak moet droog zijn en tenminste 24 uur niet in aanraking zijn geweest met water;
 - Vloeibare hydrofobeermiddelen dienen in twee lagen nat in nat aangebracht te worden;
 - De temperatuur van de buitenlucht, het oppervlak waarop het hydrofobeermiddel moet worden aangebracht en het hydrofobeermiddel moet liggen tussen de 10° en 25° Celsius.
- (11) Het hydrofobeermiddel dient te voldoen aan de "RWS Richtlijn Hydrofoberen van beton, Aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2 Versie: 2011-1, d.d. 11-01-2011".

Toelichting:

In Nederland wordt door Rijkswaterstaat vanwege duurzaamheidseisen hoofdzakelijk gebouwd met beton dat is gemaakt met CEM III/B met een wcf van 0,45 of 0,50. Daarom eist Rijkswaterstaat dat de werking van een hydrofobeermiddel aangetoond moet worden op het in Nederland gangbare beton en heeft aanvullend op NEN-EN 1504-2 eisen geformuleerd. In hoofdlijn is de aanvullende eis dat de testen beschreven in NEN-EN 1504-2 uitgevoerd dienen te worden op proefstukken gemaakt met CEM III/B in plaats van CEM I. Daarnaast moet ook de hittebestendigheid van het hydrofobeermiddel, aangebracht op beton gemaakt met CEM III/B, worden getest. De exacte details en eisen voor het uitvoeren van de aanvullende proeven zijn toegelicht in de RWS Richtlijn Hydrofoberen. Indien een proef of detail niet genoemd is in deze richtlijn, moet de methode van NEN-EN 1504-2 worden gevolgd met als enige verschil dat de proefstukken vervaardigd zijn met CEM III/B conform de gegeven mengselbeschrijving.

N.B. Deze testen zijn aanvullend op NEN-EN 1504-2 en zijn dus geen vervanging van de daarin opgenomen testen.

10.1 (2)	Eis
----------	-----

Het gebruik maken van tolerantieklasse 2 en de daarbij geboden mogelijkheid om de materiaalfactoren te verlagen, is niet toegestaan.

10.1 (3)	Eis
----------	-----

Verschillen in de zeeg tussen geprefabriceerde in het werk naast elkaar gelegen liggers dienen in de eindsituatie niet groter te zijn dan 5 mm. Aanwezige zeegverschillen die niet voldoen aan deze eis, dienen na montage in overleg met de constructeur te worden genivelleerd (d.m.v. "knevelen"). Het overleg met de constructeur en eventueel noodzakelijke aanvullende berekeningen dienen te worden vastgelegd.

Toelichting:

Door middel van "sorteren" kan het opbuigingsverschil tussen twee naast elkaar gelegen prefab liggers worden beperkt.

10.6 (1)	Eis
----------	-----

Ten aanzien van figuur 4b, voetnoot a, geldt dat geen statistische benadering is toegestaan. In de gerealiseerde constructie dient minimaal c_{min} te worden gerealiseerd. In regel d van figuur 4 geldt, voor de toegestane afwijking van de ligging van de voorspanning voor elke waarde van h , een maximale waarde van 5 mm (positief / negatief).

Annex F	Eis (Tunnels)
---------	---------------

De maximale waterindringing mag niet meer te bedragen dan:

- 30 mm bij C20/25;
- 20 mm bij C28/35 en C35/45;
- 10 mm bij C45/55 en hoger.

Dit moet worden aangetoond met een proef volgens NEN-EN 12390-8.

Toelichting:

De bovenstaande beproeving is een oriënterende proef ter beoordeling van de dichtheid van het beton in de dekking. Het is daarom niet toegestaan door afvlakken van de geboorde cilinders een deel van de betondekking te verwijderen, tenzij de dikte van het verwijderde deel bij de gemeten waterindringing wordt opgeteld. Indien niet aan de gestelde eisen wordt voldaan dient nader onderzoek te worden verricht naar de duurzaamheid van de betonconstructie (zoals bepaling van de chloridediffusiecoëfficiënt).

6.9 NEN-EN 206-1 / NEN 8005 Beton – Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit

Aanvullingen op NEN-EN 206-1 / NEN 8005

4.1	Eis
-----	-----

Voor natte kunstwerken en voor de gehele binnenzijde van tunnels moet voor de milieuklasse XD3 worden aangehouden. De aan te houden milieuklasse aan de buitenzijde van tunnels is afhankelijk van de lokale omstandigheden.

Toelichting:

In een bodem welke agressieve stoffen bevat, waaronder veenzuren, dient de mate van agressiviteit volgens NEN-EN 206-1 tabel 2 te worden bepaald. De betonsamenstelling moet dan minimaal voldoen aan tabel F.1 uit voornoemde norm.

Voor betonnen delen van bruggen en viaducten moeten de milieuklassen aangehouden worden zoals opgenomen in de (aangepaste) tabel 6-8.

Tabel 6-8: Milieuklassen

Milieuklassen van invloed op corrosie van beton- en voorspanstaal (betondekking)			
Klasse	Beschrijving van het milieu (EN 206-1)	Bindende ROK interpretatie	Informatieve voorbeelden
1. Geen risico op corrosie of aantasting			
X0	Voor beton zonder wapening of ingestorte metalen: alle milieus, behalve bij vorst/dooi, afslijting of chemische aantasting. Voor beton met wapening of ingesloten metalen: zeer droog	Betonoppervlakken binnen zeer droge gebouwen (RV < 40%)	Onderwaterbeton (zonder wapening)
2. Corrosie ingeleid door carbonatatie			
Voor beton met betonstaal of voorspanning en blootgesteld aan lucht en vocht			
XC1	Droog of blijvend nat	Betonoppervlakken in gebouwen met een lage RV (RV < 40%) Betonoppervlakken van constructies blijvend onder de (grond-)waterstand	Geïsoleerde, verwarmde gebouwen Constructies blijvend onder zoet water, funderingspalen beneden de grondwaterstand
XC2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken onder langdurig watercontact Funderingen onder de grond maar boven de grondwaterstand	Beton in de grond boven de grondwaterstand
XC3	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken in constructies met een matige of hoge luchtvochtigheid (60% < RV < 100%), incl. betonoppervlakken die vochtig worden door condensatie Beton buiten beschermt tegen regen of spatwater *)	Binnenkant van kokers (bruggen) en onderdoorgangen Onderkant van brugdek
XC4	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken buiten blootgesteld aan regen, spatwater *)	Bovenkant dek, schampkanten, schorten, zijkant van brugdek, kolommen, etc.

Milieuklassen van invloed op corrosie van beton- en voorspanstaal (betondekking)			
3. Corrosie ingeleid door chloriden, anders dan afkomstig uit zeewater (bijv. dooizouten)			
Voor beton met betonstaal, voorspanning of andere ingestorte metalen in contact met water dat chloriden bevat, anders dan uit zeewater			
XD1	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloriden uit de lucht (60% < RV < 85%); tevens beschermt tegen regen en spatwater in de nevelzone van wegen *)	<i>Binnenkant van kokers (bruggen) en onderdoorgangen, onderkant brugdek</i>
XD2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloridehoudend grondwater Funderingen in chloridehoudende grond *)	<i>Pompkelders (zwembaden) Funderingspoeren</i>
XD3	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloridehoudend spatwater of blootgesteld aan regen binnen de nevelzone van wegen *)	<i>Bovenkant dek, schampkanten, schorten, zijkant van brugdek, kolommen, etc.</i>
4. Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater			
Voor beton met betonstaal, voorspanning of andere ingestorte metalen blootgesteld aan chloriden uit zeewater of aan lucht dat zout bevat afkomstig uit zee			
XS1	Blootgesteld aan zout uit de lucht, maar niet in direct contact met zeewater	Constructies binnen 1 km van de kust	
XS2	Blijvend onder zeewater	Delen van constructies in zee	
XS3	Getijde-, spat- en stuifzones	Delen van constructies in zee	

Milieuklassen van invloed op de betonsamenstelling			
Klasse	Beschrijving van het milieu volgens EN 206-1	Normatieve ROK Interpretatie	Informatieve voorbeelden
5. Aantasting door vorst/dooi-wisselingen			
Voor beton dat nat is en is blootgesteld aan vorst/dooi wisselingen **)			
XF1	Niet volledig verzadigd met water, zonder dooizouten	Niet horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, zonder dooizouten Horizontale betonoppervlakken, beschermt tegen regen of spatwater, maar in de sprayzone, zonder dooizouten *).	<i>Nauwelijks van toepassing</i> <i>Nauwelijks van toepassing</i>
XF2	Niet volledig verzadigd met water, met dooizouten	Niet horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, met dooizouten Horizontale betonoppervlakken, beschermt tegen regen of spatwater, maar in de sprayzone, met dooizouten *).	<i>Wanden, kolommen binnen de nevelzone van een weg, zijkanten van een brugdek en van schampkanten</i> <i>Onderkant van een brugdek</i>
XF3	Verzadigd met water, zonder dooizouten	Horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, zonder dooizouten Betonoppervlakken onder de grond, blootgesteld aan vorst, zonder dooizouten	<i>Nauwelijks van toepassing</i> <i>Nauwelijks van toepassing</i>
XF4	Verzadigd met water, met dooizouten	Horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, met dooizouten Betonoppervlakken onder de grond, blootgesteld aan vorst, met dooizouten	<i>Bovenkant dek, ,schampkanten, balken, poeren binnen de nevelzone van een weg</i> <i>Fundering boven de vorstgrens **)</i>
6. Chemische aantasting			
Voor beton dat blootgesteld is aan chemische aantasting door bodem/grondwater en agressieve stoffen			
XA1	Licht agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	
XA2	Matig agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	
XA3	Sterk agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	

Toelichting:

**) In de voorgaande tabellen gelden de volgende definities:*

- *Nevelzone: gebied met chloridedeeltjes die zweven in de lucht = tot 30 m aan weerszijden van een rijweg;*
- *Spatzone: gebied met opspattend (chloridehoudend) water = tot 2 m aan weerszijden van een rijweg en tot 2 m hoogte boven een rijweg;*
- *Chloridehoudende grond: grond binnen een gebied tot 10 m aan weerszijden van een rijweg en tot 1,0 m diepte onder maaiveld*
- *Sprayzone: gebied tot 7 m boven de rijweg en tot 10 m aan weerszijden van een rijweg*

***) Vorst-dooi schade treedt alleen daar op waar voldaan wordt aan de volgende twee voorwaarden:*

- 1. het beton dient nat te zijn; dit geldt voor betonoppervlakken die direct zijn blootgesteld aan regen en spatwater, maar ook voor betonoppervlakken die in de sprayzone van wegen liggen. Een oppervlak moet als horizontaal beschouwd worden als de gemiddelde helling kleiner is dan 1:10.*
- 2. het beton dient te zijn blootgesteld aan significante vorst-dooi wisselingen, zowel amplitude als in aantal; bij ontbreken van relevante gegevens hierover moet ervan worden uitgegaan dat elk betonoppervlak dat incidenteel blootgesteld is aan vorst ($T < 0^{\circ} \text{C}$) gevoelig is voor vorst-dooi schade; onder de grond mag men ervan uitgaan dat de vorstgrens op 50 cm beneden maaiveld ligt.*

4.3.1	Eis
-------	-----

Tabel B, NEN 8005:2008 is niet van toepassing. Verwezen wordt naar tabel 7 en 8 van NEN-EN 206-1.

4.3.2	Eis
-------	-----

De materiaaleigenschappen van lichtbeton kunnen grotendeels worden ontleend aan CUR aanbeveling 39. Voor eigenschappen die niet in de norm en/of aanbeveling zijn vastgelegd is aanvullend onderzoek nodig. Als voorbeeld is de vermoeiingseigenschap van lichtbeton bij de toepassing in brugdekken te noemen.

5.2.2	Eis
-------	-----

Om duurzaamheidsproblemen gedurende de beoogde ontwerplevensduur te voorkomen, gelden voor nieuw te bouwen betonnen kunstwerken in de infrastructuur voor alle milieuklassen anders dan altijd droog (X0) en voor sterkteklassen tot en met C55/67 de volgende aan het cement gerelateerde eisen:

Voor ter plaatse gestort beton dient een hoogovencement CEM III te worden toegepast met een percentage gegraneerde hoogovenslak $\geq 50\%$, met aanvullende eisen conform artikel 5.3 van CUR-Aanbeveling 89. Ook de opties uit CUR-Aanbeveling 89 van "Mengsels van CEM III/B en CEM I" in art. 5.3.2 onder punt b zijn toegestaan.

Voor fabrieksmatig vervaardigde beton dient een hoogovencement CEM III te worden toegepast met een percentage gegraneerde hoogovenslak $\geq 50\%$ of een portlandvliegascement CEM II/B-V met een percentage poederkoolvliegascement $\geq 25\%$; met voor beide opties aanvullende eisen conform art. 5.3 van CUR-Aanbeveling 89. Ook de opties uit CUR-Aanbeveling 89 in art. 5.3.2 "Combinaties van cementen en/of poederkoolvliegascement" zijn toegestaan.

Toelichting: de volgende argumenten liggen ten grondslag aan de hier gegeven richtlijn met betrekking tot de cementkeuze:

ASR bestendigheid

De hier gegeven cementkeuze betreft de optie uit CUR-Aanbeveling 89 om schadelijke ASR te voorkomen door middel van de cementkeuze en geeft de meeste zekerheid dat schadelijk ASR gedurende de beoogde ontwerplevensduur niet zal optreden. De tweede optie van de CUR-Aanbeveling 89 om schadelijke ASR te voorkomen, de toeslagmaterialen-optie, is minder eenduidig, minder zeker en in al zijn facetten min of meer niet door de opdrachtgever te controleren.

Weerstand tegen chloride-indringing / duurzaamheid in het algemeen

Bij een goede uitvoering zal de hier gegeven cementkeuze resulteren in een zodanig dichte beton dat chloriden, alkaliën of andere agressieve stoffen slechts tot een zeer beperkte diepte het beton kunnen binnendringen en derhalve geen wapeningscorrosie kunnen veroorzaken. Voor kunstwerken in de infrastructuur is het toepassen van een hoogovencement $\geq 50\%$ slak het beste compromis om weerstand te bieden tegen de schademechanismen die kunnen optreden; genoemd worden schade door:

- Indringing van chloride en/of alkaliën,
- ASR,
- Carbonatatie,
- Zeewater,

Voor ter plaatse gestort beton is alleen het toepassen van hoogovencement $\geq 50\%$ slak toegestaan. Voor prefab beton is ook portlandvliegascement $\geq 25\%$ vliegascement toegestaan. Als onderbouwing voor deze grotere keuzevrijheid wordt genoemd dat de kans op een (ongewenste) hogere water-cementfactor voor ter plaatse gestort beton hoger is. Bijvoorbeeld een hogere wcf. als gevolg van een hevige regenbui tijdens de uitvoering dan wel omtrenting door andere oorzaken.

Duurzaam Bouwen

- *De voorgeschreven cementkeuze reduceert het aandeel portlandklinker en hiermee de CO₂ uitstoot, substantieel. Bij toepassing van een CEM III/B cement wordt ca. 70% van de portlandklinker vervangen door gegranuleerde hoogovenslak; een restproduct van de Hoogovens.*
- *De voorgeschreven cementkeuze zorgt ervoor dat er ten behoeve van de bestendigheid tegen schadelijke ASR, geen beperkingen behoeven te worden opgelegd aan het toe te passen toeslagmateriaal. Ter info: Voor Nederland is dit belangrijk omdat de winning van eigen rivier materiaal wordt afgebouwd en inmiddels uit eigen RWS onderzoek is gebleken dat op de Nederlandse markt de kans op ASR reactieve toeslag reëel is.*

Nieuwe materialen

Op bouwwerken komt het steeds vaker voor dat een bindmiddelsamenstelling of een vulstof wordt gekozen die als innovatief worden beschouwd, maar waarvan de langeduur duurzaamheideigenschappen niet of onvoldoende zijn onderzocht. Als voorbeeld wordt genoemd een tweetal in Nederland voorkomende toepassingen, waarvan bekend is/ het sterke vermoeden bestaat, dat het in combinatie met ASR

reactieve toeslag en vochtig milieu het verkrijgen van schadelijke ASR zal bevorderen:

- Een bindmiddel van portlandcement CEM I met daaraan toegevoegd een te laag percentage vliegas;
- Een bindmiddel van portlandcement CEM I in combinatie met een aanzienlijke hoeveelheid kalksteenmeel als vulstof.
(N.B.: Deze combinatie wordt in de Nederlandse prefab industrie thans veel toegepast voor het fabriceren van ZelfVerdichtendBeton zonder dat adequaat duurzaamheidonderzoek heeft plaatsgevonden).

5.2.3.1	Eis
---------	-----

Harde, dichte toeslagmaterialen mogen alleen toegepast worden, indien alle relevante eigenschappen bekend zijn en hiermee rekening gehouden wordt.

Toelichting: gedacht moet worden aan bijvoorbeeld krimp, kruip, E-modulus, waterabsorptie breukenergie, vermoeiingsgedrag etc.

5.2.3.3	Eis
---------	-----

Metselwerkgranulaat en menggranulaat mogen niet toegepast worden bij constructies met een ontwerplevensduur groter dan 25 jaar.

Toelichting: de veel grotere porositeit van dit soort toeslagmaterialen maakt deze ongeschikt voor het agressieve milieu waarin de constructies binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn dienen te functioneren.

5.2.7	Eis
-------	-----

In afwijking van NEN 8005 geldt het volgende maximale initiële chloridegehalte:

beton met wapening of ingesloten metalen	0,2 % (m/m)
voorgespannen beton	0,1 % (m/m)

Toelichting:

Dit houdt o.a. in dat zeemateriaal voldoende gewassen dient te zijn. Het maximale percentage geldt voor het totale betonmengsel. De percentages zijn conform de strengste klasse in tabel 10 van NEN-EN 206-1.

5.3.2	Eis
-------	-----

In afwijking van NEN 8005, tabel E "Eisen aan de betonsamenstelling afhankelijk van de milieuklasse" dient beton dat direct in aanraking komt met water en dooizouten (milieuklasse XF2 en XF4) te voldoen aan het in de tabel genoemde minimumluchtgehalte, ongeacht de toe te passen watercementfactor.

Toelichting:

Beton dat direct met water in aanraking komt, kan lokaal daarmee verzadigd raken. In die situatie is het beton gevoelig voor vorstschade indien het direct met dooizouten in aanraking komt. Dit is een veel voorkomende situatie bij randen van brugdekken, bermconstructies en funderingssloven van geluidsschermen. Luchtbellen kunnen door middel van luchtbelvormers in het beton worden gebracht. Luchtbellen zorgen voor de benodigde expansieruimte waarin het water en ijs tijdens het bevriezen een uitweg kunnen vinden. De effectiviteit van luchtbellen is afhankelijk van de hoeveelheid lucht aanwezig in het beton, de grootte van de belletjes en de onderlinge afstand (uitgedrukt in de afstandfactor). Beton is

vorstbestand als de minimaal voorgeschreven hoeveelheid lucht in de vorm van fijne belletjes homogeen is verdeeld. Vooral luchtbelletjes met een diameter van 0,3 mm of kleiner zijn effectief, tenminste zolang de "afstandfactor" niet groter is dan 0,2 à 0,25 mm. Zie ook Betoniek 14-05 (juni 2007). Per betonnen constructiedeel zal de toepassing van luchtbelvormer overwogen moeten worden, afhankelijk van de belasting door dooizouten. Echter, dit mag geen vrijbrief betekenen voor het achterwege laten van bijvoorbeeld een goede nabehandeling. Een goede nabehandeling is essentieel voor een dichte betonhuid.

5.3.2	Eis (Tunnels)
-------	---------------

In afwijking van NEN 8005 is het toegestaan om voor betonkwaliteit C28/35 en hoger, bij gebruik van CEM III (slakgehalte > 50%), bij milieuklasse XD3 en XS3, zonder eisen aan het luchtgehalte de maximaal toelaatbare water-cementfactor te verhogen van 0,45 naar 0,50.

Toelichting:

Beton vervaardigd met CEM III is, in tegenstelling tot b.v CEM I, qua variatie in de grootte van de chloride-diffusiecoëfficiënt relatief ongevoelig voor enige variatie in de watercementfactor (zie ook figuur 2.11 uit CUR Leidraad VC81; "Duurzaamheid van constructief beton met betrekking tot chloride-geïnitieerde wapeningscorrosie"). Deze verruiming voorkomt voor massabeton veelal het gebruik van een hoger cementgehalte (meer warmte-ontwikkeling) of een plastificeerder.

F.8.2 (2)	Eis
-----------	-----

Om het bouwwerk te isoleren van de invloeden van de ondergrond dient een werkvloer te worden toegepast die ervoor zorgt dat de constructie-elementen voldoende sterk en voldoende duurzaam zijn. In werkvloeren is het toegestaan om 100% betongranulaat toe te passen.

G	Eis
---	-----

Tenzij in bijlage G strengere eisen zijn gegeven, geldt dat de afwijking van de nominale afmetingen van onderdelen van betonconstructies met afmetingen groter dan 400 mm zonder herberekening van de constructie ten hoogste gelijk mag zijn aan 2,5 % van de betreffende afmeting met een maximum van 50 mm. Bij afmetingen kleiner dan 400 mm mag de bedoelde afwijking ten hoogste 10 mm bedragen.

6.10

NEN-EN 15050 Vooraf vervaardigde brucelementen

Geen aanvullingen.

7 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (en mechanische uitrustingen, incl. fabricage en uitvoering)

Scope

Onder staalconstructies en mechanische uitrustingen wordt in deze verstaan:

1. Vaste stalen bruggen
2. Staaldeel vaste staalbetonbruggen
3. Palen en damwanden
4. Beweegbare stalen bruggen
5. Waterbouwkundige staalconstructies
6. Mechanische uitrustingen van beweegbare bruggen en waterbouwkundige constructies omvattende het geheel van aandrijfmechanismen (incl. hydraulische aandrijvingen), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke
7. Geluidsschermen (staal)
8. Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders) (staal)
9. Bijbehorende onderdelen (bij 1 t/m 8)

Algemeen

De opzet van dit hoofdstuk 7 van de ROK is, zoals de gehele ROK, in lijn met de Eurocodes genoemd in hoofdstuk 2. Dit betekent dat in dit hoofdstuk 7 primair aanvullende eisen m.b.t. rekenmethoden voor de bepaling van de krachtsverdeling, toetscriteria voor uiterste grenstoestanden sterkte, stabiliteit, vermoeiing, enz., toetscriteria voor gebruikstoestanden en eisen voor constructieve duurzaamheid van staalbouwkundige constructies en mechanische uitrustingen zijn gedefinieerd. Daarnaast zijn aanvullende eisen m.b.t. de fabricage en uitvoering van staalconstructies en mechanische uitrustingen gedefinieerd.

De normen van de 1993-1-serie zijn algemeen van toepassing op staalconstructies en mechanische uitrustingen en specifiek op gebouwen (en op aan gebouwen gelijkgestelde constructies). Het algemeen van toepassing zijn geldt voor constructies geen gebouw zijnde (bruggen, waterbouwkundige staalconstructies, mechanische uitrustingen, palen en damwanden, enz.) voor zover daar in de productspecifieke normen / productspecifieke ROK-paragrafen naar wordt verwezen, dan wel van wordt afgeweken. Dit geldt op overeenkomstige wijze voor de ROK-bepalingen in dit hoofdstuk. Echter ter toelichting kan in de ROK-paragrafen m.b.t. de 1993-1-serie informatie zijn opgenomen voor specifieke producten.

Voor specifieke onderdelen als voegovergangen, asfalt- en slijtlagen, hemelwaterafvoer, overgangsconstructies, brugopleggingen, inspectie- en onderhoudsvoorzieningen, bliksem- en overspanningsbeveiliging, elektrotechnische installaties (generiek), enz. wordt verwezen naar de in hoofdstuk 2 (gedateerde) en in tabel 7.1 en 7.2 (ongedateerde) genoemde documenten (welke deels in hoofdstuk 13 worden behandeld).

Documenten m.b.t. bedienings- en besturingsinstallaties van beweegbare objecten zijn niet in de ROK opgenomen.

Relatie ontwerp uitvoering

Indien alleen het ontwerp of het ontwerp (geheel of gedeeltelijk) en de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, in overeenstemming met de uitvoeringsnormen (NEN-EN 1090) en de aanvullingen daarop in paragrafen 7.19 en 7.20 worden gewerkt en moet bij of ten behoeve van de overgang van ontwerp naar uitvoering de, vanuit het ontwerp bepaalde en noodzakelijke, aanvullende informatie op de uitvoeringsnormen worden verstrekt (NEN-EN 1090-2, tabel A1) en moet de invulling van de keuzemogelijkheden (NEN-EN 1090-2, tabel A2) worden verstrekt (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering, met onderbouwing), beide in overeenstemming met de aanvullende eisen en keuzen zoals opgenomen in paragrafen 7.19 en 7.20. Specifieke eisen aan staalconstructies of mechanische uitrustingen, voortkomend uit het ontwerp, welke niet automatisch uit de ontwerpnormen of de uitvoeringsnormen of de ROK volgen moeten op de op te leveren tekeningen worden vermeld.

Indien alleen uitvoering binnen het contract tot de verplichting behoort, en bovenstaande informatie niet vanuit het ontwerp beschikbaar is gesteld, dan moet de uitvoerende partij betreffende informatie opstellen.

Normen waarnaar vanuit genoemde uitvoeringsnormen (of deze ROK) wordt verwezen zijn bindend van kracht. Dit geldt ook voor doorverwijzingen. Indien in het ontwerp, t.b.v. de uitvoering, in bedoelde normen keuzen moeten worden gemaakt, moeten deze als onderdeel van het DO t.b.v. de informatieoverdracht van ontwerpende partij naar fabricerende en monterende partij, worden vastgelegd. Daar waar in dit hoofdstuk van de ROK specifiek normen worden genoemd zijn de eisen en bepalingen van die norm bindend en is het niet toegestaan gebruik te maken van alternatieven.

Van toepassing normen, richtlijnen en andere documenten

Van toepassing zijnde documenten zijn opgenomen in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk 7 zijn aanvullende eisen t.o.v. die documenten opgenomen. De rangorde van documenten is opgenomen in hoofdstuk 3.

Specifiek voor het ontwerp, de berekening en de uitvoering van staalconstructies en mechanische uitrustingen, zijn, informatief, in tabel 7-1 de belangrijkste documenten herhaald (voor datering zie hoofdstuk 2) en, eveneens informatief, in tabel 7-2, toebedeeld aan de in de scope genoemde producten.

Tabel 7-1: Van toepassing zijnde normen en andere documenten (informatief)

Norm/document ¹⁾	Omschrijving/verwijzing ¹⁾	2)
Eurocode grondslagen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk 4	
Eurocode belastingen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk 5	
Eurocode materialen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk: 6 (beton) 7 (staal) 8 (ontwerp en berekening van staalbetonconstructies), 9 (ontwerp en berekening van houtconstructies), 11 (geotechnische ontwerp), 12 (ontwerp en berekening aardbevingsbestendige constructies)	

Norm/document ¹⁾	Omschrijving/verwijzing ¹⁾	2)
NEN 6786	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen + correctieblad /A1	
NEN 6787	Het ontwerpen van beweegbare bruggen - Veiligheid	
GCW	Richtlijn geluidsbeperkende constructies langs wegen	
PVE VDC's Noot: Alle documenten betreffende de verkeerskundige draagconstructies zijn opgenomen op een CD-rom (i.v.m. aantal files en omvang) welke verkrijgbaar is bij DI	Programma van Eisen Verkeerskundige Draagconstructies (portalen en uithouders) NBD00002: Eisen portalen en uithouders – verrichten van metingen NBD00003: Eisen portalen en uithouders – aanbrengen constructie nummers NBD16343: Eisen portalen en uithouders – conserverings-productblad portalen NBD00007: Eisen gebruik en montage tijdelijke portalen t.b.v. beseining en/of werk in uitvoering	b
NEN-EN 1090-1	Constructieve delen van staal en aluminium – Algemene leveringsvoorwaarden	
NEN-EN 1090-2	Het vervaardigen van staal en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies	
NBD00100	Eisen handelsproducten	a
NBD00500	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen	a
NBD00639	Eisen staalkabels	a
NBD06000	Eisen voor hydraulische bewegingswerken (zie tevens paragraaf 13.16)	a
NBD09799	Eisen kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw	a
NBD10300 ³⁾	Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)	a
SCON-2007-337-TCE ³⁾	Code of Practice metaalconservering RWS	a
SCON-2008-683-TCE ³⁾	PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008. <i>Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, Voorlopige systeemeisen, incl. bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)</i>	a
OGOS-500-TRL ³⁾	Eisen thermische spuitlagen: Eisendeel	a
OGOS-501-TRL ³⁾	Eisen thermische spuitlagen: Handreiking	a
NBD16312(informatief) ³⁾	Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)	a
NBD16325(informatief) ³⁾	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting	a
NBD16365(informatief) ³⁾	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting	a
RTD 1009	Richtlijn asfalt op KunstWerken (zie tevens paragraaf 13.3)	a
NBD10201	Epoxy slijtlagen op staal	a
NBD00400 (RTD 1007-2)	Eisen voor enkelvoudige voegovergangen (zie tevens par.13.2)	a
NBD00401 (RTD 1007-3)	Geluidseisen voegovergangen (zie tevens par. 13.2)	a

Norm/document ¹⁾	Omschrijving/verwijzing ¹⁾	2)
NBD00710 (RTD 1007-2)	Eisen voor voegovergangen (zie tevens par. 13.2)	a
RTD 1007-1	Meerkeuzematrix voegovergangen (zie tevens par. 13.2)	a
NBD00702A incl. losse bijl. belastingcombinaties (RTD 1012)	Eisen voor brugopleggingen (zie tevens par. 13.7)	a
RTD 1013	Specificatie Bliksem- en overspanningbeveiliging (zie tevens paragraaf 13.9)	a
RTD 1014	Generieke eisen elektrotechnische installaties (zie tevens paragraaf 13.10)	a
NEN-EN 40-1, 40-2, 40-3-1, 40-3-3, 40-5 en 40-6	Lichtmasten (zie tevens paragraaf 13.12)	
Diversen tekeningen m.b.t. stalen stepbarrier	voor tekeningen stalen stepbarrier (zie tevens par. 13.12)	a
CEB-FIB bul.30	acceptance of stay cable systems using prestressing steels	
CTO 3L10314254	voorschrift NS d.d. 840807	a
noot	Voor hemelwaterafvoer, leuningen en voertuigkeringen, inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (in aanvulling op de bepalingen in dit hoofdstuk 7) zie hoofdstuk 13	

¹⁾ In hoofdstuk 2 staan de gedateerde versies van de documenten in deze tabel aangegeven.

²⁾ De in deze kolom met "a" aangeduide documenten zijn als set bij DI aan te vragen; in deze kolom met "b" aangeduide documenten zijn bij DI als stand-alone document opvraagbaar. Wanneer niets is aangegeven gaat het om een algemeen verkrijgbaar document.

³⁾ In paragraaf 7.20 van de ROK zijn onder 2.7 een aantal extra documenten en normen van toepassing verklaard voor corrosiebescherming welke niet in deze lijst zijn opgenomen

Indien in een NBD staat aangegeven "keuring/gekeurd door de directie" moet dat worden gelezen als "keuring/gekeurd door de opdrachtnemer".

Noot:

In de ROK zijn de volgende (oude en vervallen) NBD 's verwerkt in hoofdstuk 7:

- NBD00800 "Leidraad voerspannen van ankers en rekbouten"
- NBD07005 "Eisen booglassen"
- NBD09000 "Eisen ongelegeerd constructiestaal"
- NBD09200 "Eisen smeedstaal en gewalst staal voor machineonderdelen"
- NBD09399 "Eisen gietstaal"
- NBD10000 "Eisen staalconservering nieuwbouw"
- NBD11001 "Eisen niet-destructief onderzoek voor staal- en werktuigbouwkundige constructies"

In de NBD's 00100, 00500, 00639, 06000, 09799, 10300 en de NBD's m.b.t. opleggingen en voegovergangen moeten de verwijzing naar bovengenoemde NBD's gelezen worden als verwijzingen naar ROK hoofdstuk 7.

Tabel 7-2: Van toepassing zijnde normen en andere documenten toebedeeld aan de in de scope genoemde producten (informatief)

Produkten => Normen/richtlijnen/document: X= primair x = secundair (in rangorde na X)	Vaste stalen bruggen	Staaldeel staalbeton bruggen	Palen en damwanden	Beweegbare bruggen	Natte kunstwerken staalconstructie	Mechanische uitrusting	Elektrotechnische instal.	Bediening en besturing 3)	Geluidsschermen	Verkeerskundige draagconstructies
GRONDSLAGEN										
Grondslagen algemeen NEN-EN 1990 + NB + ROK par. 4.1 (noot: er is één NB voor 1990 en 1990/A1)	x	x	X	x	x	x			1)	2)
Grondslagen specifiek (bruggen) NEN-EN 1990/A1 + NB + ROK par. 4.1 (noot: er is één NB voor 1990 en 1990/A1)	X	X	X	X		x				
Grondslagen specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrustingen); bevat tevens belastingen; ROK par. 4.3 + 5.10					X	X	X			
Grondslagen specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrustingen) ROK par. 4.4				X		X	X			
Grondslagen specifiek (geluidsschermen) ROK par. 4.5									1)	
Grondslagen specifiek (Verkeerskundige draagconstructies) ROK par. 4.5										2)
BELASTINGEN										
Belastingen algemeen NEN-EN 1991-1-serie + NB's + ROK par. 5.1 t/m 5.7	X	X	X	X	X	x	x			
Belasting specifiek (verkeersbelasting op bruggen) NEN-EN 1991-2 + NB + ROK par. 5.8	X	X	X	X		X				
Belastingen specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrusting) ROK par. 5.10			X		X	X	X			
Belastingen specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrusting) ROK par. 5.11			X	X		X	X			

Produkten =>	Vaste stalen bruggen	Staaldeel staalbeton bruggen	Palen en damwanden	Beweegbare bruggen	Natte kunstwerken staalconstructie	Mechanische uitrusting	Elektrotechnische instal.	Bediening en besturing 3)	Geluidsschermen	Verkeerskundige draagconstructies
Normen/richtlijnen/document: X= primair x = secundair (in rangorde na X)										
Belastingen specifiek (geluidsschermen) ROK par. 5.12			X						1)	
Belastingen specifiek (verkeerskundige draagconstructies) ROK par. 5.13			X							2)
STERKTE										
Sterkte algemeen NEN-EN 1993-1 serie + NB's + ROK par. 7.1 t/m 7.12	x	x	x	x	x	x			1)	2)
Sterkte specifiek (bruggen) NEN-EN1993-2 + NB + ROK par. 7.13	X	x		X	X					
Sterkte specifiek (staalbeton bruggen) NEN-EN 1994-1-1 + NB + ROK par. 8.1 NEN-EN 1994-2 + NB + ROK par. 8.3		x X								
Sterkte specifiek (palen en damwanden) NEN-EN 1993-5 + NB + ROK par. 7.14			X							
Sterkte specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrustingen) + ROK par. 7.15					X		x			
Sterkte specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrustingen) NEN 6786 (ook deels belastingen) + ROK par. 7.16				X	X	X	x			
GCW + ROK par. 7.17									X	
PVE VDC's (2005) ROK paragraaf 7.18										X
UITVOERING										
NEN-EN 1090-1 + ROK par. 7.19	X	X	X	X	X	X			X	X
NEN-EN 1090-2 + ROK par. 7.20 Incl. corrosiebeschermingsbijlagen SCON-2010-337-TCE SCON-2008-683-TCE OGOS-500-TRL OGOS-501-TRL + aanvullingen onder 2.7 in par. 7.20 Informatief: NBD16312, 16325, 16365	X	X	X	X	X	X			X	X

Produkten => Normen/richtlijnen/document: X= primair x = secundair (in rangorde na X)	Vaste stalen bruggen	Staaldeel staalbeton bruggen	Palen en damwanden	Beweegbare bruggen	Natte kunstwerken staalconstructie	Mechanische uitrusting	Elektrotechnische instal.	Bediening en besturing 3)	Geluidsschermen	Verkeerskundige draagconstructies
OVERIG										
NEN 6787 (beweegbare bruggen; veiligheid)				X	X	X	X	X		
NBD00100 (Eisen handelsproducten)				X	X	X				
NBD00500 (Eisen tandwielkasten)				X	X	X				
NBD00639 (Eisen staalkabels)				X	X	X				
NBD06000 (Eisen hydraulische bewegingswerken) zie tevens par. 13.16				X	X	X				
NBD09799 (Eisen kunststoffen)					X	X				
NBD10300 (Eisen technische deklagen)						X				
NBD00710 (Voegovergangen) en NBD00400 (Enkelvoudige voegovergangen), zie RTD 1007-2 NBD00401 (Geluidseisen voegovergangen), zie RTD 1007-3 RTD 1007-1 Meerkeuzematrix voegovergangen	X	X								
RTD 1009 Richtlijn asfalt op Kunstwerken	X	X								
NBD10201 (epoxy-slijtlagen)				X						
NBD00702A (Brugopleggingen) incl. losse bijlage belastingcombinaties, zie RTD 1012	X	X								
RTD 1014 Generieke eisen Elektrotechnische Installaties	X	X		X	X	X	X			
RTD 1013 Specificatie bliksem- en overspanningsbeveiliging	X	X		X	X	X	X			
Generieke eisen bediening en besturing 3)				X	X	X	X	X		
Normen genoemd in par. 13.12 "Voertuigkeringen, leuninggen, lichtmasten en schermen"	X	X		X						
Hemelwaterafvoer (zie par. 13.4)	X	X		X						
Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (zie paragraaf 13.8)	X	X		X	X	X				

¹⁾ T.a.v. geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen m.b.t. grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen). T.a.v. stalen geluidsschermen is

in de GCW voor de fabricage tevens de vervaardigingsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en de NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK par. 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

- 2) Voor Verkeerskundige DraagConstructies (= VDC's = Portalen en Uithouders als draagconstructie voor m.n. bewegwijzeringsborden, signalering en DRIP's) is een bindende standaard van toepassing (PVE VDC versie 2005).

Opmerking:

Alle hieraan verbonden eisen zijn opgenomen in het PVE VDC's met bijbehorende documenten. De standaard in deze versie van de ROK is gebaseerd op de TGB-1990-serie. Er wordt gewerkt aan aanpassing van de standaard aan de Eurocodes (waarbij gelijktijdig de range van overspanninglengtes en bordoppervlaktes wordt vergroot). Tot het moment van gereedkomen van de nieuwe standaard moet de huidige standaard (PVE versie 2005) als dekkend worden beschouwd voor alle eisen binnen deze ROK. Omdat de VDC's binnen DI in de Eurocode-filosofie in gevolgklasse 2 worden geplaatst zijn de belastingfactoren overeenkomstig de huidige TGB-situatie. De bepalende belastingen zijn eigen gewicht, wind en zettingen welke t.o.v. de TGB-serie nauwelijks veranderen. Ook aan de toetsingskant zijn de verschillen tussen TGB en Eurocode voor dergelijke constructies marginaal. De verwachting is derhalve dat de huidige standaard binnen het gehanteerde toepassingsgebied voldoet aan de Eurocode.

- 3) Bediening en besturing toe te voegen in latere versie van de ROK.

7.1

Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-1 + NB.

1.3	Eis
-----	-----

NEN-EN 1090 is van toepassing incl. de ROK aanvullingen in par. 7.19 en 7.20.

2.1.2 (1)	Eis
-----------	-----

Betrouwbaarheidsdifferentiatie dient te worden verkregen door keuze van de juiste gevolgklasse met bijbehorende belastingfactoren overeenkomstig NEN-EN 1990+NB en niet door differentiatie in het kwaliteitsbeheer bij ontwerp, berekening en uitvoering.

3.2	Eis
-----	-----

Voor de nominale waarden van de vloeigrens en de treksterkte voor constructiestaal met een dikte > 80 mm dienen de waarden uit de productnormen te worden gehanteerd. Aanvullende eisen m.b.t. constructiestaal zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2).

7.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-2 + NB.

7.3 Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgeformde dunwandige profielen en platen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-3 + NB.

7.4 Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-4 + NB.

7.5 Deel 1-5: Constructieve plaatvelden

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-5 + NB.

Bijlage C, C.1 (2)	Eis
--------------------	-----

Bijlage C is een informatieve bijlage. In C.1(2) zijn verschillende methoden voor eindige elementen berekeningen voor plaatconstructies gegeven. De te kiezen methode moet in overeenstemming zijn met de vereiste (danwel toegestane) methodiek van berekening in een algemene of een productgerichte norm.

Noot: bijvoorbeeld voor bruggen (of daaraan gelijk gestelde constructies in deze ROK) dient de globale krachtsverdeling in de constructie te worden gebaseerd op een lineair elastische berekening (d.w.z. altijd fysisch lineair en waar nodig geometrisch lineair of niet-lineair). Ook spanningen t.b.v. vermoeiingsanalyses moeten op dezelfde manier worden bepaald.

7.6 Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-6 + NB.

7.7 Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-7 + NB.

7.8 Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-8 + NB.

Algemeen	Eis
----------	-----

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. Waar deze norm verwijst naar NEN 6770 of NEN 6772 moet NEN-EN 1993-1-8 + NB gelezen worden. Onder mechanische verbindingen worden verstaan verbindingen met bouten, klinknagels of pinnen.

Algemeen	Eis
----------	-----

Alle verbindingsmiddelen en afdichtingsringen dienen thermisch verzinkt te worden, waarbij de draad niet mag worden ondersneden. Uitzonderingen hierop zijn:

- pasbouten;
- situaties waarbij i.v.m. duurzaamheid of esthetica de voorkeur uitgaat naar roestvast stalen bouten.

3.5	Toelichting
-----	-------------

*Voor de randafstand e_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal $1,5 * d_o$ worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal $1,2 * d_o$, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend.*

*Voor de steek p_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal $3,0 * d_o$ worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal $2,4 * d_o$, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend.*

E.e.a. overeenkomstig tabel 3.4 van NEN-EN 1993-1-8 par. 3.6.

3.6.1 (2) en 3.9.1 (1)	Eis
---------------------------	-----

De momentmethode, de HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan (zie ook par. 7.20 van de ROK).

3.6.1 (5)	Eis
-----------	-----

De maximale toelaatbare gatspeling voor bouten M12 en M14 in normale gaten bedraagt 1 mm.

3.9.1 (1)	Eis
-----------	-----

Voor de wrijvingscoëfficiënt μ mag gebruik worden gemaakt van NEN-EN 1993-1-8/NB, tabel 3.7a of NEN-EN 1090-2, art. 8.4 tabel 18 waarbij de voorwaarden van laatstgenoemde voor de oppervlaktebehandeling ook gelden voor eerstgenoemde. Bijlage G van de NEN-EN 1090-2 mag niet worden toegepast.

6.2.2 (7)	Eis
-----------	-----

Bij bepaling van de afschuifweerstand van een ankerbout moet met $\gamma_{Mb} = \gamma_{M2}$ worden gerekend.

6.2.2 (8)	Eis
-----------	-----

Het combineren van de afschuifweerstand en de wrijving is niet toegestaan voor slobgaten.

6.2.12	Eis
--------	-----

Voor (korte) ankers wordt verwezen naar NEN-EN 1992-1-1, art. 2.7 en de bijbehorende aanvullingen in de ROK.

7.9

Deel 1-9: Vermoeling

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-9 + NB.

3(7) tabel NB.1	Toelichting
-----------------	-------------

Ten aanzien van stalen bruggen wordt voor de keuze van de γ_{Mf} verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, 9.3(2) voor de keuze van de te hanteren materiaalfactoren

voor de orthotrope rijvloer en de overige dragende (aan vermoeiing onderhevige) constructiedelen, inclusief definitie (resp. $\gamma_{Mf}=1,15$ en $\gamma_{Mf}=1,35$).

3(7) tabel NB.1	Eis
-----------------	-----

Ten aanzien van alle op vermoeiing belaste constructies binnen de scope van dit ROK hoofdstuk (tenzij in een product-specifieke norm / ROK-deel anders vermeld, zoals bijv. bij bruggen, zie daarvoor de toelichting bij het voorgaande punt en NEN-EN 1993-2/NB) moet worden uitgegaan van "safe life" + "high consequence".

6.2 en 6.3	Eis
------------	-----

Ten aanzien van alle op vermoeiing belaste constructies binnen de scope van de ROK, is de vereenvoudigde methode met de λ 's, zoals bedoeld in 6.2 en 6.3 niet toegestaan. Voor bruggen geldt dat NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6) verplicht tot het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 4.

8 (2) en 8 (3)	Eis
----------------	-----

De toetsingsprocedure in 8 (2) en 8 (3) is gekoppeld aan het beschikbaar zijn van equivalente spanningsintervallen. Indien deze niet beschikbaar zijn of de methode van bepaling daarvan niet van toepassing is verklaard, dan dient de vermoeiingsverificatie overeenkomstig 8(4) via bijlage A van NEN-EN 1993-1-9 te worden uitgevoerd met schade-accumulatie conform bijlage A van de NEN-EN 1993-1-9.

Toelichting:

NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1 (6) verplicht voor stalen bruggen het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 4 welke tot spanningswisselingsspectra leidt en niet tot equivalente spanningen. Voor stalen bruggen moet derhalve gebruik worden gemaakt van verificatie conform bijlage A van de NEN-EN 1993-1-9.

8, tabel 8.8	Toelichting
--------------	-------------

De in tabel 8.8 gegeven vermoeiingsclassificaties voor orthotrope rijvloeren met gesloten verstijvers (troggen) moeten worden beschouwd in relatie tot hetgeen is gesteld in ROK paragraaf 7.13 onder 9.6(3) en NEN-EN 1993-2/NB, 9.6(3) (en NEN-EN 1993-2 bijlage F).

In tabel NB.7 van NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.1 zijn vermoeiingsclassificaties (incl. detaillering, beschrijving en nadere eisen t.a.v. voorbewerking, min. lasafmetingen, lasgeometrie, toleranties en NDO) gegeven voor nieuwe orthotrope rijvloeren. In tabel NB.8 van NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.1 zijn vermoeiingsclassificaties gegeven voor veel voorkomende details in bestaande orthotrope rijvloeren.

7.10 Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-10 + NB.

Algemeen	Toelichting
----------	-------------

Met betrekking tot eisen aan constructiestaal wordt tevens gewezen op de eisen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090).

7.11 Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-11 + NB.

Algemeen	Eis
----------	-----

In aanvulling op de NEN-EN 1993-1-11 + NB zijn de eisen conform CEB-FIP recommendations: "Acceptance of stay cable systems using prestressing steels" van toepassing. Daar waar de eisen van de CEB-FIP recommendations strijdig zijn met de NEN-EN 1993-1-11 + NB, prevaleert de NEN-EN 1993-1-11 ten aanzien van toetsingsaspecten in relatie tot sterkte (SLS en ULS en vermoeiing) en prevaleren de CEB-FIP recommendations t.a.v. materialen, fabricage, montage, systeemtesten, componenttesten en afnametesten enz., zoals opgenomen in de hoofdstukken 5, 6 en 7 van de CEB-FIP recommendations. Recommendations in de CEB-FIP moeten worden gezien als eisen.

In aanvulling op hoofdstuk 5 van de CEB-FIP recommendations geldt:

- 5.2 + 5.5: strengen moeten thermisch verzinkt zijn, met was/vet zijn gevuld en individueel PE/PP omhuld zijn;
- 5.7.1: de bundel strengen moet omhuld zijn met een HDPE-pijp van het type "monolithic".

In aanvulling op hoofdstuk 6 van de CEB-FIP recommendations. geldt:

- 6.2: de 3 axiale vermoeiingstesten, als onderdeel van de "initial approval testing" moeten zijn uitgevoerd met de in 6.2.1 genoemde hoekverdraaiing (als simulatie voor buigeffecten);
- 6.2: testen op de overgangszones in het corrosiebeschermingssysteem (zie ook 4.4.1) dienen te worden uitgevoerd;
 - de "leak tightness test" moet zijn uitgevoerd;
- 6.3: de "suitability test" moet worden uitgevoerd;
- 6.4: In aanvulling op tabel 6.3 geldt dat de vermoeiingstesten op de trekelementen moeten worden uitgevoerd met een frequentie van 2 op iedere 50 ton, gelijkmatig gespreid over de productie (met een minimum van 5 per project); De deflected tensile test moet worden uitgevoerd met een frequentie van 1 op iedere 80 ton (met een minimum van 3 per project).

Op hoofdstuk 7 van de CEB-FIP recommendations zijn geen aanvullingen.

1.1 (2), tabel 1.1	Toelichting
--------------------	-------------

Tuisystemen uit staaf-systemen (group A) en geslagen kabel (group B) zijn niet toegestaan voor bruggen voor wegverkeer.

2.1 (3)	Eis
---------	-----

Voor bruggen voor wegverkeer dient minimaal uitgegaan te worden van "exposure class 4".

4.1	Eis
-----	-----

In aanvulling op 4.1 moet elke tui tot een hoogte van 5 meter boven het brugdek (verticaal gemeten) worden beschermd door een antivandalismebuis.

4.1 (2) en 4.5	Eis
----------------	-----

De eis in NEN-EN 1993-1-11 moet worden gelezen als een systeem waarbij de strengen bestaan uit 7 individueel thermisch verzinkte draden binnen een met was/vet (systeemeigen) gevulde PE/PP strengomhulling per streng. In aanvulling daarop dient de bundel strengen omhuld te zijn met een HDPE-pijp (met geschikte

voorzieningen voor thermische effecten en effecten t.g.v. de lengteveranderingen van de tui t.g.v. belasting). De verankeringszone van de strengen (ankerkap, verankeringszone en gestripte strenglengte) moet middels volledige vulling met was/vet (systeemeigen) tegen vochtindringing worden beschermd. Van de strengen afkomend (condens-)vocht mag nergens in blijven staan.

7.12 Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-12 + NB.

Algemeen	Eis
----------	-----

Deze norm mag niet worden toegepast.

7.13 Deel 2: Stalen bruggen

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabellen 7.1 en 7.2.

Aanvullingen op NEN-EN 1993-2 + NB.

Algemeen	Eis
----------	-----

Genoemde normen zijn van toepassing op:

- de staalconstructie van vaste stalen bruggen
- de staalconstructie van staalbeton bruggen
- de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen
- de staalconstructie van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies (sluisdeuren, keermiddelen, enz.).

Ten aanzien van de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen moeten genoemde normen worden gezien 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.

Noot:

De huidige versie van NEN 6786:2001 + wijzigingsbladen is thans in bewerking en wordt omgezet naar een Nederlandse norm aansluitend bij de Eurocode; na vaststelling door NEN moet de nieuwe versie worden gebruikt.

Specifieke aanvullingen, aanwijzingen en eisen m.b.t. het gebruik van de NEN 6786 (mede in relatie tot de aansluiting op de Eurocode) voor zowel de staalconstructie als de mechanische uitrusting zijn opgenomen in:

- ROK hoofdstuk 4.4 v.w.b. basiseisen (grondslagen);
- ROK hoofdstuk 5.11 v.w.b. belastingen;
- ROK hoofdstuk 7.16 v.w.b. sterkteregels.

Ten aanzien van de staalconstructie van staalbetonbruggen moet NEN-EN 1993-2 worden gebruikt in samenhang met NEN-EN 1994-2+NB en NEN-EN 1992-2+NB.

Ten aanzien van de staalconstructie van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies (sluisdeuren, keermiddelen, enz.) zijn geen specifieke Eurocodes opgesteld. Deze constructie moeten voor de beoordeling van de sterkte gelijkgesteld worden aan de bruggen. Specifieke aanvullingen, aanwijzingen en eisen m.b.t. het

gebruik van NEN-EN 1993-2 + NB in relatie tot de toepassing voor staalconstructies van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies, inclusief mechanische uitrusting, zijn opgenomen in:

- ROK hoofdstuk 4.3 v.w.b. basiseisen (grondslagen);
- ROK hoofdstuk 5.10 v.w.b. belastingen;
- ROK hoofdstuk 7.15 v.w.b. sterkteregels.

1.1.2 (5)	Eis
-----------	-----

NEN-EN 1090 is van toepassing inclusief de aanvullingen in ROK par. 7.19 en 7.20.

2.1.2 (1)	Eis
-----------	-----

Betrouwbaarheidsdifferentiatie dient te worden verkregen door keuze van de juiste gevolgklasse met bijbehorende belastingfactoren overeenkomstig NEN-EN 1990+NB en niet door differentiatie in het kwaliteitsbeheer bij ontwerp, berekening en uitvoering.

2.1.3.2, 2.1.3.3, 4	Eis
---------------------	-----

De dragende (constructieve) staalconstructiedelen moeten onverkort (zonder vervanging binnen de levensduur) kunnen voldoen aan de levensduureis (conform NEN-EN 1990/NB, tabel NB.8). Dragende (constructieve) onderdelen, waarvoor vervanging gedurende de levensduur wel acceptabel is, zijn:

- Opleggingen (levensduureis: 25 jaar);
- Voegovergangen (levensduureis: 40 jaar bij nieuwbouw, 25 jaar bij vervanging).

Bereikbaarheid, inspectie, onderhoud en vervanging van deze onderdelen moet veilig en goed mogelijk zijn. Voorzieningen daartoe moeten worden meegenomen (viziellocaties moeten visueel zichtbaar zijn op zowel de bovenbouw als de onderbouw). Zie ook ROK paragrafen 13.1 en 13.8.

Vervanging van opleggingen van vaste bruggen moet mogelijk zijn zonder de beschikbaarheid en het gebruik van de brug te beïnvloeden. Vervanging van voegovergangen moet mogelijk zijn met hooguit beperkte beïnvloeding van de beschikbaarheid en het gebruik van de brug.

Bereikbaarheid, inspectie, onderhoud en vervanging van aankledingonderdelen moet veilig en goed mogelijk zijn. Zie ook ROK paragraaf 13.8.

Onder "aankledingsonderdelen" van de constructie worden onderdelen verstaan die geen primaire functie hebben in de afdracht van de nuttige functionele belasting. Hierbij moet gedacht worden aan:

- Asfaltslijtlagen en epoxy-slijtlagen;
- Voertuigkeringen;
- Corrosiebeschermingssystemen;
- Inspectie/conserveringswagens + banen (onderhoudsvoorzieningen);
- Hemelwaterafvoersystemen;
- Elektrische voorzieningen (o.a. kokerverlichting, stroomvoorziening t.b.v inspectie en onderhoud, scheepvaartverlichting, bliksem- en overspanningbeveiliging, enz.);
- Weginformatiesystemen.

Specifiek:

- Tenzij in deel 1 van de vraagspecificatie (VS1) van het contract anders bepaald, moeten t.b.v. de bereikbaarheid voor inspectie en onderhoud, bij vaste bruggen over water, wagenbanen en inspectiewagens worden aangebracht. De inspectiewagens moeten het mogelijk maken de gehele onderzijde (alles onder dekplaatniveau) op handafstand te inspecteren en onderhouden. De wagenbanen moeten tevens geschikt zijn voor conserveringswagens. De wagens moeten veilig bereikbaar en toegankelijk zijn en veilig in gebruik (o.a. wielbreuk/valbeveiliging, rem, eindstops op de banen). Inspectiewagens moeten geschikt zijn voor een nuttige karakteristieke belasting van $1,5 \text{ kN/m}^2$ i.c.m. een lokale belasting op een willekeurige locatie van 7.5 kN. De inspectiewagens dienen uitgevoerd te worden met zowel een elektronische als een handmatige voortbeweging (noodgevallen). De inspectiewagens moeten elektronisch worden voortbewogen met een snelheid van min. 15 m/minuut (bij de handbediening mag een lagere snelheid worden aangehouden). Voor onbevoegden moet de toegang tot en de voortbeweging van de wagen(s) onmogelijk zijn. De wagens en banen moeten voorzien zijn van CE-markering. De wagenbanen moeten tevens geschikt zijn voor het aanbrengen en verplaatsen van conserveringswagens. Conserveringswagens moeten geschikt zijn voor een nuttige karakteristieke belasting van $2,5 \text{ kN/m}^2$ i.c.m. een lokale belasting op een willekeurige locatie van 10 kN. Het functionele oppervlak van een conserveringswagen moet zodanig zijn dat met 1 of meerdere wagens (dwars op de rijrichting) een werkvak ter grote van de brugbreedte * de dwarsdragerafstand + $2 \times 1 \text{ m}$ kan worden afgesloten. Wagens en banen moeten worden voldoen aan gevolgklasse 2 van NEN-EN 1990.

De massa van de wagenbanen moet worden meegenomen als eigen gewicht. De massa en belasting van de inspectiewagens als veranderlijke belasting in combinatie met verkeer. Voor de beoordeling van de brugconstructie bij gebruik van de banen door (een) conserveringswagen(s) mag gebruik worden gemaakt van NEN 8700 / NEN 8701 (dit geldt niet voor de baan zelf en de conserveringswagens).
- Toegankelijke kokervormige elementen moeten veilig bereikbaar zijn en betreedbaar zijn middels een afsluitbare deur of luik. In kokers moeten voorzieningen zijn voor een veilige doorgang door de koker (o.a. trappen, bordessen, mangaten, verlichting en stroom (WCD's op regelmatige afstanden, maximaal 15 m). Verlichting en stroom moeten bij elke buitendeur aan- en af te sluiten zijn.
- Condensvorming en vloeistoftoetreding in kokers moet worden voorkomen.
- In kokers moeten voorzieningen worden getroffen om eventuele onbedoelde vloeistoffen in de koker af te voeren naar 1 of meerdere locaties met een afvoer naar buiten.
- Tenzij in het contract (VS1) nadrukkelijk anders is vermeld, is het in of door kokervormige constructie-elementen niet toegestaan om vloeistoffen (hemelwaterafvoer of anderszijds) of gassen te transporteren.
- Het corrosiebeschermingssysteem in toegankelijke kokers moet, bij toepassing van een organisch systeem, de kleur wit hebben.
- Leuning, voertuigkeringen, geluidsschermen, antivandalismeschermen en lantaarnpalen moeten middels een demontabele boutverbinding aan de (hoofd-)constructie worden verbonden. Schade aan de hoofdconstructie bij overbelasting (calamiteiten) van genoemde elementen moet worden voorkomen. Hiertoe moet, tenzij elders anders vermeld, het element van de hoofdconstructie

waarop het betreffende onderdeel wordt aangesloten een overcapaciteit hebben van minimaal 50% t.o.v. de bezwijklast van de genoemde elementen.

- Constructies moeten zodanig zijn vormgegeven / gedetailleerd dat zich nergens vocht en vuil kan verzamelen en dicht zijn voor vogels en vleermuizen.

2.2	Eis
-----	-----

De vertaling van belastingen naar de krachtsverdeling in de constructie moet plaats vinden middels elastische rekenmodellen, eerste orde elastisch of, waar noodzakelijk, tweede orde elastisch/geometrisch niet-lineair.

3.1 / 3.2	Eis
-----------	-----

Voor de nominale waarden van de vloeigrens en de treksterkte voor constructiestaal met een dikte > 80 mm dienen de waarden uit de productnormen te worden gehanteerd. Aanvullende eisen m.b.t. constructiestaal zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 5 basisproducten).

3.1 / 3.2	Eis
-----------	-----

Het gebruik van S460 is niet toegestaan.

3.5	Eis
-----	-----

Opleggingen moeten voldoen aan NBD00702a (RTD 1012). In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en bijlage A en par. 13.7.

3.6	Eis
-----	-----

- Opleggingen moeten voldoen aan NBD00702a + bijlage belastingcombinaties (RTD 1012). In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en naar paragraaf 13.7;
- Voegovergangen moeten voldoen aan NBD00401, NBD00400 of NBD00710 en het document "Meerkeuzematrix voegovergangen". In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en naar paragraaf 13.2 (resp. RTD's 1007-1, 2 en 3);
- Asfaltstrijtlagen moeten voldoen aan het document "Richtlijn asfalt op kunstwerken";
- Epoxy-slijtlagen moeten voldoen aan NBD10201;
- Voor hemelwaterafvoer wordt verwezen naar paragraaf 13.4.
- Elektrische voorzieningen moeten voldoen aan het document "Generieke eisen elektrotechnische installaties";
- Bliksem- en overspanningbeveiliging moet voldoen aan document "Specificatie Bliksem- en overspanningsbeveiliging";
- Lantaarnpalen moeten voldoen aan paragraaf 7.21.

4	Eis
---	-----

Zie tevens eisen/teksten bij 2.1.3.3 / 2.1.3.4 / 4.

4.4	Eis
-----	-----

Vermoeiingstoetsing moet worden uitgevoerd voor alle onderdelen, niet alleen voor onderdelen welke niet voor inspectie toegankelijk zijn.

Alle onderdelen moeten bereikbaar zijn voor inspectie en onderhoud.

Bij onderdelen waarbij de duurzaamheid t.a.v. corrosie wordt verkregen middels sealen van een inwendige ruimte, moet ter verificatie van de lucht/vochtdichtheid worden afgeperst en moet rekening worden gehouden met inwendige over- en onderdruk overeenkomstig de bepalingen van NEN-EN 1991-1-5 + NB. Uitzondering hierop vormt het inwendige van troggen.

5.2.2	Eis
-------	-----

Voor $\alpha_{cr} < 3$ is een meer nauwkeurige 2^e orde berekening nodig.

5.4.1	Eis
-------	-----

Zie ook onder 2.2. Bij buitengewone ontwerptoestanden mag alleen met de plasticiteitstheorie de krachtsverdeling worden berekend wanneer het gaat om de lokale krachtsinleiding en –afdracht t.g.v. een aanrijding of aanvaring in geval van elementen die bij bezwijken niet tot bezwijken van de constructie leiden.

Bovenstaande geldt niet voor de krachtsafdracht bij aanrijding van voertuigkeringen (zie daarvoor NEN-EN 1991-1-7+ NB).

7.3 (4)	Eis
---------	-----

Overeenkomstig NEN-EN 1993-2/NB 2.1.3.3(4) moeten blijvende voorspanverbindingen tussen constructieve onderdelen worden uitgevoerd volgens categorie C. Uitzondering op de regel zijn windverbanden (op of onder brugdekniveau in geval van houten of soortgelijke dekken) waar gekozen mag worden voor categorie A.

7.5	Eis
-----	-----

Voor eisen t.a.v. toetsing van het profiel van vrije ruimte wordt verwezen naar de eis in ROK paragraaf 4.1 onder A.2.4.2(3).

7.6	Eis
-----	-----

Leuningen en geleiderails moeten het theoretische verticale en horizontale verloop goed volgen (horizontale en verticale maximale afwijking van theoretisch verloop + en – 5 mm). Leuningen moeten gedilateerd (kunststof schuifverbindingen) zijn en moeten middels een boutverbinding losneembaar aan de constructie zijn bevestigd. De boutverbinding mag niet a.g.v. trillingen los kunnen raken.

7.8.1 (3)	Eis
-----------	-----

Zie onder 7.9 en 7.10.

7.8.2	Eis
-------	-----

1^e aandachtsstreepje vervalt

2^e aandachtsstreepje moet worden gelezen als: maximaal 5 mm of zoveel minder als de voegovergang toelaat

7.8.3	Eis
-------	-----

In geval van (kans op) trillingen van individuele onderdelen a.g.v. aanstoting (bijv. mechanische aanstoting door verkeer) moeten spanningswisselingen in die onderdelen onder de vermoeiings-ondergrens ("cut-off-limit") van de betreffende details blijven of moeten bij ontwerp en uitvoering afdoende (en realiseerbare) voorzieningen worden getroffen om de trillingen na optreden weg te nemen.

7.9	Eis
-----	-----

De uitgangspunten en eisen voor de toetsing van bruggen met voetgangers t.a.v. comfort (deels ook sterkte) zijn opgenomen in:

- NEN-EN 1990 + NB art. A.2.4.3.2
- NEN-EN 1991-2 + NB art 5.7 + bijlage NB.A

Basis voor de eisen in bovengenoemde artikelen is gemiddeld gebruik van een brug conform (voetgangers)-verkeersklasse 3. In geval zich op de brug regelmatig situaties voordoen met een hogere verkeersklasse (bruggen bij (voetbal)stadions, grote openbare gelegenheden, treinstations), dan dient bij gelijke comfortcriteria de hogere verkeersklasse in rekening te worden gebracht.

7.10	Eis
------	-----

In geval van (kans op) trillingen van slanke (individuele) onderdelen a.g.v. windeffecten (o.a. vortex) moeten spanningswisselingen in die onderdelen onder de vermoeiingsondergrens ("cut-off-limit") van de betreffende details blijven of moeten bij ontwerp en uitvoering afdoende (en realiseerbare) voorzieningen worden getroffen om de trillingen na optreden weg te nemen.

In geval van kans op trillingen van een brug als geheel a.g.v. windeffecten (o.a. vortex) moet de mate van excitatie, voor zover binnen de grenzen / het toepassingsgebied van de NEN-EN 1991-1-4, met die norm op theoretische basis worden onderzocht. In het geval de constructie buiten het toepassingsgebied van de NEN-EN 1991-1-4 ligt, moet, bij kans op trillingen van een brug als geheel a.g.v. windeffecten (o.a. vortex), windtunnelonderzoek worden uitgevoerd.

In alle gevallen dient te worden aangetoond dat trillingen gedurende de levensduur niet tot schade (statisch of vermoeiing) leiden en niet tot discomfort leiden. Onder discomfort wordt in deze verstaan:

- bij verkeersbruggen toegankelijk voor voetgangers: zie eisen voetgangersbruggen
- bij verkeersbruggen niet toegankelijk voor voetgangers: nader te bepalen

7.11 (2)	Eis
----------	-----

Zie aanvulling op 4.4.

7.12	Eis
------	-----

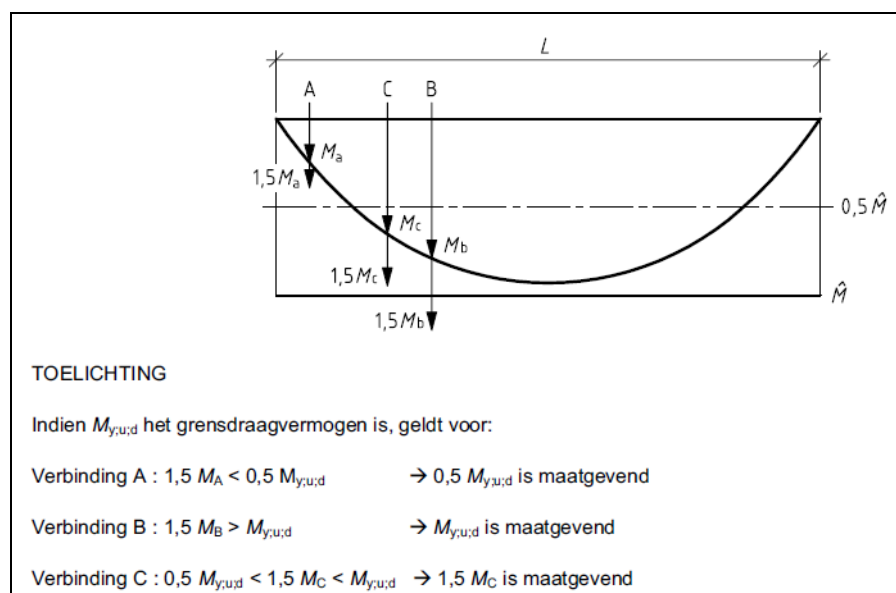
Tenzij in het contract (VS1) anders is vermeld, moet regenwater worden opgevangen en, middels een regenwaterafvoersysteem, worden afgevoerd naar een in het contract vermelde locatie.

Indien rechtstreeks afvoer op de onderliggende structuur is toegestaan, moeten positie en lengte/hoogteligging van de afvoerlocaties zodanig worden gekozen dat, rekening houdend met de wind, geen afkomend water op constructiedelen kan komen of tegen constructiedelen kan waaien.

Tenzij in het contract (VS1) nadrukkelijk anders is vermeld, is het in of door kokervormige constructie-elementen niet toegestaan om vloeistoffen (hemelwaterafvoer of anderszijds) te transporteren.

8.0 (NB)	Toelichting
----------	-------------

Als toelichting op de tekst kan figuur 7-1 worden toegepast.

**Figuur 7-1: Toelichting bij NEN-EN 1090-2/NB, 8.0**

8.1	Eis
-----	-----

Aanvullende eisen m.b.t. verbindingsmiddelen zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.8 en ROK paragraaf 7.20. Zie tevens onder 7.3(4).

8.2	Eis
-----	-----

Aanvullende eisen m.b.t. lassen zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.8 en ROK paragraaf 7.20.

Lasnaden in plaatvelden van constructieve hoofdelementen (b.v. 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).

Delingslassen van lijfplaten van hoofdliggers en dwarsdragers moeten versprongen liggen van delingslassen in de bijbehorende flenzen.

9.1.1	Eis
-------	-----

Vermoeingsverificatie moet zijn uitgevoerd voor alle kritieke locaties.

9.1.2, 9.2.1, 9.2.2 en 9.4.1	Eis
------------------------------	-----

Vermoeingsbelastingmodellen 1, 2 en 3 (NEN-EN 1991-2 + NB) mogen niet worden gebruikt. De vermoeingsverificatie moet zijn uitgevoerd volgens:

- "vermoeingsbelasting model 4 van NEN-EN 1991-2 + aanvullende regels in NEN-EN 1991-2/NB" (zie NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6));
- de methodiek van bijlage A van NEN-EN 1993-1-9 (zie ook NEN-EN 1993-1-9, 8(4));

- classificaties conform NEN-EN 1993-2 bijlage F, NEN-EN 1993-2, 9.6 en NEN-EN 1993-1-9 + NB (in rangorde van geldigheid en inclusief bijbehorende eisen t.a.v. toleranties, voorbereiding, lassen en NDO van NEN-EN 1993-2, bijlage F).

De in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F tabel F.1 aangegeven detaillering is verplicht voor bruggen voor wegverkeer in verkeerscategorie 1,2 en 3 (NEN-EN 1991-2/NB). Ontbrekende onderdeelafmetingen, plaatdikten en lasafmetingen (waar niet direct volgend uit de voorgeschreven detaillering) moeten worden bepaald (statisch en vermoeiing).

9.1.3	Eis
-------	-----

De titel van deze paragraaf moet worden gelezen als “design of railway and road bridges”. De aangegeven detaillering / kritieke zones zijn ter illustratie (niet volledig). De gegeven figuren geven vermoeiingstechnisch kritieke zones weer voor troggen, dekplaat en trog-dwarsdrager verbinding en beogen niet een compleet overzicht van alle kritieke zones in een brug of orthotrope rijvloer aan te geven (t.a.v. orthotrope rijvloer, zie NEN-EN1993-2/NB, bijlage F).

9.4.1 (1) t/m (4)	Eis
-------------------	-----

Genoemde artikelen mogen niet worden gebruikt voor bruggen voor wegverkeer (zijn gekoppeld aan het gebruik van belastingmodel 3 voor vermoeiing, wat voor stalen bruggen niet mag worden gebruikt, gebruik van vermoeiingsmodel 4 is verplicht volgens NEN-EN 1993-2/NB, art. 9.4.1(6)).

9.4.2	Eis
-------	-----

Onder de orthotrope rijvloer wordt verstaan:

- de dekplaat;
- de langsverstijvers;
- de aansluiting van langsverstijvers aan het dwarsdragerlijf.

Voor de kritieke zones in een orthotrope rijvloer, benoemd in de figuren 9.1 en 9.2 van NEN-EN 1993-2 (ook in geval van trogdoorvoeren zonder “cope holes”) en aangevuld met de potentiële scheurlocaties zoals opgenomen in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F moet (tenzij in deze ROK en/of de NEN-EN 1993-2/NB anders is vermeld) gebruik worden gemaakt van een voldoende fijn FEM-model opgebouwd uit (minimaal) schaalementen. Het model moet een representatief deel van voldoende omvang van het totale brugdek omvatten. Met het model (+nabewerking) moet het spanningswisselingspectrum van de passerende wagens (wageninvloedslijnen te verkrijgen uit berekening individuele as/wiel-invloedslijnen met een voldoende kleine stapgrootte in en dwars op de rijrichting) van vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2/NB worden bepaald, waarna m.b.v. bijlage A van NEN-EN 1993-1-9 met classificaties volgens NEN-EN 1993-2/NB bijlage F, de schade kan worden berekend. In geval NEN-EN 1993-2/NB bijlage F voor specifieke scheurlocaties een vereenvoudigde geeft, mag die worden gebruikt. T.a.v. zone 2 van figuur 9.1 moet (i.g.v. doorgestoken troggen) onderscheid gemaakt worden tussen scheuren in de dekplaat t.p.v. en tussen de dwarsdragers in en scheuren in de langslas tussen het troglijf en de dekplaat (e.e.a. in overeenstemming met NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F). Alternatieve (t.o.v. bovenstaand vereenvoudigde) bepaling van de spanningen/schade is toegestaan mits aangetoond wordt dat de gebruikte

benadering de werkelijkheid voldoende benadert en conservatief is (met alternatief wordt niet bedoeld een ander vermoeiingsbelastingmodel als is voorgeschreven). Vermoeiingsanalyse in het hoofddraagstelsel en dwarsdragers/console's mag worden uitgevoerd met spanningswisselingen volgens uit vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2 + NB op het elastische rekenmodel wat eveneens wordt gebruikt voor de statische analyse.

9.4.2.1

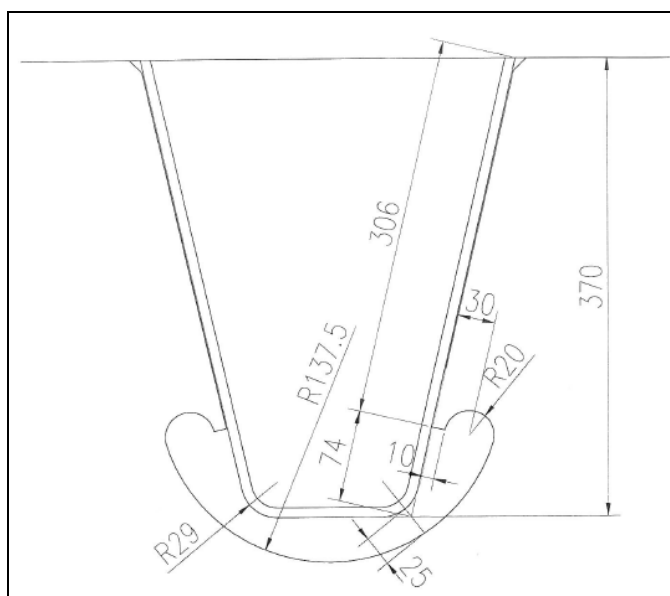
Eis

In genoemd artikel staat aangegeven dat voor de langsverstijvers gebruik mag worden gemaakt van een analyse met een "continuous beam on elastic supports" voor de berekening van langsverstijvers op vermoeiing. Dit geldt primair voor de zones 3 en 4 van figuur 9.1 en 1 en 2 van figuur 9.2 bij controle op scheurvorming door vermoeiing in de langsverstijvers zelf. Zones 1, 2 en 5 mogen met een dergelijk vereenvoudigd model niet (of slechts gedeeltelijk) worden geanalyseerd.

9.4.2.2

Eis

"Cope-holes" zijn alleen toegestaan bij dwarsdragers met een constructiehoogte ≥ 1200 mm en een minimale lijfdikte van 12 mm. Als "cope-holes" worden gebruikt moeten ze van het Haibach-type zijn (zie figuur 7-2, aan te passen aan projectspecifieke trogafmetingen). Bij de berekening moet tevens rekening worden gehouden met buiging uit het vlak van de dwarsdrager als gevolg van de doorbuiging van de langsverstijvers (troggen) onder invloed van verkeer.



Figuur 7-2: "Cope-hole" Haibach-type

9.5.1 t/m 9.5.2

Eis

De in genoemde artikelen gegeven procedure voor analyse van vermoeiing is gekoppeld aan het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 3 van NEN-EN 1991-2 en derhalve niet toegestaan voor wegverkeer (vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2 moet worden toegepast conform NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6)). Verwezen wordt naar de procedure genoemd onder 9.1.2 + 9.2.1 + 9.2.2 + 9.4.1.

9.6 (3)	Eis
---------	-----

Voor de vermoeiingsclassificatie van details van orthotrope rijvloeren wordt, in aanvulling op de NEN-EN 1993-1-9 + NB, verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F tabel NB.6. De classificaties in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage NB.7 (met bijbehorende eisen) gaan voor de classificaties in NEN-EN 1993-1-9 tabel 8.8, voor wat betreft de overeenkomende details.

De in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F tabel F.1 aangegeven detaillering voor orthotrope rijvloeren is verplicht voor bruggen voor wegverkeer in verkeerscategorie 1,2 en 3 (NEN-EN 1991-2/NB) bij keuze voor een orthotrope rijvloer met trogvormige langsverstijvers. De verplichting geldt met inbegrip van de eisen gesteld in de rechterkolom van de genoemde tabel (en betreft derhalve voor een deel ook uitvoeringsaspecten). In verband met de projectspecifiek te bepalen constructieafmetingen ontslaat de verplichte detaillering (incl. uitvoeringsaspecten) de opdrachtnemer niet van de plicht om middels berekeningen aan te tonen dat de constructie statisch en qua vermoeiing aan de gestelde eisen voldoet (sterkte en levensduur).

Qua rangorde gaan de uitvoeringseisen in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F tabel F.1 voor de eisen in de ROK hoofdstuk 7.20 (geldt alleen voor conflicterende eisen).

9.7	Eis
-----	-----

Ten aanzien van het gestelde m.b.t. nabehandelen van lassen: dit is alleen toegestaan voor bestaande bruggen, waarbij in aanvulling geldt dat moet worden aangetoond dat de te verkrijgen geometrie reproduceerbaar is en het positieve effect op de classificatie aantoonbaar is.

10.3	Eis
------	-----

Zie tevens onder 7.10.

Bijlage A (opleggingen)	Eis
----------------------------	-----

Bijlage A is informatief. Voldaan moet worden aan NBD00702a + bijlage belastingcombinaties (RTD 1012).

Bijlage B (voegovergangen)	Eis
-------------------------------	-----

Bijlage B is informatief. Voldaan moet worden aan NBD00400 + NBD00401 + NBD00710 (RTD's 1007-1, 2 en 3).

Bijlage C (aanbevelingen voor het constructief detailleren van stalen brugdekken) Algemeen	Eis
---	-----

Bijlage C (NEN-EN 1993-2 + NB) is informatief. Uitvoeringsaspecten, benoemd in bijlage C, zijn niet van toepassing (geldt overal waar verwezen wordt naar de tabellen C.3, C.4, C.5 en de tabellen zelf met uitzondering van tabel C.4 detail 16, zie hiervoor specifiek onder C.1.4.3 (2)). Voor uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2 en de aanvullingen daarop in ROK paragraaf 7.20 en wordt, specifiek voor details van orthotrope rijvloeren van bruggen, tevens verwezen naar de aanvulling bij NEN-EN 1993-2, 9.6 en daarmee naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F. Laatstgenoemde bijlage geeft naast classificaties voor vermoeiing ook uitvoeringseisen (voorbewerking, min. lasafmetingen, lasgeometrie, toleranties, NDO) en gaat qua rangorde voor de bepalingen van de NEN-EN 1090-2.

Ten aanzien van ontwerpaspecten wordt met nadruk gewezen op NEN-EN 1993-2/NB, 9.6(2) t.a.v. de verplichtingen tot verificatie op statische sterkte en vermoeiing en de ROK aanvulling op NEN-EN 1993-2, 9.6.

De in NEN-EN 1993-2/NB gegeven aanvullingen op de informatieve bijlage C gaan qua rangorde voor bijlage C van de norm (geldt alleen voor conflicterende zaken, items die elkaar aanvullen zijn beide van kracht).

Bijlage C (aanbevelingen voor het constructief detailleren van stalen brugdekken) Specifiek	Eis (E) / Toelichting (T)
--	---------------------------

Specifieke informatie uit bijlage C welke in onderstaand overzicht als eis (E) zijn aangegeven moeten als normatief worden gezien (onder inachtnaam van het gestelde in 9.6(2) van de NB):

C.1 "Highway bridges" moet worden gelezen als alle bruggen in RWS-contracten.

C.1.1(3) (E) informatie geldt niet alleen voor zwaar belaste rijstroken, maar voor de volledige breedte voor verkeer.

C.1.2.1 (T) Dekplaatscheuren kunnen op meerdere locaties ontstaan. Zie b.v. o.a. NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F detail 1 (tussen de dwarsdragers in) en 2 (t.p.v. de dwarsdragerdoorvoer), NEN-EN 1993-2/NB, tabel N.3 kritieke zones 1 en 2 en de verbindingssystemen tussen dekplaatdelen onderling.

C.1.2.1(3) (E) Composietwerking tussen stalen dek en (asfalt)slijtlaag mag rekenkundig niet worden gebruikt. Alleen de spreiding van het asfalt mag in rekening worden gebracht.

C.1.2.1 Figuur C.2 en C.3 zijn ter illustratie van de krachtswerking maar geen volledige basis voor modelvorming.

C.1.2.2 (E) Vervangen door tekst in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage C.1.2.2. (waarbij in tabel NB.5 "hogesterktebeton" moet worden verwijderd. Met nadruk wordt erop gewezen dat de minimale asfaltlaagdikte waarvoor de gegeven dekplaatdikten gelden 60 mm is.

C.1.2.3 (E) Verbindingslassen tussen dekplaatdelen onderling moeten volledig doorgelaste X-naden zijn.

C.1.3.2 (E) V-vormige langsverstijvers zijn niet toegestaan.

C.1.3.3(2) (E) zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F detail 1, 2 en 3

C.1.3.4(1)+(3)+(4) (E) zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F detail 5; de lasvolgorde beschreven onder (3) moet zijn aangehouden.

C.1.3.5.2(1)+(3) zie aanvulling bij 9.4.2.2

C.1.3.5.2(2) +(3)+(4) (E) "cope hole"-vormen als bedoeld in dit artikel zijn niet toegestaan (zie 9.4.2.2)

C.1.3.5.3 (T) Tussengelaste langsverstijvers mogen worden toegepast mits wordt voldaan aan de eisen m.b.t. statische sterkte en vermoeiingslevensduur.

C.1.4.2(2) (E) Gelaste delingen in lijfplaten van dwarsdragers moeten volledig doorgelaste X-naden zijn

C.1.4.3(2) (E) In het geval de onderflenzen van dwarsdragers en hoofdliggers op 1 niveau liggen moeten de aansluiting overeenkomstig tabel C.4 detail 16 worden uitgevoerd met als aanvullende eis dat lassen minimaal 50 mm buiten de afronding moeten worden gesitueerd.

C.1.4.3(3) (E) Delingen in flenzen van dwarsdragers moeten volledig doorgelaste X-naden zijn tabellen C.3, C.4 en C.5 (T) T.a.v. de tabellen C.3, C.4 en C.5 zie de algemene opmerkingen (met hierop 1 uitzondering: C.4 (16), zie bovenstaand eis bij C1.4.3(2))

Bijlage D (kniklengten van staven in bruggen en aannamen voor geometrische imperfecties)	Toelichting
--	-------------

Informatief; geen aanvullingen.

Bijlage E (combinatie van effecten van belastingen op lokale draagsystemen en globale draagsystemen)	Toelichting
--	-------------

Conform NEN-EN 1993-2/NB mag deze bijlage niet worden gebruikt, inhoudende dat combinatie van effecten van belastingen op lokale draagsystemen en globale draagsystemen moet worden meegenomen zonder reductie van één van beide. Dit betekent feitelijk dat de bijlage wel kan worden gebruikt indien voor de combinatiefactor ψ de waarde 1 wordt gehanteerd.

7.14 Deel 5: Palen en damwanden

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-5 + NB

7.15 Natte kunstwerken en mechanische uitrustingen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabellen 7.1 en 7.2.

Staalconstructies van natte kunstwerken moeten t.a.v. de sterkte, duurzaamheid en bruikbaarheid gelijk worden gesteld aan bruggen en derhalve voldoen aan hetgeen gesteld in de ROK-delen m.b.t. bruggen (vast en beweegbaar) en de uitvoeringseisen in ROK paragraaf 7.20. Daar waar qua terminologie in genoemde ROK-delen specifieke brugcomponenten worden genoemd moeten de corresponderende componenten van de natte kunstwerken worden gelezen.

De mechanische uitrusting van natte kunstwerken moet t.a.v. de sterkte en duurzaamheid gelijk worden gesteld aan de mechanische uitrusting van beweegbare bruggen en moet derhalve voldoen aan hetgeen gesteld in ROK paragraaf 7.16. Daar waar qua terminologie in ROK paragraaf 7.16 specifieke brugcomponenten worden genoemd moeten de corresponderende componenten van de natte kunstwerken worden gelezen.

Voor de grondslagen en belastingen voor de berekening van natte kunstwerken incl. mechanische uitrustingen wordt verwezen naar ROK paragraaf 4.3 en 5.10.

7.16 Beweegbare bruggen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabellen 7.1 en 7.2.

Algemeen	Eis
----------	-----

Alle verwijzingen in de NEN 6786/6787 naar de TGB 1990-serie, NEN 6788 en NEN 2063 dienen gelezen worden als verwijzingen naar de betreffende normen/artikelen in de NEN-EN 1990 serie, NEN-EN 1991 serie en de NEN-EN 1993 serie incl. bijbehorende NB's en ROK-delen.

Noot: In ROK paragraaf 13.16 zijn specifieke aanvullingen op de NBD06000 "Eisen voor hydraulische bewegingswerken" opgenomen.

Aanvullingen op NEN 6786.

5.2.7	Eis
-------	-----

De verlangde constructieve levensduur van hydraulische cilinders met een boring groter dan 300 mm bedraagt 50 jaar. Hierbij mag uitgegaan worden dat eenmaal tijdens de levensduur de afdichtingen en geleidingen worden vervangen.

5.4.1.2	Eis
---------	-----

Als niets anders is vermeld dan mag de benodigde bewegingstijd voor de noodaandrijving een factor 5 groter zijn dan die van de hoofdaandrijving. Een noodaandrijving is vereist voor het brug-bewegingsmechanisme, sluisdeurbewegingsmechanisme e.d.

Voor het bewegingsmechanisme voor afsluitbomen, grendels e.d is bij storing met de hand kunnen bewegen voldoende.

Voor het noodbedrijf kan gebruik worden gemaakt van delen van het bewegingsmechanisme voor het hoofdbedrijf

5.4.1.4	Eis
---------	-----

De toelichting bij 5.4.1.4 is normatief

8.2.1.2	Eis
---------	-----

De windsnelheid moet gemeten worden met een windmeter bij de brug. Voor bepalen van de toelaatbare windsnelheid waarbij de brug nog mag worden bewogen wordt verwezen naar de toelichting bij 8.2.1.2.

8.4.2.2.2	Eis
-----------	-----

Als er geen speciale maatregelen worden genomen, bijvoorbeeld in de vorm van elektrische of hydraulische koppelingen, dan dient elk brug-bewegingsmechanisme (in geval van toepassen van meerdere bewegingswerken) ontworpen te worden op een belasting die gelijk is aan 2/3 van de totale belasting op de brug-bewegingsmechanismen samen. Dit geldt voor de belastingssituaties eenparig bewegen, begin openen vanuit gesloten stand en aanvang versnellen/vertragen in open stand. Bij slappe constructies, zoals ophaalbruggen met niet gekoppelde balansen en basculebruggen met een scharnierende ballastkist of hefbruggen hoeft hier geen rekening mee gehouden te worden.

9.3.1.2	Eis
---------	-----

In NEN 6786 is de toetsing gebaseerd op 500000 openingen. Is het aantal bewegingen tijdens de constructieve levensduur duidelijk lager dan is het in een aantal situaties acceptabel om met behulp van Wöhler-lijnen de toelaatbare spanning te verhogen. Het aantal belastingwisselingen waarmee gerekend moet worden is minimaal 4 maal het aantal openingen.

Dit geldt niet voor basculebruggen, ophaalbruggen en draaibruggen met een elektromechanische aandrijving. Het effect van de windbelasting op snel draaiende assen is op dit moment nog niet voldoende uitgezocht. Alleen na toestemming van de opdrachtgever is het toegestaan om bij minder brugopeningen de toelaatbare spanning te verhogen.

Ook voor hoofddraaipunten van beweegbare bruggen is een verhoging van de toelaatbare spanning, bij minder brugopeningen, niet toegestaan.

9.4.1.2.2.1	Eis
-------------	-----

De factor K_n geldt alleen voor beweegbare bruggen.

9.5.2	Eis
-------	-----

Gelaste onderdelen moeten ten aanzien van vermoeiing getoetst worden aan NEN-EN 1993-1-9. Er moet worden uitgegaan van "safe life + high consequence" $\gamma_{M,f} = 1,35$. Gerekend moet worden met de representatieve waarden van de belastingen conform art. 8.4.2.1.2 van NEN 6786.

9.8.1.9	Eis
---------	-----

Dit geldt alleen voor tandwielkasten van motorreductoren. Bij wisselende belasting dienen de as-naaf-verbindingen van motorreductoren verlijmd te worden (indien vermoeiing een rol speelt).

9.8.2.4.3	Eis
-----------	-----

De boogtandkoppeling moet daarnaast getoetst zijn aan:

Voor een wisselende belasting:

$$\frac{M_{r,nom}}{M_{t,V,rep}} > 3.50$$

Voor een sprongbelasting:

$$\frac{M_{r,nom}}{M_{t,V,rep}} > 2$$

Voor overbelasten:

$$\frac{M_{r,nom}}{M_{t,O,rep}} > 0.8$$

$M_{t,V,rep}$ en $M_{t,O,rep}$ moeten bepaald worden volgens 9.8.1.2. $M_{r,nom}$ is de nominale waarde van het koppel van de beschouwde askoppeling (vermeld in de catalogus van de fabrikant).

10.1	Eis
------	-----

Loopvlakken voor afdichtingen dienen corrosievast uit gevoerd te worden: bijvoorbeeld: vernikkelen/ verchromen 100/60 μm .

10.3.1.1	Eis
----------	-----

Vlam- en inductie-geharde tanden zijn niet toegestaan.

10.4	Eis
------	-----

Bij de aandrijfassen moeten boogtandkoppelingen gebruikt worden (met uitzondering van het gestelde in 10.4.2).

Bij korte aandrijfassen (bijv. smalle basculebruggen) is het toegestaan elastische koppelingen, eventueel in combinatie met boogtandkoppelingen, toe te passen.

Koppelingen waarbij geen vaste verbinding tussen de koppelingshelften aanwezig is, zoals bij vloeistofkoppelingen, centrifugaalkoppelingen e.d., mogen niet zijn toegepast. Vloeistofkoppelingen mogen wel gebruikt worden bij puntdeuren tussen de elektromotor en de tandwielkast om het maximaal koppel te begrenzen. Elektromagnetische koppelingen mogen niet in de hoofdaandrijving maar slechts voor het inschakelen van de noodaanrijving zijn toegepast. Elektromagnetische koppelingen mogen niet in een tandwielkast zijn gesitueerd. Lamellenkoppelingen zijn niet toegestaan.

Elektromagnetische koppelingen voor inschakelen van het noodbewegingsmechanisme dienen te voorzien zijn van een sokkeldrager, een overspanningbeveiliging, snelschakelaartoestel en naderingsschakelaar. De koppeling dient uitgevoerd als een naafkoppeling (tanden dienen op 1 as te zitten, om uitlijnfouten te vermijden). De koppelingen mogen alleen in stilstand geschakeld worden. Pakt de koppeling niet dan moet de noodmotor kort gestart worden en het koppelen opnieuw geprobeerd worden.

10.5	Eis
------	-----

Voor de hoofddraaipunten, draaipunten balanspriemen, draaipunten hangstangen van beweegbare bruggen zijn alleen dubbelrijige tonlagers toegestaan. Deze wentellagers dienen afkomstig te zijn van een leverancier die aantoonbaar positieve ervaring heeft met het toepassen van gelijksoortige lagers in vergelijkbare situatie.

10.8	Eis
------	-----

Toelichting is normatief.

10.8.1	Eis
--------	-----

Voor de bewegingswerken van ophaalbruggen, basculebruggen, hefbruggen, aanleginrichtingen, hefdeuren e.d. zijn alleen aparte blokkenremmen met veren toegestaan.

10.8.11	Eis
---------	-----

Om de remmen tegen weersinvloeden, verontreiniging, vet e.d. te beschermen, moeten de remmen voorzien worden van een beschermkap en één of meer verwarmingselementen. De beschermkap moet doorzichtig zijn uitgevoerd. De remvoeringen met de bijbehorende remtrommels of remschijven moeten inlopen totdat een acceptabel draagbeeld van de remvoeringen is verkregen en het remkoppel (wrijvingsfactor) slechts een beperkt verloop vertoont. Het benodigde remkoppel moet dan door middel van koppelmetering worden ingesteld. Aan het bewegingsmechanisme moet hiervoor een voorziening zijn aangebracht. In het beheer- en onderhoudsplan moet de periodieke controle van het remkoppel worden opgenomen.

7.17

Geluidsschermen – overige regels waarin EC 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabellen 7.1 en 7.2.

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen m.b.t. grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen). Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de vervaardigingsklasse gedefinieerd. De GCW kan

daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

7.18 Verkeerskundige draagconstructies – overige regels waarin EC 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabellen 7.1 en 7.2.

Voor Verkeerskundige DraagConstructies (= VDC's = Portalen en Uithouders als draagconstructie voor m.n. bewegwijzeringsborden, signalering en DRIP's) is een bindende standaard van toepassing (PVE VDC versie 2005).

Toelichting:

Alle hieraan verbonden eisen zijn opgenomen in het PVE VDC's met bijbehorende documenten. De standaard in deze versie van de ROK is gebaseerd op de TGB-1990-serie. Er wordt gewerkt aan aanpassing van de standaard aan de Eurocodes (waarbij gelijktijdig de range van overspanninglengtes en bordoppervlaktes wordt vergroot). Tot het moment van gereedkomen van de nieuwe standaard moet de huidige standaard (PVE versie 2005) als dekkend worden beschouwd voor alle eisen binnen deze ROK. Omdat de VDC's binnen DI in de Eurocode-filosofie in gevolgklasse 2 worden geplaatst, zijn de belastingfactoren overeenkomstig de huidige TGB-situatie. De bepalende belastingen zijn eigen gewicht, wind en zettingen welke t.o.v. de TGB-serie nauwelijks veranderen. Ook aan de toetsingskant zijn de verschillen tussen TGB en Eurocode voor dergelijke constructies marginaal. De verwachting is derhalve dat de huidige standaard binnen het gehanteerde toepassingsgebied voldoet aan de Eurocode.

7.19 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-1 Constructieve delen van staal en aluminium – Deel 1: Eisen voor conformiteitsbeoordeling van dragende delen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1090-1.

7.20 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-2 Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 1090-2.

Nederlands voorwoord	Onjuistheid
----------------------	-------------

Bij de vermelde norm EN 473 dient de Nederlandse norm "NEN-EN 437+A1" en de titel "Proefgassen – Proefdrukken – Toestelcategorieën" te worden vervangen door de Nederlandse norm "NEN-EN 473" en de titel "Niet-destructief onderzoek – Kwalificatie en certificatie van personeel voor niet-destructief onderzoek – Algemene principes".

1	Eis
---	-----

Staalsoorten voor warmgewalste producten boven S355 mogen niet worden toegepast.

1	Eis
---	-----

Staalsoorten voor koudgevormde producten boven S355 mogen niet worden toegepast.

2	Eis
---	-----

In NEN-EN 1090-2 genoemde documenten (normen, richtlijnen en andere documenten) incl. de aanvullingen in de ROK zijn bindend. In de ROK kunnen bovendien documenten worden genoemd in aanvulling op hoofdstuk 2 van NEN-EN 1090-2, welke tevens als bindend moeten worden beschouwd.

2.7	Eis
-----	-----

In aanvulling op § 2.7 zijn m.b.t. de corrosiebescherming ook de volgende normen van toepassing:

- SCON-2010-337-TCE Code of Practice metaalconservering
- (informatief) NBD16312 Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)
- (informatief) NBD16325 Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting
- (informatief) NBD16365 Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting
- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)
- OGOS-500-TRL Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel
- OGOS-501-TRL Eisen thermische spuitlagen; Handreiking
- NBD10300 Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)
- NEN-EN-ISO 2409 Verven en vernissen – Ruitjesproef
- NEN-EN-ISO 2812-2 Verven en vernissen - Bepaling van de weerstand tegen vloeistoffen - Deel 2: Methode met onderdompeling in water
- NEN-EN-ISO 4624 Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting
- NEN-EN-ISO 4628 2 t/m 6 Beoordeling van de kwaliteitsafbraak van verflagen - aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken
 - Deel 2: Beoordeling van de mate van blaarvorming
 - Deel 3: Beoordeling van de mate van roestvorming
 - Deel 4: Beoordeling van de mate van barstvorming
 - Deel 5: Aanduiding van de mate van afbladderen
 - Deel 6: Beoordeling van de mate van krijten met tapemethode
- NEN-EN-ISO 11341 Verven en vernissen - Kunstmatige ververing en blootstelling aan kunstmatige straling - Blootstelling aan gefilterde xenonboogstraling
- NEN-EN-ISO/IEC 17024 Conformiteitbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren
- NEN-ISO 19840 Verven en vernissen - Corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen op -Meetmethode en aanvaardingscriteria voor de droge laagdikte op ruwe oppervlakken
- ISO 20340 Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures
- NEN 5254 Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem).

- ASTM A 380 Standard practice for cleaning, descaling, and passivation of stainless steel parts, equipment and systems.
- ASTM D 4752 Standard test method for measuring MEK resistance of ethyl silicate (inorganic) zinc-rich primers by solvent rub.
- NACE SP 0188 Discontinuity (Holiday) Testing of new protective coatings on conductive substrates.
- NACE No. 5/SSPC-SP 12 Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating.
- SSPC-SP1 Solvent cleaning
- SSPC VIS 4/NACE VIS7 Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting.

4.4.1	Eis
-------	-----

Indien alleen het ontwerp of het ontwerp (geheel of gedeeltelijk) en de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, in overeenstemming met de uitvoeringsnormen (NEN-EN 1090) en de aanvullingen daarop in paragrafen 7.19 en 7.20 worden gewerkt en moet bij of ten behoeve van de overgang van ontwerp naar uitvoering de, vanuit het ontwerp bepaalde en noodzakelijke, aanvullende informatie op de uitvoeringsnormen worden verstrekt (1090-2 tabel A1) en moet de invulling van de keuzemogelijkheden (1090-2 tabel A2) worden verstrekt (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering, met onderbouwing), beide in overeenstemming met de aanvullende eisen en keuzen zoals opgenomen in paragrafen 7.19 en 7.20. Specifieke eisen aan staalconstructies of mechanische uitrustingen, voortkomend uit het ontwerp, welke niet automatisch uit de ontwerpnormen of de uitvoeringsnormen of de ROK volgen moeten op de op te leveren tekeningen worden vermeld. Indien alleen uitvoering binnen het contract tot de verplichting behoort, en bovenstaande informatie is niet vanuit het ontwerp beschikbaar gesteld, dan moet de uitvoerende partij betreffende informatie opstellen in samenspraak met de ontwerper.

4.1.2	Eis
-------	-----

De in NEN-EN 1090-2 toegepaste "uitvoeringsklassen" (EXC 1, 2, 3 en 4) moeten voor gangbare RWS-producten worden ontleend aan tabel 7-3, tenzij contractueel anders is bepaald.

Tabel 7-3: Aan te houden uitvoeringsklasse

Product	Gevolgklasse (Consequence class)	Uitvoerings Klasse ¹⁾
Vaste stalen bruggen en staaldeel vaste staalbetonbruggen	2	3
	3	4
Stalen palen en damwanden	-	n.t.b.
Staalbouwkundig deel beweegbare stalen bruggen	2	3
	3	4
Staalbouwkundig deel waterbouwkundige staalconstructies	2	3
	3	4
Mechanische uitrusting van beweegbare stalen bruggen en waterbouwkundige staalconstructies	2	3
	3	4
Geluidsschermen	allen	2/3 (zie GCW)
Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders)	allen	3

Product	Gevolgklasse (Consequence class)	Uitvoerings Klasse 1)
Bijbehorende onderdelen: • opleggingen bruggen • voegovergangen bruggen • (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk • inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (banen, wagens) • inspectie- en onderhoudsvoor-zieningen (paden)	allen	4 4 2 3 2
1) De uitvoeringsklasse is van toepassing op alle onderdelen van de constructie.		

Daar waar het producten betreft welke niet in de ROK worden behandeld, dient de uitvoeringsklasse te worden gekozen op basis van de richtlijnen van bijlage B van de NEN-EN 1090-2, welke in die situatie als normatief moet worden beschouwd.

4.1.4	Eis
-------	-----

Ten aanzien van de te stellen toleranties wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 11 en de bijbehorende ROK aanvullingen. Voor orthotrope rijvloeren van bruggen wordt voor toleranties tevens verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.

Geometrische toleranties vanuit het ontwerp:

In de ontwerprapportage dient een tolerantiebeschouwing te worden uitgevoerd en vastgelegd. Het resultaat van de tolerantiebeschouwing dient te worden opgenomen op de DO-tekeningen. De tolerantiebeschouwing dient de toleranties, voortkomend vanuit het ontwerp, benodigd voor de fabricage, montage en gebruik en die afwijken t.o.v. NEN-EN 1090, vast te leggen. De tolerantiebeschouwing dient tevens de keuzes met betrekking tot toleranties in NEN-EN 1090, te maken door de ontwerper, vast te leggen.

Toelichting:

De gegeven toleranties in NEN-EN 1090 betreffen algemene toleranties op onderdelen van een eindproduct. Specifieke toleranties kunnen bijvoorbeeld voortkomen vanuit de NEN-EN 1993-serie, koopproducten (voegen, opleggingen, lagers, tandwielkasten, etc.) of vanuit de eisen van de ROK. Deze specifieke toleranties, die voortkomen uit ontwerpkeuzes, moeten worden vastgelegd in de tolerantiebeschouwing.

4.2.2	Eis
-------	-----

Een kwaliteitsplan voor de vervaardiging is vereist. Bijlage C moet in dit kader als normatief worden gezien en als aanvullend op de eisen m.b.t. dit aspect in het contract.

5	Toelichting
---	-------------

Voor de onderstaande materialen zijn, aanvullend, de ROK bepalingen bij de volgende artikelen van NEN-EN 1090-2 van toepassing:

- Gietstaal, zie onder 5.4;
- Smeedstaal, zie onder 5.12;
- Nodulair gietijzer, zie onder 5.13.

5.2	Eis
-----	-----

Voor alle risicovolle constructieve delen (constructiestaal en RVS) van een kunstwerk is een 3.2 certificaat conform NEN-EN 10204 verplicht. In dit kader worden onder risicovolle onderdelen die onderdelen verstaan die (mede-)bepalend zijn voor het draagvermogen, de veiligheid of de beweging van de constructie (alle onderdelen van de mechanische uitrusting, waarbij voor tandwielkasten verwezen wordt naar NBD00500). Materiaal voor verf- en inspectiewagens, voor verf- en inspectiewagenbanen en voor inspectiepaden moeten als risicovol worden gezien, maar mogen worden geleverd met een 3.1 certificaat conform NEN-EN 10204. Voor niet-risicovolle constructies (bv beugels voor het dragen van de hemelwaterafvoer en het dragen van kabelgoten voor kabels en leidingen e.d.) mag worden volstaan met een 2.2 certificaat conform NEN-EN 10204.

Verder moet aan de volgende eisen worden voldaan:

- De traceerbaarheid moet voldoen conform EXC3 of hoger.
- Het vereiste keuringsdocument voor constructieve boutcombinaties en deuvels is 3.1 volgens tabel B.1 van NEN-EN 10204.
- Voor voegovergangen en opleggingen zie: zie de NBD's m.b.t. deze onderwerpen.
- Afwijkend van de NEN-EN 1090 geldt: in uitvoeringsklasse 2, 3 en 4 moeten alle constructieve onderdelen van een kunstwerk in alle stadia naspeurbaar zijn (van ontvangst tot de periode van sloop van het totale kunstwerk).
- Markering is vereist.
- In afwijking van paragraaf 10.2 van NEN-EN 10204 en 10219 dient bij gebundelde buisproducten de markering op het buisprofiel te zijn aangebracht.
- Markering/identificatie (en vastlegging t.b.v. einddocumentatie) conform 6.2.

5.3.1	Eis
-------	-----

Aanvullende eisen aan constructiestaal voor risicovolle onderdelen (voor de definitie wordt verwezen naar 5.2):

- Basiseis:
Alleen constructiestaalsoorten welke voldoen aan de eisen van NEN-EN 10025-1, 2 en 3 en onderliggende normen zijn toegestaan (met als aanvulling hierop NEN-EN 10210-1 en NEN-EN 10219-1 voor respectievelijk warmvervaardigde en koudgevormde buizen). Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit de NEN-EN 10025 serie volgen, dan gelden deze strengere eisen. Staalsoorten waarvoor in de NEN-EN 10025 serie geen eis voor de kerfslagwaarde is opgenomen, mogen niet worden toegepast.
- Leveringstoestand:
Alleen genormaliseerd constructie staal ("N") mag worden gebruikt.
- Sterkteklasse:
Staalsoorten met een sterkteklasse hoger dan S355 zijn niet toegestaan.
- Koudvormen:
Voor toepassingen waarbij het staal in de eindtoestand koudvormd is (bv troggen), moeten staalsoorten met de type aanduiding "C" toegepast worden.
- Lasbaarheid:
Voor alle producten en productdikten is een C eq (koolstofequivalent) van meer dan 0,40 (smelt analyse) berekend volgens NEN-EN 10025-1 niet toegestaan, ongeacht aanvullende bepalingen en uitzonderingen welke uit NEN-EN normen kunnen volgen. Voor alle producten en productdikten is een koolstofpercentage van meer dan 0,16 (smelt analyse) vereist, ongeacht aanvullende bepalingen en uitzonderingen welke uit NEN-EN normen kunnen volgen.

- **Mechanische waarden:**
Voor materiaaldikten groter dan waarin deze normen voorzien, dienen waarden te worden gehanteerd welke expliciet zijn overeengekomen met RWS.
- **Sterkte en breukrek**
De waarden voor de treksterkte, vloeigrens en de breukrek in andere richtingen dan de walsrichting (uitgezonderd de dikte richting) moeten minimaal gelijk zijn aan de vereiste waarden in de walsrichting (gemiddeld én individueel).
- **Producten die loodrecht op hun oppervlak worden belast, moeten voldoen aan kwaliteitsklasse Z35 volgens tabel 1 van NEN-EN 10164.**
Voor hoog belaste onderdelen en onderdelen die bij lokaal bezwijken leiden tot bezwijken van de hoofddraagconstructie of leiden tot niet-beschikbaarheid moet de plaat ter plaatse van de las ultrasoon te onderzoeken op dubbelingen en andere fouten (zie ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4) conform de NEN-EN-ISO 11666, methode 2, aanvaardbaarheidsnivo 2.
Toelichting: Aanvullend onderzoek is noodzakelijk, omdat bij materiaal van de kwaliteitsklasse Z35 nog relatief grote fouten toegestaan zijn.
- **Kerfslagwaarden**
Een kerfslagwaarde van minimaal 27 J moet worden gegarandeerd bij een T_{Ed} volgens NEN-EN 1993-1-10+NB van maximaal -20°C (tenzij uit toepassing van de NEN-EN 1993-1-10+NB een strengere eis volgt). De kerfslagwaarde in andere richtingen dan de walsrichting (uitgezonderd de dikte richting) moeten minimaal 75% bedragen van de vereiste waarden in de walsrichting (gemiddeld én individueel).
- Indien de constructie of het constructieonderdeel dompel- (thermisch) verzinkt wordt, moeten hiervoor aanvullende eisen worden gesteld.
- Certificaat zie onder 5.2.

Eisen aan constructiestaal voor niet risicovolle onderdelen (definitie zie 5.2):

- de staalsoort moet tenminste worden geleverd in de kwaliteit J0
- Indien de constructie of het constructieonderdeel dompel- (thermisch) verzinkt wordt, moeten hiervoor aanvullende eisen worden gesteld.
- Certificaat zie 5.2

5.3.4	Eis
-------	-----

Verwezen wordt naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.3.1.

5.4	Eis
-----	-----

Deze aanvulling geldt voor gietstaal voor constructieve toepassingen.

De materiaaleisen conform NEN-EN 10340 en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen beide partijen (opdrachtgever/opdrachtnemer) is overeengekomen. Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan conform NEN-EN 10340, dan gelden deze strengere eisen.

- Het gietstuk moet altijd in normaalgegloeide (+N) of veredelde toestand (+QT) worden geleverd.
- De oppervlakte gesteldheid moet voldoen aan de eisen van de constructeur en moet geschikt zijn voor conservering en NDO onderzoek.
- Indien aan deze gegoten onderdelen gelast moet worden, mag het C-equivalent maximaal 0,40 bedragen (smelt analyse).
- Voor alle materialen geldt een minimale KV van 27 J bij - 20°C in de als geleverde toestand.

- Voor alle materialen geldt een minimale breukrek van 15% in de als geleverde toestand.
- Reparatie of productielassen is alleen in overleg met de constructeur toegestaan, mits de minimale kwaliteit is gewaarborgd. Na het lassen moet het product altijd onderworpen worden aan een warmtebehandeling (N of QT). Deze handelingen moeten onderbouwd worden met documenten.
- Het onderdeel/werkstuk zal geheel US volgens NEN-EN 12680-1 klasse 2 en magnetisch volgens NEN-EN 1369 met indicatie van LM en AM 2, onderzocht moeten worden.
- De gietstukken moeten in de geleverde toestand minimaal beschermd zijn tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moeten voldoen aan de eisen van EXC3 of hoger.
- Producten dienen minimaal geleverd te worden met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473.
- Kabelsockets moeten als extra controle RT onderzocht worden volgens NEN-EN 12681. Er zijn geen indicaties toegestaan, tenzij door de constructeur en fabrikant aangetoond kan worden dat het type, de ligging en de grootte van de discontinuïteit de sterkte niet beïnvloed gedurende de gehele levensduur van het kunstwerk.

Keuringsdocumenten:

De volgende documenten dienen minimaal onderdeel uit te maken van de op te leveren complete documentatie:

- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingsrapporten.
- Eventuele overstempel verklaringen.
- Alle NDO rapporten; UT, MT, PT of RT.
- Gloeidiagrammen en verklaringen
- Bij reparatielassen ook opgave van posities van de reparaties, incl. afmetingen en NDO- rapport. LMB en LMK en gloeidiagram(men).

Vast aangegoten proefstukken zijn verplicht.

5.6.1	Eis
-------	-----

Alle koolstofstalen verbindingsmiddelen en afdichtings/onderleg/sluitringen dienen thermisch verzinkt te zijn waarbij de draad niet mag worden ondersneden.

Uitzonderingen hierop zijn:

- pasbouten
- situaties waarbij in verband met duurzaamheid de voorkeur uitgaat naar roestvast stalen bouten

Bij thermisch verzinkte bouten met een treksterkte groter of gelijk aan 1000 N/mm² dienen per charge minimaal de volgende proeven worden uitgevoerd:

- 3 x trekproef en 3 x belastingproef van de bout-moer combinatie, waarbij boven de moer 2 volle draadgangen aanwezig zijn.
- Belastingproef volgens NEN-EN-ISO 898-1 paragraaf 8.5.

De waarden van de trekproef moeten voldoen aan NEN-EN ISO 898-1 tabel 6.

- 3 x hardheidsmeting volgens voorschrift NS CTO 3L10314254 d.d. 840807, de hardheid mag niet meer dan 370 HV 0,3 bedragen.
- Opkoling, volgens NEN-EN ISO 898-1 paragraaf 8.9.1.5 mag niet optreden.

Thermische verzinkte bevestigingsmiddelen moeten na montage worden voorzien van hetzelfde conserveringssysteem als de te verbinden delen. Hierbij moet de voorbehandeling en primer zijn afgestemd op de ondergrond. Uit corrosieoogpunt zijn geen spleten toegestaan.

5.6.3	Eis
-------	-----

De minimale corrosiebestendigheid en materiaalkwaliteit voor roestvaststalen bouten moet A4-80 conform NEN-EN-ISO 3506-1 en 2 zijn.

5.6.4	Eis
-------	-----

Hogesterkte constructieve boutcombinaties moeten van het HV-systeem zijn. De andere opties, constructieve boutsets conform het HR-systeem en de de HRC-bouten, zijn niet toegestaan.

5.6.5	Eis
-------	-----

Directe spanningsaanduiders zijn niet toegestaan.

5.6.7	Eis
-------	-----

Wapeningsstaal mag niet gebruikt worden voor fundatiebouten

5.6.8	Eis
-------	-----

Zie ROK aanvulling op 8.2.1.

5.6.12	Eis
--------	-----

Bijlage K geldt als normatief voor zeskantinjectiebouten. Voor aanvullende informatie wordt verwezen naar de NEN-EN 1993-2+NB.

5.8	Eis
-----	-----

Voor ondersabeling van brugopleggingen is NBD0702a (RTD 1012) van toepassing. Voor ondersabeling van verkeerskundige draagconstructies is het PVE Verkeerskundige draagconstructies van toepassing.

5.9	Eis
-----	-----

Voor dilatatievoegen voor bruggen is NBD00710 (RTD's 1007-1, 2 en 3) van toepassing.

5.10	Eis
------	-----

Voor staalkabels voor werktuigbouwkundige constructies zie NBD00639.

5.11	Eis
------	-----

Voor brugopleggingen is NBD0702a (RTD 1012) van toepassing.

5.12	Eis
------	-----

Deze aanvulling geldt voor smeedstalen onderdelen en voor gewalste onderdelen van de mechanische uitrusting van veredeld- of carboneerstaal.

Assen (transmissie- en draaipuntsassen) en open tandwieloverbrengingen dienen bij

een maximale diameter groter dan 200 mm geleverd te worden als smeedstaal, gewalst staal is niet toegestaan. Als van het betreffende onderdeel de verhouding tussen de kleinste en de grootste diameter kleiner is dan 0,7 ($d_{\min}/d_{\max} < 0,7$), dient het betreffende onderdeel vrijvorm gesmeed te zijn conform NEN-EN 10250 1 t/m 3. Voor onderdelen van tandwielkasten mag hier in overleg vanaf worden geweken.

De materiaaleisen conform NEN-EN 10025, NEN-EN 10083 1 t/m 3, NEN-EN 10084, NEN-EN 10250 1 t/m 3 en onderliggende normen zijn verplicht. Assen dienen vervaardigd te zijn uit veredel- of carboneerstaal conform NEN-EN 10083 1 t/m 3, NEN-EN 10084 en NEN-EN 10250 1 t/m 3.

Aanvullende eisen:

- De oppervlakte gesteldheid moet voldoen aan de eisen van de constructeur en moet geschikt zijn voor conservering en NDO onderzoek.
- Indien aan onderdelen gelast moet worden, mag het C-equivalent maximaal 0,40 bedragen (smelt analyse).
- Voor alle materialen geldt indien er gelast aan moet worden een minimale KV van 27 J bij - 20° in de als geleverde toestand.
- De onderdelen moeten in de geleverde toestand minimaal beschermd zijn tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moeten voldoen aan de eisen van EXC3 of hoger.
- Producten dienen minimaal geleverd te worden met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473. Voor (smeed-)staal voor tandwielen in tandwielkasten wordt voor de keuringen verwezen naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.14.
- De korrelgrootte moet minimaal 6 zijn volgens NEN-EN-ISO 643.
- De kerfslag- en rek-waarden in andere richtingen dan de strekrichting (l) dienen minimaal 75% te bedragen van de vereiste waarden van de in de norm vermelde waarden in de strekrichting (gemiddeld én individueel).

Aanvullende eisen voor smeedstalen onderdelen:

- Het smeedstuk moet altijd in normaalgegleide (+N) of veredelde toestand (+QT) worden geleverd.
- De doorsmedingsgraad moet groter zijn dan 3,0.
- Wanneer de maatgevende doorsnede, voor de mechanische eigenschappen, groter is dan de betreffende norm aangeeft, dan is de SEW-550 van toepassing.
- Na het lassen moet het product altijd onderworpen worden aan een warmtebehandeling (N of QT). Deze handelingen moeten onderbouwd worden met documenten.
- De afwezigheid van waterstofscheuren moet tot aan het eindproduct worden gegarandeerd. Een eventuele controle hierop a.d.h.v. metingen dient minimaal 24 uur na de laatste bewerking van het (eind)product te worden uitgevoerd.
- Het onderdeel moet geheel US onderzocht worden volgens NEN-EN 10228-3 klasse 3 en MT-onderzoek volgens NEN-EN 10228-1 acceptatieniveau klasse 4, of, indien MT-onderzoek niet mogelijk is, een PT onderzoek volgens NEN-EN 10228-2 acceptatieniveau klasse 4.

- De vezelrichting in het eindproduct moet door de constructeur aangegeven worden en in het eindproduct worden aangetoond.

Keuringsdocumenten:

De volgende documenten dienen, zover van toepassing, minimaal onderdeel uit te maken van de te leveren complete documentatie:

- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingen.
- Eventuele omstempelverklaringen.
- Alle NDO rapporten; US, MT, PT of RT.
- Gloeidiagrammen en verklaringen.
- Bij reparatielassen ook opgave van posities van de reparaties, incl.afmetingen en NDO- rapport. LMB en LMK en gloeidiagram(men).

5.13	Eis
------	-----

Deze aanvulling geldt voor nodulair gietijzer. Hieronder wordt verstaan nodulair gietijzer volgens NEN-EN 1563. Het gaat hierbij om grote tandwielen, kabelschijven e.d.

De materiaaleisen conform NEN-EN 1563 en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen.

Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit deze norm volgt, dan gelden deze strengere eisen.

Aanvullende eisen:

- Het gietstuk moet voldoen aan de eisen, vermeld in NEN-EN 1563 met de bijbehorende en onderliggende normen, voor dit materiaal en werkstofnummer.
- De microstructuur moet voldoen aan de NEN-EN-ISO 945 Type VI.
- De mechanische waarden moeten voldoen aan de waarden in tabel 3 van NEN-EN 1563 (Aangegoten proefstaaf).
- De oppervlaktegesteldheid moet voldoen aan de eisen, in de normen, voor het uitvoeren van een conservering.
- Oppervlakte fouten mogen, in overleg met de constructeur, gerepareerd worden, mits de kwaliteit gewaarborgd blijft en gedocumenteerd.
- Alle onderdelen moeten, in de geleverde toestand, herleidbaar/ geïdentificeerd kunnen worden naar het certificaat.
- Alle onderzoeksresultaten moeten worden vastgelegd op een certificaat.
- De oppervlaktegesteldheid moet voldoen aan de eisen in de normen voor het uitvoeren van NDO- onderzoek.
- Het US- onderzoek zal voor het hele product moeten worden uitgevoerd volgens NEN-EN 12680-3 klasse 3.
- Het hele product moet worden onderzocht met MT- onderzoek volgens NEN-EN 1369 niveau LM/AM2. Indien dit niet mogelijk is mag ook een PT- onderzoek, volgens NEN-EN 1371 niveau 1, uitgevoerd worden.
- Geconstateerde, in- en uitwendige fouten, buiten de norm, dienen tot afkeur te leiden.
- De onderdelen moeten in de geleverde toestand minimaal beschermd zijn tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moet voldoen conform EXC3 of hoger

- Producten moeten minimaal worden geleverd met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473.

Keuringsdocumenten

De volgende documenten moeten minimaal onderdeel uitmaken van de te leveren complete documentatie:

- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingen en onderzoeken
- Eventuele overstempelverklaringen.
- Alle NDO rapporten; UT, MT, PT of RT.
- Verklaringen.

5.14	Eis
------	-----

Deze aanvulling geldt voor tandwielkasten en open tandwieloverbrengingen.

Algemeen:

Voor gietstalen, gesmede onderdelen gelden respectievelijk de ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, 5.4 en 5.12. Voor tandwielen van nodulair gietijzer geldt de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.13.

De materiaaleisen conform de van toepassing zijnde normen en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen. Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit de normen volgt, dan gelden deze strengere eisen aan het eindproduct.

Aanvullende eisen:

- Gelaste constructies, tandwielkasten, heugels en dergelijke, moeten na het lassen spanningsarm gegloeid worden, volgens de eisen van de NEN-EN 17663.
- Oppervlaktehardten van tanden van tandwielen en rondsels:
- Alleen carboneren volgens NEN-EN 10084 is toegestaan. De doorhardings eigenschappen moeten worden aangetoond met een Jominyproef.
- De hardheid van het eindproduct moet overal kleiner zijn dan 550 HV10.
- De aanbevolen Eht waarden volgens ISO 6336-5 par. 5.6.2 moeten worden aangehouden.
- De overgangen van boringen kastdelingen en voetplaat moeten 100% NDO, klasse 2, onderzocht worden conform de NEN-EN 1371-1 en worden vastgelegd op een keuringsrapport 3.1.
- Producten moeten minimaal geleverd worden met een 3.1 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204 voor de halffabrikaten.
- Het samengestelde eindproduct dient geleverd te worden met een 3.2 certificaat.

Keuringsdocumenten

De volgende documenten moeten minimaal onderdeel uitmaken van de te leveren complete documentatie:

- Alle materiaal beproevingsrapporten met opgave van de ligging /positie van de proefstaven / stukken.
- Eventuele overstempelverklaringen.
- Alle NDO rapporten en Warmtebehandelingen.

- Verklaringen

6.2	Eis
-----	-----

In aanvulling op hetgeen is vermeld bij NEN-EN 1090-2, 5.2, geldt het volgende:

1. Markering (mbt de onderstaande punten I t/m V) uitsluitend zichtbaar tijdens de productiefase
2. Identificatie schriftelijk vastleggen op de as-build pakket, volgens een door de opdrachtnemer te bepalen systeem

Identificatie en naspeurbaarheid omvatten in het kader van dit document de onderstaande punten:

- I. Vastleggen van de plaats van lasnaden in constructies.
- II. Markeren, stempelen of etiketteren van lasnaden dient te geschieden inclusief de persoonlijke identificatie van lasser en/of lasoperateur.
- III. Kwalificatie van lasser en lasprocedure.
- IV. Markeren van uitgevoerd onderzoek.
- V. Plaats van een uitgevoerde reparatie(s).
- VI. Vastleggen van de plaats van de basisproducten (per product) gerelateerd aan de gedefinieerde keuringsdocumenten.

De methode van markeren van de relatie tussen de basisproducten en de certificaten van materialen is naar keuze van de opdrachtnemer. Het gebruik van hard gestempelde ingeslagen of geboorde merktekens is niet toegestaan. Bij gebruik van stempelen zijn alleen "softstamps / low stress stamps" toegestaan.

6.4.2	Eis
-------	-----

Knippen en knabbelen is niet toegestaan.

6.5	Eis
-----	-----

Voor toepassingen waarbij het staal in de eindtoestand koudvervormd is (bijv. troggen), moeten staalsoorten met de type aanduiding "C" toegepast worden.

6.6.1	Eis
-------	-----

De maximale toelaatbare gatspeling voor bouten M12 en M14 in normale gaten bedraagt 1 mm.

6.6.3	Eis
-------	-----

Voor uitvoeringsklasse 1 en 2 is ponsen alleen toegestaan i.c.m. minimaal 2 mm ruimen. Voor uitvoeringsklasse 3 en 4 is ponsen niet toegestaan.

6.7	Eis
-----	-----

Alleen 2 (vorm A) is toegestaan.

7.1	Eis
-----	-----

De eisen te stellen aan de laskwaliteit dienen overeen te stemmen met de eisen als vastgelegd in de NEN-EN 1090-2 voor de relevante uitvoeringsklasse. Hiertoe wordt verwezen naar delen van de NEN-EN-ISO 3834; een geldig NEN-EN-ISO 3834 certificaat van het juiste kwaliteitsniveau en afgegeven door een deskundige en erkende autoriteit, geniet de voorkeur. Indien een bedrijf in het bezit is van een dergelijk certificaat, zal dit certificaat door de opdrachtgever als zodanig worden erkend.

7.3	Eis
-----	-----

In afwijking van de lasprocesnummers als aangegeven in de NEN EN 1090-2, zijn ook overeenkomstige lasprocesnummers aangeduid volgens de nieuwste NEN-EN-ISO 4063 toegestaan, mits duidelijk als zodanig aangegeven.

7.4	Eis
-----	-----

In tegenstelling tot hetgeen in NEN-EN-ISO 15614-1 wordt gesteld, is een lasmethodekwalificatie proef (WPQR) van een stompe las niet geldig voor hoeklassen (dit geldt niet voor EXC 1). Voor EXC 2, 3 en 4 dient voor hoeklassen een eigen lasmethodekwalificatie proef (WPQR) te worden uitgevoerd.

Hardheidsproef

In afwijking op de eisen als gespecificeerd in de NEN-EN-ISO 15614-1, mogen geen hogere hardheden dan 350 HV10 gevonden worden bij materialen volgens staalgroepen 1 en 2 van ISO/TR 15608. Een maximale hardheid tot 380 HV10 is als eis alleen toegestaan in combinatie met lastoevoegmaterialen met een gegarandeerd waterstofgehalte kleiner dan 3,0 ml/100gr lasmetaal (deze eisen gelden niet voor EXC 1). Zie ook NEN-EN 1090-2, 6.4.4.

Bij staalsoorten met een CEV > 0,35 geldt dat het koolstofequivalent volgens NEN-EN 10025 maximaal 0,02 hoger mag zijn dan dat van de bij de WPQR toegepaste materialen.

7.4.1	Eis
-------	-----

Het lassen en de lasmethodekwalificatie proeven moeten zijn bijgewoond, getoetst en beoordeeld door een onafhankelijk externe deskundige. Deze dient het bijbehorende rapport (WPQR) te hebben ondertekend.

Productieproeven zijn vereist voor langlassen van troggen, zie ook 12.4.4 van NEN-EN 1090-2. De opdrachtgever kan bij twijfel over de toegepaste lasmethode meer productieproeven vereisen.

7.4.3	Eis
-------	-----

In aanvulling op de in NEN-EN-ISO 14731 gespecificeerde criteria geldt dat een externe (ingehuurde) lascoördinator voor niet meer dan twee bedrijven deze functie mag vervullen.

7.5	Eis
-----	-----

Bij een onderbreking van het lasproces, inclusief voorverwarmen, dient eerst de las voor minstens de helft van de dikte afgelast te zijn, alvorens het lassen gestopt mag worden. Indien het lasproces, inclusief voorverwarmen, onderbroken wordt, moet een daartoe geëigende procedure worden toegepast. Onderlegmaterialen die niet worden verwijderd, moeten bij EXC 3 en EXC 4 op tekening zijn aangegeven en op de as-built tekening als zodanig worden vermeld (bv. troggen).

Mechanische nabehandelingen van lassen zijn niet toegestaan tenzij op de ontwerp-tekening aangegeven.

Voor reparaties van lassen wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2, 12.4.2.5 met de bijbehorende aanvulling in de ROK.

7.5.5	Eis
-------	-----

Een voorwarmtemperatuur moet in overeenstemming zijn met het te lassen materiaal. Een voorwarmtemperatuur hoger dan 180° Celsius en een interpass temperatuur hoger dan 225° Celsius is evenwel niet toegestaan.

7.5.7	Eis
-------	-----

Voor de lascondities en de kwaliteit van de hechtlassen gelden dezelfde eisen als voor de definitieve lassen met uitzondering van de voorwarmtemperatuur, die bij voorkeur 50° Celsius hoger moet worden gekozen.

7.5.8	Eis
-------	-----

Hoeklassen waar ten gevolge van het aanbouwen een spleet optreedt op een plaats waar een hoeklas moet worden gelegd, moet de hoeklas afmeting zodanig worden vergroot, dat de doorsnede, welke in dat geval bepalend is voor de sterkte, voldoet aan de minimale afmeting aangegeven op de tekening (de maximaal toegestane spleet is, tenzij anders vereist, 2 mm). Bij op druk belaste verbindingen waarbij de belasting deels via contactdruk wordt doorgezet en die als zodanig op tekening zijn aangegeven, zijn spleten niet toegestaan.

7.5.13	Eis
--------	-----

Sleuf- en proplassen zijn niet toegestaan.

7.5.14	Eis
--------	-----

Puntlassen zijn niet toegestaan.

7.5.16	Eis
--------	-----

Eventuele warmtebehandelingen dienen te worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 17663 Welding - Quality requirements for heat treatment in connection with welding and allied processes.

7.6	Eis
-----	-----

In aanvulling op hetgeen in NEN-EN 1090-2 tabel 17 is vermeld, geldt m.b.t. uitwendige onvolkomenheden:

- Oppervlakteporositeit is niet toegestaan.
- Overvloeiingen zijn niet toegestaan.
- Oppervlakte poreusheid moet worden gerepareerd volgens een door een met de opdrachtgever overeen te komen methode.

Maximale toelaatbare doorlasfouten in stompe lasverbindingen zijn op tekening aangegeven middels de afkorting "MDF = ... mm" ter plaatse van de las. Indien geen MDF is aangegeven, wordt de verbinding geacht volledig te zijn doorgelast.

7.7.2	Eis
-------	-----

Laszones bij roestvast staal moeten hetzelfde uiterlijk en dezelfde kleur hebben als het moedermateriaal.

7.7.3	Eis
-------	-----

Het lassen van verschillende soorten roestvast staal aan elkaar of aan andere materialen mag de constructie niet nadelig beïnvloeden ten aanzien van de functionaliteit en/of de levensduur. Dit zal vooraf moeten worden aangetoond.

8.1	Eis
-----	-----

In aanvulling op 5.6.1 zijn uit corrosieoogpunt geen spleten toegestaan.

8.2.1	Eis
-------	-----

Niet voorgespannen bouten moeten, in geval van gevaar op trillingen, geborgd worden als daardoor risico bestaat dat ze los kunnen raken.

8.2.4	Eis
-------	-----

Er moet bij niet-voorgespannen bouten een sluitring aangebracht worden onder de boutkop of de moer, aan de zijde waar aangedraaid wordt. Bij voorgespannen bouten moeten sluitringen onder de kop en de moer worden aangebracht.

8.3	Eis
-----	-----

Het vermelde onder noot 2 dient als normatief te worden beschouwd.

8.4	Eis
-----	-----

Voor de wrijvingscoëfficiënt μ mag gebruik worden gemaakt van NEN-EN 1993-1-8/NB tabel 3.7a of NEN-EN 1090-2, art. 8.4 tabel 18 waarbij de voorwaarden van laatstgenoemde voor de oppervlaktebehandeling ook gelden voor eerstgenoemde. Bijlage G van de NEN-EN 1090-2 mag niet worden toegepast.

8.5 / 8.5.2 / 8.5.4	Eis
---------------------	-----

Het aandraaien van voorspanbouten (bout-moer-combinatie) voor staalconstructies dient te gebeuren conform de moment-hoekmethode (gedefinieerd in 8.5.4). De momentmethode, de HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan. Het aandraaimoment in de eerste stap van deze moment-hoekmethode dient overeenkomstig 8.5.2 b) te worden bepaald volgens bijlage H. Elke dag dat bouten worden voorgespannen dient het aandraaimoment (opnieuw) te worden bepaald. Het aantal te beproeven bouten bedraagt 3% van het aantal bouten dat per dag wordt voorgespannen met een minimum van 3 en een maximum van 6. Indien wordt overgegaan op een nieuwe partij bouten of een andere boutdiameter en/of lengte, dan moet het aandraaimoment opnieuw worden vastgesteld. Het aantal te beproeven bouten bedraagt dan weer 3% met een minimum van 3 en een maximum van 6 van het aantal bouten dat op de betreffende dag uit die partij wordt voorgespannen. De verbindingsmiddelen moeten tenminste tweemaal worden aangedraaid met het vastgestelde moment.

8.5	Eis
-----	-----

In afwijking van de bepalingen van NEN-EN 1090-2, 8.5 gelden voor het voorspannen van bouten in werktuigbouwkundige constructies de volgende bepalingen:

A) Momentgestuurd aandraaien van bouten

Voor voor te spannen normale bout-moer verbindingen in werktuigbouwkundige constructies, welke binnen de gebruiksduur gedemonteerd moeten kunnen worden, moet de momentmethode gebruikt worden.

Het benodigde aandraaimoment dient als volgt te worden bepaald:

$$M_A = k * F_{p;d} * d$$

waarin:

M_A aandraaimoment, in Nm
 $F_{p;d}$ voorspankracht, in kN
 d middellijn van bout, in mm
 k factor

$k = 0,15$ voor bouten met gewone metrische schroefdraad, schoon en licht geolied, zoals de fabrikant die in het algemeen aflevert.
 $k = 0,12$ voor bouten met gewone metrische schroefdraad waarvan de schroefdraad en de spiegel van de moer (licht) zijn ingevet met een Molykote schroefdraadpasta. Thermisch verzinkte bouten dienen steeds met dit smeermiddel te zijn behandeld. De onderdelen moeten schoon zijn. Indien op de boutkop wordt aangedraaid moet deze ook zijn ingevet.

Om voldoende zekerheid te hebben betreffende de grootte van de voorspankracht in de bout, moet deze met een boutkrachtmeter worden gecontroleerd. De gemeten waarde van de voorspankracht moet liggen tussen: $F_{p;d \min.} = 0,75 F_{p;d}$ en $F_{p;d \max} = 0,9 F_{p;d}$. De voorspankracht $F_{p;d}$ dient te worden bepaald volgens NEN 6786.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode

Bouten voorspannen met behulp van een momentsleutel of moeraanzetter, beide met afwijkingen van maximaal 5%. De voorspankracht moet m.b.v. een boutkrachtmeter vooraf worden gecontroleerd. De voorspankracht moet liggen tussen $F_{p;d \min.}$ en $F_{p;d \max.}$ Indien dit niet het geval is, moet het aandraaimoment worden aangepast. Per verbinding en per nieuwe partij moeten tenminste 3 bouten worden beproefd. Bij 1 en 2 bouten per verbinding, moeten 1 respectievelijk 2 bouten worden beproefd. De bouten tenminste tweemaal aandraaien tot het vastgesteld moment (M_A)

B) Momentgestuurd aandraaien van bouten in 2 fasen

Voor voor te spannen bouten in werktuigbouwkundige constructies waarbij controle met een boutkrachtmeter niet mogelijk is (bijv. bij taggaten of ankers) moet de momentmethode in 2 fasen worden gebruikt.

Het benodigde aandraaimoment dient te worden bepaald overeenkomstig hetgeen gesteld bij A) momentgestuurd aandraaien van bouten.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode in 2 fasen

Fase 1: De bouten aandraaien tot het moment $M_1 = 0,7 M_A$ is bereikt. Dit dient tenminste éénmaal te worden herhaald.

Fase 2: Merkstrepen aanbrengen zodanig dat de nadraaihoek (globaal) kan worden afgelezen en vervolgens opvoeren tot M_A . Het aandraaien tot M_A tenminste éénmaal herhalen. Daarbij dient er op te worden gelet dat in deze fase de

moer of bout, afhankelijk of op de moer of op de boutkop wordt aangedraaid, wel verdraait doch in de uiterste geval niet meer dan de hieronder gegeven hoek.

Let wel: Zolang die hoek niet wordt bereikt, is het aandraaimoment M_A bepalend. De werkelijke hoek zal in het algemeen aanzienlijk kleiner zijn!

Bij bouten met normale afmetingen en gewone (grove) spoed mag de gemeten hoek in fase 2 bij te klemmen stalen onderdelen, niet meer zijn dan 90° .

De uiterste hoekverdraaiing van bouten en ankers langer dan 250 mm, dient door berekening te worden bepaald uit de rek van de bout (anker) en de indrukking van de te klemmen onderdelen ten gevolge van $0,3 F_{p;dr}$ vermeerderd met 70° . Echter niet minder dan 90° .

C) Moment-hoekmethode

Voor voor te spannen normale bout-moer verbindingen (tot en met M36) in werktuigbouwkundige constructies, welke binnen de gebruiksduur niet gedemonteerd behoeven te kunnen worden, mag de moment-hoekmethode gebruikt worden. Procedures overeenkomstig hetgeen vermeld bij voorspanverbindingen van staalconstructies.

D) Hydraulisch voorspannen van bouten

Voor voor te spannen lange (>500 mm) bouten of ankers in werktuigbouwkundige constructies moet van hydraulisch voorspannen gebruik worden gemaakt.

Hydraulisch voorspannen kan worden toegepast bij lange bouten en ankers waar de rek t.g.v. het voorspannen een aantal malen groter is dan de invloeden die bij het overnemen van de belasting door de moer de voorspankracht reduceren (reducerende invloeden zijn; vervormingen, zettingen, het niet zuiver haaks staan van de moer of boutkop op de op te klemmen onderdelen, het toepassen van niet vlakke sluitringen etc.). Als ter controle van de voorspankracht rekmetingen worden uitgevoerd, kan deze methode ook worden toegepast bij kortere bouten. Tijdens het spannen mag het rekken van de ankers niet belemmerd worden door hechting aan beton.

De vereiste voorspankracht en de toegestane (toelaatbare) voorspankracht moeten zijn bepaald volgens NEN 6786 (VOBB).

Daarnaast moet bij ankers in beton rekening worden gehouden met spanningsverlies t.g.v. kruip en krimp.

Als de voorspankracht door rekmetingen worden gecontroleerd moet voor de factor X (zoals gedefinieerd in genoemde norm) 1,25 in rekening worden gebracht. Indien bij ankers en bouten langer dan 1 m geen controle wordt uitgevoerd, moet voor X tenminste 1,65 worden aangehouden. Deze waarde mag worden gereduceerd tot 1,5 als de klemlengte 2 m of meer is. Bovenstaande geldt slechts als de onderdelen van de verbinding op de relevante plaatsen schoon zijn en sluitringen worden toegepast waarvan de vlakheidstolerantie 0,2 mm of minder bedraagt.

Procedure voor het hydraulisch voorspannen

- Stap 1 Bouten of ankers spannen m.b.v. hydraulische vijzels met afwijkingen van maximaal 5%. Tijdens het spannen mag de spankracht de toelaatbare voorspankracht niet meer dan 10% overschrijden
- Stap 2 Moeren licht aandraaien op zodanige wijze dat de spankracht daardoor niet meer dan 10% toeneemt
- Stap 3 Vijzels ontlasten
- Stap 4 De procedure dient ten minste eenmaal te worden herhaald. In veel gevallen zal het nodig zijn om meerdere bouten tegelijk te spannen.

8.7	Eis
-----	-----

De buitenoppervlakken moeten vrij zijn van kerven of sneden door het klinkgereedschap.

8.9	Eis
-----	-----

Bijlage K geldt als normatief voor zeskantinjectiebouten. Voor aanvullende info wordt verwezen naar NEN-EN 1993-2+NB.

9.3.1	Eis
-------	-----

N.t.b. "veilige methode van bouwen ter beschikking stellen" is niet van toepassing bij D&C / E&C. Als door of namens RWS het ontwerp ter beschikking wordt gesteld en informatie over de bouwmethode ontbreekt, moet dit door de opdrachtnemer worden bepaald in overeenstemming met de ontwerpuitgangspunten.

10.1	Eis
------	-----

In aanvulling op 10.1 (oppervlaktebehandeling algemeen) punt a moet het conserveringssysteem ook voldoen aan:

- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A of 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)
- de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE.

Informatief zijn de volgende NBD's:

- NBD16312; Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)
- NBD16325; Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting
- NBD16365; Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting

In aanvulling op 10.1 (oppervlaktebehandeling algemeen) punt b moet de metalen deklaag aangebracht door thermisch spuiten ook voldoen aan:

- OGOS-500-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel
- OGOS-501-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Handreiking

Zie ook de documenten die in de ROK zijn vermeld bij NEN-EN 1090-2, 2.7.

10.2	Eis
------	-----

In aanvulling op 10.2 (voorbewerking van stalen ondergronden) en tabel 22 moet de voorbewerkingsgraad van nieuwbouw staalondergronden voldoen aan P2 behalve de volgende onderstaande omschrijvingen uit tabel 1 van ISO 8501-3; deze moeten voldoen aan voorbewerkingsgraad P3:

2.1 afgeronde kanten

2.2 randen gemaakt door ponsen, knippen, zagen en boren

2.3 thermisch gesneden randen

3.1 kuilen en kraters

In aanvulling op 10.2 moet na verwerking van RVS de corrosiewerende laag hersteld worden en visueel gelijk zijn aan het moedermateriaal (gehele oppervlak egaal van uiterlijk/kleur).

In aanvulling op 10.2 moeten aangrenzende onderdelen welke niet gestraald en /of geconserveerd worden, doelmatig worden afgeschermd.

10.5	Eis
------	-----

In aanvulling op 10.5 mogen toegepaste ontluchtingsgaten niet tot onbedoelde vochthuishouding in de inwendige ruimte(n) leiden.

10.8	Eis
------	-----

In aanvulling op 10.8 moeten onbereikbare/slecht bereikbare plaatsen worden vermeden door eventuele te nemen maatregelen als inboxen. Ontwerpuitgangspunt is onderhoudsarm/vriendelijk.

10.9	Eis
------	-----

In aanvulling op 10.9 geldt dat na reparaties en/of aanpassingen aan de geconserveerde constructie de conservering hersteld moet worden. De procedure moet zijn afgestemd op het reeds aangebrachte conserveringssysteem.

11	Eis
----	-----

De gegeven toleranties betreffen over het algemeen toleranties op onderdelen van een eindproduct. Toleranties welke verband houden met het eindproduct als geheel of met de interactie tussen delen van het eindproduct moeten als onderdeel van het DO worden bepaald. De tolerantie-beschouwing dient onderdeel uit te maken van de ontwerpnota en het resultaat (aanvullend op de toleranties conform de ROK) dient te worden vastgelegd op de DO-tekeningen.

Op onderdelenniveau verwijst NEN-EN 1090-2 naar essentiële toleranties. De essentiële toleranties in de NEN-EN 1090-2 zijn relatief groot. Essentiële toleranties zijn volgens de 1090 gekoppeld aan mechanische sterkte en stabiliteit en zijn gesplitst in fabricage toleranties en montage toleranties. Functionele toleranties zijn volgens de NEN-EN 1090-2 bedoeld om te voldoen aan andere criteria zoals passing en uiterlijk en zijn eveneens gesplitst in fabricage en montage toleranties. Functionele toleranties zijn daarnaast gesplitst in klasse 1 en 2.

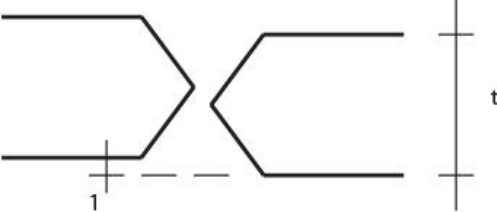
In tabel 7-4 zijn per product de normatief van toepassing zijnde/verklaarde minimale (basis)toleranties aangegeven. Ontwerpafhankelijk kan het noodzakelijk zijn de toleranties verder te beperken. Met nadruk wordt erop gewezen dat ten aanzien van de zwaarte van de eisen (essentieel, functioneel klasse 1, functioneel klasse 2 en aanvullingen, van licht naar zwaar) de zwaarste geldt en dat productspecifieke toleranties prevaleren voor algemene. De aangegeven toleranties zijn van toepassing voor zover de Eurocode, ten aanzien van het in rekening brengen van imperfecties en de toetsing van platen en verstijvers op stabiliteit, geen zwaardere eisen oplegt.

Tabel 7-4: Minimale (basis)toleranties

Product	Geometrische toleranties (basis) NEN-EN 1090 Bijlage D e.a.	Aanvullingen (prevaleren boven basis)
Vaste stalen bruggen (en staaldeel vaste staalbetonbruggen, voor zover van toepassing)	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7.5 vaste stalen bruggen
Stalen palen en damwanden	n.t.b.	
Staalbouwkundig deel beweegbare stalen bruggen	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7.5 vaste stalen bruggen
Staalbouwkundig deel natte kunstwerken staalconstructies	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7.5 vaste stalen bruggen
Mechanische uitrusting van beweegbare stalen bruggen en waterbouwkundige staalconstructies	Essentieel + functioneel klasse 2 + ROK paragraaf 7.16	
Geluidsschermen	Essentieel + functioneel klasse 1 + GCW	
Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders)	Essentieel + functioneel klasse 1 + PVE VDC's	Bijlage D2.10 1) $\Delta \leq +L/750$ en $-L/1000$
Bijbehorende onderdelen (bij 1 t/m 9) opleggingen bruggen • voegovergangen bruggen • (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk • inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (banen, wagens) • inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (paden)	Zie ROK deel III-6 Zie ROK deel III-1 Essentieel + functioneel klasse 1 Essentieel + functioneel klasse 2 Essentieel + functioneel klasse 1	Leuningregels dienen visueel recht te zijn; zie ROK paragraaf 13.12

Tabel 7-5: Toleranties vaste stalen bruggen

Aanvulling	Omschrijving
NEN-EN 1993-2/NB	Tolerantie- en voorbereidingseisen NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F; eisen uit genoemde bijlage gaan boven de toleranties eisen uit bijlage D van NEN-EN 1090-2 en de eisen in deze tabel.
D1.2 / D2.2	Niet van toepassing voor troggen (zie D2.14)
D2.15 2)	Brug, aanzicht of profiel (elke langssnede) Voor $20\text{m} < L < 50\text{m}$ $\Delta \leq +L/2000 + 10$ en -20 mm Voor $50\text{m} < L < 100\text{m}$ $\Delta \leq +(L-50)/2000 + 35$ en -20 mm Voor $L > 100\text{m}$ $\Delta \leq +60$ en -20 mm In aanvulling op bovenstaande geldt dat lokaal voldaan moet worden aan de eisen gesteld bij NEN-EN 1090-2, D2.18 1) en 3) en de noodzakelijk uitvulling van asfalt (uitgaande van de minimum laagdikte en de eisen aan het verloop aan de bovenzijde) nergens op het dek boven de 15 mm uitkomt. In aanvulling op bovenstaande geldt dat zowel in langsrichting als in dwarsrichting in alle situaties afvoer van regenwater binnen de gestelde criteria moet kunnen plaatsvinden zonder plasvorming.

Aanvulling	Omschrijving
D2.16 1) en 2)	Delingen in de dekplaat Aangegeven is een V-naad als dekplaatlas; een V-naad als dekplaatlas is niet toegestaan; een deling in de dekplaat dient als X-naad te worden uitgevoerd; onderlegstrippen zijn niet toegestaan.
D2.16 3)	Aansluiting tussen trogbenen en dekplaat Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 1, 2, en 3); $\Delta = 0$ mm; over 10 % van de lengte is $\Delta \leq 0.5$ mm toegestaan Noot: Foute figuur in engelse versie NEN-EN 1090-2:2008; foute figuur in NL vertaling.
D2.16 4) en 5)	Aansluiting van troggen naar passtukken Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 5); $\Delta \leq 1$ mm en aangepaste voorbereiding en vooropening
D2.16 6)	Aansluiting van doorgestoken troggen aan dwarsdragers $\Delta \leq 2$ mm, met $a = a_{nom}$ voor $s \leq 1$ mm en $a = a_{nom} + 1$ voor $1 < s \leq 2$ mm
D2.17 1)	Aansluiting van tussengelaste troggen aan dwarsdragers Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 6); $\Delta_1 \leq 1$ mm
D2.17 3)	Laspoortjes niet toegestaan
D2.17 4a) 5)	$\Delta_a \leq 0.25 * t_{w, crossbeam/console}$ mm
D2.17 6) toegevoegd	Deling in de lijfplaten of de onderflenzen van dwarsdragers of hoofdliggers: $\Delta \leq 2$ mm  legenda 1 = afwijking Δ in uitlijning
D2.18 1)	De vlakheid van de dekplaat in alle richtingen na fabricage en montage moet voldoen aan de waarden van P_r vermeld bij $t \leq 10$ (ook bij $t > 10$ mm), waarbij voor bruggen met een epoxy slijtlaag de aangegeven waarden moeten worden verlaagd met tot 2, 3 en 4 mm voor resp. rijlengtes van 1, 3 en 5 m. De overige P_r -waarden (bij $t \geq 70$) zijn niet van toepassing. In aanvulling op bovenstaande geldt dat zowel in langsrichting als in dwarsrichting in alle situaties afvoer van regenwater binnen de gestelde criteria moet kunnen plaatsvinden zonder plasvorming.
D2.18 2)	In aanvulling op de eis t.a.v. de lashoogte geldt dat de dekplaat t.p.v. de las maximaal 1 mm mag "opwippen" in het gebied tussen de uiteinden van de passtukken (i.g.v. dwarslassen tussen secties en i.g.v. langlassen). Noot: getekend is V-naad, maar moet X-naad zijn
D2.18 3) toegevoegd	De lengte van "rechte" secties van een brug waarvan de toeg d.m.v. een veelhoek wordt benaderd moet worden beperkt tot een lengte waarbij halverwege de sectie niet meer dan 5 mm slijtlaag "extra" behoeft te worden aangebracht.
D2.18 4) toegevoegd	Bij constructies die door hun aard gevoelig zijn voor "scheluwheid" (bv kokervormige bruggen t.a.v. oplegreacties, het val van basculebruggen t.a.v. vooroplegdrücken en krachten op het bewegingswerk, puntdeuren met kokerverbanden) moeten in het DO aan dergelijke afwijkingen eisen worden gesteld en dienen de effecten van die afwijkingen in het ontwerp te worden meegenomen.

11.1	Eis
------	-----

De essentiële en functionele toleranties (en de aanvullingen daarop in deze paragraaf van de ROK) zijn generiek van aard en toepassing. Voor specifieke ontwerpen kunnen in strengere toleranties noodzakelijk zijn.

12.4	Eis
------	-----

Gerepareerde hechten, lassen en gerepareerde beschadigingen moeten op dezelfde wijze als het eerste niet-destructief onderzoek worden onderzocht. Dit onderzoek moet eveneens worden gerapporteerd.

12.4.2.2	Eis
----------	-----

In aanvulling op het gestelde in NEN-EN 1090-2 moet de ontwerper aangeven hoeveel en welk type onderzoek moet worden uitgevoerd en op welke plaatsen in de constructie dit moet gebeuren, zodanig dat dit representatief is voor de hele constructie en minimaal voldoet aan het gestelde in tabel 7-6. De omvang van het niet-destructief onderzoek dient opgenomen te worden in het NDO-plan.

Tabel 7-6 dient als basis voor de invulling van de keuzes die gemaakt moeten worden bij het vastleggen van de eisen voor een specifieke constructie of gedeelte daarvan. Deze tabel vervangt tabel 24 uit NEN-EN 1090-2.

Tabel 7-6: Omvang onderzoek, vervanging van NEN-EN 1090-2, tabel 24

Soort las	Aanvullende bepalingen	Werkplaatslassen en montage lassen			
		EXC 1	EXC 2	EXC 3*	EXC 4
Alle	Visueel	100%	100%	100%	100%

Soort las	Aanvullende bepalingen	Werkplaatslassen en montage lassen			
		EXC 1	EXC 2	EXC 3*	EXC 4
Stompe naden materiaaldikte ≥ 12 mm	Algemeen	nvt	10% UT 10% MT	100% UT 100% MT	100% UT 100% MT
	Rijdekplaat en waterkerende beplating, automaatgelast	nvt	nvt	UT alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las overige laslengte 10% steekproefsgewijs. MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. RT of TOFD, elke laskruising.	UT alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. RT of TOFD, elke laskruising.
	Rijdekplaat en waterkerende beplating, hand gelast	nvt	nvt	100% UT 100% MT RT of TOFD elke laskruising.	100% UT 100% MT RT of TOFD elke laskruising.
Stompe naden materiaaldikte < 12 mm	Hand gelast	nvt	10% MT	100% MT RT, elke laskruising, overige laslengte 25% steekproefsgewijs.	100% MT RT, elke laskruising, overige laslengte 25% steekproefsgewijs.
	Automaat gelast	nvt	10% MT	MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% RT, elke laskruising.	MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% RT, elke laskruising.
	Stuiknaden in troggen en passtukken	nvt	nvt	100% MT RT, trogbodem + halve hoogte trogbeen vanaf bodem 100%.	100% MT RT, trogbodem + halve hoogte trogbeen vanaf bodem 100%.
Stompe naden met M.D.F	n.v.t.	nvt	100% MT	100% UT 100% MT	100% UT 100% MT
Hoeklassen	n.v.t.	10% MT	10% MT	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.

Soort las	Aanvullende bepalingen	Werkplaatslassen en montage lassen			
		EXC 1	EXC 2	EXC 3*	EXC 4
Versterkte hoeklas	n.v.t.	10% MT	10% MT	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.
	Indien mogelijk, aantonen MDF	nvt	nvt	UT, 2 metingen (elk met een lengte van ca. 100 mm) per gelegde las.	UT, 2 metingen (elk met een lengte van ca. 100 mm) per gelegde las.

12.4.2.4

Eis

Niet-destructief onderzoek dient te worden uitgevoerd door een volgens NEN-EN-ISO/IEC 17020 geaccrediteerd bedrijf.

a) Penetrant onderzoek

De procedure en de uitvoering van het penetrant onderzoek dienen te voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.a).

Beoordeling Indicaties:

- Relevante indicaties
Een discontinuïteit is het bewijs van een relevante (mechanische) imperfectie of indien hierover onzekerheid bestaat wordt deze aangemerkt als een twijfelachtige indicatie. Zolang geen zekerheid is verkregen wordt deze als relevant beschouwd
- Niet relevante indicaties
Dit zijn indicaties waarvan de oorzaak duidelijk is doch niet vallen onder de relevante indicaties (zoals groeven, lichte inkarteling e.d.).

Acceptatiecriteria:

Conform de relevante kolom van de in de tabel 7.7 vermelde eis.

b) Magnetisch onderzoek

In aanvulling op NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.b dient de uitvoering van het magnetisch onderzoek te voldoen aan de volgende eisen:

- De droge methode van onderzoek mag alleen worden toegepast bij een oppervlakte temperatuur > 55°C;
- Voor de uitvoering van het onderzoek is alleen een jukmagneet met wisselstroom toegestaan

Beoordeling Indicaties:

- Relevante indicaties
Een discontinuïteit is het bewijs van een relevante (mechanische) imperfectie of indien hierover onzekerheid bestaat wordt deze aangemerkt als een twijfelachtige indicatie. Zolang geen zekerheid is verkregen wordt deze als relevant beschouwd
- Niet relevante indicaties
Dit zijn indicaties waarvan de oorzaak duidelijk is doch niet vallen onder de relevante indicaties (zoals groeven, lichte inkarteling e.d.).

Acceptatiecriteria:

Conform de relevante kolom van de in de tabel 7.7 vermelde eis.

c) Ultrasoon onderzoek

De procedure en uitvoering van het ultrasoon onderzoek dienen te voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.c. Het materiaal van de benodigde referentieblokken dient ultrasoon gelijk te zijn aan het te onderzoeken materiaal.

Beoordeling Indicaties:

Alle indicaties moeten worden beoordeeld t.o.v. het referentie niveau (100% DAC). Indicaties met amplitudes groter dan 20% van het (gecorrigeerde) referentie niveau, moeten uitgebreid worden onderzocht om de identiteit en ligging van mogelijke indicaties te bepalen om deze te beoordelen aan de hand van de afkeur criteria, zoals aangegeven bij de acceptatiecriteria.

Acceptatiecriteria:

Conform de relevante kolom van de in tabel 7.7 vermelde eis met als aanvulling dat wanneer twee verschillende materiaaldikten door een las verbonden zijn, geldt dat de toegestane foutlengte bepaald wordt door de dunste materiaaldikte.

d) Lamellar tearing of dubbelingen onderzoek

De procedure en uitvoering van het onderzoek naar lamellar tearing of dubbelingen dienen te voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.c, (maar dan werkmethode 2 volgens NEN-EN-ISO 17640, i.p.v. werkmethode 1 voor lasonderzoek), aangevuld met de relevante kolom van de in tabel 1 vermelde eis. De benodigde kalibratieblokken dienen ultrasoon gelijk te zijn aan het te onderzoeken materiaal. Bij twijfel dient de dempingcoëfficiënt te worden bepaald.

Beoordeling Indicaties:

Alle indicaties welke worden gevonden moeten worden beoordeeld t.o.v. het referentie niveau. De afmetingen van de indicaties moet worden bepaald aan de hand van het in de acceptatiecriteria vermelde aanvaardbaarheidsniveau.

Acceptatiecriteria:

Conform de relevante kolom van in tabel 7.7 vermelde eis.

Naast alle onacceptabele indicaties moeten eveneens alle indicaties welke groter zijn dan 20% van het referentie niveau gerapporteerd en op tekening worden vastgelegd.

e) Radiografisch onderzoek

De procedure en uitvoering van het radiografisch onderzoek dient te voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.d, aangevuld met de relevante kolom van de in tabel 7-7 vermelde eis. Indien er gebruik wordt gemaakt van een Iridium bron bij een wanddikte $t < 20$ mm, dient er gebruik te worden gemaakt van een filmsysteem met een dichtheid van D4. Voor de uitvoering van lasonderzoek aan (pas)troggen dient tevens voldaan te worden aan de voorwaarden zoals geschetst in figuur 7-3.

Filmidentificatie:

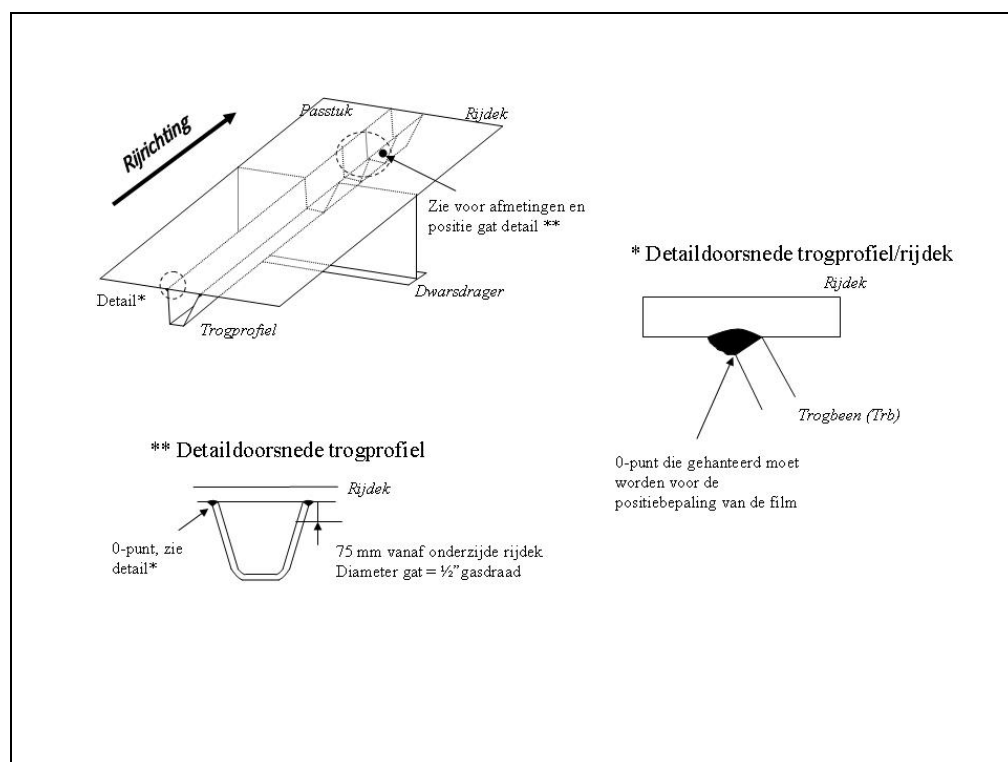
Elke film moet voorzien worden van gegevens die volledige traceerbaarheid garanderen en moeten op het filmbeeld zichtbaar zijn. Alle radiografieën van

reparaties krijgen hetzelfde filmnummer als de eerste opname, aangevuld met R1. Blijkt echter deze reparatie nogmaals te moeten worden uitgevoerd, dan wordt het film nummer achtereenvolgens gemerkt met R2

Beoordeling Indicaties:

Indicaties dienen te worden getoetst aan de criteria genoemd in de relevante kolom van tabel 7.7. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:

- I. Algemeen lasonderzoek
- II. Lasonderzoek aan (pas)troggen



Figuur 7-3: Voorwaarden lasonderzoek (pas)troggen

f) TOFD-onderzoek

De procedure dient te voldoen aan NEN-EN-ISO 10863 conform de relevante kolom van de in Tabel 7-7 vermelde eis. Deze tabel geeft t.a.v. een deel van de aspecten invulling van de keuzes die gemaakt moeten worden bij het vastleggen van de eisen voor een specifieke constructie of gedeelte daarvan.

Beoordeling Indicaties:

Indicaties dienen te worden getoetst aan de criteria in NEN-EN 15617 serie.

Tabel 7-7: Keuzetabel contracteisen

Noot 1: Gedeeltelijke invulling van de tabel in bijlage A van NEN-EN 1090-2 op grond van NEN-EN 1090-2 + ROK-eisen; in een volgende versie van ROK zal de tabel verder worden ingevuld.

Noot 2: De verwijzingen naar paragrafen in deze ROK kloppen niet; wordt hersteld in volgende versie van ROK.

Beschrijving		Veiligheidsleuningen, leuningen en klein ijzerwerk	Verkeerskundige draagconstructies	Overwegend statisch en/of dynamisch belaste primaire constructies en reparaties	Reparatie Stalen Rijdekken inclusief langsverstijvingen en dwarsdragers
rev3a					
Vereiste uitvoeringsklasse (Eveneens van toepassing: 4.1.2)	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	EXC3
NEN-EN 1090-1	Overeenstemming vereist				
NEN-EN 1090-2	Overeenstemming vereist				
Algemeen (Eveneens van toepassing: 7.1)	NEN-EN ISO 3834-4	NEN-EN ISO 3834-3	NEN-EN ISO 3834-2		
Productieplan (Eveneens van toepassing: hfst 4 en bijlage C)	Geen bijzondere eis	Vereist			
		Gedocumenteerde voorschriften en vastlegging zijn aanbevolen	Gedocumenteerde voorschriften en vastlegging zijn vereist		
Lasmethode beschrijving	Vereist, zie de relevante versie van NEN-EN ISO 15609				
Kwalificeren van lasmethoden (Eveneens van toepassing: 7.4.1, 7.4, 7.5.5)	Geen bijzondere eis	Zie NEN-EN 1090-2 tabel 12 en tabel 13			
Kwalificeren van lassers en bedieners van lasmachines	Lassers NEN-EN 287-1 Bedieners NEN-EN 1418				
Lascoördinatie	Niet vereist	Technische kennis volgens NEN-EN 1090-2 tabellen 14 of 15 (Eveneens van toepassing: 7.4.1)			
Inspectie- en beproevingspersoneel	Kwalificatie is vereist				
Lasnaadvoorbewerking (Eveneens van toepassing: 7.5.8)	Niet vereist	Niet vereist	Voor het bewerken aangebrachte grondverven niet toegestaan		
Partijkkeuring van lastoevoegmaterialen	Niet vereist				
Inspectie en beproeving voor, tijdens en na het lassen	Indien vereist	Vereist, zie 12.4.2.2			
Hechtlassen (Eveneens van toepassing: 7.5.7)	Indien relevant	Gekwalificeerde lasmethode			
Het uitvoeren van lassen	Zie 7.5		Verwijderen van lasspetters Zie ook: 7.5		
Warmtebehandelingen na het lassen (Eveneens van toepassing: 7.5.16)	Niet vereist	Bewijs dat aan de eisen van de productnorm of specificatie is voldaan			
		Methode en vastlegging zijn vereist	Methode, vastlegging en naspeurbaarheid van vastlegging naar het product zijn vereist		
Aanvaardingscriteria (Eveneens van toepassing: 7.6)	NEN-EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau D	NEN-EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau C	NEN-EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau B	NEN-EN ISO 5817 plus Kwaliteitsniveau B+ (NEN-EN 1090-2 tabel 17)	
Niet-overeenstemming en corrigerende maatregelen	Controlemaatregelen moeten zijn ingevoerd	Controlemaatregelen moeten zijn ingevoerd Methoden voor reparatie en/of correctie zijn vereist (Eveneens van toepassing: 12.4.2.5)			
Identificatie tijdens het proces en naspeurbaarheid	Geen bijzondere eis	Vereist, zie 6.2 punt 1	Vereist, zie 6.2 punt 2		
Kwaliteitsrapporten / NDO rapportage	Vereist, zie Annex C 1 en 3	Vereist, zie Annex C 1, 3, 4 en 6	Vereist, zie Annex C 1 t/m 7		
NDO algemeen	Geen bijzondere eis	Vereist			
NDO uitvoering	Voor omvang NDO onderzoek zie 12.4.2.2 Voor uitvoering NDO onderzoek zie 12.4.2.4				

Beschrijving		Veiligheidsleuning, leuning en klein ijzerwerk	Verkeerskundige draagconstructies	Overwegend statisch en/of dynamisch belaste primaire constructies en reparaties	Reparatie Stalen Rijdekken inclusief langsverstijvingen en dwarsdragers
rev3a					
Vereiste uitvoeringsklasse (Eveneens van toepassing: 4.1.2)	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	EXC3
TOFD onderzoek	Alleen uit te voeren indien door de opdrachtgever vereist, 12.4.2.2 en 12.4.2.4 f)				
Acceptatie criteria bij penetrant onderzoek (Zie: 12.4.2.4 a)	NEN-EN-ISO 23277:2009 Acceptance level 1				n.v.t.
Acceptatie criteria bij magnetisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 b)	NEN-EN-ISO 23278:2009 Acceptance level 2			NEN-EN-ISO 23278:2009 Acceptance level 1	
Werkmethode bij ultrasoon onderzoek (Zie: 12.4.2.4 c)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level A	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level C	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level B
Acceptatie criteria bij ultrasoon onderzoek (Zie: 12.4.2.4 c)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 3	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 2	
Werkmethode bij ultrasoon onderzoek (lamellar tearing) (Zie: 12.4.2.4 d)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 2 Testing level A	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 2 Testing level C	n.v.t.
Acceptatie criteria bij ultrasoon onderzoek (lamellar tearing) (Zie: 12.4.2.4 d)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 3	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 2	n.v.t.
Werkmethode radiografisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 e)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 1435:1997 Onderzoek klasse A		n.v.t.
Acceptatie criteria bij radiografisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 e)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 12517-1:2006 Acceptance level 2	NEN-EN 12517-1:2006 Acceptance level 1	n.v.t.
Acceptatie criteria bij radiografisch onderzoek (Lasonderzoek aan (pas)troggen) (Zie: 12.4.2.4 e II)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 12517-1:2006 Acceptance level 1 Hierbij zijn tevens de vaste en metallische insluitsels (300) niet toegestaan	n.v.t.
Werkmethode TOFD onderzoek (Zie: 12.4.2.4 f)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 10863:2011 Examination level B	NEN-EN-ISO 10863:2011 Examination level C	
Acceptatie criteria bij TOFD onderzoek (Zie: 12.4.2.4 f)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 15617:2009 Acceptance level 2	NEN-EN 15617:2009 Acceptance level 1	

12.4.2.5

Eis

In geval van reparaties, geldt een voorverwarmingstoeslag op de toegepaste voorwarmtemperatuur bij reparatie van 50 °C ten opzichte van de WPS met een

maximum van 225 °C. In geval van reparatie van een las mag ten hoogste tweemaal een reparatie op dezelfde plaats in een las plaatsvinden. Daarna moet een deel van het moedermateriaal worden vervangen.

Bijlage A	Eis
-----------	-----

Zie voor gedeeltelijke invulling tabel 7-7.

Zie "Relatie ontwerp uitvoering" aan het begin van dit hoofdstuk.

Uitvoeringsklassen bepalen in detail een groot deel van de vereisten ten aanzien van de fabricage en de uitvoering binnen het toepassingsgebied van dit ROK hoofdstuk (staalconstructies incl. mechanische uitrustingen). De ontwerpende partij dient aanvullende informatie als genoemd in bijlage A van NEN-EN 1090-2 (inclusief noodzakelijke keuzen in onderliggende normen en documenten) voor zover niet al vereist in dit document, nader te specificeren op basis van het gemaakte ontwerp (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering), tenzij de keuze met betrekking tot het betreffende item al in de ROK is gespecificeerd.

Bijlage B	Eis
-----------	-----

De vervaardigingsklasse is voor de meest voorkomende RWS-producten (normatief) voorgeschreven in ROK tabel 7-3.

Bijlage C	Eis
-----------	-----

Algemeen:

Zie de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 4.2.2. Bijlage C moet t.a.v. het kwaliteitsplan voor fabricage en montage als normatief worden gezien.

Specifiek:

Indien van toepassing (zie tabel 7-7), moet de opdrachtnemer in 3-voud (of het in het contract vermelde aantal) de volgende documentatie, actueel, systematisch en toegankelijk gebundeld aanleveren:

1. Lasmethodebeschrijving(-en) (WPS) + beproevingsresultaten (WPQR)
2. NDO-locatie(-s) in relatie tot tekeningen;
3. NDO-rapportage(-s) (geen röntgenfilms);
4. Materiaalcertificaten van basismateriaal;
5. Rapport(-en) van de warmtebehandeling en de warmtebehandelingsprocedure(-s) (indien van toepassing);
6. Rapport(-en) over reparatie(-s) en andere tekortkomingen
7. Afwijking(-en) van lasparameters. (Indien gelast wordt met parameters die buiten de gespecificeerde range van de WPS vallen.)

De documentatie moet worden geleverd als volgt:

1. Twee papieren versies en
2. Eén doorzoekbare pdf.

Noot: Alleen originele of door de verantwoordelijk lascoördinator (Responsible Welding Coordinator, RWC) gewaarmerkte kopieën zijn acceptabel.

Bijlage D	Eis
-----------	-----

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 11.

Bijlage E	Eis
-----------	-----

Bijlage E is informatief.

Bijlage F1.2	Eis
--------------	-----

De omgevingsklasse is C5M en C5I voor atmosferische belasting en Im2 voor immersiebelasting. De minimaal te verwachten levensduur voor een beschermend conserveringssysteem tot het eerste grote conserveringsonderhoud is 20 jaar.

Bijlage F1.3e	Eis
---------------	-----

De tekst in punt e van F1.3 moet worden vervangen door:

Het conserveringssysteem moet voldoen aan:

- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A of 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B).

Dit kan met inbegrip zijn van eisen die verband houden met de vervolgens aan te brengen decoratieve deklagen en beperkingen aan de keuze van kleuren voor de deklaagproducten. Tevens dienen van het conserveringssysteem referentieobjecten of referentievlakken (proefvlakken) te worden overlegd waarbij wordt aangetoond dat de verfleverancier minstens drie jaar aantoonbare ervaring op een vergelijkbare constructie en ondergrond en onder vergelijkbare omstandigheden heeft. De resultaten van uitgevoerde inspecties op de referentie moeten worden overlegd. Uit de gegevens moet ook blijken op welke onderdelen van de referentie het conserveringssysteem is toegepast en de omvang daarvan. Van de referenties moet bekend zijn bij wie informatie kan worden ingewonnen.

In aanvulling op F1.3 is ook de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE van toepassing.

Bijlage F2.1	Eis
--------------	-----

In aanvulling op F2.1 geldt dat voor reeds eerder geschilderde ondergronden de oppervlakken moeten worden voorbereid i.o.m. NEN-EN-ISO 8501-2.

In aanvulling op F2.1 moeten loszittende en ondeugdelijke delen van de oude plamuur- en kitafdichtingen worden verwijderd.

Bijlage F6.1	Eis
--------------	-----

In aanvulling op F6.1 (aanbrengen van verf) en ISO 12994-7 moet de verflaag gecorrigeerd worden als de gemeten laagdikte meer dan 2,5 maal de gespecificeerde laagdikte bedraagt.

In aanvulling op F6.1 (aanbrengen van verf) moeten toe te passen kitten overschilderbaar zijn en worden beschouwd als integraal onderdeel van het conserveringssysteem. Kitten moet worden aangebracht conform de voorschriften van de leverancier en voor de laatste laag van het conserveringssysteem.

Bijlage F6.2	Eis
--------------	-----

In aanvulling op F 6.2 (metaal spuiten) zijn ook de eisen uit OGOS-500-TRL, Eisen thermische spuitlagen, Eisendeel, van toepassing.

Bijlage F6.3	Eis
--------------	-----

In aanvulling op F 6.3 (verzinken) is bij het toepassen van deklagen op thermisch verzinkte onderdelen NEN 5254 van toepassing.

In afwijking van NEN-EN-ISO 1461 is het gebruik van zinkspray voor het bijwerken van beschadigingen in de zinklaag niet toegestaan.

Bijlage F7.1	Eis
--------------	-----

In aanvulling op F7.1 (Keuring en Controle, Algemeen) zijn ook de eisen uit de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE van toepassing.

Bijlage F7.2	Eis
--------------	-----

De norm in punt b) 2 van F7.2 (routinecontroles) wordt vervangen door OGOS-500-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel.

Bijlage F7.3	Eis
--------------	-----

RWS specificeert geen referentievlakken.

Bijlage G	Eis
-----------	-----

Bijlage G mag niet worden toegepast.

Bijlage H	Eis
-----------	-----

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 8.

Bijlage J	Eis
-----------	-----

Bijlage J mag niet worden toegepast.

Bijlage M	Eis
-----------	-----

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 8.

8 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies

Voor het ontwerp en de uitvoering van staalbeton bruggen gelden de hoofdstukken 6 en 7 voor respectievelijk de betonconstructie en de staalconstructie.

8.1 **Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-1-1 + NB.

8.2 **Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-1-2 + NB.

8.3 **Deel 2: Algemene regels en regels voor staal-betonnen bruggen**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-2 + NB.

9 Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies

9.1 **Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-1-1 + NB.

9.2 **Deel 1-2: Algemeen – Ontwerp en berekening van constructies bij brand**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-1-2 + NB.

9.3 **Deel 2: Houten bruggen**

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-2 + NB.

10 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies

10.1 NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels

NEN 9997-1 is een samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/C1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1.

NEN 9097-1 bestaat uit tekstdelen van NEN 6740, NEN 6743-1, NEN 6744, NEN 6745-1, CUR 2001-4, CUR C 162); De tekstdelen kunnen zijn gewijzigd t.o.v. brondocument. NEN 9097-1 bestaat niet zelfstandig.

Aanvullingen op NEN 9997-1.

1.5.3.10	Eis (Bruggen)
----------	---------------

Ieder steunpunt van een brug dient te worden beschouwd als een afzonderlijke 'geotechnische constructie'.

2.1 (17)	Eis
----------	-----

De aan te houden categorie is voor definitief werk GC2 met uitzondering van de constructies die bij GC3 zijn genoemd.

2.1 (20)	Eis
----------	-----

De volgende constructies vallen onder geotechnische categorie 3 (GC3):

- Bruggen met een overspanning groter dan 200 m;
- Tunnels met een gesloten lengte groter dan 80 m;
- Aquaducten;
- Sluizen en stuwen.

2.4.6.3 (2)P	Toelichting
--------------	-------------

Geometrische afwijkingen kunnen bijvoorbeeld van belang zijn bij constructies waar een beperkt aantal palen wordt toegepast, zoals bij de fundering van een geluidsscherm.

2.4.9 (1)P	Eis
------------	-----

- Eisen m.b.t. de zakking van een steunpunt voor viaducten en bruggen:
Voor bruggen / viaducten geldt een maximale zakking van een steunpunt van 0,05 m. Daarnaast mag het zakkingsverschil tussen twee opeenvolgende steunpunten niet meer bedragen dan 0,03 m.

Het gaat hier alleen om de zetting die optreedt nadat de dekconstructie is aangebracht en niet over de zetting door voorbelasting.

- Eisen m.b.t. de schuinstand van een steunpunt voor viaducten en bruggen:
De schuinstand ω volgens art. 1.5.3.37 van een steunpunt, bepaald volgens art. 6.6 resp. art. 7.6.4, bij belastingscombinaties volgens art. 2.4.2, mag niet groter zijn dan:
 - in langsrichting dek: $\omega \leq 1 : 100$

- in dwarsrichting dek: $\omega \leq 1 : 600$

2.5	Eis
-----	-----

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

2.7	Eis
-----	-----

Tenzij anders voorgeschreven door de opdrachtgever, is toepassing van dit artikel niet toegestaan.

3.2.3 (6)P (e)	Eis
----------------	-----

Toevoeging na 1^e alinea:

Voor paalfunderingen van geotechnische constructies als bedoeld in art. 1.5.3.10 dienen per geotechnische constructie tenminste 2 terreinproeven te worden uitgevoerd. De terreinproeven dienen te liggen binnen de verticale projectie van de geotechnische constructie.

3.2	Eis (Tunnels)
-----	---------------

In het kader van CUR rapport 2003-7 moeten bouwputten als grondkerende constructies worden beschouwd. Voor het afgezonken gedeelte van een zinktunnel kan over het algemeen worden volstaan met onderzoek volgens "lijninfrastructuur", zoals vermeld in CUR rapport 2003-7, art. 2.4. Per project dient dit nader te worden beoordeeld. CUR rapport 2003-7, blz. 21, art. 2.4, laatste alinea "langs de as van de ophoging" wijzigen in "midden onder de constructie". In dezelfde alinea "ter plaatse van de randen" wijzigen in "onder de buitenwanden".

6.3 (3) (a)	Eis
-------------	-----

De 1^e zin van de tekst onder de opmerking bij a) dient als volgt te worden gewijzigd: "Bij toepassing van NEN-EN 1990 wordt geacht dat de belastingscombinaties volgens het wettelijk minimum in rekening zijn gebracht."

6.4 (5)P	Eis
----------	-----

Alleen de directe methode is toegestaan als ontwerpmethode.

6.5.2.3 (1)	Eis
-------------	-----

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

6.5.2.4 (1)	Eis
-------------	-----

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

6.6.2 (3) (c)	Eis
---------------	-----

Toepassen van de laatste regel "Voldoet de bouwconstructie.... $\beta_x = 0$ zijn gesteld" is niet toegestaan.

Toelichting:

Dit artikel geeft aan hoe de verwachtingswaarde van zettingsverschillen tussen geotechnische constructies (bijv. steunpunten van een brug) moet worden bepaald; er is geen reden om daar niet mee te rekenen.

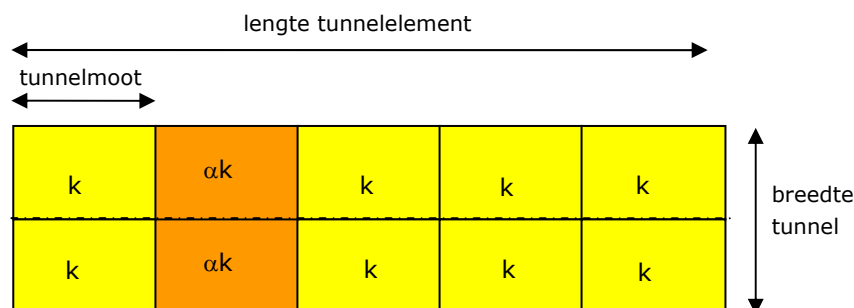
6.8	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Hierna is achtereenvolgens ingegaan op de volgende aspecten die een rol spelen bij het ontwerp van tunnels gefundeerd op staal:

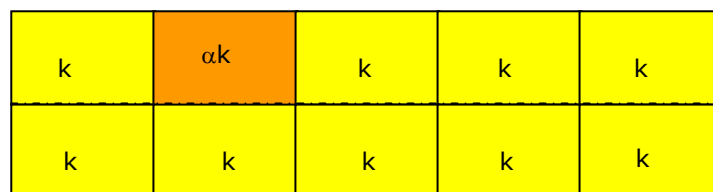
1. Variatie beddingsstijfheden;
2. Zettingseisen;
3. Tandconstructies c.q. koppelingsconstructies.

Ad. 1, Variatie beddingsstijfheden

Voor gesegmenteerde tunnels gefundeerd op staal dient, o.a. ter bepaling van tandkrachten, rekening gehouden te worden met een variatie in beddingsstijfheden tussen de moten onderling zoals aangegeven in figuur 10-1. De variatie geldt dus zowel in langs- als dwarsrichting van de tunnel.



Variatie beddingstijfheid bij 2 aansluitende tunnelmoten



Variatie beddingstijfheid in dwarsrichting

Figuur 10-1: Variatie beddingsstijfheden

Voor de factor α moet worden aangehouden:

- | | |
|-----------------|--|
| $\alpha = 0,9$ | grindbed |
| $\alpha = 0,75$ | zandbed bij een niet-afgezonken tunnel |
| $\alpha = 0,5$ | door onderstroming verkregen zandbed (afgezonken tunnel) |

Voor de bepaling van de effecten in langs- en dwarsrichting van de variatie in beddingsstijfheden, dient een berekening te worden uitgevoerd waarbij de tunnelconstructie tezamen met de verende werking van de ondergrond te worden geschematiseerd (b.v. verenmodel en/of EEM). Indien een tandconstructie rondom wordt toegepast, dient rekening te worden gehouden met het feit dat de tandkrachten nabij stijve hoeken en tussenwanden het grootst zijn.

Toelichting:

Uit metingen bij diverse afgezonken tunnels blijkt dat ook na oplevering in de loop der tijd nog significante zettingen kunnen optreden. Een plaatselijke verdubbeling (of zelfs meer) van de zettingen t.o.v. de bouwphasezettingen kan volgens de uitgevoerde metingen in de loop der tijd optreden. De invloed van deze extra zettingen op de krachtwerving in de tunnel wordt geacht te zijn afgedekt door de gegeven relatieve variaties in de grootte van de beddingsconstanten.

Ad. 2, Zettingseisen

Voor zinkelementen gelden tot het tijdstip van oplevering de volgende eisen:

- zettingen niet groter dan 0,05 m;
- rotaties niet groter dan 1:1000.

Verder geldt dat de tunnel extra zettingen, die in de loop der tijd optreden, moet kunnen volgen zonder dat de waterdichtheid in het gedrang komt, m.a.w. afdichtende rubberprofielen dienen voldoende vervormingscapaciteit te bezitten en er mogen geen watervoerende scheuren ontstaan. Voor afgezonken tunnels gefundeerd op een onderstroomlaag van zand dient minimaal met een verdubbeling van de zettingen in de loop der tijd rekening te worden gehouden.

Toelichting:

De eisen tot het tijdstip van oplevering gelden t.o.v. het theoretische alignement excl. eventuele voorinstellingen ter compensatie van verwachte zettingen. De gegeven rotatie-eis heeft primair te maken met voorkomen van een te grote rotatie t.p.v. de uiteinden van de tunnelementen, waardoor de rekken van de afdichtingsprofielen te groot zouden kunnen worden om de waterdichtheid duurzaam te kunnen garanderen. De genoemde zettingeis in de bouwfase is gebaseerd op metingen in het verleden bij diverse tunnelprojecten.

Ad. 3, Tandconstructies cq. koppelingsconstructies

Bij onderlinge koppeling van op staal gefundeerde tunnelementen is het zakkingsverschil nul, maar de koppelingsconstructie moet gedimensioneerd worden op de krachtsoverdracht. Voor de bepaling van de krachten wordt verwezen naar punt 1. Voor de detaillering van tandconstructies (krans rondom) wordt verwezen naar SATO. Bij toepassing van een tandconstructie of koppeling in een waterkerende constructie, dient de tand of koppeling waarin de rubber-metalen voegstrook zit een minimaal 20% hogere breukkracht te bezitten dan de tand of koppeling zonder rubber-metalen voegstrook.

Toelichting:

De ervaring geeft aan dat in de loop der tijd de zettingen en zettingsverschillen significant kunnen toenemen. Dit wordt versterkt bij de aanwezigheid van een (variërende) bovenbelasting. De grootte van de toename van zettingen en zettingsverschillen in de loop der tijd laat zich niet precies voorspellen. De maximaal in de tand optredende krachten zijn daarmee voor de toekomst ook relatief onbekend. Bij tandbreuk in de tand, waarin zich de rubber-metalen voegstrook bevindt, kunnen dan ongewenste lekkages ontstaan door een scheur achter de rubber-metalen voegstrook. Door de andere tand zwakker uit te voeren zal deze tand scheuren en daarmee voorkomen dat een watervoerende scheur kan ontstaan in de tand met de rubber-metalen voegstrook. Hierbij moet er voor de vloer op gelet worden dat de aanwezige ballastbeton niet meedraagt bij de krachtswerking op de tand zonder rubber-metalen voegstrook. De eisen hebben betrekking op tandconstructies. De achterliggende filosofie dat een eventuele optredende scheur de waterdichtheid niet mag bedreigen, geldt ook voor alternatieve constructies.

Zonder koppeling en zonder het gebruik van overgangsplaten geldt een maximaal toelaatbaar zettingsverschil tussen tunnelementen van 0,005 m. Het is ook

toegestaan het rijcomfort te verzekeren door het toepassen van overgangsplaten. De maximaal toelaatbare helling hiervan is 1:200.

Toelichting:

Deze eis wordt gesteld om te voorkomen dat het rijcomfort en de verkeersveiligheid zal afnemen als gevolg van oneffenheden bij de voegovergangen. Teneinde rekening te houden met in de toekomst optredende zettingsverschillen, wordt aanbevolen om overgangsplaten een tegeninstelling te geven met een helling van max. 1:200.

In het geval dat wordt overwogen om de constructievloer niet van een koppelingsconstructie te voorzien (cq. te verdeuvelen) dienen de volgende aspecten meegewogen te worden:

- duurzaamheid van het voegovergangsprofiel onder invloed van vele wisselingen in de verticale verschilverplaatsing over de voeg;
- verkeerscomfort;
- verkeersveiligheid.

7.6.1.1 (4)P (c)	Eis
------------------	-----

Binnen het kader van dit artikel wordt een geotechnische constructie als een bouwwerk gedefinieerd. Een funderingspaal moet dan worden beschouwd als een funderingselement.

7.6.2.1 (13)	Eis
--------------	-----

Open stalen buispalen dienen te worden berekend met CUR-rapport 2001-8.

7.6.2.2 (4)	Toelichting
-------------	-------------

Aan de hand van CUR-rapport 2001-8 kan rekenkundig worden onderbouwd of wel of geen plugvorming optreedt.

7.6.2.3 (10) (i)	Eis
------------------	-----

Bij in de grond gevormde palen mag aan de eerste meter van de paal onder het maaiveld en/of het ontgravingsniveau geen schachtwrijving worden ontleend.

7.6.3.3 (8) (c)	Eis
-----------------	-----

Stap 1: Bij de bepaling van $\gamma_{m;var;q_c}$ dient ook de windbelasting te worden beschouwd als een wisselende belasting.

7.6.4.2 (4) (d)	Eis
-----------------	-----

Toepassen van de laatste regel "Voldoet de bouwconstructie.... $\beta_x = 0$ zijn gesteld" is niet toegestaan.

Toelichting:

Dit artikel geeft aan hoe de verwachtingswaarde van zettingsverschillen tussen geotechnische constructies (bijv. steunpunten van een kunstwerk) moet worden bepaald; er is geen reden om daar niet mee te rekenen.

7.7	Eis (Tunnels)
-----	---------------

De momenten in de palen t.g.v. een horizontale verplaatsing moeten worden bepaald d.m.v. een computer programma, berustend op de theorie van de verend ondersteunde ligger. De waarde van de beddingsconstante moet voor een definitief ontwerp worden bepaald door een grondmechanisch advies. Bij een voorontwerp

kunnen de beddingsconstanten indicatief worden bepaald door gebruikmaking van NVN 6724, hoofdstuk 8.

7.8	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Hierna zijn enkele aanvullende bepalingen opgenomen voor paalfunderingen.

Toepassing paal-plaatfundering

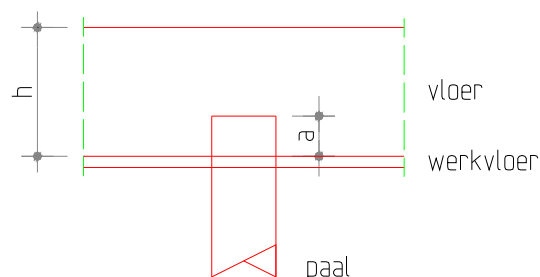
Voor geotechnische categorie 3 constructies mogen gecombineerde paal-plaat funderingen worden toegepast. Hierbij moet vanaf onderkant vloer tot 4 maal de grootste equivalente diameter onder de palen een zandpakket aanwezig zijn met een minimale conusweerstand van 10 MPa.

Toelichting:

M.a.w. onder de genoemde randvoorwaarde mag de gezamenlijke draagkracht van de grond (fundering op staal) en de palen in rekening worden gebracht.

Berekening van paalkrachten

Palen moeten als ingeklemd worden beschouwd als de hoogte a van de paalkop in de constructievloer ten minste $\frac{1}{2} h$ bedraagt met een maximum van 0,5 m, waarbij h de hoogte van de constructievloer is (zie figuur 10-2). In andere gevallen moet worden uitgegaan van een niet-ingeklemd palenplan.



Figuur 10-2: Opname paalkop in constructievloer

Bepalingen m.b.t. funderingspalen

- | | |
|----------------------|---|
| Algemeen: | De steklengte bij trekpalen doorzetten in de paalrichting en ombuigen om het bovennet. |
| Prefab: | Bij trekpalen moet het voorspanniveau zodanig groot zijn, dat ten gevolge van de optredende belastingen in alle (bouw)fasen de trekspanningen in de paal niet groter zijn dan $0,3 f_{ctm}$. |
| In de grond gevormd: | Het groutmengsel bij vibro-combinatie palen moet een minimaal volumegewicht bezitten van 22 kN/m^3 . Het groutmengsel moet na 28 dagen een karakteristieke kubusdruksterkte bezitten van 35 N/mm^2 . |
| Stalen palen: | Bij het vastlassen van wapening aan een stalen buispaal moet rekening worden gehouden met een terugval in sterkte van de buis tot een karakteristieke sterkte van 235 N/mm^2 (S235). Voor de wapening wordt verwezen naar II-2.1.1, art. 3.2.5. |

9.1.1 (1)P	Eis
------------	-----

Kerende constructies in gewapende grond dienen te worden ontworpen conform CUR-publicatie 198.

Daarbij geldt het volgende:

- Er moet worden voorkomen dat in gewapende grondconstructies uitspoelingen kunnen ontstaan. Speciale aandacht voor de regenwaterafvoer van op gewapende grondconstructies gefundeerde kunstwerken is vereist.
- Er moet worden voorkomen dat de sterkte van het grondmassief wordt aangetast door fauna-activiteiten (zoals het graven van gangen).
- In het beheers- en onderhoudsplan van gewapende grondconstructies moet worden opgenomen dat specifiek op het aanwezig zijn van uitspoelingen en holtes als gevolg van activiteiten van dieren moet worden geïnspecteerd.

Toelichting:

- Bij gewapende grond wordt de draagkracht ontleend aan de samenwerking van grond met wapening. Gedurende de levensduur van de constructie moet die samenwerking blijven bestaan.
Er zijn in tenminste één terre armée constructie konijnenholen aangetroffen. Het zal duidelijk zijn dat holtes door uitspoeling of door dieren die in het massief graven, aanleiding zijn voor (plaatselijke) instabiliteit, met als minste gevolg verzakkingen en als uiterste gevolg bezwijken van het massief.
- Samenwerking met een bureau voor grondmechanisch advies is wenselijk.

9.4	Eis (Tunnels)
-----	---------------

Hierna zijn aanvullende bepalingen opgenomen voor grondkerende constructies.

Gronddruk op grondkerende constructies

Voor de gronddruk op grondkerende constructies wordt verwezen naar:
damwandconstructies zie ook CUR-rapport 166;
diepwanden zie ook CUR-aanbeveling 76;
gewapende grond zie ook CUR-rapport 198.

Fundering op staal van grondkerende constructies

Van zand, dat is verwerkt ten behoeve van een grondverbetering voor fundaties op staal, moet de draagkracht op een diepte van 1,0 m beneden de bovenkant van de grondverbetering een conusweerstand van ten minste 10 MPa hebben. Op een diepte van 0,60 m beneden de bovenkant van de grondverbetering moet de conusweerstand ten minste 6 MPa zijn en tot deze diepte gelijkmatig toenemen. De draagkracht in grondverbeteringen bepalen aan de hand van sonderingen op a-select gekozen locaties. Per 500 m² een sondering maken over de totale hoogte van de grondverbetering.

Voor damwanden zie CUR 166.

Voor diepwanden zie CUR aanbeveling 76.

Voor gewapende grond zie CUR 198.

Voor de bepaling van λ_p een maximale ϕ aanhouden van 35°. Zie CUR 166 deel 2, art. 3.4.3. Voor veen geldt $\delta = 0$.

Belasting door normaalkrachten

Rekening moet worden gehouden met normaalkrachten t.g.v. de verticale component van de verankering, heitranverse, etc. De berekening mag uitgevoerd worden volgens Heron, volume 31, 1986, no 4.

Evenwicht bij aanvullen

Bij het aanvullen ter weerszijden van constructies of onderdelen daarvan moet met een berekening worden aangetoond welk onderling hoogteverschil mogelijk is.

Controleproeven Verankeringen

Na de controleproeven van de verankeringen de voorspankracht aflaten tot maximaal 60% van de bezwijkwaarde van het anker.

Bij verankeringen, bestaande uit staven:

- geen staven toepassen met een karakteristieke treksterkte $> 1100 \text{ N/mm}^2$;
- een conische moer toepassen.

Toelichting:

Staven met een zeer hoge treksterkte zijn gevoelig voor breuk als gevolg van toevallige momenten. Door het toepassen van een conische moer wordt de grootte van optredende buigspanningen verminderd.

Bij definitieve verankeringen, bestaande uit staven, een toelaatbare spanning van maximaal 500 N/mm^2 toepassen.

In aanvulling op CUR 166, deel 2, vierde druk, art. 5.5.9 moet ook voor ankers worden uitgegaan van uitval van een enkel anker.

Verkeersbelasting

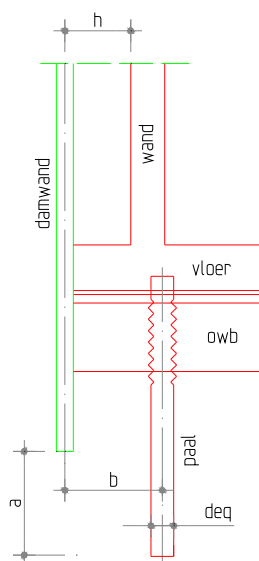
Voor definitieve grondkerende constructies gelegen in de nabijheid van een weg geldt voor de verkeersbelasting NEN-EN 1991-2, art. 4.9.1.

Damwand als verloren bekisting

Bij het niet trekken van damwanden en storten van de betonwand hiertegen, mag in de gebruiksfase de verticale draagkracht aan de damwanden ontleend worden onder voorwaarde dat de mechanische verbinding van beton aan staal verzekerd is zonder dat aanhechting in het vlak beton-staal in rekening wordt gebracht, m.a.w. afschuifverbindingen zijn vereist. De afschuifverbindingen dienen in overeenstemming met NEN-EN 1994-1-1, art 6.6 te worden gedimensioneerd. Voor de te hanteren corrosietoeslag aan de buitenzijde wordt verwezen naar tabel 9.2 en 9.3 van CUR 166 (overeenkomstig NEN-EN 1993-5).

Trekken van damwanden en (hulp)palen

- CUR 166 deel 2, art. 5.4.13, Bestekseisen Rijkswaterstaat, punt 4 wijzigen in:
"Indien de te verwijderen paal/damwandplank zich nabij een (definitieve) fundering op staal bevindt, moet grondmechanisch advies worden ingewonnen. De minimale horizontale afstand van rand van de betonconstructie tot hart te verwijderen paal/damwandplank bedraagt 3,0 m"
- CUR 166 deel 2, art. 5.4.13, Bestekseisen Rijkswaterstaat, fig. 5.21 vervangen door figuur 10-3.



Figuur 10-3: Vervanging van CUR 166, deel 2, figuur 5.21

Toelichting:

In CUR 166 deel 2 ontbreken de maten "h" en "b" in fig. 5.21.

Voor de toelaatbaarheid van het verwijderen van in de grond gevormde verticale elementen moet altijd grondmechanisch advies worden ingewonnen.

Bepaling van gronddrukken

Als gevolg van fluctuerende temperaturen en evt. waterstanden moet het oplopen van de gronddruk tot hogere waarden als volgt in rekening worden gebracht:

Voor de passieve gemobiliseerde druk geldt:

$$K_{ph;mob} = K_0 + (K_{ph} - K_0) * (v/z) / (a + v/z)$$

waarin:

K_0 = neutrale gronddrukcoëfficiënt;

K_{ah} = actieve horizontale gronddrukcoëfficiënt;

K_{ph} = passieve horizontale gronddrukcoëfficiënt;

v = verplaatsing van de wand, in passieve richting op diepte z , als gevolg van fluctuerende temperatureffecten en waterstanden ;

z = diepte;

a, b = parameters die afhankelijk van de pakking van het zand;

$K_{ph;mob}$ = in rekening te brengen horizontale gronddrukcoëfficiënt.

De parameter a varieert tussen 0,01 voor vastgepakt zand en 0,1 voor los gepakt zand. Voor in lagen verdicht zand kan $a = 0,03$ worden aangehouden.

Voor de parameter b kan worden aangehouden $b = a/10$.

Voor de partiële gronddrukcoëfficiënt moet, als de druk gunstig werkt, 1,0 worden aangehouden. Als de druk ongunstig werkt moet 1,5 worden aangehouden.

Toelichting

Voorgaande formule is ontleend aan "Sluiskolkwanden in Maasbracht en Born, Advies horizontale druk tegen sluiskolkwanden, mei 2007, GeoDelft"

Toelaatbare horizontale vervormingen voor damwanden en betonnen wanden

Voor eisen zie CUR-166 Deel 1, art. 3.3.10, onder "Eisen Bouwdienst RWS". De in CUR-166 gegeven eisen gelden ook voor constructies anders dan damwanden, zoals betonnen wanden. Indien aan de actieve zijde de (grond)waterstand hoger is dan het maaiveld, als maximaal te keren hoogte het waterpeil aanhouden.

Voor de bovenbelasting tabel 3.6 van CUR-166 Deel 1, art. 3.3.2, klasse II met een waarde van ten minste 20 kN/m², aanhouden.

De verschilvervormingen tussen uitkragende betonwanden over de voegen aan de bovenzijde mag maximaal 5 mm zijn.

Toelichting:

De gestelde eisen aan de toelaatbare horizontale vervormingen hebben een achtergrond vanuit esthetica. Het betreft toelaatbare afwijkingen t.o.v. de geplande stand van de damwand of betonnen wand; dus ook geldig voor hellende wanden. Zonodig dienen deuvels of consoles te worden toegepast om aan de toelaatbare verschilvervorming over een voeg te kunnen voldoen.

De genoemde bovenbelasting van minimaal 20 kN/m² heeft tot doel, ook als er geen verkeersbelasting aanwezig, de constructie voldoende toekomstvast te maken voor in het ontwerpstadium nog niet bekende bovenbelastingen.

Voor wanden dienen plaatsings-, hellingtoleranties en vervormingen na belasting in rekening te worden gebracht, met oog op de vereiste breedte van het profiel van vrije ruimte.

Damwanden en ongewapend onderwaterbeton als definitieve constructie

Voor definitieve constructies bestaande uit damwanden en ongewapend onderwaterbeton moet, in aanvulling op CUR Aanbeveling 77, gebruik worden gemaakt van Cement, Jaargang 55, nr. 8 (2003), pag. 56 t/m 59, "Definitieve ongewapende onderwaterbetonvloeren in combinatie met definitieve damwanden".

9.3.2.2 (1)P (a)	Onjuistheid
------------------	-------------

De laatste kolom van tabel 9.a is niet correct:

Rekenwaarde laag = $\mu - Y_{\gamma\sigma} - \Delta$

9.3.2.2 (3)	Eis
-------------	-----

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

9.5.5 (1)P (a)	Eis
----------------	-----

Er moet van worden uitgegaan dat de grond altijd in lagen wordt aangebracht.

9.7.5 (1)P	Eis
------------	-----

In art. 9.7.1 stap 11.5 is aangegeven op welke wijze de draagkracht van een damwand kan worden berekend. Bij de beschouwing ten aanzien van het verticaal draagvermogen dient rekening te worden gehouden met mogelijke interactie met het buigingsgedrag, zoals beschreven in par. 4.10.10 van deel 2 van CUR166.

10.2	Eis (Tunnels)
------	---------------

Bij de toetsing van het oprijfmechanisme (UDL) gelden de volgende bepalingen:

- Voor de volumieke gewichten van weerstandbiedende blijvende belastingen (beton en/of grond) dienen "representatieve gemiddelde" waarden te worden aangehouden.

Toelichting: Met "representatieve gemiddelde" waarde wordt een volumiek gewicht bedoeld welke, in relatie tot bijvoorbeeld het volume van een tunnelmoot, als gemiddelde waarde met een grote betrouwbaarheid (> 95%) aanwezig is. Het totale verticale evenwicht van een tunnel wordt niet significant nadelig beïnvloed door een zeer plaatselijk lager volumiek gewicht.

Voor beton kan in het ontwerpstadium een variatie van +/- 0,7 kN/m³ worden toegepast. Als richtlijn kan bijvoorbeeld voor gewapend beton worden uitgegaan van een minimaal volumiek gewicht van 24,5 - 0,7 = 23,8 kN/m³.

- Bij twijfel over de dichtheid van het (grond)water, dient van de dichtheid van zout (zee)water te worden uitgegaan (10,25 kN/m³).
- Door waarneming tijdens de bouw (volumieke gewichten en maattoleranties) dient altijd nagegaan te worden of de ontwerpuitgangspunten ook daadwerkelijk gerealiseerd zijn. Indien noodzakelijk dienen compenserende maatregelen te worden genomen.

Toelichting: De voorgeschreven partiële factor $\gamma_{G;stb} = 0,9$ is bedoeld om onzekerheden af te dekken qua volumieke dichtheden, maattoleranties en rekenon nauwkeurigheden, etc. Aangezien deze factor niet veel ruimte laat voor onzekerheden, is het van belang om de gehanteerde uitgangspunten te toetsen aan gerealiseerde waarden van volumieke gewichten en maattoleranties.

- Wrijvingskrachten in (eventuele) glijvlakken mogen niet in rekening worden gebracht.

Toelichting: Teneinde de verticale vervormingen te beperken, dient voorkomen te worden dat het verticale evenwicht afhankelijk is van zich vormende glijvlakken. Bijvoorbeeld bij de aanwezigheid van oren aan een tunnelmoot dient alleen de verticale kolom grond boven het oor in rekening te worden gebracht.

- Bij tunnels dient als belastinggeval rekening te worden gehouden met het tijdelijk verwijderen van een laag grond ter dikte van 0,5 m boven de tunnel. Hierbij behoeft geen rekening te worden gehouden met het tegelijkertijd verwijderen van de laag grond en het in verband met onderhoud verwijderen van asfalt, wegmeubilair en tunneltechnische installaties;

Hierna zijn specifieke bepalingen opgenomen voor de toetsing van het oprijfmechanisme (UDL) voor achtereenvolgens:

1. Niet-afgezonken tunnels gefundeerd op staal;
2. Afgezonken tunnels gefundeerd op staal;
3. Tunnels gefundeerd op (trek)palen;
4. Folieconstructies.

Ad. 1, Niet-afgezonken tunnels gefundeerd op staal

De partiële factoren voor de toetsing van het oprijfmechanisme zijn (in overeenstemming met NEN 9997, Tabel A.15):

Tabel 10-1: Partiële factoren voor toetsing oprijven

Belasting	Symbool	Waarde
Blijvend Ongunstig ^a	$\gamma_{G;dst}$	1,0

Gunstig ^b	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Veranderlijk Ongunstig ^a	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
^a Aandrijvend		
^b Weerstandbiedend		

Voor de toetsing van het oprijfmechanisme gelden de volgende bepalingen:

1. De tunnel ligt volledig rondom in het water

Veranderlijke (ongunstige) oprijfkrachten zijn alleen aanwezig indien overspannen water onder de constructie aanwezig is. Voor die situatie moet $\gamma_{Q;dst} = 1,5$ worden aangehouden. Voor overige situaties geldt voor de waterdruk $\gamma_{G;dst} = 1,0$.

Toelichting:

Voor het geval de extreme (grond)waterstand hoger ligt dan (of gelijk aan) de bovenzijde van het dak van de tunnel, is voor het verticale evenwicht de precieze maximale (grond)waterstand niet meer van belang.

2. De tunnel ligt deels in het water

Voor de laagste grondwaterstand geldt $\gamma_{G;dst} = 1,0$. Voor de variatie van de grondwaterstand gebaseerd op bijvoorbeeld peilbuismetingen geldt $\gamma_{Q;dst} = 1,5$.

Indien de grondwaterstand na vermenigvuldiging met $\gamma_{Q;dst} = 1,5$ fysiek niet kan optreden (b.v. als dit boven het peil van vollopen van de constructie ligt), mag de fysieke grens met $\gamma_{G;dst} = 1,0$ worden aangehouden.

Indien de extreme waterstand met een overschrijdingskans van $3,9 \cdot 10^{-5}$ of $1,3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 wordt gehanteerd (d.w.z. $3,9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1,3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar), mag voor de extreme waterdruk $\gamma_{G;dst} = 1,0$ worden aangehouden. Hierbij dient rekening te worden gehouden met mogelijke trendwijzigingen in de ontwerplevensduur van de constructie (b.v. waterwinning, peilwijziging, invloed wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijzigingen als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan dient, indien noodzakelijk, een geohydrologisch (grond)watermodel ten grondslag te liggen.

Toelichting:

Omdat in de laatstgenoemde situatie extreme (grond)waterstanden vastgesteld worden met een zeer kleine overschrijdingskans, kan met een lagere belastingsfactor worden volstaan t.o.v. de situatie waarbij de (grond)waterstanden bijvoorbeeld alleen worden ontleend aan een beperkte reeks historische peildata.

Ad. 2, Afgezonken tunnels gefundeerd op staal

Voor afgezonken tunnels geldt een minimale korreldruk van gemiddeld 5 kN/m^2 . Dit is exclusief het gewicht van tunnelinstallaties, asfalt en ballast op het dak.

Toelichting:

Bovenstaande relatief lage oplegdruk is verantwoord omdat het gewicht van een afgezonken tunnelelement relatief goed bekend is (uittrimmen in afzinkfase). Voor het tunnelontwerp in de OTA0-fase (Oprijven, Transporteren, Afzinken en Onderstromen) wordt verwezen naar paragraaf 6.5.

Ad. 3, Tunnels gefundeerd op trekpalen

Ten aanzien van CUR Aanbeveling 77 art. 9.2, 9.3 en 9.4 gelden de volgende aanvullende bepalingen (genoemde figuurnummers en artikelnummers hebben betrekking op CUR Aanbeveling 77):

- Het toepassen van gladde betonnen of gladde stalen palen (fig. 5a. en 7a.) is niet toegestaan. Een vierkante betonnen paal dient minimaal op twee tegenoverliggende zijden voor de helft van het totale oppervlak waar de krachtsoverdracht naar de vloer plaatsvindt voorzien te zijn van ribbels.
- Voor betonnen en stalen palen met ribbels (fig. 5b. en 7b.) moet worden uitgegaan van de artikelen 9.2 en 9.3;
- Voor stalen palen met nokken (fig. 7c.) en voor trekankers (fig. 10) moet worden uitgegaan van de artikelen 9.2 en 9.3, met dien verstande dat in de bepaling voor F_u bij toets (1) de eerste factor 0,8 vervangen moet worden voor 0,64;
- Voor schotels is toets (2) in artikel 9.3 niet van toepassing;
- Gecontroleerd moet worden of de trek- of drukkracht niet leidt tot ontoelaatbare spanningen in het funderingselement.

Bij de toepassing van relatief slappe trekelementen (zoals b.v. Gewi-ankers) onder ongewapende onderwaterbetonvloeren dienen de puntvormige opleggingen geschematiseerd te worden overeenkomstig de stijfheid van deze relatief slappe trekelementen. Het schematiseren als starre steunpunten van dit type trekelementen is onjuist en daarom niet toegestaan.

Ad. 4, Folieconstructies

De ontwerpuitsgangspunten van folieconstructies staan weergegeven in "CUR Folieconstructies, Publicatie 221 – 2009". In aanvulling op deze publicaties gelden de volgende bepalingen voor de toetsing van het opdrijfmechanisme (UDL). De partiële factoren voor de toetsing van het opdrijfmechanisme zijn (in overeenstemming met NEN 9997, Tabel A.15):

Tabel 10-2: Partiële factoren voor toetsing opdrijven van folieconstructies

Belasting	Symbool	Waarde
Blijvend		
Ongunstig ^a	$\gamma_{G;dst}$	1,0
Gunstig ^b	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Veranderlijk		
Ongunstig ^a	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
^a Aandrijvend		
^b Weerstandbiedend		

Voor de laagste grondwaterstand geldt $\gamma_{G;dst} = 1,0$. Voor de variatie van de grondwaterstand gebaseerd op peilbuismetingen geldt $\gamma_{Q;dst} = 1,5$. Indien de grondwaterstand na vermenigvuldiging met $\gamma_{Q;dst} = 1,5$ fysiek niet kan optreden (b.v. als dit boven het peil van vollopen van de constructie ligt), mag de fysieke grens met $\gamma_{G;dst} = 1,0$ worden aangehouden.

Indien de extreme waterstand met een overschrijdingskans van $3,9 \cdot 10^{-5}$ of $1,3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 wordt gehanteerd (d.w.z. $3,9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1,3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar), mag voor de extreme waterdruk $\gamma_{G;dst} = 1,0$ worden aangehouden.

Toelichting:

Voor de bepaling van deze overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7 (3).

Hierbij dient rekening te worden gehouden met mogelijke trendwijzigingen in de ontwerplevensduur van de constructie (b.v. waterwinning, peilwijziging, invloed wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijzigingen als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan dient, indien noodzakelijk, een geohydrologisch model ten grondslag te liggen.

10.2

NEN-EN 1997-2 Deel 2: Grondonderzoek en beproeving

Geen aanvullingen op NEN-EN 1997-2. De aspecten van dit EC-deel worden voldoende afgedekt door NEN 9997-1.

11 Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies

11.1 Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1998-1.

Toelichting:

Zolang geen Nederlandse Bijlage bij NEN-EN 1998-1 beschikbaar is, worden de uitgangspunten voor het gebruik van de Eurocode hier in de ROK vermeld. Voor parameters in NEN-EN 1998-1 welke niet in deze ROK vermeld staan gelden de aanbevolen waarden zoals vermeld in NEN-EN 1998-1.

3	Eis
---	-----

Voor de grootte van de horizontale en verticale versnellingen wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7/NB, B.4.1 (figuur NB.4 en tabel NB.6). Als uitwerking van art. 3.2.1(5) in NEN-EN 1998-1 geldt dat voor zones I t/m V geen controle op aardbevingsbelasting behoeft plaats te vinden.

Tenzij anders bepaald, dient voor de "Importance class" in tabel 4.3 van NEN-EN 1998-1 klasse IV aangehouden te worden.

Als verdere invulling van tabel 3.1 uit NEN-EN 1998-1 geldt tabel 11-1 (ontleend aan de Belgische annex "NBN-ENV 1998-1-:2002 NAD-E/N/F").

3	Eis (Tunnels)
---	---------------

In het algemeen zijn monoliete ondergrondse constructies, waaronder tunnels, of onderdelen daarvan niet bijzonder aardbevingsgevoelig als:

1. ze niet vrij kunnen bewegen t.o.v. het omliggende grondmassief,
2. liquefaction uitgesloten is.

Toelichting:

Voor de gevoeligheid voor liquefaction zie NEN-EN 1998-5, art. 4.1.4.

In aanvulling op NEN-EN 1998-5 mag worden verondersteld dat liquefaction niet optreedt bij een sondeerwaarde van minimaal 6 MPa.

Toelichting:

Het criterium van de minimale sondeerwaarde is toegevoegd omdat NEN-EN 1998-5 bij gebruik van sondeerwaarden (CPT) geen kwantitatieve grenswaarde geeft.

Voor zone D is bij afgezonken tunnels het gebruik van een onderstroomlaag bestaande uit niet gebonden zand niet toelaatbaar.

Toelichting:

Voor onderstroomzand bij afgezonken tunnels is de te behalen c.q. behaalde sondeerwaarde niet goed bekend. De pakking zal veelal relatief los zijn. Vandaar dat voor zone D het toepassen van een onderstroomlaag bestaande uit zand niet toegelaten is.

Tabel 11-1: Overeenkomst tussen de drie voornaamste bodemsoorten bepaald in de eurocodes 8 en de geotechnische parameters

Sitecategorieën in de EC-8		Geotechnische gegevens			
Sitecategorie	Beschrijving	Bodemsoort	Statische penetrometer : Weerstand (MPa)	Pressiometer (MPa): Modulus Grendruk	
A Gronden met een zeer goede mechanische weerstand	Gesteente of andere geologische formatie gekenmerkt door een snelheid $V_s > 800$ m/s, met een bovenlaag van ten hoogste 5 m minder stevig materiaal.	---	---	> 100	> 5
	Vaste afzettingen van zand, grind en supergeconsolideerde klei, van ten minste enkele tientallen meter dikte, gekenmerkt door een geleidelijke verhoging van de mechanische eigenschappen met de diepte (met $V_s \geq 400$ m/s op 10 m diepte).	compacte korrelige grond	> 15 vanaf 10 m diepte	> 20 vanaf 10 m diepte	> 2 vanaf 10 m diepte
		vaste grond (klei of harde mergel)	> 5 vanaf 10 m diepte	> 25 vanaf 10 m diepte	
B Gronden met een middelmatige mechanische weerstand	Diepe afzettingen van zand van gemiddelde dichtheid, grond of matig stijve klei, met een dikte van enkele tientallen tot meerdere honderden meter, gekenmerkt door $V_s \geq 200$ m/s op 10 m diepte, oplopend tot ten minste 350 m/s op 50 m diepte.	middelmatig compacte korrelige grond	5 tot 15 vanaf 10 m diepte en > 15 vanaf 50 m	6 tot 20 vanaf 10 m diepte en > 20 vanaf 50 m	1 tot 2 vanaf 10 m diepte en > 2 vanaf 50 m
		middelmatig vaste samenhangen de grond en zacht krijt	1,5 tot 5 vanaf 10 m diepte en > 5 vanaf 50 m	5 tot 25 vanaf 10 m diepte en > 25 vanaf 50 m	0,5 tot 2 vanaf 10 m diepte en > 2 vanaf 50 m
C Gronden met een zwakke mechanische weerstand	Afzettingen van losse, onsamenhangende grond, met of zonder zachte samenhangende lagen, gekenmerkt door $V_s < 200$ m/s over de eerste 20 meter.	losse korrelige grond	< 5 over de eerste 20m.	< 6 over de eerste 20 m.	< 1 over de eerste 20 m.
	Afzettingen met merendeels samenhangende en zwak tot matig stijve gronden, gekenmerkt door $V_s < 200$ m/s over de eerste 20 meter.	zachte samenhangen de grond (zachte klei of slijk) en verbrokkelde krijt	< 1,5 over de eerste 20m.	< 5 over de eerste 20 m.	< 0,5 over de eerste 20 m.

NB : Voor de andere sitecategorieën (speciale gevallen van de Eurocode 8 bepaald in de paragrafen 4.2.2.(3), 4.2.2.(4), 4.2.2.(5) van Deel 1.1), is een detailstudie vereist.

11.2

Bruggen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1998-2.

12 Overige materialen waar geen Eurocodes voor zijn

12.1 **Kunststoffen als constructiemateriaal**

Geen aanvullingen.

13 Overige ontwerprichtlijnen voor kunstwerken

13.1 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten

Toe te passen richtlijn:

RTD 1002:2011 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten

Deze richtlijn geeft aan waaraan ontwerpdocumenten moeten voldoen zodat ze geschikt zijn als archiefstukken. Het is een handreiking waarvan alleen met toestemming van afgeweken mag worden.

Toelichting:

Het is van belang voor het project, de opdrachtgever en de opdrachtnemer om zoveel mogelijk gebruik te maken van een uniforme opzet bij het opstellen van de ontwerpdocumenten.

13.2 Voegovergangen voor bruggen

Toe te passen richtlijnen:

RTD 1007-1 Meerkeuzematrix voegovergangen

RTD 1007-2 Eisen voor voegovergangen

RTD 1007-3 Geluidseisen voegovergangen

RTD 1007-4 Bitumineuze voegovergangen

RTD 1007-2 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling. Het is een samenvoeging van NBD00400 'Eisen voor enkelvoudige voegovergangen, versie 1.0' en NBD00710 'Eisen voor meervoudige voegovergangen'. Tot het moment dat de RTD 1007-2 is gepubliceerd dienen de NBD00400, danwel NBD00710 te worden toegepast.

RTD 1007-4 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.

13.3 Asfalt op brugdekken en hydrofoberen

Toe te passen richtlijnen:

RTD 1002 Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2

RTD 1009 Ontwerp asfaltwegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken

13.4 Hemelwaterafvoer

Toe te passen richtlijn:

RTD 1008 Hemelwaterafvoer voor Wegen en Kunstwerken (HWA)

13.5 Standaarddetails voor betonnen bruggen

Toe te passen richtlijn:

NBD00730 Standaarddetails voor betonnen bruggen

13.6 Overgangsconstructies voor bruggen

Toe te passen richtlijn:

NBD00750 Overgangsconstructies (stootplaten)

13.7 Brugopleggingen

Toe te passen richtlijn:

RTD 1012 Eisen voor brugopleggingen

RTD 1012 is een geactualiseerde versie van de NBD00702A 'Eisen voor brugopleggingen' (incl. bijlage belastingcombinaties).

13.8 Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen

Toe te passen richtlijn:

RTD 1003 Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen voor vaste bruggen

13.9 Bliksem- en overspanningsbeveiliging

Toe te passen richtlijn:

RTD 1013 Specifieke eisen Bliksem- en overspanningsbeveiliging

13.10 Generieke eisen Electrotechnische installaties

Toe te passen richtlijn:

RTD 1014 Generieke eisen Electrotechnische installaties

13.11 Generieke eisen Bediening en Besturing

Toe te passen richtlijn:

RTD 1015 Generieke eisen Bediening en Besturing

RTD 1015 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.

13.12 Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen op bruggen en viaducten

Bepalingen m.b.t. voertuigkeringen

Aan voertuigkeringen gerelateerde documenten/normen:

CROW	Handboek bermbeveiligingsvoorzieningen
NEN-EN 12767	Passieve veiligheid van constructies voor wegwitruiting- eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN-1317	Afschermende constructies voor wegen – (alle delen)
NEN5190	Geleiderail – bouwstofeisen
NBD00730	Standaarddetails voor betonnen bruggen
	Componentspecificatie voertuigkeringen

Algemeen:

Voor geleiderail is van toepassing de componentspecificatie voertuigkeringen. Uitgangspunten voor betonnen barriers zijn opgenomen in het handboek bermbeveiliging.

Step-barrier:

Een stalen step-barrier moet qua geometrie en aansluitingen voldoen aan de volgende tekeningen:

1. step-barrier-L5450-B540
2. step-barrier-L5450-B540 – koppeling en verankering
3. step-barrier-L5450-B540 – standaard koppel
4. step-barrier-L5450-B540 – voorstel aansluiting aan stalen dek
5. step-barrier – koppelplaten dilatatievoegen 54-134 B540
6. overgang stalen step-barrier naar betonnen step-barrier B540
7. overgang betonnen step-barrier B540 naar geleiderail
8. overgang stalen step-barrier B540 naar geleiderail
9. haakconstructie beweegbare bruggen-01
10. haakconstructie beweegbare bruggen-02
11. haakconstructie beweegbare bruggen-03

Geometrische eisen i.r.t. doorsnede;

- Maximale uitbuiging 0.20 m.

Uitgangspunten t.b.v. aansluiting op kunstwerk.

- 4 ankers kwal. 4.6 (150x300 mm),
- Moment (incl stootfactor) 121.7 kNm,
- Botskracht (geen stootfactor) 120.3 kN,
- Verdeling moment en botskracht over twee anker groepen, hoh 5454 mm, (ivm snelheid aanrijding)

Bepalingen m.b.t. lichtmasten

Van toepassing zijnde normen:

NEN-EN 40-1	Lichtmasten; Termen en definities
NEN-EN 40-2	Lichtmasten; Algemene eisen en afmetingen
NEN-EN 40-3-1	Lichtmasten; Ontwerp en verificatie – Eisen voor de karakteristieke belasting
NEN-EN 40-3-3	Lichtmasten; Ontwerp en verificatie – Verificatie door berekening
NEN-EN 40-5	Lichtmasten; Eisen voor stalen lichtmasten
NEN-EN 40-6	Lichtmasten; Eisen voor aluminium lichtmasten
NEN 6786	Voorschriften voor het ontwerp van beweegbare bruggen

Aanvullingen, keuzes, aandachtspunten etc. op bovenstaande normen:

NEN-EN 40-2, 4.6	Eis
------------------	-----

Voetplaten: "De voetplaten en bevestigingsbouten/ankers moeten door een berekening gecontroleerd worden"

- voetplaat berekenen volgens NEN 6786 art 9.7.3
- ankers berekenen volgens NEN 6786 art 9.8.7
- sterkte lasverbinding MDF 1, hoeklas t+2

NEN-EN 40-3-1, 3.2.6	Eis
----------------------	-----

Bij de bepaling van de blootstellingsfactor $c_e(z)$ moet worden uitgegaan van terreincategorie II, behalve voor direct aan zee gelegen kunstwerken, hiervoor terreincategorie I nemen. Er moet rekening worden gehouden dat bij kunstwerken, over het algemeen, de hoogte (z) van de voet van de mast zich op vele meters boven het maaiveld bevindt.

NEN-EN 40-3-3, 5.4	Eis
--------------------	-----

Ontwerp belasting: Tabel 1- partiële belastingfactor γ_f

Neem "Class A": wind load resp. dead load, $\gamma_f = 1,4$ resp 1,2

NEN-EN 40-3-3, 6.5.1	Eis
----------------------	-----

Horizontale doorbuiging: Tabel 3- maximum horizontale doorbuiging:

Neem "Class 2": max horz doorbuiging = $0,06(h+w)$

NEN-EN 40-5, 6 en 13.7	Eis
------------------------	-----

Ontwerp verificatie: EN 40-3-2 verificatie door testen, is niet van toepassing

NEN-EN 40-5, 11.2	Eis
-------------------	-----

Corrosie beschermingsmaatregelen: gebruik annex A.1: Thermisch verzinken.

NEN-EN 40-6, 6 en 13.7	Eis
------------------------	-----

Ontwerp verificatie: EN 40-3-2 verificatie door testen, is niet van toepassing.

Opmerking:

Bij de positie bepaling van de lichtmast moet er rekening worden gehouden met beweeglijkheid van de onderliggende constructie door de verkeersbelasting en de effecten daarvan op de lichtmast.

13.13 Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten

Toe te passen richtlijn:

RTD 1005 Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten

13.14 Specifieke ontwerprichtlijnen voor tunnels

Rubberen voegafdichtingen voor tunnels
--

(1) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:

- NEN 7030:1975 Waterkerende dilatatievoegstroken en al of niet waterkerende oplegstroken van rubber
- Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties; 28 juli 2006. C. van der Vliet – Rijkswaterstaat Bouwdienst".

De keuze van het rubber met bijbehorende kwaliteitseisen kan geschieden op basis van de toelichting van NEN 7030, art. 1.1 en 1.3.

De hardheid moet zijn: 55-65° Shore A.

De hardheid na 7 dagen bij 70° C minder dan 5° Shore A stijging.

De materiaaleigenschappen moeten te alle tijde proefondervindelijk zijn vastgesteld.

Toelichting:

De verouderingstest bij 70° C geeft een indruk omtrent de levensduur van het profiel.

(1.1) Tijdelijke afdichtingen

Voor tijdelijke (vervangbare) rubberen afdichtingen wordt een minimale garantieduur van 5 jaar geëist.

(1.2) Definitieve afdichtingen

Bij niet of nauwelijks te vervangen afdichtingen dient de ontwerplevensduur van de afdichting gelijk te zijn aan die van de tunnel: 100 jaar. Zie ook paragraaf 4.2. Voor de bevestigingen van Omega-profielen dient ook uitgegaan te worden van een ontwerplevensduur van 100 jaar.

Toelichting:

Ontwerptechnisch dient het uitgangspunt te zijn dat de rubberen Omega-profielen de primaire waterkering is in de gebruiksfase. De rubberen GINA profielen hebben in ontwerptechnische zin een tijdelijke functie. Het vermelde onder paragraaf 4.2 is daarom ook voor de bevestiging van de Omega-profielen van toepassing.

Bij toepassing van Omega-profielen, het profiel voorzien van 2 nylon inlagen, welke ter plaatse van de flenzen worden omgeslagen, waardoor daar 4 lagen ontstaan.

Bij een waterdruk van 0,06 Mpa (0,6 bar) of meer is de toepassing van injecteerbare rubbermetalen-voegstroken voorgeschreven. Deze dienen altijd preventief te worden geïnjecteerd.

Toelichting:

Uit langjarige ervaring is gebleken dat bij grotere waterdrukken en bij niet geïnjecteerde rubbermetalen-voegstroken de kans op niet aanvaardbare lekkage relatief groot is. Het na afzinken uitvoeren van injectiewerkzaamheden, bij lekkende voegen tegen de waterstroom in, bemoeilijkt dit de injectie werkzaamheden zeer, met als gevolg een grotere kans op kwalitatief minder goed geïnjecteerde voegen.

Bij toepassing van injecteerbare rubbermetalen-voegstroken moet het injecteerbaar sponsje op het tijdstip van injecteren in de heersende buitenomstandigheden niet hechten aan het beton en voldoende samendrukbaar zijn om te kunnen injecteren met een druk van maximaal 0,6 MPa (6 bar). Het sponsje fabrieksmatig coaten met Covertin (of gelijkwaardig).

De fysische waarden van het sponsje zijn:

- Uiterlijk: glad oppervlak, geen vloeigallen tot staalband en geen scheuren
- Hardheid: 15-30° shore A
- Ozonbestendigheid na 7 dagen expositie bij 23° C, 25 pphm en 4 % rek: geen barstjes
- Het injectiemateriaal dient na uitharding elastisch en in hoge mate ongevoelig voor vocht te zijn.

Toelichting:

Andere injectiemethoden welke tot hetzelfde of beter resultaat leiden en bewezen zijn, mogen eveneens toegepast worden. Aangehouden moet worden dat als gevolg van het injecteren de constructie niet zal worden beschadigd. Bij injectiedrukken lager dan 0,6 MPa mag er vanuit worden gegaan dat er geen schade zal optreden ten gevolge van het injecteren. Zie verder ook: "Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties; 28 juli 2006. C. van der Vliet – Rijkswaterstaat Bouwdienst". Bij zeer diep gelegen tunnels (drukken > 0,25 Mpa) dient aangetoond te worden dat de standaard rubber-metalen voegstrook nog qua waterkeringseigenschappen voldoet. Zonodig dient dan ook bij stortmoten een dubbel waterkerend profiel te worden aangebracht.

Hittewerende bekleding voor tunnels

(2) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:

- Efectis Nederland report; 2008-Efectis-R0695 "Fire testing procedure for concrete tunnel linings" http://www.effectis.com/nl/Downloads/pdf/2008-Efectis-R0695_Fire_testing_procedure_concrete_tunnel.pdf

Bij de toepassing van hittewerende bekleding dient aangetoond te worden dat, zonder dat aanhechting in rekening wordt gebracht, een zuigbelasting in de vorm van een gelijkmatig statische verdeelde belasting ter grootte van 3 kN/m² door het mechanische bevestigingssysteem gedragen kan worden. Dit is incl. effecten als vermoeiing, dynamica en belastingfactor. Deze eis geldt ongeacht het type hittewerende bekleding. Het bevestigingssysteem mag niet gevoelig voor corrosie zijn.

Toelichting:

Bij hoge brandtemperaturen treedt zeer snelle corrosie op, waardoor bij de toepassing van niet corrosievast staal de sterkte vrijwel geheel tijdens de brand verloren gaat. Ook vanwege redenen van duurzaamheid dienen de bevestigingsmiddelen van corrosievast materiaal te zijn; ook als de bevestiging geheel ingesloten is door de hittewerende bekleding. Een hittewerende bekleding is vrij poreus en biedt onvoldoende bescherming tegen carbonatatie en chloride-indringing.

De benodigde brandproeven dienen uitgevoerd te worden volgens het Efectis rapport "Fire testing procedure for concrete tunnel linings".

De in de tunnel te realiseren dikte moet minimaal gelijk zijn aan de minimaal aanwezige dikte gedurende de brandproef ($d_{95\%,tunnel} \geq d_{95\%,proef}$)

(2.1) Plaatvormige bekleding

Hittewerende beplating moet voldoen aan:

- De toleranties op de afmetingen bedragen voor de dikte +/- 1 mm en voor de lengte en breedte +/- 2mm;
- De fysische waarden van het plaatmateriaal dienen minimaal (95% karakteristieke waarde) te zijn:
 - buigtreksterkte in langsrichting: 7,9 N/mm²;
 - buigtreksterkte in dwarsrichting: 4,6 N/mm²
 - druksterkte: 9,5 N/mm² bij een maximale vervorming van 10%

- o vorstbestendigheid: geen schade na 12 cycli van 20° Celsius naar -25° Celsius waarbij 1 cyclus bestaat uit 10 uur temperatuursval van 20° Celsius naar -25° Celsius en vervolgens 2 uur onderdompelen in water van 20° Celsius.

Zie ook de VRC, hoofdstuk 8.3 incl. bijlage.

Ter plaatse van dilatatievoegen dienen de platen zodanig neergelegd te worden dat de voeg wordt afgedekt, waarbij geen schade optreedt aan de beplating ten gevolge van mogelijke voegbewegingen.

De naden tussen de platen mogen niet meer bedragen dan 2 mm.

Bevestigingsmiddelen mogen niet in aanraking komen met de wapening.

Toelichting:

Voor Promatect "prefixed boards" levert de gelijkmatig statische verdeelde belasting vermeld in paragraaf II – 9.4, 6 schroeven per m² op (volgt uit eigen onderzoek van Promatect: http://www.promat-tunnel.com/en/Palm_brochure16.pdf) . Volgens SATO moeten er dan 9 stuks aangebracht worden, omdat ze nogal kwetsbaar zijn tijdens de uitvoeringsfase (in een kist met wapeningvlechters en betonstorters); for "post fixed boards" ligt dit natuurlijk anders (6 stuks is dan voldoende).

Voor de detaillering van hittewerende platen t.p.v. dilatatie voegen zijn in SATO deel 5 (5.1.5.7) voorbeelden opgenomen *Bij het detail in SATO, methode A, dient ook ter plaatse van de inkassing, gevuld met hittewerende bekleding, voldoende betondekking op de wapening aanwezig te zijn. De hittewerende bekleding mag niet meegenomen worden in relatie tot de benodigde betondekking.*

(2.2) Gespoten bekleding

Voor gespoten bekleding dient een mechanisch verankeringsysteem aanwezig te zijn, welke de in paragraaf II – 9.4 vermelde gelijkmatig statische verdeelde belasting ter grootte van 3 kN/m² moet kunnen dragen. Dit verankeringsysteem dient een levensduur te hebben overeenkomstig paragraaf 4.2.

Toelichting:

Blijkens ervaring is het op lange termijn niet gegarandeerd dat een alleen op aanhechting verbonden gespoten bekleding duurzaam de aanhechtsterkte aanwezig is of behoudt. Het bevestigingssysteem kan bestaan uit een in de gespoten bekleding opgenomen netje bevestigd d.m.v. boutjes aan het beton (corrosievast) Het bovenstaande houdt niet in dat geen aandacht besteed zou hoeven te worden aan de aanhechting van de gespoten hittewerende bekleding. Het mechanische verankeringsysteem dient als vangnet voor als onverhoopt lokaal de aanhechting onvoldoende is of in de loop der tijd achteruit zou zijn gegaan.

Akoestische bekleding voor tunnels

(3) Voor het bepalen van het aantal benodigde bevestigingsmiddelen uitgaan van een representatieve zuigkracht ten gevolge van het verkeer van 3 kN/m². Dit is incl. effecten als vermoeiing, dynamica en belastingcoëfficiënt.

Bevestigingsmiddelen mogen niet in aanraking komen met de wapening.

Tegelwerk voor tunnels

(4) Als eisen te stellen aan de tegellijm geldt het navolgende:

- Treksterkte loodrecht op het tegeloppervlak ten minste gemiddeld 1,0 N/mm², waarbij de laagst gemeten waarde niet kleiner mag zijn dan 0,5 N/mm².
- De lijm dient vorstbestendig te zijn

- De lijm dient dooizoutbestendig te zijn.

Asfaltconstructie voor tunnels

(5) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:

- Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels; PML 1990-C52, mei 1990, Prins Maurits Laboratorium TNO

De aanbevolen minimale asfaltbetonconstructie is (van boven naar beneden):

Open gedeelte en eerste/laatste 20 m gesloten gedeelte

50 mm ZOAB

50 mm DAB

50 mm ZOAB

Toelichting:

De middelste laag van 50 mm DAB heeft als functie het onderliggende beton in zekere mate te beschermen tegen chloride-indringing.

Gesloten gedeelte exclusief eerste/laatste 20 m

50 mm DAB

50 mm ZOAB

Toelichting:

De eerste laag van 50 mm DAB heeft als functie het onderliggende beton in zekere mate te beschermen tegen chloride-indringing.

De onderste ZOAB laag moet, zowel in het open als gesloten deel, aan de zijkanten voorzien zijn van een waterafvoerend systeem.

Toelichting:

De functie van de onderste laag ZOAB is om enige lekkage af te kunnen voeren (drainagelaag), zonder dat deze lekkage het gebruik van de tunnel (o.a. verkeersveiligheid) nadelig beïnvloedt. Omdat lekkage veelal t.p.v. de voegen optreedt dient, overeenkomstig SATO 5.1.2.1, ter plaatse van de voegen een gootje te worden aangebracht.

In het gesloten deel van een tunnel (met uitzondering van een overgangszone van 20 m bij de in- en uitgang van de tunnel) dient de bovenste laag van het asfalt te bestaan uit DAB. Dit met het oog op het beperken van het explosiegevaar als gevolg van een lekgeraakte tankwagen. Om de kans op een grote explosie zoveel mogelijk te beperken dient de plasgrootte klein te blijven en de brandstof zo snel mogelijk via de riolering afgevoerd te worden naar de kelder. Bij de toepassing van ZOAB dringt de brandstof in de poriën van dit type asfalt, waardoor langdurige verdamping van de brandstof plaats kan vinden (de brandstof lost tevens het bitumen op, waardoor de inwendige doorlatendheid van het ZOAB ook afneemt). Voor verdere achtergronden zie: "Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels; PML 1990-C52, mei 1990, Prins Maurits Laboratorium TNO".

Criteria en klassen voor vluchtdeuren

(6) De brandwerendheid van vluchtdeuren in verkeerstunnels dient te voldoen aan de brandwerendheidsklasse EI voor 60 minuten en EW voor 120 minuten

overeenkomstig NEN 6069 (tabel 7). Hierbij dient een drukverschil van 50 Pascal (tolerantie: +/- Criteria en 10 Pascal) tussen de vuur- en niet vuurzijde van de deur te worden aangehouden.

De rookwerendheid dient bepaald te worden in overeenstemming met NEN-EN 81-58, artikel 11.3.

De lekkage per meter breedte van de duuropening mag niet meer bedragen dan $3 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m})$ gedurende de duur van de brandproef. Hierbij behoeft de eerste 14 minuten van de brandproef niet in rekening te worden gebracht.

Voor de bepaling van de brandwerendheid dient de standaardbrandkromme (NEN 6069 – par. 5.3.1) vervangen te worden door de van toepassing zijnde brandkromme. Van de vluchtdeuren dienen testresultaten beschikbaar te zijn inclusief de conservering. Voor scheidende wanden, naast de vluchtdeuren, gelden minimaal de eisen gesteld aan de vluchtdeuren.

Toelichting:

In "EI" staan de letters voor:

"E" voor de vlamdichtheid betrokken op de afdichting

"I" voor de thermische isolatie betrokken op de temperatuur

"W" is een maximale warmtestraling; volgens NEN 6069 maximaal 15 kW/m^2 .

De eis van "EI" gedurende 60 minuten geeft de gelegenheid voor tunnelgebruikers en hulpverleners de deur te passeren. Bij de eis van "EW" na 120 minuten blijft de deuropening de scheidende functie vervullen en kan de deur alleen veilig gepasseerd worden door personen voorzien van geëigende brandbeschermende kleding (brandweer).

Ook als de sturing van de overdrukken in de vluchtkanalen gekoppeld is aan de optredende drukken van de ventilatie in de tunnelbuis is het niet uit te sluiten dat als gevolg van de fluctuerende drukken als gevolg van de brand de druk in de tunnelbuis lokaal groter kan worden dan in het vluchtkanaal. Daarom wordt ook een eis gesteld aan rookwerendheid en de daarbij geldende toelaatbare lekkage. Deze eis is overeenkomstig art. 15.1 van NEN-EN 81-58.

Het voorgaande is gebaseerd op het kunnen passeren van tunnelgebruikers en hulpverleners van de vluchtdeuren. Het blijvend laten functioneren van tunneltechnische installaties bij verhoogde temperaturen wordt hier niet geregeld.

De van toepassing zijnde brandkromme zal veelal de RWS-brandkromme zijn.

Criteria en klassen voor toegangsdeuren naar pompkamers

(7) De brandwerendheid van toegangsdeuren naar pompkamers in verkeerstunnels, welke aan brand bloot gesteld kunnen worden, dient te voldoen aan de brandwerendheidsklasse EI voor 120 minuten overeenkomstig NEN 6069 (tabel 7). Hierbij dient een drukverschil van 50 Pascal (tolerantie: +/- 10 Pascal) tussen de vuur- en niet vuurzijde van de deur te worden aangehouden. De standaardbrandkromme (NEN 6069 – par. 5.3.1) dient te vervangen worden door de van toepassing zijnde brandkromme. Van deze deuren dienen testresultaten beschikbaar te zijn inclusief de conservering. Voor scheidende wanden, naast de vluchtdeuren, gelden minimaal de eisen gesteld aan de vluchtdeuren.

*Toelichting:**In "EI" staan de letters voor:**"E" voor de vlamdichtheid betrokken op de afdichting**"I" voor de thermische isolatie betrokken op de temperatuur**De van toepassing zijnde brandkromme zal veelal de RWS-brandkromme zijn.**Achtergrond bij de brandduur is dat de pompinstallatie gedurende de brand moet blijven functioneren. Rookwerendheid is met dit uitgangspunt daarom geen benodigde eis.*

Criteria en klassen voor doorvoeringen
--

(8) De brandwerendheid van voegen, kabeldoorvoeren, hulpposten e.d. dient te voldoen aan de brandwerendheidsklasse EI voor 60 minuten en E voor 120 minuten. overeenkomstig NEN 6069 (tabel 9).

Hierbij dient een drukverschil van 50 Pascal (tolerantie: +/- 10 Pascal) tussen de vuur- en niet vuurzijde van de deur te worden aangehouden.

De standaardbrandkromme (NEN 6069 – par. 5.3.1) dient te vervangen worden door de van toepassing zijnde brandkromme.

*Toelichting:**In "EI" staan de letters voor:**"E" voor de vlamdichtheid betrokken op de afdichting**"I" voor de thermische isolatie betrokken op de temperatuur*

Om aan bovenstaande eisen te voldoen dienen voegen, kabeldoorvoeren, deuren, hulpposten e.d. veelal van een speciale hittewerende afdichting te worden voorzien. De bepaling van de rookdichtheid maakt geen onderdeel van de eis uit, omdat daarvoor geen specifieke normen bestaan.

Ook als de sturing van de overdrukken in de vluchtkanalen gekoppeld is aan de optredende drukken van de ventilatie in de tunnelbuis is het niet uit te sluiten dat als gevolg van de fluctuerende drukken als gevolg van de brand de druk in de tunnelbuis lokaal groter kan worden dan in het vluchtkanaal; vandaar de eis van 50 Pascal drukverschil..

De van toepassing zijnde brandkromme zal veelal de RWS-brandkromme zijn.

Dilatatievoegen

(9) Zonodig dilatatievoegen toepassen op zodanige afstanden dat doorgaande scheurvorming voorkomen wordt.

*Toelichting**Dilatatievoegen worden toegepast met het oog op:*

- uitzetting/krimp als gevolg van temperatuurwisselingen (dag/nacht- en seizoensvariates)*
- hydratatiekrimp*
- zettingsverschillen*
- beperking stortvolumes*

Voegloos bouwen van tunnels is in het verleden niet altijd probleemloos gegaan. Het benodigde wapeningspercentage, teneinde in relatie tot lekkage de scheuren voldoende klein te houden, is moeilijk te bepalen. Dit omdat het één ander afhankelijk is van diverse parameters die slecht van te voren zijn vast te stellen.

Overgangsconstructies

(10) Voor het ontwerp van overgangsconstructies wordt verwezen naar NBD 00750, Overgangsconstructies (stootplaten).

Stepbarriers

(11) Bij de maatvoering van stepbarriers rekening houden met maattoleranties in de hoogte ligging van de bovenzijde van het asfaltwegdek.

Toelichting:

Bij een te hoog afgewerkte ballastvloer kan dit als gevolg hebben dat de afschuining van de stepbarriers te laag zit, waardoor de barrier niet functioneert zoals bedoeld. Het onderste schuine aanrijdvlak van de stepbarrier heeft een hoogte van 250 mm t.o.v. bovenzijde asfalt. Deze hoogte dient ten alle tijde, dus ook bij discontinuïteiten, aanwezig te zijn. Ter plaatse van de vluchtdeuren moet de barrier gedeeltelijk worden uitgespaard om de toegang tot de vluchtgang te realiseren. Er worden echter wel strenge eisen gesteld aan deze uitsparingen. Bij het vaststellen van de hoogte van de sparingen van de vluchtdeuren moet hiermee rekening worden gehouden. Naast de vereiste hoogte van 250 mm van het onderste aanrijdvlak moet ook rekening worden gehouden met de in de VRC (hoofdstuk 11) en in de Regeling Bouwbesluit (hoofdstuk 5, artikel 5.3b) gestelde eis ten aanzien van de maximale opstaphoogte naar de vluchtdeur (max. 300 mm).

Conserveren staal

(12) Voor te conserveren staal het rapport met als hoofdtitel: "Conserveren van stalen onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken" van de Bouwdienst Rijkswaterstaat d.d. februari 2005 toepassen.

13.15**Specifieke ontwerprichtlijnen voor folieconstructies****Algemeen**

(1) Het Handboek Folieconstructies (CUR rapport 221) is een handreiking voor het ontwerp, uitvoering en beheer van folieconstructies.

Toelichting:

Het handboek is opgesteld met de gedachte zoveel mogelijk informatie te verstrekken op alle voorkomende aspecten bij de toepassing van folieconstructies voor het verdiept aanleggen van infrastructuur. Met deze informatie moet het mogelijk zijn verantwoorde keuzes te maken in de ontwerp-, uitvoerings- en beheersfase. Het is dus nadrukkelijk niet geschreven als dwingende norm of richtlijn. Voortschrijdend inzicht en/of lokale omstandigheden kunnen dus redenen zijn om gemotiveerd af te wijken van het handboek.

Ontwerp

(2) Bij toepassing van een foliekuip dient de folie, voor folieconstructies die in den natte worden uitgevoerd, te worden samengesteld uit niet-gelamineerde PVC-P met een minimale dikte van 1,0 mm. Folie voor folieconstructies uitgevoerd in den droge dient te worden samengesteld uit LLDPE met een minimale dikte van 1,5 mm.

Toelichting:

Folie van deze dikte heeft een grootte robuustheid tegen beschadigingen tijdens de aanleg- en beheersfase. Een nog veel dikkere folie is ook niet wenselijk vanwege mogelijke problemen bij het verleggen ervan. Bovendien is een wat dikkere folie minder gevoelig voor veroudering als gevolg van het verlies aan weekmaker.

De folie dient waterdicht en onderhoudsvrij aan te sluiten op belendende constructies.

Bij de toepassing van een foliekuip, dient ter voorkoming van aantasting van de folie door schadelijke stoffen bij calamiteiten, in de toeritten nabij maaiveldniveau een bescherming aangebracht te worden onder het wegdek, tot 1m in het talud. Deze afdichting dient zodanig te worden ontworpen dat bij eventuele calamiteiten schadelijke stoffen opgevangen worden en daardoor de folieconstructie niet kunnen aantasten.

De gronddekking op de beëindiging van de folieconstructie (kielspit) dient minimaal 1,0 meter te bedragen.

Toelichting:

Door deze gronddekking wordt voorkomen dat de folie wordt blootgesteld aan weer en wind hetgeen de levensduur ten goede komt. Bovendien is hierdoor de folie minder kwetsbaar bij kleine werkzaamheden in de bodem en is begroeiing mogelijk.

Voor bepalingen ten aanzien van de toetsing van het verticale evenwicht (opbarsten) van de folieconstructie wordt verwezen naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 9997-1, art. 10.2 onder punt 4.

Uitvoering

(3) De hoofdrichting van de lasverbindingen dient te allen tijde parallel te lopen met de richting van de helling op het meest steile taluds van de ontgraving en in doorgaande foliebanen over de gehele breedte van de folieconstructie.

Toelichting:

Door het leggen van de lasverbinding parallel aan de taludhelling wordt trek op de lasverbinding in dwarsrichting voorkomen. Dit is noodzakelijk vanuit het oogpunt van duurzaamheid. Het leggen van de lasverbinding in de richting van de meest steile taludhelling zal in de praktijk veelal betekenen dat de foliebanen voor het legplan dwars op de wegas gerealiseerd moeten worden. Uitzondering op deze regel is het uitvoeren van eventuele reparatiewerkzaamheden. Verificatiemethode: toetsing van het legplan, toezicht en kwaliteitsborging bij samenstellen folieconstructie (fabriek) en plaatsing op locatie.

Bron: Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming - Deel II - TNO Industrie, versie Div499.1098 d.d. augustus 1999.

Aan de rand van de folievlakken dient om de 50 meter een robuuste markering te worden aangebracht, welke de aanwezigheid van de folieconstructie vermeldt.

Toelichting:

Bij werkzaamheden op en rond een folieconstructie komt het regelmatig voor dat de desbetreffende aannemer in het geheel niet op de hoogte is van de aanwezigheid van een folie in de ondergrond. Door het aanbrengen van een dergelijke markering wordt het risico op beschadiging van de folie door werkzaamheden verkleind.

13.16 Eisen voor hydraulische bewegingswerken

Toe te passen richtlijn:

NBD06000 Eisen voor hydraulische bewegingswerken

Aanpassingen van NBD06000 "Eisen voor hydraulische bewegingswerken".

NBD06000 art. 2.3.1	Eis
---------------------	-----

NEN-EN 982 vervangen door NEN-EN-ISO 4413.

NBD06000 art. 6.3.2.2 en 6.3.2.4	Eis
----------------------------------	-----

Artikel 6.3.2.2 en 6.3.2.4 vervallen. Voor eisen aan Nikkel en/of Chroom bedekkingen wordt verwezen naar NBD10300.

NBD06000 art 7.1	Eis
------------------	-----

De hydraulische olie dient een synthetische ester van het type HEES te zijn.

NBD06000 art 12.5	Eis
-------------------	-----

NBD12000 is vervallen.

Einde ROK