

EISEN VOOR VOEGOVERGANGEN

Versie 31, 27-01-2007 J.S.Leendertz

Annex A: Dynamisch gedrag

Annex B: Verkeersbelasting

INDEX

1.0	Voorwoord
2.0	Toepassingsgebied
3.0	Normatieve Referenties
4.0	Definities en Symbolen
5.0	Ontwerp Filosofie
6.0	Belastingen
7.0	Ontwerp Aspecten
8.0	Corrosie Bescherming
9.0	Diverse Technische Aspecten
10.0	Inspectie, Onderhoud en Vervanging
11.0	Referenties
12.0	Testen
13.0	Specificaties
14.0	QA en QC

ANNEX 1: Verklaring van Dynamische Effecten en Levensduur Berekening

Wijzigingen :

Versie	Datum	Paragraaf	Wijzigingen
19	29/2/2000	14	Montage rapport
20	21/3/2000	A 2.1	rectificatie M_{Ia}
20	21/3/2000	A 4.0	rectificatie n_{eq}
21	19/9/2001	1.0	tekst
		5.1	Specificatie van de ontwerplevensduur
		5.5	2.0 veranderd in 3.0
		5.8.1.2	voor andere combinaties moet wijziging worden aangetoond
		6.1.4	verduidelijkt
		6.1.4.3	0.01 veranderd in 0.005
		6.1.5	Factor voor verplaatsingen t.a.v. verkeer gewijzigd
		6.2.2.2	Het aantal werkdagen per jaar veranderd in 300
		8.1	Ontwerplevensduur van het alternatieve corrosie beschermingssysteem toegevoegd
		13.1.2.1	Andere kwaliteiten rubber toegestaan indien de geschiktheid hiervan wordt aangetoond
		13.1.3	De geschiktheid van RVS moet aangetoond worden
		13.1.7	In lijn gebracht met wijziging 8.1
		13.2.2.1	Mogelijkheid van een constante toetsing door onafhankelijke derde partij
		A2.1	Massa's in kg
		A2.2	Veerconstanten in N/m^1
		A2.2.6	Frequenties in Hz
		A3.1	Belastingstijdsduur in s.
22	20/9/2001	13.1.2.1	Eisen aan rubber elementen
		13.1.2.2	Eisen aan voorgespannen veren
23	1/11/2002	2.0, 4.0, 5.1, 6.2.2.1, 8.1, 14.0	Wijziging van paragrafen voor voegovergangen met enkelvoudige afdichting
		13.1.5	Verwijderd
24	03/03/2003	6.2.2.2	Het aantal voertuigen indien niet in het bestek van het project wordt vermeld Annex 2 verwijderd 03/03/2003 datum van de officiële versie. Toestemming verleend door ir. H.v.d Weijde NIQ
25	12/01/2004	2.0	5.1 (1) geldt ook voor enkelvoudige voegen
		6.2.2	Algemeen uitgangspunt verkeersbelasting ENV 1991-3
		6.2.2.2	Aantal assen geredificeerd
		13.1.1	Tekst verbeterd
		Annex 1	Formule 13 gecorrigeerd
26	1/11/2004	1.0	Procedure verwijderd
		5.7	Maatregelen tegen geluidsproductie over een te komen
		5.9.1.1	Horizontale overdrachtscoëfficiënt gewijzigd
		5.9.2	Dynamische coëfficiënten uitgesplitst in verticaal en horizontaal
		6.2.2.1	Horizontal load added

		6.2.2.2	Horizontal loads for fatigue added
		7.6	Toegevoegd: Stompe lassen in relatie tot waterdichtheid
		13.1.1	Staal kwaliteiten aangepast
Versie	Datum	Paragraaf	Wijzigingen
		13.1.7.1	Corrosiebescherming voorstel fabrikant
		A.3.1	Belastingtijd van een wiel
27	5/11/2004	6.3	Waterdichtheid
28	11/2/2005		Tekstueel aangepast
29	14/2/2005	8.2	Plastsch blijvende kit vervallen
30	06/7/2006		Uitgavedatum en versienummer aangepast
31	27/1/2007	6.2.2	Verkeerbelastingen gedeeltelijk vervangen door Annex B

1.0 Voorwoord

Deze interne eisen van RWS Bouwdienst zijn opgesteld door de vakgroep "Opleggingen en Voegovergangen".

2.0 Toepassingsgebied

De eisen in deze NBD zijn van toepassing voor voegovergangen in verkeersbruggen. Voor enkelvoudige voegovergangen, zijn de volgende paragrafen niet van toepassing: 5.1 (1), 13.1.2.2, 13.1.3, 13.1.4, 13.2 (5)

3.0 Normatieve Referenties

De eisen in dit NBD moeten worden toegepast in samenhang met de volgende normen

NEN 67.. serie

Waar de eisen in dit document afwijken van de bovengenoemde normen zijn de in dit document genoemde eisen van toepassing.

Waar de hier genoemde eisen niet het toepassingsgebied dekken, dienen de volgende norm en de volgende richtlijn worden gebruikt:

- NEN 6788:1995/A1:1999 (VOSB 1995), met uitzondering van de gedeeltes die vergrotingsfactoren en vermoeiing behandelen
- Richtlijnen voor het Ontwerpen van Betonnen Kunstwerken

4.0 Definities, Symbolen en Afkortingen

Voegovergang Flexibel deel in het rijdek tussen twee aangrenzende brugdelen of een brugdeel en het landhoofd of pijler, waardoor voertuigen kunnen passeren zonder speciale veiligheidsmaatregelen.

De Ingenieur De opdrachtgever (Rijkswaterstaat) of een door Rijkswaterstaat aangewezen persoon.

De Beheerder De regionale of lokale dienst binnen Rijkswaterstaat die verantwoordelijk is voor het beheer van de weg.

Lamellenvoeg Balkroosterwerk met ingelaten rubberelementen, ondersteund door dwarsdragers die zijn bevestigd en kunnen glijden in de bovenbouw van de brug, landhoofd of pijler.

Gewapende Rubber Voegovergang Voegovergang, die is samengesteld uit rubberelementen ge vulcaniseerd aan stalen elementen. Ook rubber elementen met extern aange vulcaniseerde elementen.

Vingervoeg Stalen platen met uitkragende tanden aan beide zijden, die een continue vlak vormen.

Enkelvoudige voegovergang Een voegovergang die twee beschermingselementen (staal, beton of epoxy)

bevat, alsmede een rubber afdichtingelement

Sleepplaat voegovergang

Een voegovergang met rollende of glijdende afsluitplaten.

5.0 Ontwerpfilosofie

5.1 Algemeen

(1) Tenzij anders opgegeven in het bestek van het project moet de constructie ontworpen zijn om te functioneren gedurende een periode van 30 jaar zonder dat groot onderhoud moet worden gepleegd.

(2) Vervangbare elementen zoals afdichtingen, stuurveren enz. dienen ontworpen te zijn voor een periode van 10 jaar.

De benodigde onderhoudswerkzaamheden zullen een stremming van één rijstrook gedurende maximaal 5 uur vereisen.

Andere procedures kunnen met de beheerder overeengekomen worden, bijv.:

- Werkzaamheden uitsluitend 's nachts
- Werkzaamheden uitsluitend in het weekend

5.2 Bewegingscapaciteit

De constructie moet de brug in staat stellen om in de richting van de langsas te bewegen, over het algemeen in de rijrichting.

Bewegingen loodrecht op deze as als gevolg van spelingen in het oplegsysteem en buiging van de bovenbouw moeten eveneens opneembaar zijn.

5.3 Sterkte

De constructie moet in staat zijn de opgegeven krachten op te nemen als gevolg van verkeersbelastingen, alsmede interne en externe krachten als gevolg van bewegingen in de brug of andere hoofdconstructie elementen waaraan de voeg is onderworpen.

Zowel de statische- als de vermoeiingssterkte moeten voldoen aan de hierna genoemde eisen.

Indien berekeningen niet in voldoende mate kunnen aantonen dat de statische sterkte of de sterkte met betrekking tot de levensduur, kruip, relaxatie en veroudering toereikend is, mogen test resultaten worden gebruikt als een alternatief. De testbelasting en randvoorwaarden moeten de ingebouwde omstandigheden op een representatieve manier simuleren.

5.4 Slijtage

De slijtagecapaciteit moet in overeenstemming zijn met de ontwerplevensduur voor de constructie van 30 jaar. Delen die een kortere levensduur bezitten, moeten goed toegankelijk zijn voor onderhoud of vervanging.

Indien een berekening niet kan aantonen dat voldoende slijtagecapaciteit aanwezig is, zal dit door middel van testen moeten worden aangetoond. De testomstandigheden moeten de ingebouwde omstandigheden op een representatieve wijze simuleren.

5.5 Toleranties

Na het inbouwen mag tussen de onderdelen die de rijweg vormen geen groter niveauverschil bestaan dan 3.0 mm.

a. Waterdichtheid

Waterdichtheid dient te worden aangetoond met behulp van testen

5.7 Geluidsproductie

Voegen die worden toegepast in een stedelijke omgeving moeten zodanig zijn uitgevoerd dat de geluidsproductie wordt geminimaliseerd. De maatregelen dienen met de opdrachtgever te worden overeengekomen.

5.8 Analyses

Indien bij de analyses een 2-D schematisatie wordt toegepast (Raamwerk analyse), moet aandacht geschonken worden aan de invloed van de excentriciteiten die additionele buiging en torsie tot gevolg kunnen hebben.

5.9 Diverse Ontwerp Aspecten

5.9.1 Wrijvingscoëfficiënten

5.9.1.1 Wrijving tussen Banden en Stalen Onderdelen

Indien niet anderszins bewezen moet de waarde van de wrijvingscoëfficiënt tussen staal en rubber worden genomen als:

statisch: $\mu_{r,d} = 0,4$

N.B:

Deze wrijvingscoëfficiënt moet worden gebruikt als de overdrachtsfactor tussen verticale en horizontale belastingen in ULS, en vertegenwoordigt de remvertraging.

5.9.1.2 Wrijving tussen onderdelen

Waar dit relevant is, moeten deze coëfficiënten genomen worden zoals voor brugopleggingen. Indien deze niet beschikbaar zijn, moeten de wrijvingscoëfficiënten worden aangetoond door middel van testresultaten of literatuur.

5.9.2 Dynamische Aspecten

Verticaal

(1) De initiële dynamische vergrotingsfactor zal worden genomen als 1.8. Deze mag worden gereduceerd volgens de methode als beschreven in Annex 1.

Zowel in statische- als in vermoeiingsberekeningen moet met deze vergroting rekening worden gehouden. In de laatstgenoemde zal het effect van het logaritmisch decrement dienen te worden meegenomen.

(2) Voor enkelvoudige voegovergangen moet een dynamische vergrotingsfactor = 1.4 gehanteerd worden. De procedure zoals aangegeven in annex A moet niet gehanteerd worden.

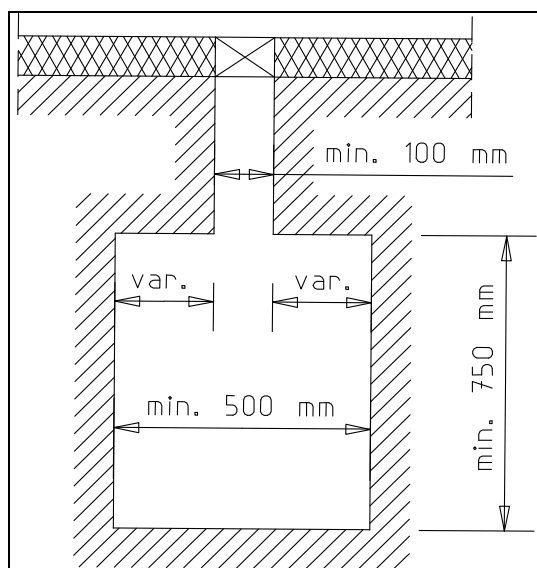
Horizontaal

Voor de initiële dynamische vergrotingsfactor moet worden genomen: 1.0.

5.10 Toegankelijkheid

N.B.:

Als gevolg van de verscheidenheid van typen voegovergangen kunnen geen algemeen geldende eisen t.a.v. toegankelijkheid worden gegeven. De ingenieur zal binnen het ontwerp rekening houden met voldoende toegankelijkheid onder de voegovergang indien dit voor het toegepaste type noodzakelijk is.



De ruimte die nodig is voor inspectie en onderhoud hangt af van het type voegovergang. Voor de typen die inspectie, onderhoud etc. van onderaf behoeven is een corridor nodig met de minimum afmetingen van $h=750$ en $b=500$ mm.

Tussen de dragende onderdelen van de brug, landhoofd etc. moet/mag de afstand nooit kleiner zijn dan 100 mm. over een hoogte van 250 mm. (Zie Fig. 1)

Fig. 1 Toegang voor Onderhoud

6.0 Ontwerpbelastingen en Bewegingen

6.1 Bewegingen

6.1.1 Bewegingen als gevolg van temperatuur

De voegovergang moet kunnen functioneren binnen de volgende temperatuurgrenzen:

Stalen Bruggen:	-30° C --- +50° C
Andere:	-15° C --- +35° C

Verder zal rekening worden gehouden met:

Gemiddeld temperatuursverschil tussen dag en nacht: 7.5° C

Gemiddeld verschil tussen zomer- en wintertemperatuur: 15° C

6.1.2 Bewegingen als gevolg van kruip, krimp en zettingen

Op te geven door de ingenieur.

6.1.3 Bewegingen als gevolg van spelingen in het oplegsysteem.

Op te geven door de ingenieur.

6.1.4 Bewegingen als gevolg van verkeersbelastingen (windbelastingen)

Op te geven door de ingenieur. Indien deze gegevens ontbreken, dienen de minimum waarden in 6.1.4.1, 6.1.4.2 en 6.1.4.3 aangehouden worden.

6.1.4.1 Horizontale Translaties (in lengterichting)

Statisch: -5 mm/+5 mm

Dynamisch: 10 bewegingen per richting per dag van 25 mm.

6.1.4.2 Verticale Translaties tussen aangrenzende Constructies

Statisch/Dynamisch: -3 mm/+3 mm (10 maal per dag)

6.1.4.3 Rotaties tussen aangrenzende Constructies (om de gemeenschappelijke as van de opleggingen)

Statisch/Dynamisch: -0.01 rad./+0.01 rad. (10 maal per dag)

6.1.5 Verplaatsingsfactoren

De verplaatsingen zoals bepaald in 6.1.1 - 6.1.4 moeten worden vermenigvuldigd met:

Ad 6.1.1 Temperatuur factor: 1.1

Ad 6.1.2 Kruip etc. factor: 1.5

Ad 6.1.3 Spelingen factor: 1.1

Ad 6.1.4 Verkeersbelastingen etc. factor: 1.35

6.2 Belastingen

6.2.1 Belastingen voortvloeiende uit bewegingen

Deze belastingen moeten worden bepaald door de fabrikant, gebruik makend van de bewegingen zoals genoemd in 6.1 en de aanvullende spelingen zoals hierna genoemd in 7.1.

6.2.2 Verkeersbelastingen

De verkeersbelastingen van ENV 1993-3:1995 met de NAD moeten worden toegepast.

De verkeersbelastingen zijn nader omschreven in Annex B

Voertuigen, Werkdagen en Spectrum van Asbelastingen

->1 Ontleen N_v aan de langzaamverkeersstroken uit verkeerstellingen

Indien niet opgegeven in de projectspecificatie:

$N_v = 8000$ voertuigen/dag

->2 Elk jaar heeft 300 werkdagen

->3 Aantal assen per voertuig: 4.0

->4 Asbelastingen spectrum

Voertuigen:

$N_v = 300 * 8000 = 2.4e6$ per jaar

of:

$N_v = 300 * 4000 = 1.2e6$ per jaar

a. Waterdichtheid

6.3.1 Toepassingsgebied

De paragraaf beschrijft een testmethode voor waterdichtheid van een voegovergang.

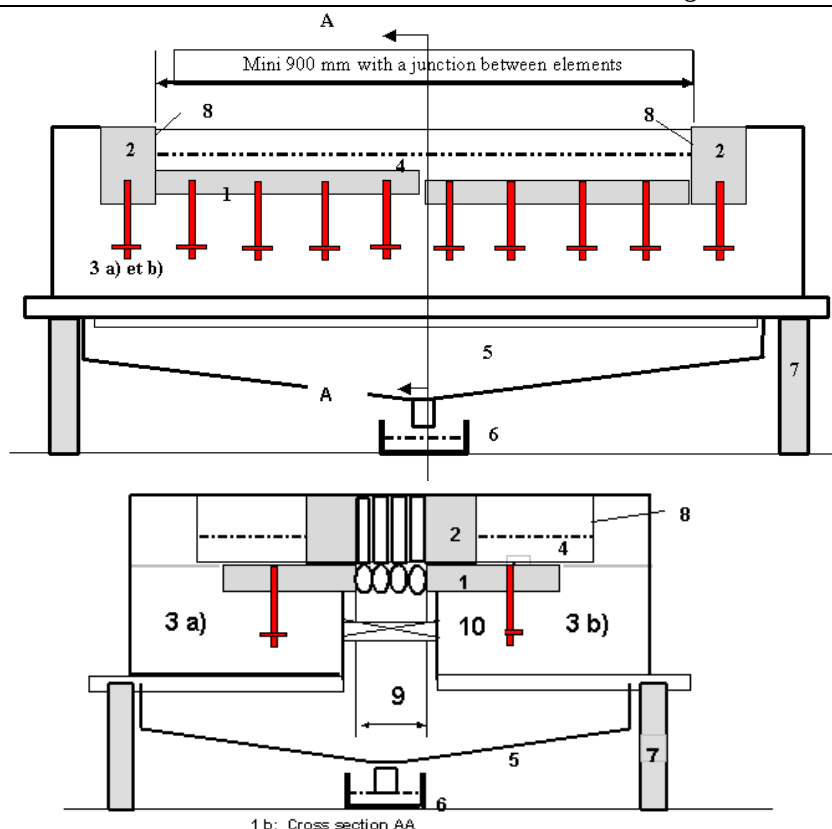
Deze testmethode is niet geschikt voor voegovergangen die hun waterdichtheid ontleen aan een rioleringssysteem.

De test wordt uitgevoerd om te verifiëren dat het ontwerp van de voeg is geschikt om doordringing van water te voorkomen en wordt uitgevoerd op een representatief proefstuk van de voeg in laboratorium omstandigheden zonder verkeer.

i. Principe

Het ware grootte proefstuk van de voeg omvat alle componenten en ten minste één verbinding indien van toepassing en een schampkantoplossing.

Gedurende de test wordt het proefstuk onderworpen aan een vastgelegd waterniveau op de voeg. Er zal geen vocht aanwezig zijn onder de voeg.



- 1 b: Cross section AA
- 1 Expansion joint element with at least a standard junction
 - 2 Upstand
 - 3 Concrete blocks forming test box a) and b)
 - 4 Height of water H
 - 5 Receptacle
 - 6 Cup
 - 7 Structure of test support
 - 8 Cofferdam or provisional raise part
 - 9 Opening
 - 10 Part maintaining the joint in opening position

6.3.3 Afmetingen

De grootte dient te worden overeengekomen tussen de fabrikant en het testlaboratorium.
De minimum lengte van het proefstuk is 1 m.

ii. Proefstukafname

Het te testen product moet in overeenstemming zijn met de fabricage tekeningen en specificaties, inclusief de toleranties. Aantal proefstukken is één.

iii. Opstelling

Het te testen product moet worden opgesteld in de beproevingsbank onder toezicht van de fabrikant en moet overeenkomen met de montagehandleiding.

6.3.6 Test procedure

De test wordt uitgevoerd nadat het materiaal geheel is uitgehard en gerelaxeerd in de beproevingsopstelling over een periode overeengekomen tussen de fabrikant en het laboratorium.

De temperatuur gedurende de test moet zijn tussen + 5 °C and + 30°C

De opstelling is weergegeven in Fig. De voeg opening is maximal, als gedefinieerd door de fabrikant. De test wordt uitgevoerd met drinkwater.

Minimum waterhoogte 3 cm t.p.v. de hoogste plaats van het proefstuk. Een grotere waterhoogte dan 5 cm is niet nodig. Duur van de test 6 uur.

Gedurende de test worden visuele inspecties uitgevoerd om lekkage te detecteren. Bij lekkage wordt de test gestopt en plaatsen van lekkage worden gerapporteerd.

7.0 Ontwerp Aspecten

7.1 Openingen

Openingen in het wegdek, noodzakelijk voor dilatatiebewegingen, mogen niet groter zijn dan:

80 mm in de rijweg
20 mm in voet- en fietspaden

7.2 Aanvullende bewegingsmogelijkheden

Deze waarden zullen niet met vermenigvuldigingsfactoren worden vergroot.

7.2.1 Evenwijdig aan de rijrichting

Geen aanvullende bewegingsmogelijkheid vereist.

7.2.2 Loodrecht op de rijrichting

Ruimte van -10 mm/ +10 mm

7.2.3 Hoek in verticaalalignement van de rijweg

De voeg moet een hoekverdraaiing kunnen opnemen van 0.01 rad.

7.2.4 Tijdelijk hoogteverschil in rijwegniveau

De voegovergang moet een tijdelijk hoogteverschil van 6 mm. in het rijwegniveau van twee aangrenzende bovenbouwen kunnen opnemen in verband met opvijzelen van de brug.

7.3 Voorzieningen voor Transport, Opslag en Montage

De constructie moet voorzien zijn van voorzieningen voor transport, opslag en montage, evenals instelbare bevestigingen.

7.4 Bescherming

Onderdelen die gevoelig zijn voor vervuiling of beschadiging moeten afdoende zijn beschermd met beschermende schorten etc.

7.5 Voorzieningen ten behoeve van Inspectie en Onderhoud

Rubber en kunststofdelen in hybride constructies moeten toegankelijk en gemakkelijk vervangbaar zijn.

Voorgespannen onderdelen moeten gemakkelijk te ontspannen en te herspannen zijn om vervanging mogelijk te maken.

Alhoewel niet vereist, is het aanbevolen om referentiepunten t.b.v. inspectie te markeren.

7.6 Stompe lassen in randprofielen en lamellen moeten een exact gelijke doorsnede vorm hebben als de randprofielen en de lamellen, om lekkage te voorkomen

8.0 Corrosiebescherming

8.1 Algemeen

Onderdelen die corrosiegevoelig zijn moeten op passende wijze worden beschermd, hetgeen kan worden bereikt door anodiseren, bescherming met verflagen etc.

Een corrosiebescherming systeem is in 13.1.7 voorgesteld. Indien de fabrikant een systeem voorstelt dient het volgende aangetoond te worden:

Het systeem moet op niet bereden plaatsen een levensduur hebben van 15 jaar in klimaat condities van de Noordzee.

Speciale aandacht moet worden geschonken aan elektrolytische corrosie als gevolg van contact tussen verschillende metalen in een vochtige omgeving.

8.2 Contactvlakken tussen beton en staal

De contactvlakken tussen beton en staal kunnen bloot staan aan corrosie als gevolg van capillaire effecten. Zij moeten beschermd worden met een grondlaag van het corrosiebescherming systeem. Het volledige systeem moet een randgebied bedekken van 30 mm in de contactvlakken met beton.

9.0 Diverse Technische Details

9.1 Bevestiging van roestvast stalen glijdplaten aan stalen onderdelen.

De roestvast stalen platen moeten zijn bevestigd d.m.v. doorlopende lassen of andere methoden die het indringen van water door capillaire effecten verhinderen.

9.2 Lassen

Alle lassen moeten doorgaand zijn om spleetcorrosie te vermijden. Bij hoeklassen of lasverbindingen met een gedeeltelijke doorlassing moet aan beide zijden worden gelast om spleetcorrosie te vermijden.

10.0 Inspectie, Onderhoud en Vervanging

De voegovergang moet afgeleverd worden met een handleiding voor inspectie, onderhoud en vervanging. Deze handleiding moet aanwijzingen bevatten m.b.t. de inspectie-intervallen en de te inspecteren locaties (slijtage en vermoeiing) evenals criteria voor te vervangen onderdelen en richtlijnen hoe deze onderdelen kunnen worden verwijderd en nieuwe delen kunnen worden geïnstalleerd.

11.0 Referenties

De ontwerpberekeningen en tekeningen moeten vergezeld gaan van referenties, die gerelateerd zijn aan het toegepaste type.

12.0 Testresultaten

De rapportage van de testresultaten zoals genoemd in paragraaf 5 moet het volgende beschrijven:

1. Beproevingsofstelling
2. Belasting en randvoorwaarden en type belasting
3. Datum en duur van de beproeving
4. Staat van het proefstuk na beproeving
5. Foto's genomen gedurende de beproeving

13.0 Specificaties

13.1 Materialen

13.1.1 Staal

- (1) Gewalst staal moet zijn in overeenstemming met EN 10025
- (2) Dynamisch belaste onderdelen moeten minimaal kwaliteit S 235J2 of S355J2 bezitten.
- (3) Gelaste onderdelen en andere elementen bijv. randprofielen S 235J0 of S355J0
- (4) Materiaal voor gelaste stalen delen die beschouwd kunnen worden als deel uitmakend van het primaire draagsysteem moeten geleverd zijn met een 3.1.B certificaat vlg. EN 10204.

In aanvulling daarop, dient het materiaal op de volgende eisen getest te worden:

1. Energie Opname: 27 Joule bij -20°C.
2. Hardheid: Max. 300 - 350 H.Vickers
3. Charpy-V: Na het lassen gelijk aan moedermateriaal
4. Treksterkte: Na het lassen gelijk aan moedermateriaal

- (5) Deze eisen moeten worden geverifieerd voor iedere charge om de geldigheid van lasprocedures en lasmethodekwalificaties te kunnen handhaven.

13.1.2 Rubber

Testen moeten aantonen dat het rubber materiaal voldoet aan de fysische eigenschappen zoals hieronder weergegeven. De tests moeten uitgevoerd zijn in overeenstemming met de genoemde norm.

13.1.2.1 Elementen aan de oppervlakte

Elementen aan de oppervlakte worden blootgesteld aan zonlicht, water, dooimiddelen etc., die verwerende omstandigheden zijn in combinatie met chemische invloeden. Ze kunnen zijn blootgesteld aan spanningswisselingen als gevolg van bewegingen van de brug and kunnen blootgesteld zijn aan slijtage, veroorzaakt door de wielen van voertuigen.

Over het algemeen worden CR en EPDM beschouwd als geschikte materialen. De eisen maken daarin geen onderscheid, de eigenschappen die hierna genoemd worden zijn relevant maar de waarden moeten als een indicatie worden beschouwd:

Fysische Eigenschap	Waarde	Norm
Dichtheid (kg/m ³)	~50	ISO 2781
Hardheid (graad Sh A)	63 +/- 5	ISO 868
Treksterkte (N/mm ²)	minimaal 11.0	ISO 37
Rek bij breuk (%)	minimaal 350	ISO 188
Schok Elasticiteit (%)	minimaal 25	DIN 53 512
Slijtage (mm ³)	minimaal 220	DIN 53 516
Blijvende Vormverandering 22h/70 gr. C 30% rest:	maximaal 28	DIN 53 517

Na versnelde veroudering in hete lucht 14 dagen in 70 gr. C:

Verandering in Hardheid (gr. Sh A)	max. +5	DIN 53 508
Verandering in Treksterkte (N/mm ²)	max. 20	DIN 53 508
Verandering in Rek bij Breuk (%)	max. 20	

Na versnelde veroudering door blootstelling aan Ozon

Geen Microscheuren	DIN 53 509
--------------------	------------

Oliebestendigheid gedurende 168 uur bij 25 gr. C:

ASTM Olie Nr.1		
Verandering in Volume (%)	max. 5	DIN 53 521
Verandering in Hardheid (gr. Sh A)	max. 10	
ASTM Olie Nr.3		
Verandering in Volume (%)	max. 25	
Verandering in Hardheid (gr. Sh A)	max. 20	
Cold Drop Point (gr. C)	-35	ASTM D 1043

Indien ander materiaal wordt toegepast moet worden aangetoond door de fabrikant, door middel van test rapporten of in situ ervaringen, dat het voldoende weerstand biedt tegen alle invloeden zoals hierboven genoemd.

13.1.2.2 Rubber voor Opleggingen en Voorspanelementen

De opleggingen en de voorspanelementen zijn onderworpen aan constante voorspanning in combinatie met wisselende belastingen, veroorzaakt door verkeer op andere onderdelen van de voeg. Daarnaast moeten zij bestendig zijn tegen verwerking.

Over het algemeen zullen de zelfde eisen van toepassing zijn als voor rubber opleggingen.

Er worden geen specificaties opgegeven voor materiaal als gevolg van de verscheidenheid in producten die door de fabrikanten worden gebruikt. Betreffende ontwerp, vervaardiging, montage, inspectie en onderhoud worden de volgende eisen gesteld:

1. Rapport van de veerstijfheid in nieuwe en verouderde staat.
2. Rapport van de relaxatie, de kruip en de verouderingsgevoeligheid.
3. Bij gelaagde elementen moet voldoende hechting worden aangetoond.

13.1.3 Roestvast Staal

Roestvast staal moet goede glijdeigenschappen bezitten en bestendig zijn tegen corrosie. Indien de ingenieur dit verlangt, dient de geschiktheid bewezen te worden door rapporten van in situ ervaring of toetsing.

13.1.4 Stuurveren

Hiervoor zijn geen materiaaleisen gespecificeerd als gevolg van de verscheidenheid van producten zoals toegepast door de fabrikanten. In verband met het ontwerp, de fabricage, inspectie en het onderhoud zijn de volgende eisen van toepassing:

1. Rapport van de veerstijfheid in nieuwe en verouderde staat.
2. Rapport van de relaxatie, de kruip en de verouderingsgevoeligheid.
3. Bij gelaagde elementen moet voldoende hechting worden aangetoond.

13.1.5 Glijdopleggingen en Aandrukveren

Vervangen door 13.1.2.2.

13.1.6 Lasmaterialen

Lasmaterialen behoeven de goedkeuring van een "Goedgekeurde Instelling" (Bijvoorbeeld "The Welding Institute" of gelijkwaardig)

13.1.7 Corrosiebescherming

1. Nieuw werk

De fabrikant stelt een corrosiebeschermingssysteem voor ter acceptatie van de opdrachtgever, anders:

1. Primer laag: Ethyl-Zinksilicaat (Zie NBD 16000:2001 Bouwdienst RWS)
2. Andere lagen: Epoxy-Aluminum HS Coating (Zie NBD 16318:2001 Bouwdienst Rijkswaterstaat)

De corrosiebeschermingsproducten behoeven de goedkeuring van de ingenieur.
Overige systemen moeten aan de eisen in 8.1 voldoen.

13.1.7.2 Onderhoud

1. Primer laag: PU-coating
2. 2 Lagen: PU-coating

Overige systemen moeten aan de eisen in 8.1 voldoen.

13.1.8 Bouten

Alle toegepaste bouten dienen geleverd te worden met een 3.1.C certificaat vlg. EN 10240.
De ingenieur kan aanvullende beproeving eisen om de bouten te kwalificeren.

Bij het toepassen van verschillende schroefdraden in een bevestiging moet de compatibiliteit worden aangetoond.

13.1.9 Injectiemateriaal voor injectiebouten

Injectiemateriaal voor geïnjecteerde verbindingen met voorgespannen hoogvaste bouten moet zijn: Araldit SW 404, harder HY 2404 in een verhouding van 10 op 1.

13.2 Fabricage en Montage

(1) Alvorens met de fabricage wordt aangevangen moet een fabricageplan en een montageplan worden opgesteld.

(2) Alvorens met de fabricage wordt aangevangen moet een kwaliteitsplan worden opgesteld dat aangeeft welke inspecties door de aannemer zullen worden uitgevoerd. (Zie ook paragraaf 14)

(3) Er zal geen werk worden verricht zonder schriftelijke toestemming van de ingenieur.

(4) Na de fabricage moet een volledige inspectie worden uitgevoerd van alle afmetingen en in een rapportage worden vastgelegd.

(5) Het gerealiseerde voorspanniveau van opleggingen, aandrukveren en stuurveren moet worden gerapporteerd op basis van metingen.

(6) De ingenieur zal aangeven welke inspecties uitgevoerd dienen te worden in zijn aanwezigheid. (Zie ook paragraaf 14)

13.2.1 Laswerkzaamheden

13.2.1.1 Voorafgaande aan de laswerkzaamheden moeten de delen worden gehecht. Alle afmetingen van de lasvoorbewerkingen moeten gecontroleerd worden.

13.2.1.2 De lasmethode moet goedgekeurd zijn door een "Goedgekeurde Instelling", hetgeen kan

worden aangetoond door Lasmethodebeschrijvingen en Lasmethodekwalificaties.

De lassers dienen gecertificeerd zijn door een "Goedgekeurde Instelling". Hun certificatie moet worden aangetoond.

- 13.2.1.3 Indien de afmetingen van de constructie laswerkzaamheden vereisen in een onbeschermd omgeving, zal het te lassen deel op gepaste wijze worden beschermd. De omgeving dient geventileerd te worden.
- 13.2.1.4 Mechanische lasnabewerking moet vermeden worden. Warmtebehandeling na het lassen moet geschieden in overeenstemming met het kwaliteitsplan.
- 13.2.1.5 Zonder voorafgaande toestemming door de ingenieur is lassen van delen uit S 355 met een dikte groter dan 24 mm zonder voorverwarming niet toegestaan. Lassen boven het hoofd is alleen toegestaan indien noodzakelijk.
- 13.2.1.6 Gedurende en na het lassen moet de constructie zodanig worden ondersteund dat metingen het mogelijk maken om de vorm en afmetingen tijdens gebruik af te leiden.

1. Geboute verbindingen

De aandraai- en voorspanmethode van de bouten behoeft de goedkeuring van de ingenieur.

De ingenieur kan beproevingen eisen die de geschiktheid van de methoden aantonen.

13.2.2 Inspectie van gelaste verbindingen

- 13.2.2.1 Tenzij anders overeengekomen (bijvoorbeeld bij voortdurend extern toezicht door gekwalificeerde instellingen) door de ingenieur en de fabrikant, dienen de inspecties het volgende te omvatten:

Gelaste verbindingen die deel uit maken van het belasting dragende systeem moeten worden geïnspecteerd met NDO. De locaties moeten door de aannemer in het fabricageplan worden aangegeven. De inspectie behoeft de goedkeuring van Rijkswaterstaat en dient uitgevoerd te worden in overeenstemming met het kwaliteitsplan.

1. Stompe Lassen

1.1 Verbinding tussen metalen lamellen

100% Ultrasoon onderzoeken (U.T.)

100% Magnetisch onderzoeken (M.T.) of penetratie onderzoek

1.2 Verbinding Lamel - Traverse

100% U.T.
100% M.T.

2. Hoeklassen

2.1 2% U.T.
100% M.T. of penetratie onderzoek

3. Andere Lassen

Alle lassen die zich bevinden in indirect belaste onderdelen of van ondergeschikt belang zijn, zoals:

- Lassen in traversekasten
- Lassen van ankers

Deze lassen dienen visueel te worden geïnspecteerd.

De gelaste constructie dient te voldoen aan de criteria voor energie opname, hardheid etc. zoals beschreven in 3.1.1

2. Nadat de onderdelen gestraald of schoongemaakt zijn, maar voor het aanbrengen van enige corrosiebescherming, worden de onderdelen visueel geïnspecteerd in overeenstemming met het kwaliteitsplan.

13.2.3 Aanbrengen van de Corrosiebescherming

Het oppervlak van de nieuwe staalconstructie waar corrosiebescherming wordt aangebracht moet een oppervlaktegesteldheid bezitten van SA 3 vlgs ISO 8501-1, 1988; voor onderhoudswerk wordt SA 2.5 geëist.

Het straalmiddel behoeft de goedkeuring van de ingenieur.

3. De totale dikte van de corrosiebescherming bij onderhoudswerk, inclusief de primer laag van 60 µm moet bedragen:

300 µm +/- 20 µm

Elke aangebrachte laag mag niet dikker zijn dan 80 µm

Het aanbrengen zal plaatsvinden in een conserveringsruimte met klimaatbeheersing. De volgende eisen zijn van toepassing:

1. Temperatuur: 3° C boven Drop Point
2. Temperatuur van het werkstuk: Minimum temp. 5° C.
3. Relatieve vochtigheid: 70 %

Voor en na het aanbrengen van de corrosiebescherming moet het werkstuk schoon, droog en vrij van stof en corrosie blijven.

De inspecties en metingen (laagdikte, omgevingscondities, temperatuur van het werkstuk) moeten

aangegeven zijn in het kwaliteitsplan.

4. De totale dikte van de corrosiebescherming bij onderhoudswerk, inclusief de primer laag van 120 µm moet bedragen:

360 µm +/- 20 µm

Elke aangebrachte laag mag niet dikker zijn dan 120 µm.

13.2.3.3 Meting van het straalresultaat

Het resultaat van het stralen moet gemeten worden met een "Surftester". Indien geen surftester beschikbaar is, is een Rugotest toegestaan.

13.2.3.4 Meting van de Omgevingscondities

De omgevingscondities moeten gemeten worden met:

2. Digitale werkstuk thermometer

3. Psychrometer (Pendel)

De psychrometer meet de relatieve vochtigheid

4. Zelf opnemende Thermohygrometer

Dit instrument meet de lucht temperatuur en relatieve vochtigheid.

13.2.3.5 Meting van de Laagdikte van de Corrosiebescherming

De Laagdikte van de corrosiebescherming moet worden gemeten met een elektrolytische laagdiktemeter.

13.2.3.6 Na het schoonmaken en stralen moet de corrosiebescherming worden aangebracht op de stalen delen.

1. Voordat een nieuwe laag wordt aangebracht moet de voorgaande laag geheel droog zijn.

13.2.3.8 De constructie mag niet getransporteerd worden voordat de corrosiebescherming geheel droog is.

13.2.3.9 Adhesie

Voor het transport zal de constructie worden beoordeeld t.a.v. voldoende adhesie volgens ASTM D 3359-87, test "x-cut".

Het resultaat moet voldoen aan de classificatie 3A volgens voornoemde standaard.

14.0 QA en QC

De aannemer moet een Kwaliteitsplan opstellen dat het gehele ontwerp-, productie en montageproces beschrijft:

5. Ontwerp Proces

Tekeningen, ontwerpwaarden, veronderstellingen, ontwerpprocedures, enz.

6. Materiaal Certificaten

Hold en Witnesspoints, enz.

7. Fabricage

8. Transport en Opslag

5. Montage

Er zal geen werk worden uitgevoerd zonder schriftelijke toestemming van de ingenieur.

De montage dient geïnspecteerd en goedgekeurd te worden door de fabrikant of een vertegenwoordiger die door de fabrikant aangewezen is.

ANNEX A

A0. Voorwoord

Dit is een herzien concept voor dynamische belastingen en vermoeiingsberekeningen. De praktische toepassing van deze methode voor de berekening van dynamische vergrotingsfactoren staat nog ter discussie.

Het gebruik van eenheden anders dan kg, N/m¹, Hz en s leiden mogelijk tot inconsistente resultaten van de dynamische vergrotingsfactoren.

A1. Inleiding

De verkeersbelastingen op voegovergangen gaan gepaard met dynamische effecten die leiden tot een belastingverhoging die kan worden uitgedrukt in een additionele factor: " De dynamische vergrotingsfactor (daf)". Deze factor ontstaat door de niveauverschillen in het wegoppervlak en/of de delen van de voegovergang en wanneer een voeg bestaat uit een constructie van balken en ondersteuning ontstaat deze factor door de dynamische interactie van een in de tijd verlopende belasting op een flexibele constructie. In deze analyse zijn de eigenfrequenties, die afhangen van de massa's en veerconstanten van de constructie van belang.

Verder kunnen onderdelen van de voegconstructie te lijden hebben van vermoeiing. Het aantal belastingwisselingen hangt af van het aantal asbelastingen en de demping in de constructie.

A2. Eigenfrequenties

Eigenfrequenties kunnen worden berekend met de Eindige Elementen Methode. Er dient voldoende aandacht te worden geschonken aan de toegevoegde massa als gevolg van de aanwezigheid van een wiel en een as.

Bij het ontbreken van gegevens mag voor de massa van een wiel 500 kg worden aangenomen. Twee situaties moeten worden geanalyseerd:

1. Wiel in het midden van een lamellenoverspanning
2. Wiel gesitueerd boven een dwarsdrager (traverse)

A.2.1 Massa's

In de EEM en de analytische methoden om de eigenfrequenties te berekenen mag de "lumped mass" methode worden gebruikt. **Alle massa's dienen in kg te worden berekend.**

1. Wiel in het midden van de overspanning van de lamel

De "lumped mass" bestaat uit:

$$M_{LM} = M_{wh} + M_{la}$$

M_{LM} = Totale lumped mass

M_{wh} = Massa van een wiel (500 kg) of een deel ervan gerelateerd aan de opleggingverhouding

M_{la} = Massa van de lamel = $G_{la} * l_{la} * 0.5$

G_{la} = Massa van de lamel per eenheid van lengte

l_{la} = Overspanningslengte van de lamel (h.o.h. Dwarsdrager)

2. Wiel boven de dwarsdrager

$$M_{LS} = M_{wh} + M_{la} + M_{cb} \quad 2$$

M_{LS} = Totale lumped mass wiel + lamel + dwarsdrager

M_{wh} = Massa van een wiel (500kg) of deel ervan volgens de opleggingsverhouding van het wiel op de lamel

M_{la} = Massa van de lamel = $G_{la} * l_{la} * 0.5$

G_{la} = Massa van de lamel per eenheid van lengte

l_{la} = Overspanningslengte van de lamel (h.o.h. dwarsdrager)

M_{cb} = Massa van de dwarsdrager = $G_{cb} * l_{cb} * 0.5$

G_{cb} = Massa van de dwarsdrager per eenheid van lengte

l_{cb} = Overspanningslengte van de dwarsdrager

N.B.:

Het bovenstaande is van toepassing wanneer iedere dwarsdrager een lamel draagt. In het geval dat één dwarsdrager alle lamellen draagt is het volgende van toepassing:

$M_{la} = G_{la} * l_{la} * 0,5 * n_{la} * 0.5$

n_{la} = aantal lamellen gedragen door de dwarsdrager

A2.2 Veerconstanten

De veerconstanten kunnen worden berekend met:

- a. EEM analyse
- b. Equivalente veer in de locatie van een "lumped mass"

In het geval van een EEM analyse moeten de lamellen en de dwarsdrager worden ondersteund door veren die een gelijkwaardige vervanging zijn van de opleggingen en voorspanelementen.

Dit geldt eveneens voor de "massa op veer" vereenvoudiging.

Veerconstante eenheden: N/m¹

A2.2.1 Ondersteuningen

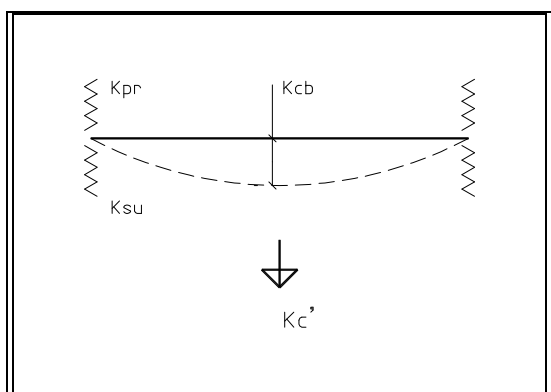


Fig.2 Oplegging en voorspanelement

Fig.2 toont een voorbeeld van een arrangement van een oplegging en een voorspanelement.

Indien de hartlijnen van de oplegging en het voorspanelement niet samenvallen, veroorzaakt de excentriciteit een inklemeffect. Dit lijkt onder bepaalde omstandigheden voordelig indien de dwarsdrager stijver wordt, maar indien de voeg rotaties moet opnemen en indien de translaties rotaties in de opleggingen veroorzaken kan dit leiden tot wisselend voorspannen en verlies van voorspanning.

De equivalente veerconstante van de oplegging en het voorspanelement wordt:

$$K_s = K_{su} + K_{pr}$$

3

K_s = veerconstante van de opleggingsconfiguratie

K_{su} = veerconstante van de oplegging

K_{pr} = veerconstante van het voorspanelement

A2.2.3 Dwarsdrager (Traverse)

De dwarsdrager mag worden vervangen door een verticale veer:

$$K_{cb} = \frac{384E I_{cb}}{5l_{cb}^3} \quad 4$$

K_{cb} = Verticale veerconstante die de dwarsdrager vervangt

E = Elasticiteitsmodulus

I_{cb} = Traagheidsmoment van de dwarsdrager

l_{cb} = Overspanningslengte van de dwarsdrager

A2.2.4 Verende opleggingen van de Lamelle

De verticale ondersteuning van de lamelle, veroorzaakt door de dwarsdrager op verende ondersteuning kan worden gesubstitueerd door één verticale veer: K_C^1 .

$$K_C^1 = \frac{K_{cb} * 2 * K_s}{K_{cb} + 2 * K_s} \quad 5$$

A2.2.5 Equivalente veren voor eigenfrequentieberekeningen

1. Midden van de lamellenoverspanning

$$\delta_{LM} = \left(\frac{l^3}{16EI} + \frac{5}{4K_C^1} \right) - \frac{\left(\frac{5l^2}{48EI} + \frac{1}{lK_C^1} \right)}{\left(\frac{5l}{6EI} + \frac{2}{l^2 K_C^1} \right)} * \left(\frac{2}{lK_C^1} + \frac{5l^2}{12EI} \right) \quad 6$$

$$K_{LM} = 1/\delta_{LM}$$

9. Ligging van de dwarsdrager

$$\delta_{LS} = \left(\frac{5}{2K_C^1} + \frac{l^3}{3EI} \right) - \frac{\left(\frac{3}{K_C^1} + \frac{5l^2}{6EI} \right)^2}{4 \left(\frac{1}{K_C^1 l^2} + \frac{2l}{3EI} \right)} \quad 7$$

Dit is de doorbuiging onder een eenheidsbelasting indien er geen ondersteunende dwarsdrager aanwezig zou zijn, de aanwezigheid van een tweede wiel is verwaarloosd.

$$K_{LM} = \frac{1}{\delta_{LS}} + K_C^1 \quad 8$$

A2.2.6 Verticale eigenfrequenties (in belaste situatie)

De verticale eigenfrequenties mogen als volgt worden berekend:

1. Lamelle, midden van de overspanning

$$f_{LMv} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{LM}}{M_{LM}}} \quad 9$$

2. Lamelle op dwarsdrager

$$f_{LSv} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{LS}}{M_{LS}}} \quad 10$$

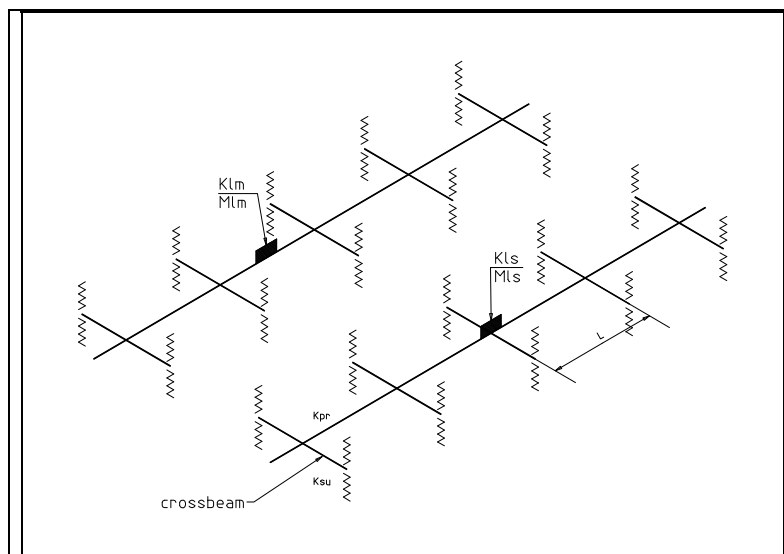


Fig.3 Vereenvoudigd model voor verticale eigenfrequenties

A3.0 Dynamische vergrotingsfactor (daf)

De dynamische vergrotingsfactor moet worden afgeleid van de eigenfrequenties in het systeem in de belaste situatie ($M = M_{\text{structure}} + M_{\text{Axle}}$) en de belastingtijd (t_d) van één as. Het interactie-effect tussen voertuigen en constructie hangt af van eigenfrequentie en belasting in de tijd.

Daarnaast moet het effect van oneffenheden van het wegdek en fabricage onnauwkeurigheden worden meegenomen.

A3.1 Dynamische vergrotingsfactor als gevolg van eigenfrequenties en belastingtijd

De verticale eigenfrequenties kunnen worden berekend met behulp van de Eindige Elementen Methode, Veerconstanten uit balkroostersmodellen of handberekeningen, zoals hiervoor beschreven.

Eigenfrequentie eenheden: Hz, periode per seconde.

Bepaal de belastingtijd (eenheden s):

Neem de snelheden van 70 - 120 km/uur.

$$t_{70} = a * \frac{3600}{70000}$$

$$t_{120} = a * \frac{3600}{120000}$$

12

a = Bovencontactlengte van de wielprent en de voegovergang.

NB:

- Voor een lamelle: a = Lamelle breedte + 2* Wiel prent lengte

- Voor een dwarsdrager:

* Iedere lamelle eigen dwarsdrager: Als lamelle

* Meerdere lamellen op één dwarsdrager:

a = Totale afstand tussen buitenste lamellen + lamellenbreedte +
wielprentlengte

t_{waarde} = belastingtijd

Leid de mogelijke vergrotingsfactoren af:

Gebruik t/T om met behulp van onderstaande grafiek de vergrotingsfactoren te bepalen en gebruik de hoogste waarde.

NB:

De verschillende onderdelen van de constructie kunnen verschillende eigenfrequenties bezitten en dus verschillende eigentrillingstijden T, wat kan leiden tot verschillende dynamische vergrotingsfactoren.

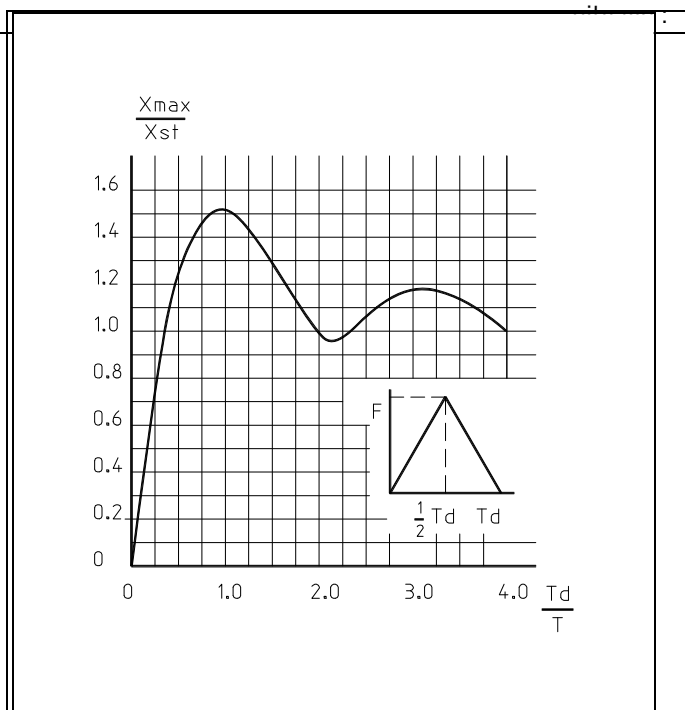


Fig.4 **Initiële dynamische vergrotingsfactor als gevolg van**
het **constr. gedrag**

A3.2 Effect van oneffenheden in het wegdek

De oneffenheid van het wegdek bij voegovergangen veroorzaakt extra verticale verplaatsing van de bewegende assen.

Deze waarde moet worden genomen als: 1.4.

A3.3 Totale Dynamische Vergrotingsfactor

De initiële daf is:

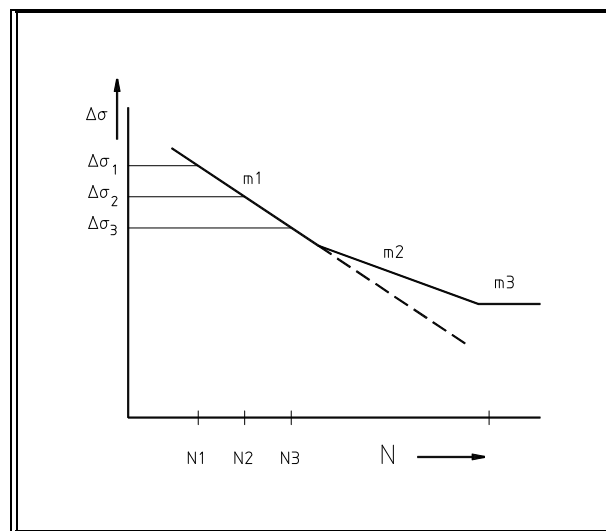
$$Daf = daf\text{-eigenfrequenties} * 1.4$$

A4.0 Belastingwisselingen waarmee rekening moet worden gehouden voor vermoeiing

Het aantal belastingwisselingen bij een willekeurige locatie moet worden afgeleid uit het assenspectrum. Het aantal moet twee complete trillingsbewegingen omvatten na één asbelasting.

Het in dit document genoemde spectrum van asbelastingen mag worden vervangen door een equivalent aantal van een willekeurige asbelasting. Daarbij moet de helling van de S-N lijn meebeschoofd worden.. In dit geval dient de steilste helling worden gebruikt. De S-N lijnen van ENV 1993 of NEN 2063 zijn van toepassing.

Indien een detailclassificatie geen spanningsconcentratiefactor omvat, moet deze factor worden bepaald en meegenomen worden.



Figuur 5, Spanningswisselingen voor vermoeiing

$$n_{eq} = n_1 * \left(\frac{\sigma_{R1}}{\sigma_{Req}} \right)^{m1} + n_2 * \left(\frac{\sigma_{R2}}{\sigma_{Req}} \right)^{m2} + etc.$$

13

Het aantal assen moet met twee worden vermenigvuldigd (2 trillingswisselingen na een stootbelasting). De grootte van de spanningsamplituden hangt af van de relatieve demping in de constructie. Op deze wijze kunnen de spanningsamplituden worden afgeleid van de spanningen t.g.v. de initiële daf, passerende het nulpunt en afnemend van grootte bij elke amplitude. Daarbij moet rekening worden gehouden met de frequentie in onbelaste situatie.

$$A_{n+1} = A_n * \frac{1}{e^{2\pi d}}$$

14

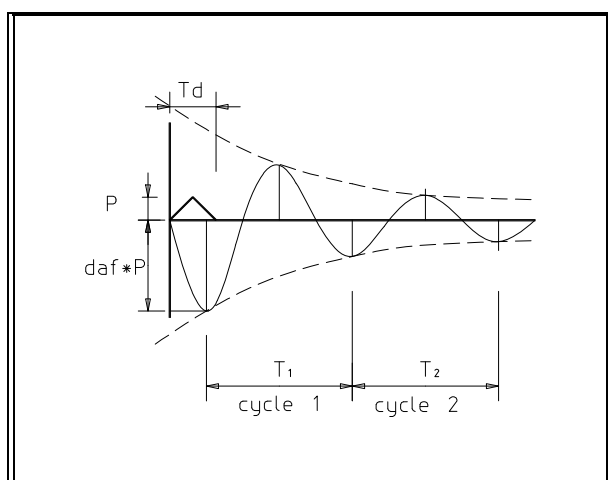
A_n = Amplitude "n"

$d = C/C_{cr}$

Staal: $d = 0.005$

Beton: $d = 0.010$

In voegovergangen "d" kan gewoonlijk worden genomen als 0.1.



Figuur 6, Wisselingen in een constructie met gedempte trillingen

Annex B TRAFFIC LOADS AND COMBINATIONS

B.1 - General

This annex describes the traffic loads, load combinations and how to deal with internal forces in conjunction to the geometry of the expansion joint in order to verify the mechanical resistance.

This document gives the detailing of the traffic loads on expansion joints that for (quasi-) static verification at Ultimate Limit State. In addition, guidance is given for fatigue loads.

These loads are based on the loads given in EUROCODES, principally EN 1991-2. The values of the coefficients α , γ and Ψ are given in this annex B.

The wheel load reduced in proportion to the concerned surface is applied on the effective contact area between the wheel and the surface elements, including the kerb units. (See Fig.B1 and expression B1).

This principle applies for vertical forces and horizontal forces.

The static resistance of the joint is verified at the most adverse opening.

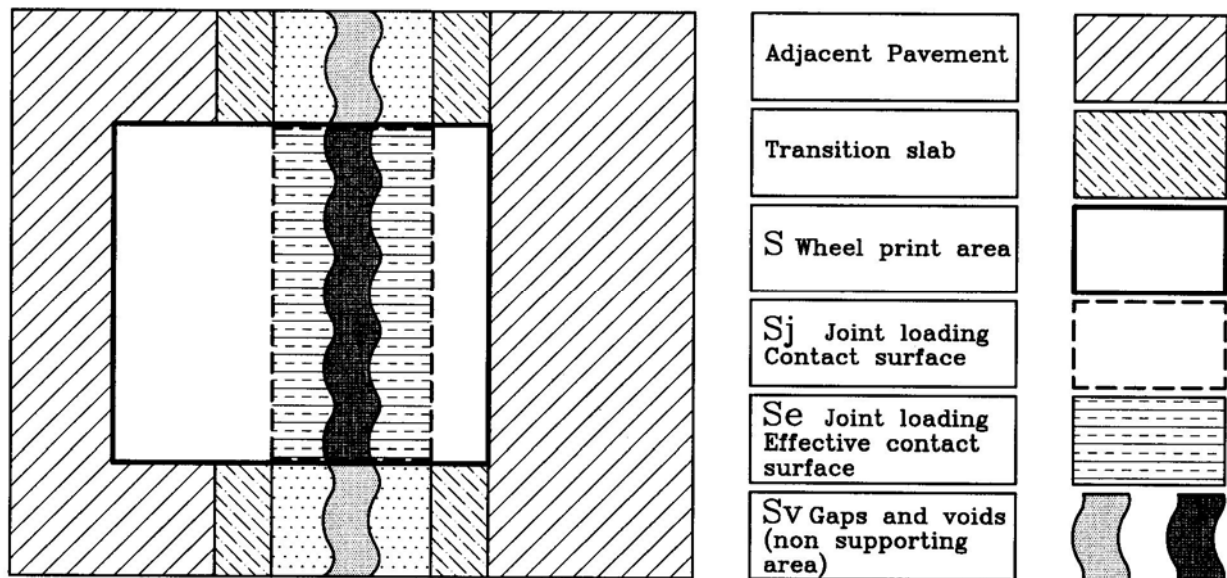


Figure G1: Loading distribution. Definition of the reduced area

The contact pressure can be calculated as follows:

$$\sigma_{Contact} = \frac{P_{D-wheel}}{S - S_v} \quad [B1]$$

$P_{D-wheel}$ = Design wheel load

S, S_v = See areas defined in fig. B1.

Due attention shall be paid to the skewness of the expansion joint, where relevant.

B.2 - STATIC load models

B.2.1 - Vertical load model

The vertical loads are derived from EN 1991-2, clause 4.3, Load Model 1, with α_{Qi} .

B.2.1.1 - Tandem arrangements

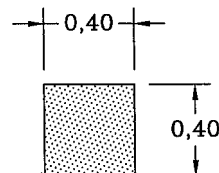


Figure B3: wheel print

The tandem systems shall be situated in the most adverse positions on the joint.

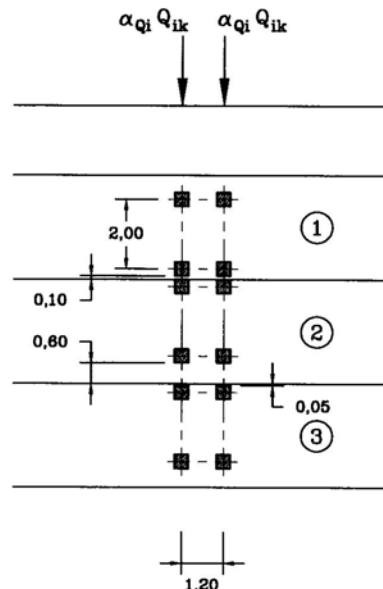


Figure B4: Tandem system arrangement

Note: if it is demonstrated that the loads in lane 3 are not influencing on the design of the expansion joint, they can be omitted.

B.2.1.2 - Load Model 1

Only tandem systems TS apply, not the uniformly distributed loads (UDL) as they are not relevant for the expansion joints.

Table B1 : Basic values

Location	Tandem system	Axle loads Q_{ik} (kN)
Lane number 1	TS1	300
Lane number 2	TS2	200
Lane number 3	TS3	100

B.2.1.3 – Loads on footways

Concentrated load $Q_{fwk} = 35$ kN on a wheel print 200×200 mm².
With this concentrated load all load effects are covered.

B.2.2 - Horizontal load model

For expansion joints, the horizontal loads are derived from Load Model 1 given in EN 1991-2.
Only tandem systems TS apply, not the uniformly distributed loads UDL as they are not relevant for the expansion joints.

Depending on the width of the expansion joint one axle of a tandem shall be considered when W_j is smaller than or equal to 1,20m or two axles when W_j is greater than 1,20m.

B.2.2.1 - Braking and acceleration forces

Braking and acceleration forces are assumed acting in the traffic direction and are derived from Load Model 1, TS1 only.

The braking force applied by one axle on an element of the expansion joint shall be calculated with:

$$Q_{lk} = b_k * \alpha_{Q1} * Q_{1k} = 120 \text{ kN} \quad \text{[B3]}$$

The value for α_{Q1} is 1,0 and

$b_k = 0,4$, the characteristic value of the relationship between Q_{lk} / Q_{1k} for the deceleration effect.

- 1) Where relevant, the influence of the second axle of TS1 shall be considered.
- 2) The braking force from a wheel may be distributed on the load carrying elements equivalent to the summarized contact stresses, as follows after the subtraction of voids and spaces. (See Fig B1). As a result the horizontal forces may be the forces caused by one wheel or a part of it.
- 3) Braking forces that deviate from the traffic direction do not have to be considered separately as they are covered under clause B.2.2.2 centrifugal forces.
- 4)

B.2.2.2 - Centrifugal forces

The centrifugal forces can be derived from Load Model 1.

$$Q_v = \sum \alpha_{Qi} * Q_{ik} \quad \text{[B4]}$$

The centrifugal forces become:

$$Q_{tk} = 0,2 Q_v \quad \text{[B5]}$$

For an axle on lane 1:

$$Q_{tk} = 60 \text{ kN}$$

For an axle on lane 2:

$$Q_{tk} = 40 \text{ kN}$$

For an axle on lane 3:

$$Q_{tk} = 20 \text{ kN}$$

Example: for three axles on lanes 1, 2 and 3: $\sum Q_{tk} = 120 \text{ kN}$

The value for α_{Qi} is 1,0 ($i = 1,3$)

The comments in the note given in for table G.2 apply

Where relevant, the influence of the second axle shall be considered.

B.3. Fatigue load models

B.3.1 General

The Fatigue Load Model 1 (FLM1_{EJ}) and the fatigue Load Model 2 (FLM2_{EJ}) given hereafter are based respectively on FLM1 and FLM4 of EN 1991-2.

The actions, derived from the fatigue load models, which affect the fatigue behaviour, can be vertical, horizontal or a combination of both. The load models in EN 1991-2 include dynamic load amplification appropriate for pavements of good quality, which is also relevant for expansion joints. The unevenness and the resonance at the expansion joint may result in an additional dynamic factor $\Delta\phi_{\text{fat}}$ for vertical loads. For horizontal loads, an additional dynamic factor $\Delta\phi_{\text{fat,h}}$, different from the vertical may exist. Upswing after loading (free vibration) shall be considered where relevant. In the family part more detailed approaches are given, where relevant.

Since there is no interference between effects of successive axle loads, the load models for expansion joints are defined with respect to axle loads only (not vehicles).

For the fatigue assessment of expansion joints FLM1_{EJ} applies. FLM1_{EJ} is intended to be used to check whether the fatigue life maybe considered as unlimited.

As an alternative, FLM2_{EJ}, which is a set of equivalent axles, can be chosen by the manufacturer.

For the use of this model, the number of vehicles can be selected from EN 1991-2, table 4.5 and the transverse distribution is given in EN 1991-2, Fig. 4.6.

The vertical axle load histogram in Table G3 is derived from EN 1991-2, table 4.7 for the Traffic type Medium Distance. The number of vertical axle loads per year is found by multiplying the number of vehicles per year from EN 1991-2, Table 4.5 with the axle number rates.

B.3.2 - Fatigue load Model 1 (FLM1_{EJ})

The interaction of the vertical and the horizontal force applied by one axle shall be calculated with:

$$Q_{1k,\text{fat}} = \Delta\phi_{\text{fat}} * Q_{1k} * 0,7 = 273 \text{ kN} \quad [\text{B.6}]$$
$$\Delta\phi_{\text{fat}} = 1,3 \text{ and } Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

together with:

$$Q_{1k,\text{fat}} = 0,2 * \Delta\phi_{\text{fat,h}} * Q_{1k} * 0,7 = 42 \text{ kN} \quad [\text{B.7}]$$

in traffic direction

$$\Delta\phi_{\text{fat,h}} = 1,0$$

The axle configuration is identical to the static load of LM1 wheel print is (400 x 400) mm.

B.3.3 - Fatigue Load Model 2 (FLM2_{EJ})

For the use of this model, the number of vehicles can be selected from EN 1991-2, table 4.5 and the transverse distribution is given in Fig. 4.6.

The interaction of vertical and horizontal axle load histograms is given in Table B3.

Table B3: Vertical and horizontal loads for fatigue

$Q_{1k,\text{fat}}$ Vertical axle load kN	$Q_{1k,\text{fat}}$ Horizontal axle load kN in traffic direction	Axle number rate	Wheel print (length x width)
100	-	1,1	300 x 300
120	-	1,25	300 x 300

150	20	0,20	400 x 400
170	24	0,45	400 x 400
190	28	0,45	400 x 400

The loads mentioned in Table B3, include the following additional dynamic factors $\Delta\phi_{fat} = 1,3$ and $\Delta\phi_{fat,h} = 1,0$

NOTE:

The values in Table G3 are indicated as round values.

The horizontal loads in the traffic direction are derived under the following assumptions:

- Relative wind speed = 35 m/s,
- Slope = 4%,
- Rolling resistance in non-driven wheels = 1%,
- One driven axle per vehicle.

B.4 - verification

B.4.1 - General

The verifications at the Ultimate Limit State are carried out for full plastic behaviour, taking into account the verification methods given in the relevant European standards.

The verifications at the serviceability limit state (SLS) evaluate the capability of the expansion joint and its geometry to deal with internal deformations due to the applied loads and with the imposed displacements from the main structure under normal conditions, but also under accidental loads and seismic imposed movements.

In the equations below, the sign “+” means: “In combination with”.

In expansion joints the horizontal loads cannot occur independent from vertical loads. The factor ψ_0 covers the effect from loads arising from the same source.

B.4.2 - Combinations at the ultimate limit state

The concurrence of traffic loads and opening positions of the joint is combined within different design situations using combination factors ψ_{0T} , ψ_{0d} , ψ_{0lk} , ψ_{0tk} .

The vertical traffic loads in combinations are derived from Load Model 1.

B.4.2.1 - Traffic loads and design situations (combinations).

This combination of persistent and transient design situations for ULS may lead to various combinations depending on the geometry of the joint elements and the influence lines or surfaces associated with it.

$$C_{ULS} = \gamma_{Gi} G_k \text{ "+" } \gamma_F F_{ik} \text{ "+" } \psi_{0T} \gamma_{Q1} [Q_{1k} \text{ "+" } (\psi_{0lk} Q_{lk1} \text{ "+" } \psi_{0tk} Q_{tk1}) \text{ "+" } Q_{2k} \text{ "+" } (\psi_{0tk} Q_{tk2}) \text{ "+" } Q_{3k} \text{ "+" } (\psi_{0tk} Q_{tk3})] \text{ "+" } \gamma_{dE} * \psi_{0d} d_{Ek} \quad [\text{B.8}]$$

d_{Ek} = Maximum manufacturer declared opening position of the joint.

F_{ik} = Characteristic internal force

The values of the partial factors γ are given in table G4 and the values of the combination factors ψ_0 are given in table B5.

Table B4 Partial factors γ

Partial factor	Unfavourable	Favourable	Remark
γ_{Gi}	1,35	1,00	
γ_{F1}	1,20	0,90	In case the consequences of failure are local and/

			or minor.
γ_{F2}	1,50	0,70	In case the consequences of failure are global and/ or major.
γ_{Qi}	1,35	Not applicable	
γ_{dE}	1,00	Not applicable	

Table B.5 Combination factors ψ_0

C_{UL} s	Design situation	ψ_{0T}	ψ_{0d}	ψ_{0lk}	ψ_{0tk}
1	Reduced opening position with maximum traffic loads, flowing traffic with centrifugal effects	1,00	0,60	0	0,50
2	Maximum opening position with reduced traffic loads, braking traffic with centrifugal effects	0,70	1,00	0,50	0,50

ψ_{0T} : combination factor for traffic loads

ψ_{0d} : combination factor for opening position

ψ_{0lk} : combination factor for traffic loads in the traffic direction

ψ_{0tk} : combination factor for traffic loads perpendicular to the traffic direction

As an envelope approach, covering all design situations, the ψ_0 factors can be taken as follows:

ψ_{0T} and $\psi_{0d} = 1,00$

ψ_{0lk} and $\psi_{0tk} = 0,50$

NOTE: Expansion joints may show internal forces from imposed displacements, rotations and/or prestress caused by e.g. compression or elongation, and/or relative movements.

A wheel load is 0,5 times the axle load. The position of the axles shall be in accordance with clauses B.2.1.1 and B.2.1.2. The load portion transfer shall be in accordance with clause B.1.

B.4.2.2 - Combinations for accidental situations

This combination of accidental design situations for ULS may lead to various combinations depending on the geometry of the joint elements and the influence lines or surfaces associated with it. On the carriageway no accidental loads are considered. The effect of accidental loads is local (on footpath and kerb) and therefore shall only be combined with the traffic loads on Lane 1.

$$C_{ULS-ACC} = G_k "+" F_{ik} "+" \psi_{2k} [Q_{1k} "+" Q_{1k1} "+" Q_{tk1}] "+" A_d "+" \psi_{2d} d_{Ek}$$

[B.9]

ψ_{2k} = Combination factor for quasi-permanent value of a variable action

ψ_{2d} = Combination factor for quasi permanent value of the opening position The quasi-permanent value of traffic actions on expansion joints corresponds to a lower bound of moving axles, and therefore is not zero.

For the combination $C_{ULS,A1}$ simulating an accidental wheel load on the footpath

$\psi_{2k} = 0,30$, Combination factor for traffic loads

$\psi_{2d} = 0,60$, Combination factor for opening position

For A_d see clause G 2.1.4.

$\gamma_{Q2} = 1,0$

For the combination $C_{ULS,A2}$ simulating an accidental load on the kerb.

$\psi_{2k} = 0,30$, Combination factor for traffic loads

$\psi_{2d} = 0,60$, Combination factor for opening position

A_d : see G.2.2.3.1 and G.2.2.3.2.

B. 4.2.4 Combination for fatigue limit state

The fatigue limit state is the situation beyond which the structure has not sufficient bearing capacity due to crack growth after a certain number of load cycles.

The fatigue life shall be evaluated for the most adverse positions of the traffic loads.

The interaction between vertical and horizontal loads shall be considered, where relevant.

Combination for fatigue limit state:

$$C_{FAT} = F_{ik} \text{ "+" } [Q_{1k,fat} \text{ "+" } Q_{1k1,fat}] \text{ "+" } \psi_{0d} d_{Ek} \quad \text{[B.13]}$$

$$\psi_{0d} = 0,6 \text{ Combination factor}$$

$$d_{Ek} = \text{Maximum declared opening position of the joint (for the relation between } d_{Ek}$$

and d_{Edec} , see cl. B.4.2.1).

The value of factors $\Delta\phi_{fat}$ and $\Delta\phi_{fat,h}$ is given in Cl. B.3.2.

Note:

$Q_{1k,fat}$ and $Q_{1k1,fat}$ in [B.13] are axle loads in relation to the number of vehicles for the fatigue load model considered, for FLM1_{EJ} the number of vehicles is irrelevant, for FLM2_{EJ} the number of vehicles is in accordance with B3.3. NOTES: Where relevant the free vibration and damping effect shall be considered

B.4.3 - Combinations at the serviceability limit state

Symbols as for ULS combinations.

B.4.3.1 - Characteristic Combination

The loads shall be combined as defined below.

$$C_{SLS} = G_k + F_{ik} + \psi_{0T} [Q_{1k} + (\psi_{0lk} Q_{1k1} + \psi_{0tk} Q_{tk1}) + Q_{2k} + (\psi_{0tk} Q_{tk2}) + Q_{3k} + (\psi_{0tk} Q_{tk3})] + \psi_{0d} d_{Ek} \quad [B.14]$$

F_{ik} = Characteristic internal force

d_{Ek} = Maximum declared opening position of the joint (for the relation between d_{Ek}

and d_{Edec} , see cl. B.4.2.1).

The values of the combination factors ψ_0 are given in table G5.

As an envelope approach, covering all design situations, the ψ_0 factors can be taken as follows:

$$\psi_{0T} = 1,00, \psi_{0d} = 1,00, \psi_{0lk} = 0,50, \psi_{0tk} = 0,50$$

G.4.3.2 - Frequent combination

The relevant design situation is flowing traffic.

Combination is:

$$C_{SLS-FREQUENT} = G_k + F_{ik} + \psi_{1T} [Q_{1k} + \psi_{0lk} Q_{1k1} + Q_{2k} + Q_{3k}] + \psi_{1d} d_{Ek} \quad [B.15]$$

ψ_1 = Combination factor for variable actions

$$\psi_{0lk} = 0,50$$

$$\psi_{1T} = 0,70$$

$$\psi_{1d} = 0,60$$

List of abbreviationS

Abbreviation	Explanation	Reference
Latin upper case letters		
A_d	Accidental vertical design load	-
A_d	Accidental horizontal design load	-
A_{Ed}	Design seismic action	EN 1990, clause 1.6
C_{FAT}	Combination for fatigue limit state	-
C_{SLS}	Combination for serviceability limit state	-
$C_{SLS-FREQUENT}$	Frequent combination	-
C_{ULS}	Combination of persistent and transient design situations for ULS	-
$C_{ULS-ACC}$	Combination for accidental design situation	-
$C_{ULS-SEISMIC}$	Combination for seismic design situation	-
C_{SLS}	Combination for serviceability limit state	-
$C_{SLS-FREQUENT}$	Frequent combination	-
FLM1	Fatigue load model 1	EN 1991-2 clause 4.6.1 and 4.6.2
FLM2 _{EJ}	Fatigue load model 2 for expansion joints	-
FLM1 _{EJ}	Fatigue load model 1 for expansion joints	-
FLM4	Fatigue load model 4	EN 1991-2 clause 4.6.1 and 4.6.5
F_{ik}	Characteristic internal force caused by prestress and imposed deformations	-
G	Self weight (permanent action)	EN 1990, clause 1.6
LM1	Static load model 1	EN 1991-2 clause 4.3.1 and 4.3.2
L_j	Structural (effective) length of the joint	-
$P_{D-wheel}$	Design vertical wheel load	-
S	Wheel print area	-
SLS	Serviceability limit state	EN 1990 clause 6.5
S_v	Area of gaps and voids	-
Q_v	Summarized adjusted vertical loads for the determination of the summarized centrifugal load	-
Q_{fwk}	Concentrated vertical load simulating pedestrian loads	EN 1991-2, clause 1.5.2 and 5.1
Q_{ik}	Vertical load of one axle at lane "i"	EN 1991-2 clause 4.3.1 and 4.3.2
Q_{lk}	Braking load of one axle	EN 1991-2, clause 1.5.2 and 4.4.1
Q_{tk}	Centrifugal force	EN 1991-2, clause 1.5.2 and 4.4.2
$Q_{1k, fat}$	Vertical axle load of FLM1 _{EJ}	-
$Q_{1lk, fat}$	Horizontal axle load of FLM1 _{EJ}	-
Q_{2k}	Accidental vertical characteristic traffic load	EN 1991-2, clause 4.7.3.1
TSi	Tandem system vertical load on lane "i"	EN 1991-2, clause 1.5.2 and 4.3.2
ULS	Ultimate limit state	EN 1990 clause 6.4
W_j	Effective width of the expansion joint at maximum	-

	opening position	
	Latin lower case letters	
b_k	Characteristic value of the deceleration effect	-
d_{Ek}	Maximum opening of the joint declared by the manufacturer	-
d_E	Design seismic displacement of the joint	-
d_G	Opening position of the joint due to displacement caused by permanent and quasi-permanent long term actions on the main structures	-
d_{Tk}	Opening position of the joint due to displacement caused by movements caused by thermal actions on the bridge	-
	Greek upper case letters	
$\Delta\phi_{fat}$	Additional dynamic factor for vertical axle loads for fatigue	EN 1991-2, clause 1.5.2 and 4.6.1
$\Delta\phi_{fat,h}$	Additional dynamic factor for horizontal axle loads for fatigue	-
	Greek lower case letters	
α_{Qi}, α_{qi}	Adjustment factors of some lane load models on lanes i ($i = 1, 2, \dots$)	EN 1991-2, clause 4.3.2
α_{Q2}	Adjustment factors for accidental load model	EN 1991-2, clause 4.3.2 and 4.7.3.1
γ_{F1}	Partial load factor in case the consequences of failure are local and/ or minor.	-
γ_{F2}	Partial load factor in case the consequences of failure are global and/ or major.	-
γ_G	Partial load factor for permanent actions	EN 1990, clause 1.6
γ_{Qi}	Partial load factor for variable actions (axle loads: TS_i)	EN 1990, clause 1.6
γ_q	Partial load factor for variable actions (distributed loads: UDL)	EN 1990, clause 1.6
$\sigma_{Contact}$	Contact pressure between wheel and expansion joint surface	
ψ_{0T}	Combination factor for traffic loads	-
ψ_{0d}	Combination factor for opening position of joint	-
ψ_{0lk}	Combination factor for traffic loads caused by braking lorries	-
ψ_{0tk}	Combination factor for traffic loads caused by centrifugal effects on lorries	-
ψ_{2k}	Combination factor for quasi-permanent value of a variable action	EN 1990, clause 1.6
ψ_{2d}	Combination factor for quasi-permanent value of the opening position of the joint	-
ψ_{1k}	Combination factor for frequent value of a variable action	EN 1990, clause 1.6
ψ_3	Combination factor for the quasi-permanent value of thermal actions	-
	Explanation	
-		

Bouwdienst Rijkswaterstaat

titel

EISEN VOOR VOEGOVERGANGEN

document :

NBD 00710 Vs31NL

pagina : 44 van 44

uitgave : 27-01-2007
