

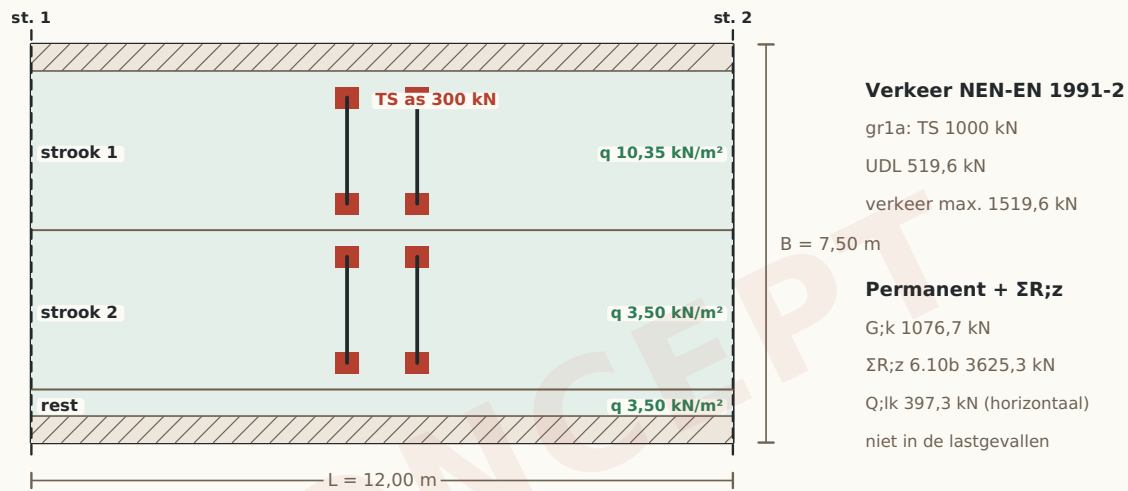
1. VERKEERSBELASTING BRUGDEK

VOORBEELDBEREKENING MET FICTIEVE WAARDEN — geen geldige berekening voor een echte situatie; elke geleverde berekening wordt door de constructeur gecontroleerd en goedgekeurd.

Toepassing: (NEN-EN 1991-2) — voorbeeld met fictieve waarden

Rekenmodel · verkeersbelasting brugdek (NEN-EN 1991-2)

Verkeersbelasting brugdek (NEN-EN 1991-2) — voorbeeld met fictieve waarden



Lastopbouw NEN-EN 1991-2 · 2 strook/stroken x 3,00 m + rest 0,50 m

TS 600 + 400 kN · gr1a max. 1519,6 kN verkeer

lastopbouw

Aannames

Geometrie	verkeersbrug van 1 veld (12,00 m), dek 7,50 m breed; randen links 0,50 m en rechts 0,50 m (schamkant/leuning, niet belopen) → rijbaan $w = 6,50$ m. Assenstelsel van de lastgevallen: x langs de brug vanaf steunpunt 1 ($x = 0$), y dwars vanaf de linker dekrand.
Rijstroken (NEN-EN 1991-2 §4.2.3, tabel 4.1)	$w \geq 6$ m: floor($w/3$) stroken van 3 m + rest → 2 strook/stroken van 3,00 + 3,00 m + resterend oppervlak 0,50 m. Strook 1 ligt aan de rand van de rijbaan (ongunstigste dwarspositie) en elke positie is ook gespiegeld opgenomen.
Belastingmodel 1 (§4.3.2, tabel 4.2)	tandemstelsel per strook met assen op 1,2 m en wielen op 2,0 m (contactvlak 0,4 x 0,4 m), aslasten $\alpha; Q_i; Q_{ik} = 300 / 200$ kN; verdeelde last $\alpha; q_1; q_{1k} = 1,15 \times 9,0 = 10,35$ kN/m² op strook 1, $\alpha; q_i; q_{ik} = 1,40 \times 2,5 = 3,50$ kN/m² op de overige stroken en het resterend oppervlak.

Aanpassingsfactoren	$\alpha; Q_1 = \alpha; Q_2 = \alpha; Q_3 = 1,00$, $\alpha; q_1 = 1,15$, $\alpha; q_2 = \alpha; q_3 = \alpha; q_r = 1,40$, $\beta; Q = 1,00$. AANNAME: NB bij NEN-EN 1991-2, §4.3.2(3) — gangbare NL-waarden (AANNAME, controleer de NB-uitgave); een lagere verkeersklasse (lichter verkeer) mag niet stil worden gekozen — bevestig de klasse van deze brug.
Belastingmodel 2 (§4.3.3)	één as $\beta; Q; Q; a_k = 400$ kN in strook 1, contactvlak $0,35 \times 0,60$ m, per veld in het midden — alleen voor lokale effecten (dekplaat, korte elementen); niet gelijktijdig met LM1.
Belastingmodel 4 (§4.3.5)	mensenmenigte $5,0$ kN/m ² over het hele dek (incl. randen), inclusief dynamische vergroting, alleen als de brug voor een menigte toegankelijk kan zijn (evenement, afsluiting).
Posities	TS in het midden van elk veld (veldmoment), TS met het hart op $1,2$ m van elk steunpunt (assen op $0,6$ en $1,8$ m: dwarskracht/oplegreactie). De verdeelde last staat per lastgeval op de velden die het effect vergroten (om en om bij een veldmoment, de aangrenzende velden bij een steunpunt) — een benadering van het invloedsvlak met hele velden (§4.3.2(1)b).
Permanente belasting	eigen gewicht dek $900,0$ kN (400 mm $\times$ $25,0$ kN/m ³ $\times$ $90,0$ m ² dek (dek materiaal beton)); asfalt/verharding $89,7$ kN (50 mm $\times$ 23 kN/m ³ $\times$ $6,50$ m rijbaan $\times$ $12,00$ m); leuningen (2 zijden) $12,0$ kN ($2 \times 0,50$ kN/m $\times$ $12,00$ m); schampkanten $75,0$ kN ($(0,50 + 0,50)$ m $\times$ $0,25$ m $\times$ 25 kN/m ³ $\times$ $12,00$ m); totaal $G; k = 1076,7$ kN = $89,73$ kN/m brug = $11,96$ kN/m ² dek.
Combinaties 6.10a/6.10b	NL-NB bij NEN-EN 1990, bijl. A2, tab. NB.14 – A2.4(B) (bruggen) — gevolgklasse CC3 $\rightarrow \gamma; G = 1,40$ (6.10a), $\xi \gamma; G = 1,25$ (6.10b), $\gamma; Q = 1,50$; gunstig permanent $\gamma; G, inf = 1,0$. De gevolgklasse zit in deze set; er wordt geen aparte $K; FI$ toegepast. AANNAME: gevolgklasse CC3 voor deze brug — de constructeur bevestigt de klasse.
ψ-factoren	NEN-EN 1990 bijl. A2, tab. A2.1 (verkeersbrug) / A2.2 (voetbrug), aanbevolen waarden (AANNAME t.o.v. NL-NB) — TS $\psi_0/\psi_1/\psi_2 = 0,75/0,75/0,00$, UDL $0,40/0,40/0,00$, voetgangers $0,40/0,40/0,00$, LM2 $0,00/0,75/0,00$, menigte $0,00/0,75/0,00$.
Evenwichtscontrole (sommen)	per lastgeval de totale verkeerslast; maatgevend LM1 gr1a — veld 1 — midden — strook 1 links met verkeer $1519,6$ kN $\rightarrow \Sigma R; z$ karakteristiek $2596,3$ kN, 6.10a $2944,1$ kN, 6.10b $3625,3$ kN. De som van de oplegreacties in de solver hoort hierop te sluiten.
NIET BESCHOUWD	de horizontale krachten van remmend en optrekkend verkeer zitten niet in de lastgevallen; die werken langs de brug op de opleggingen en de onderbouw, niet op het dek als plaat.
AANDACHTSPUNT	$Q; i_k = 0,6 \cdot \alpha; Q_1 \cdot (2Q; 1k) + 0,10 \cdot \alpha; q_1 \cdot q; 1k \cdot w; 1 \cdot L$, $180 \cdot \alpha; Q_1 \leq Q; i_k \leq 900$ kN (§4.4.1) $\rightarrow Q; i_k = 397,3$ kN ($L = 12,0$ m, $w; 1 = 3,00$ m), gr2 met $\psi_0 = 0$ (niet gelijktijdig leidend met gr1a); centrifugaalkracht §4.4.2 alleen bij een gebogen brug; zet ze als knooplasten op de vaste oplegging.
NIET BESCHOUWD	bijzondere (zware) voertuigen, vermoeiing, aanrijding, de bouwphase en de belasting door sneeuw, wind en temperatuur; en de mogelijke variatie van de asfaltdikte.

AANDACHTSPUNT

LM3/bijl. A (bijzondere voertuigen) en LM4 gelden alleen als de opdrachtgever dat voorschrijft; vermoeiing §4.6 (FLM1-5) en botsing §4.7 zijn eigen toetsen; NEN-EN 1991-1-1 §5.2.3(3) vraagt voor de verharding een variatie van $\pm 20\%$ (of $+40\%$ zonder toplaag) — hier de nominale dikte; de dynamische vergroting bij voegen/opleggingen (§4.6.1(6)) is niet in de wiellasten verwerkt.

Algemene gegevens		
Brugtype	verkeersbrug	
Velden	1 (12,00)	m
Totale lengte L	12,00	m
Dekbreedte	7,50	m
Randen links / rechts	0,50 / 0,50	m
Rijbaan w	6,50	m
Rijstroken (tab. 4.1)	$w \geq 6$ m: floor(w/3) stroken van 3 m + rest	

Permanente belasting (karakteristiek)		
eigen gewicht dek	900,0 (75,00 kN/m)	kN
asfalt/verharding	89,7 (7,47 kN/m)	kN
leuning (2 zijden)	12,0 (1,00 kN/m)	kN
schamkanten	75,0 (6,25 kN/m)	kN
Totaal G_k	1.076,7 (89,72 kN/m · 11,96 kN/m²)	kN

Lastmodellen per strook (NEN-EN 1991-2 §4.3 / §5.3)	
Strook 1 (y 0,50–3,50 m)	TS 300 kN ($\alpha_Q 1,00 \times 300$) · q 10,35 kN/m² ($\alpha_q 1,15 \times 9,0$)
Strook 2 (y 3,50–6,50 m)	TS 200 kN ($\alpha_Q 1,00 \times 200$) · q 3,50 kN/m² ($\alpha_q 1,40 \times 2,5$)
Resterend oppervlak (y 6,50–7,00 m)	q 3,50 kN/m² ($\alpha_{qr} 1,40 \times 2,5$)

Totalen en evenwichtscontrole		
Verkeer gr1a, maatgevend lastgeval	1.519,6	kN
Idem per m brug	126,63	kN/m
Tandemstelsels samen	1.000	kN
ΣR_z karakteristiek (G_k + verkeer)	2.596,3	kN
ΣR_z 6.10a / 6.10b (maatgevend)	2.944,1 / 3.625,3	kN
Rem-/aanzetkracht Q_{lk} (§4.4.1, niet in de lastgevallen)	397,3	kN

Verkeerslast per lastgeval (karakteristiek → 6.10b incl. G_k)		
LM1 gr1a — veld 1 — midden — strook 1 links	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM1 gr1a — veld 1 — midden — strook 1 rechts	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM1 gr1a — steunpunt 1 — TS op 1,2 m in veld 1 — strook 1 links	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM1 gr1a — steunpunt 1 — TS op 1,2 m in veld 1 — strook 1 rechts	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM1 gr1a — steunpunt 2 — TS op 1,2 m in veld 1 — strook 1 links	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM1 gr1a — steunpunt 2 — TS op 1,2 m in veld 1 — strook 1 rechts	1.519,6 → 6.10b 3.625,3	kN
LM2 gr1b — veld 1 midden — strook 1 links	400,0 → 6.10b 1.945,9	kN
LM2 gr1b — veld 1 midden — strook 1 rechts	400,0 → 6.10b 1.945,9	kN
LM4 gr4 — mensenmenigte over het hele dek	450,0 → 6.10b 2.020,9	kN

Lastopbouw: 2 strook/stroken x 3,00 m + rest 0,50 m · TS 600 + 400 kN · gr1a max. 1519,6 kN verkeer	ULS u.c. n.v.t. · SLS u.c. n.v.t. ✓ bepaald — lastopbouw
--	--

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Schematisering	Verkeersklasse en aanpassingsfactoren: bevestig dat de brug in de gewone verkeersklasse valt ($\alpha; Q = 1,0$, $\alpha; q_1 = 1,15$, $\alpha; q_i = 1,40$); een klasse met lichter verkeer vraagt een besluit van de opdrachtgever/wegbeheerder.
Schematisering	Gevolgklasse CC3 en de bijbehorende γ -set voor bruggen bevestigen (NL-NB bij NEN-EN 1990, tab. NB.14 – A2.4(B)).

CONCEPT