



STANDAARDISATIE VAN GEPREFABRICEERDE VOORGESPANNEN BETONLIGGERS VOOR KUNSTWERKEN

4de uitgave – 2017

FEBEFAST is de vereniging van Belgische fabrikanten van betonnen structuurelementen voor gebouwen en kunstwerken. De vereniging volgt de technische ontwikkelingen, waaronder de normalisatie, op en voert promotie voor de producten die door de leden vervaardigd worden. De vereniging publiceert technische documentatie om de ontwerpers, voorschrijvers en uitvoerders voor te lichten over de correcte toepassing van hun producten.

De leden van de vereniging FEBEFAST prefabriceren dragende structuurelementen: kolommen, balken, dakelementen, trappen, dragende wanden, funderingselementen, palen, torens, brugelementen, steunmuren, geluidwerende muren, tribunes, tunnelementen, enz... Doorheen de verscheidenheid van de producten loopt één rode draad: kwaliteit.



TE RAADPLEGEN DOCUMENTEN

Normen (bron: www.NBN.be):

- NBN A 24-301:1986 - Staalprodukten - Betonstaal - Staven, draden en gelaste wapeningsnetten - Algemeenheden en gemeenschappelijke voorschriften
- NBN A 24-302:1986 - Staalprodukten - Betonstaal - Gladde en geribde staven - Gladde en geribde walsdraad
- NBN A 24-303:1986+A1:1990 - Staalprodukten - Betonstaal - Gladde geribde koudvervormde draad
- NBN A 24-304:1986+A1:1988 - Staalprodukten - Betonstaal - Gelaste wapeningsnetten
- NBN B 15-001:2012 - Beton - Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit - Nationale aanvulling bij NBN EN 206-1:2001
- NBN B 15-215:1989 - Proeven op beton - Wateropsorping door onderdompeling
- NBN B 15-400:2015 - Uitvoering van betonconstructies - Nationale aanvulling bij NBN EN 13670:2010
- NBN B 21-600:2009 - Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten - Nationale aanvulling bij NBN EN 13369:2004+A1:2006+AC:2006
- NBN EN 206-1:2001+A1:2004 - Beton - Deel 1 : Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
- NBN EN 446:2007 - Injectiemortel voor voorspankabels - Werkwijzen voor het injecteren
- NBN EN 447:2007 - Injectiemortel voor voorspankabels - Basiseisen
- NBN EN 523:2003 - Dunwandige stalen omhullingsbuizen voor voorspankabels - Termen, eisen, kwaliteitsbeheersing
- NBN EN 1337-2:2004 - Opleggingen voor het bouwwezen - Deel 2: Glijdelen
- NBN EN 1337-3:2005 - Opleggingen voor het bouwwezen - Deel 3: Opleggingen van elastomeren
- NBN EN 1337-5:2005 - Opleggingen voor het bouwwezen - Deel 5: Potopleggingen
- NBN EN 1337-7:2004 - Opleggingen voor het bouwwezen - Deel 7: Bolvormige en cilindrische opleggingen van PTFE
- NBN EN 1504-3:2006 - Producten en systemen voor het beschermen en herstellen van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 3 : Constructieve en niet-constructieve herstelling
- NBN EN 1504-7:2007 - Producten en systemen voor het beschermen en herstellen van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 7: Bescherming tegen wapeningscorrosie
- NBN EN 1990:2002+A1:2006+ANB:2013 - Eurocode 0 - Grondslagen van het constructief ontwerp
- NBN EN 1991-2:2004+ANB:2011 - Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen (+ AC:2010)
- NBN EN 1992-2:2005+ANB:2014 - Eurocode 2 : Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 2: Bruggen - Regels voor ontwerp en berekening en voor detaillering (+ AC:2008)
- NBN EN 1993-1-8:2005+ANB:2010 - Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Algemene regels - Ontwerp en berekening van verbindingen (+ AC:2009)
- NBN EN 12350-1:2009 - Beproeving van betonspecie - Deel 1: Monsterneming
- NBN EN 12350-6:2009 - Beproeving van betonspecie - Deel 6 : Dichtheid
- NBN EN 12390-2:2009 - Beproeving van verhard beton - Deel 2 : Vervaardiging en bewaring van proefstukken voor sterkteproeven
- NBN EN 12390-3:2009 - Beproeving van verhard beton - Deel 3 : Druksterkte van proefstukken (+ AC:2011)
- NBN EN 13369:2004+A1 :2006+AC :2006 - Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten
- NBN EN 13369:2013 - Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten
- NBN EN 13670:2010 - Uitvoering van betonconstructies
- NBN EN 15050+A1:2012 - Geprefabriceerde betonproducten - Bruelelementen
- NBN EN ISO 15630-1:2010 - Staal voor de wapening en voorspanning van beton - Beproevingsmethoden - Deel 1: Wapeningsstaven en -draden (ISO 15630-1:2010)
- NBN EN ISO 15630-2:2010 - Staal voor de wapening en voorspanning van beton -Beproevingsmethoden - Deel 2: Gepuntlaste wapeningsnetten (ISO 15630-2:2010)
- NBN EN ISO 15630-3:2010 - Staal voor de wapening en voorspanning van beton - Beproevingsmethoden - Deel 3: Voorspanstaal (ISO 15630-3:2010)
- NBN I 10-001:1986 - Voorspanstaal - Draad, strengen en staven - Algemeenheden en gemeenschappelijke voorschriften
- NBN I 10-003:1986 - Voorspanstaal - Strengen
- ISO 15835-2:2009 - Steels for the reinforcement of concrete - Reinforcement couplers for mechanical splices of bars - part 2: Test methods
- PTV 302:2015 - Betonstaal - Geribde en gedeukte staven - geribde en gedeukte draad met hoge ductiliteit
- PTV 303:2013 - Betonstaal - Geribde koudvervormde draad
- PTV 304:2016 - Betonstaal - Gelaste wapeningsnetten
- PTV 306:2010 + addendum 20150925 - Betonstaal - Bewerken van betonstaal (rechten, knippen, plooiën, schikken en lassen)
- PTV 311:2012 - Voorspanstaal - Strengen
- PTV 563:2007 - Technische voorschriften voor herstelmortels voor beton

Richtlijnen:

- ETAG 013:2002 - Guideline for European Technical Approval of Post-Tensioning Systems

Inhoudstafel

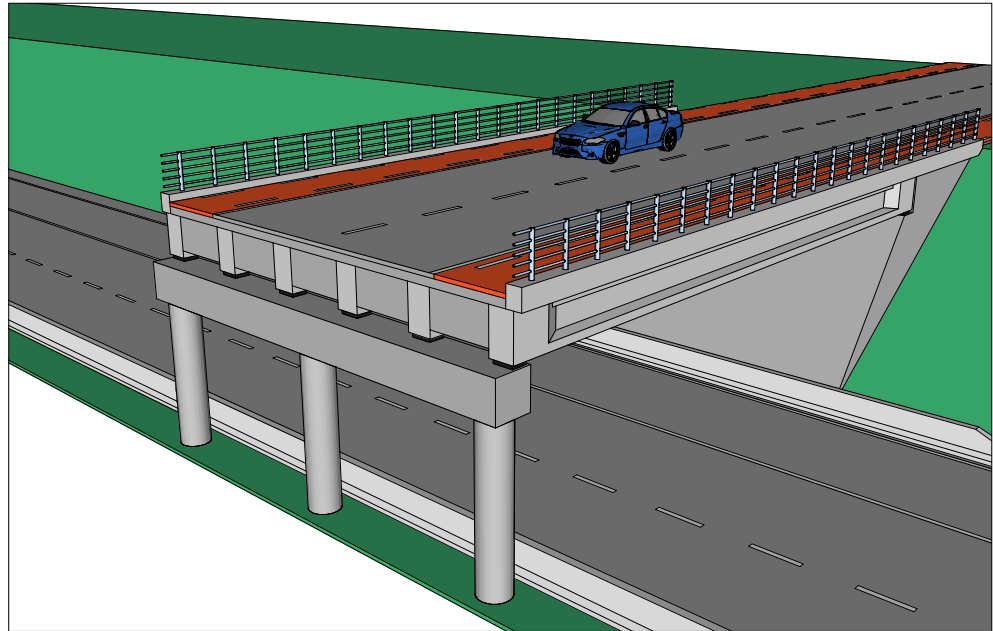
1 Onderwerp	5	5.2 Vormtoleranties	25
2 Profielen	7	5.2.1 Verticale vervormingen	25
2.1 Standaardprofielen	7	5.2.2 Dwarsvervormingen	26
2.1.1 I-liggers	7	5.3 Oppervlaktekenmerken	26
2.1.2 Omgekeerde T-liggers	7	6 Administratieve voorschriften	27
2.1.3 Plaatliggers	8	6.1 Terminologie	27
2.1.4 U-liggers	8	6.2 Studieplannen	27
2.1.5 Omgekeerde U-liggers	9	6.3 Uitvoeringsplannen	28
2.2 Randliggers	9	6.4 Bijzondere voorschriften	28
2.2.1 Standaard I- en omgekeerde T-liggers	9	6.5 Identificatie van de liggers	28
2.2.2 Aangepaste I- en omgekeerde T-liggers	9	6.6 Bijhouden fabricage	29
2.2.3 Rechthoekige liggers	9	7 Technische voorschriften	30
2.3 Afmetingen lengte richting	10	7.1 Voorspanwapening en passieve wapening	30
2.4 Afmetingen dwarse richting	10	7.2 Naspanstelsysteem	30
3 Berekeningsvoorschriften	12	7.3 Mechanische verbindingen van passieve wapeningen	30
3.1 Theoretische waarde voorspankracht	12	7.3.1 Algemeen	30
3.2 Materiaalkarakteristieken	13	7.3.2 Keuringsproeven	30
3.2.1 Beton	13	7.4 Lassen van passieve wapening	31
3.2.2 Staal	13	7.4.1 Algemeen	31
4 Technologische gegevens	14	7.4.2 Uitvoeringsmodaliteiten lasverbindingen	31
4.1 Maximum gewicht elementen	14	7.4.3 Lasdossier	32
4.2 Maximum spankracht spanbank	14	7.4.4 Proeven gelast betonstaal	33
4.3 Opbuigen strengen	14	7.4.4.1 Trekproef	33
4.4 Plaatselijke onthechting strengen	15	7.4.4.2 Buigproef	34
4.5 Schikking strengen	15	7.4.4.3 Visueel nazicht	35
4.6 Passieve wapening	16	7.5 Beton	36
4.6.1 Principeschikkingen dwarswapening	16	8 Fabricage: uitrusting, uitvoering en controles	37
4.6.2 Langse bovenwapening	16	8.1 Voorspanwapeningen verankerd op kleef	37
4.6.3 Langse lijfwapening	16	8.1.1 Spanuitrusting	37
4.6.4 Dwarskrachtwapening	16	8.1.2 Spanoperatie	37
4.6.5 Speciale wapening in eindblok	16	8.1.3 Nazicht van de effectieve voorspankracht	38
4.7 Verbindingen tussen liggers en dwarsdragers	17	8.1.3.1 Individueel aanspannen wapeningen	38
4.7.1 Onderdelen verbinding	17	8.1.3.2 Gelijktijdig aanspannen meerdere wapeningen	38
4.7.2 Verbindingen aan eindblokken	17	8.1.4 Opmerkingen aanspannen	39
4.7.3 Verbindingen in overspanning	18	8.1.5 Voorspannen beton	39
4.7.4 Maatkenmerken en sterkte	18	8.1.6 Bescherming uiteinden strengen	39
4.7.5 Algemene opmerkingen	18	8.2 Passieve wapening	40
4.8 Eindblokken	19	8.3 Naspanwapening	40
4.8.1 Eindblokken met insnijdingen onderaan	19	8.3.1 Aanbrengen kabelkokers en wapening	40
4.8.2 Schuine eindblokken	19	8.3.2 Aanspannen kabels	40
4.9 Plaatsing oplegtoestellen	19	8.3.3 Injectie van kabelkokers	40
5 Fabricagetoleranties	23	8.4 Betonneren en ontkisten	41
5.1 Maattoleranties	23	8.5 Thermische behandeling beton	41
5.1.1 Dwarsafmetingen	23	9 Manipulatie, opslag en vervoer	42
5.1.2 Lengte	24	BIJLAGE A	43
5.1.3 Schuine eindvlakken	24	Geometrische kenmerken van de standaardprofielen	
5.1.4 Insnijding eindblok	24		
5.1.5 Scheluwte	25		
5.1.6 Positie instortingen en openingen	25		

1 Onderwerp

Doorgaans zijn geprefabriceerde bruggen opgebouwd uit een aantal naast elkaar liggende geprefabriceerde hoofdliggers, zie afbeelding 1.

Indien nodig worden aan de uiteinden en/of op regelmatige tussenafstanden dwarsdragers aangebracht, die ter plaatse gestort worden.

Na montage van de geprefabriceerde balken en het betonneren van de dwarsdragers wordt de dekplaat gestort, waarbij meestal geprefabriceerde breedplaten gebruikt worden, die al dan niet bijdragen aan de sterkte van de constructie.



Afbeelding 1 - Principe geprefabriceerde brug

Deze publicatie behandelt specifiek de voorgespannen betonnen brugliggers die geprefabriceerd worden in een fabriek.

Onder een fabriek voor prefabricage verstaan we een tegen regen, zon en wind beschermde technische eenheid, waarin het toegepaste beton en de gebruikte bekistingen een temperatuur hebben van minstens 5°C, en de betonelementen beschermd worden tegen vorst tot ze worden voorgespannen. Deze eenheid omvat:

- vaste installaties voor het aanspannen en geleidelijk mechanisch lossen van de strengen;
- bekistingen in goede staat die voorzien zijn van laterale trillers, tenzij de toepassing van zelfverdichtend beton toegestaan wordt door de bouwheer;
- een betoncentrale voorzien van doseerinrichtingen en transportuitrustingen van voldoende capaciteit;
- een laboratoriumuitrusting geschikt voor controle van de consistentie en kwaliteit van het beton;
- een opslagplaats die geschikt is voor de gebruikte grondstoffen;
- een systeem van zelfcontrole dat de kwaliteit en de regelmaat van de productie aantoonst.

De fabrikant moet de kwaliteit van de geleverde producten kunnen aantonen.

De voorspanning wordt hoofdzakelijk verwezenlijkt door strengen op kleeft. Het is mogelijk om ook een aanvullende naspanning te voorzien met kabels samengesteld uit strengen of draden.

De hierna volgende voorschriften zijn niet van toepassing op liggers in licht beton.

De algemene uitvoeringsvoorwaarden van de naspanning behoren niet tot het toepassingsgebied van de huidige standaardisatie. Bepaalde punten met betrekking tot de naspanning worden echter verduidelijkt.



2 Profielen

2.1 Standaardprofielen

Vijf profieltypes worden beschouwd als standaard. Hiervan zijn de I-liggers en de omgekeerde T-liggers economisch het meest interessant omdat de standaardisatie van de geometrische kenmerken resulteerde in een bekistingssysteem bestaande uit standaard bekistingsegmenten. De plaat-, U- en omgekeerde U-liggers hebben wel een gestandaardiseerde vorm, maar hun afmetingen zijn niet vastgelegd.

De aanbevelingen opgenomen in deze brochure gelden ook voor niet-gestandaardiseerde elementen zoals Z-liggers, trogbruggen,

2.1.1 I-liggers

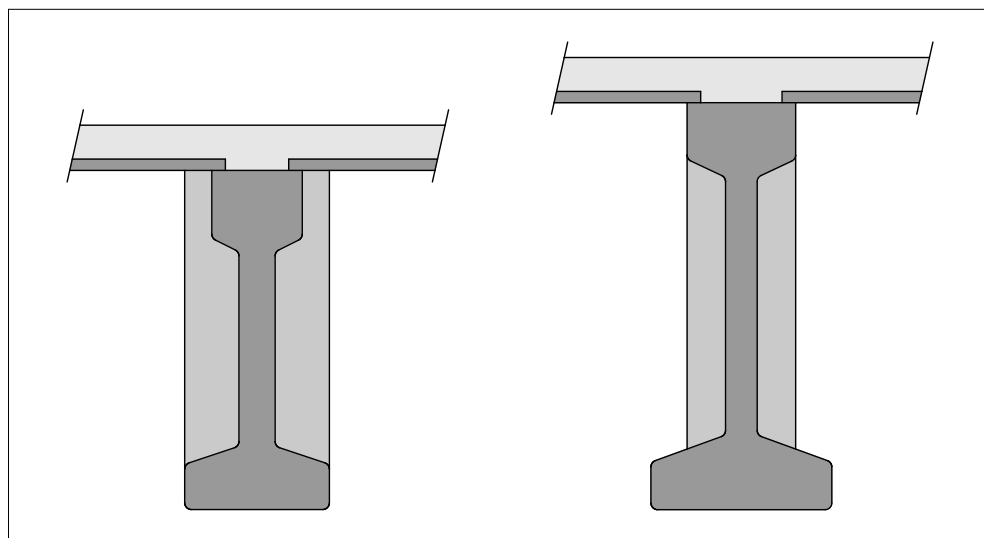
Deze liggers hebben een dwarsdoorsnede in de vorm van een I, met een onder- en bovenflens die met elkaar verbonden zijn door het lijf (zie afbeelding 2).

Hun afmetingen en geometrische kenmerken staan vermeld in Bijlage A.

Uitzonderlijk kan de dikte van de bovenflens worden opgetrokken tot maximaal 300 mm.

De breedte van het eindblok is in principe gelijk aan de breedte van de onderflens voor I-liggers van 620 tot 640 mm breed. Voor bredere I-liggers kan de breedte gelijk zijn aan deze van de bovenflens.

Het brugdek wordt doorgaans uitgevoerd met breedplaten waarop een druklaag wordt gestort, maar een volledig ter plaatse gestorte plaat is ook mogelijk.



Afbeelding 2 – I-liggers

2.1.2 Omgekeerde T-liggers

Dit zijn I-liggers zonder bovenflens (zie afbeelding 3).

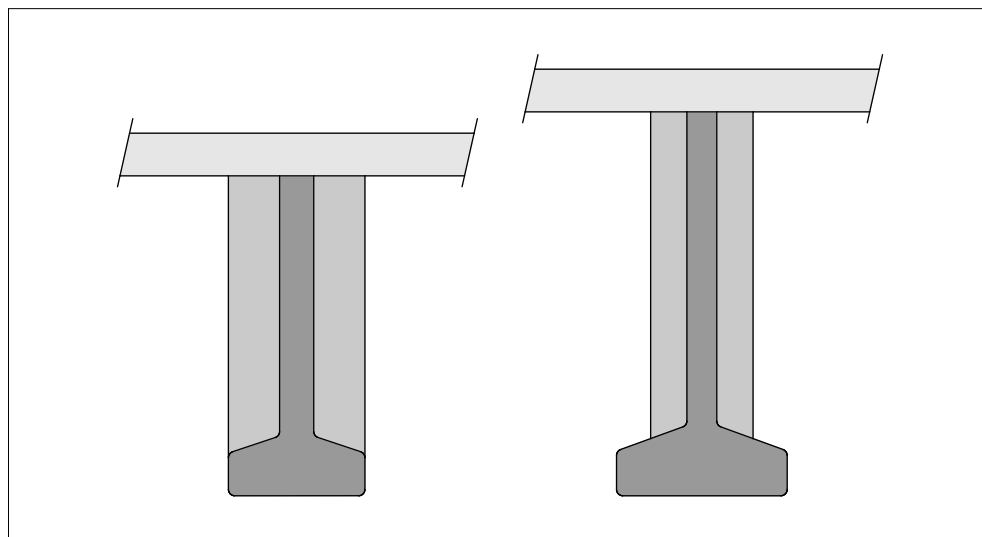
Hun afmetingen en geometrische kenmerken staan vermeld in Bijlage A.

Uitzonderlijk kunnen alle tussenhoogten uitgevoerd worden met een gewijzigde hoogte van het balklijf.

De breedte van het eindblok is in principe gelijk aan de breedte van de onderflens voor omgekeerde T-liggers van 600, 620 of 640 mm breed.

Het brugdek wordt doorgaans ter plaatse gestort, omwille van de beperkte breedte van het lijf.

Afbeelding 3 –
Omgekeerde T-liggers

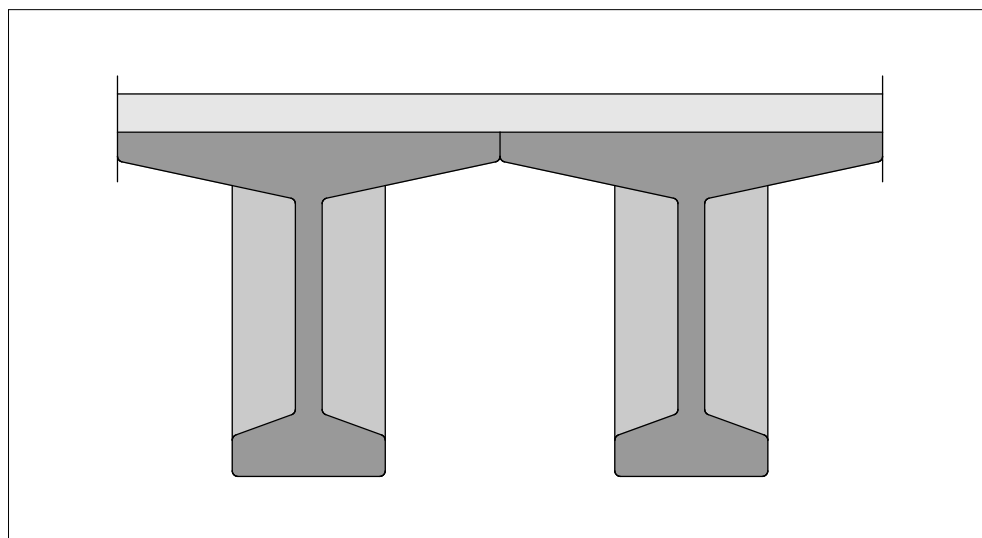


2.1.3 Plaatliggers

Dit zijn I-liggers met een verbrede bovenflens (zie afbeelding 4).

De breedte van het eindblok is in principe gelijk aan de breedte van de onderflens.

Plaatliggers worden tegen elkaar geplaatst waardoor het opstorten van het brugdek eenvoudiger en veiliger kan gebeuren. Bijzondere aandacht moet gaan tijdens het ontwerp van het project naar de fabricagetoleranties met betrekking tot de zijdelingse kromming en het eventuele verschil in opbuiging tussen de balken.

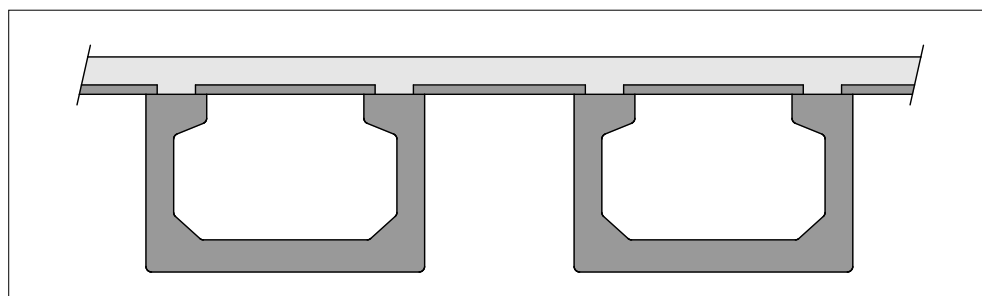


Afbeelding 4 – Plaatliggers

2.1.4 U-liggers

Deze liggers hebben een onderflens en twee lijven die samen een U vormen (zie afbeelding 5).

U-liggers worden geproduceerd zonder eindblokken.



Afbeelding 5 – U-liggers

Ze kunnen ook uitgevoerd worden met twee smalle bovenflenzen (consoles). Op deze manier kan het brugdek met breedplaten gerealiseerd worden.

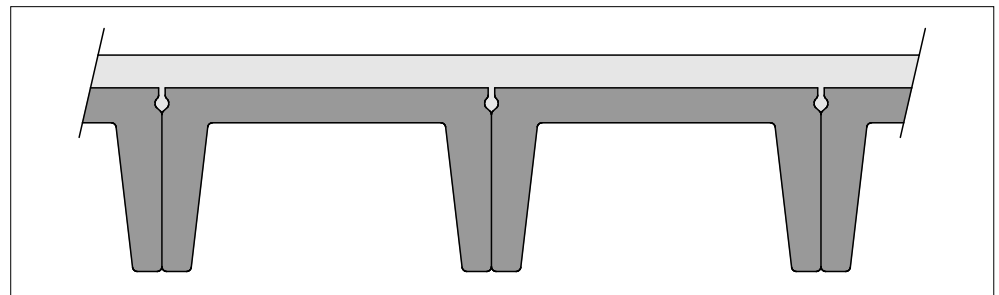
Soms worden de U-liggers gebruikt als koker voor de technische leidingen. Zij worden dan meestal aan de rand van de brug voorzien en afgedekt met afneembare platen.

2.1.5 Omgekeerde U-liggers

Deze liggers zijn opgebouwd uit twee lijven met een bovenflens (zie afbeelding 6).

De liggers worden geproduceerd zonder eindblokken.

Ze worden tegen elkaar geplaatst, hetgeen dezelfde voordelen biedt als de plaatliggers. Zoals voor deze laatste moet ook voor U-liggers tijdens het ontwerp van het project bijzondere aandacht gaan naar de fabricagetoleranties. In geval van schuine bruggen moet ook gelet worden op de opleggingen, omdat deze liggers gevoeliger zijn voor torsie.



Afbeelding 6 –
Omgekeerde U-liggers

2.2 Randliggers

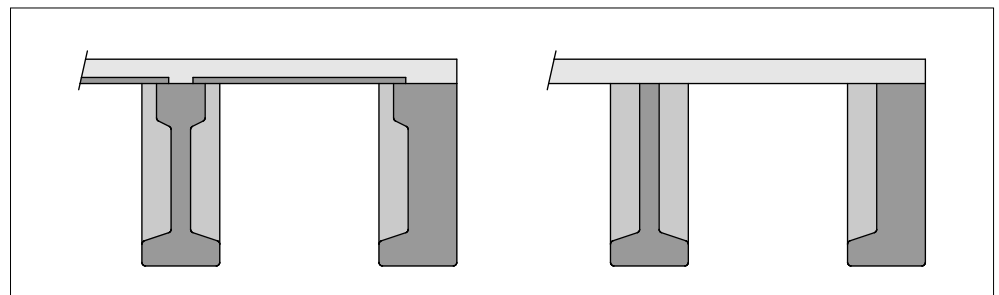
Voor de randliggers zijn verschillende mogelijkheden toegestaan.

2.2.1 Standaard I- en omgekeerde T-liggers

Het gebruik van standaard I-liggers of omgekeerde T-liggers aan de rand is de meest economische toepassing.

2.2.2 Aangepaste I- en omgekeerde T-liggers

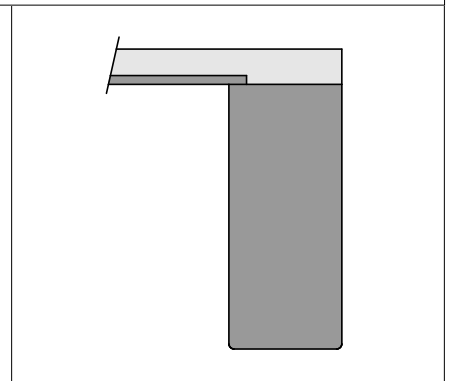
De doorsnede van de I-ligger en de omgekeerde T-ligger kan aangepast worden om een vlakke buitenzijde te bekomen (zie afbeelding 7).



Afbeelding 7 –
Randligger: aangepaste
I- en omgekeerde T-ligger

2.2.3 Rechthoekige liggers

In zeldzame gevallen wordt gebruik gemaakt van rechthoekige liggers als randligger (zie afbeelding 8).



Afbeelding 8 –
Rechthoekige randligger

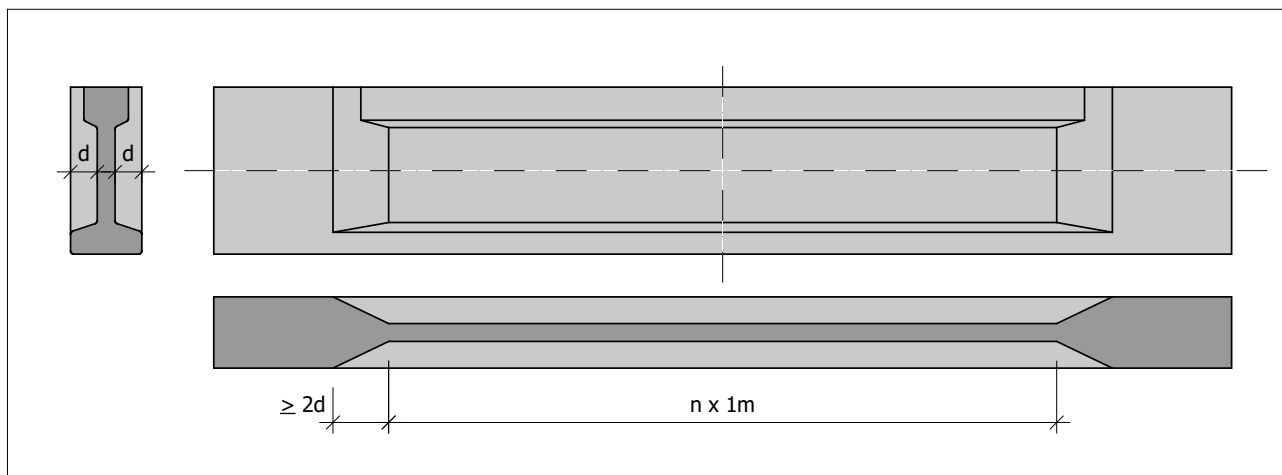
2.3 Afmetingen lengte richting

De lengte van de liggers varieert bij normale fabricage in het algemeen van 10 tot 50 m.

Voor I- en omgekeerde T-liggers is de lengte van de geprofileerde doorsnede, zonder de overgangszone, een meervoud van 1 m. Het profiel wijzigt niet over deze lengte.

De lengte van de overgangszone tussen de geprofileerde doorsnede en het eindblok is minstens gelijk aan het verschil tussen de breedte van het eindblok en de dikte van het lijf (zie afbeelding 9). Wanneer van deze kenmerken afgeweken wordt, dient men vooraf de fabrikant te raadplegen.

Afbeelding 9 –
Afmetingen lengterichting



2.4 Afmetingen dwarse richting

De dwarse afmetingen worden bepaald door de overspanning en de nuttige belasting.

Ze worden beïnvloed door de betondekking op de wapeningen en de afstand tussen de wapeningen.

De betondekking wordt bepaald in functie van de duurzaamheidseisen en de hechting van het beton rond de wapening. Volgens NBN EN 13369, NBN B 21-600, NBN EN 15050 en NBN EN 1992-2 + ANB is de minimum betondekking (c_{min}) gelijk aan:

- 40 mm op passieve wapening (ook geldig op niet-behandelde metalen hulpstukken);
- 50 mm op voorspanstaal.

Hierbij gelden volgende voorwaarden:

- omgevingsklasse EE4 (milieuklassen XC4, XD3 en XF4);
- levensduur 100 jaar;
- betonkwaliteit minstens C50/60;
- kwaliteitscontrole elementen;
- maximum diameter streng 15,2 mm;
- gemiddelde waarde van de wateropslorping (WAI) van 3 proefstukken $\leq 5,0\%$ (individueel $\leq 5,5\%$).

De nominale betondekking c_{nom} bedraagt minstens c_{min} plus de maximale afwijking op de betondekking Δc_{dev} , gewaarborgd door de fabrikant. Voor geprefabriceerde elementen mag Δc_{dev} conform NBN EN 1992-2 + ANB, NBN EN 13369 en NBN B21-600 gelijk zijn aan 0 mm indien simultaan voldaan is aan volgende voorwaarden:

- het kwaliteitsborgingssysteem en de industriële zelfcontrole zijn in overeenstemming met lid 6 van NBN EN 13369, worden geëvalueerd door een derde partij en staan onder haar voortdurend toezicht;
- het kwaliteitsborgingssysteem en de industriële zelfcontrole behelzen metingen van de betondekking en afwijzing van niet-conforme elementen;

- tijdens de productie worden passende maatregelen genomen, goedgekeurd door de derde partij, teneinde te verzekeren dat de waarde van Δc_{dev} die verklaard werd door de producent van de elementen, niet overschreden wordt.

De nominale hartafstand tussen de voorspanstrengen bedraagt minstens (conform NBN EN 1992-2 + ANB):

- 40 mm voor diameter 12,5 mm;
- 45 mm voor diameter 15,2 mm.

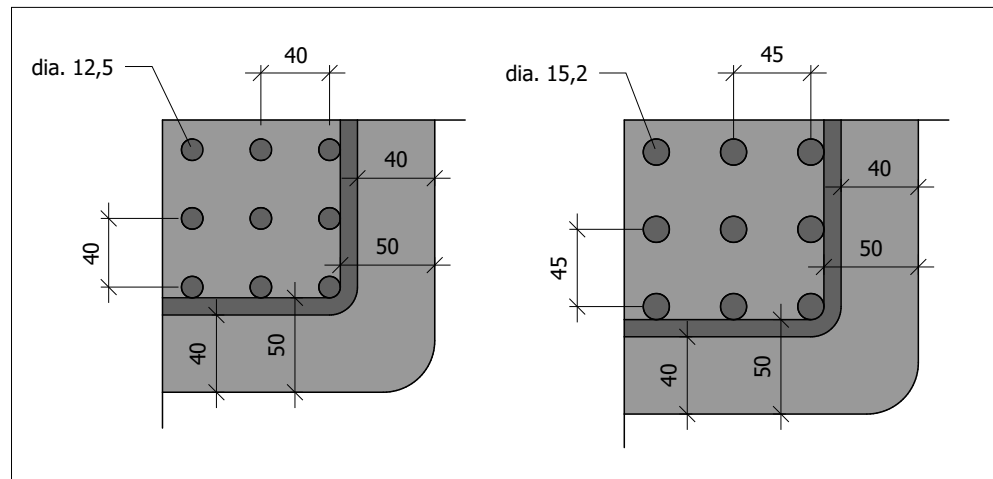
Deze waarden gelden zowel voor de horizontale als de verticale tussenafstand.

Afbeelding 10 geeft de minimum waarden van de nominale hartafstand tussen de voorspanstrengen, de nominale betondekking op de voorspanstrengen en de nominale betondekking op de beugelwapening weer. Voor de bepaling van de betondekking werd rekening gehouden met een Δc_{dev} van 0 mm.

In geval van opgebogen strengen moet men voor de lijfbreedte rekening houden met de nominale betondekkingen en tussenafstanden.

Voor liggers voor speciale toepassingen, zoals liggers voor tijdelijke structuren of liggers die worden vervangen in een bestaande brug, kunnen andere basisvoorwaarden gelden, bijvoorbeeld een gereduceerde levensduur.

Afbeelding 10 – Nominale betondekkingen en tussenafstand wapening (afmetingen in mm)



Opmerkingen in verband met naspannen:

- bij het bepalen van de dwarse afmetingen van de ligger dient men rekening te houden met de inbouwafmetingen van de gebruikte naspanelementen;
- voor de betondekking op de kabelkokers en de afstand tussen de kabelkokers dienen de aanbevelingen van NBN EN 1992-2 + ANB gevolgd te worden.

3 Berekeningsvoorschriften

De berekeningen worden uitgevoerd conform de normen NBN EN 1990 + ANB, NBN EN 1991-2 + ANB, NBN EN 1992-2 + ANB en NBN EN 15050.

Tijdens de tijdelijke fasen wordt de trekspanning in de ligger beperkt tot $f_{ctk0,05}$. In de eindblokken mag deze trekspanning oplopen tot $f_{ctm,fl}$. De resultante van de trekspanningen wordt opgenomen door passieve wapening.

3.1 Theoretische waarde voorspankracht

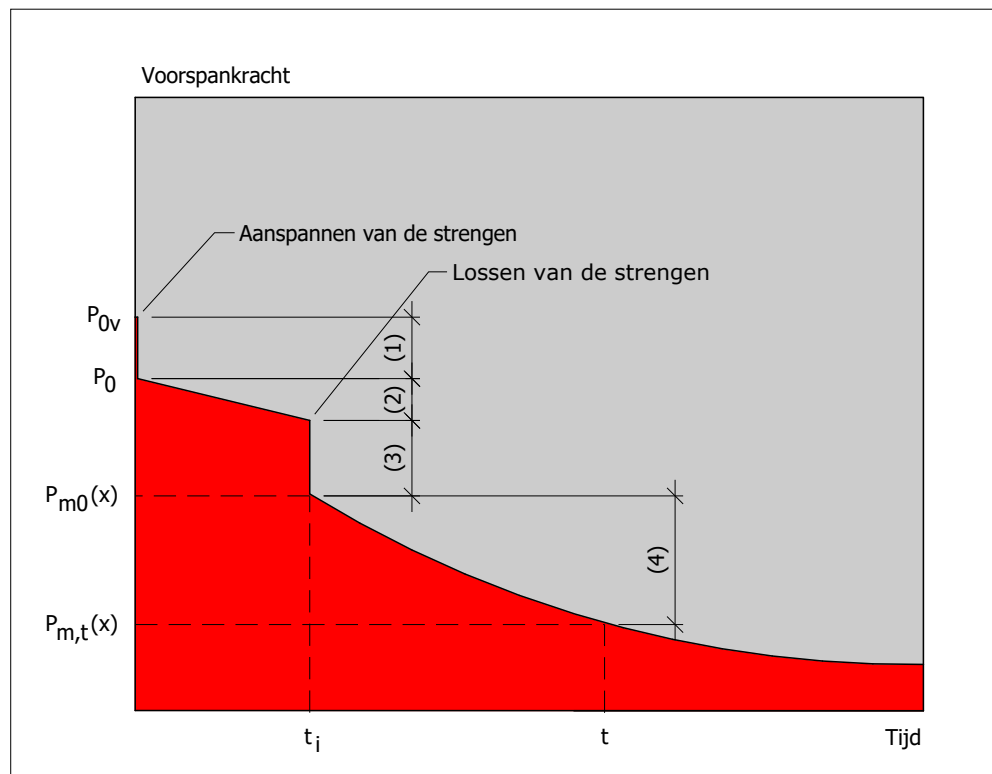
De maximale voorspankracht op het einde van de wapening, tijdens het aanspannen, wordt berekend conform NBN EN 1992-2 + ANB §5.10.2.

De maximale voorspankracht in een willekeurige doorsnede, onmiddellijk na het overbrengen van de voorspankracht op het beton, wordt berekend conform NBN EN 1992-2 + ANB §5.10.3.

De berekening van de voorspanverliezen gebeurt conform NBN EN 1992-2 + ANB §5.10.4, §5.10.5 en §5.10.6. Bij de berekening van de langetermijn voorspanverliezen wordt een omgevingstemperatuur van 20°C en een relatieve vochtigheid van 80% verondersteld, tenzij andere eisen gesteld worden in het bestek.

Het verloop van de voorspankracht in een willekeurige doorsnede wordt weergegeven in afbeelding 11.

- (1) de aanvankelijke verliezen te wijten aan het intrekken van de wiggen in de verankering
- (2) het gedeelte van het krimp- en relaxatieverlies dat optreedt vóór het lossen van de strengen
- (3) het verlies door de ogenblikkelijke elastische verkorting van het beton bij het voorspannen
- (4) de som van het kruipverlies, de rest van het krimpverlies en het relaxatieverlies



Afbeelding 11 –
Verloop voorspankracht

In geval van naspankabels dient men rekening te houden met bijkomende verliezen door vervorming van het beton als gevolg van het opeenvolgend aanspannen van de naspankabels, alsook met wrijvingsverliezen.

3.2 Materiaalkarakteristieken

3.2.1 Beton

De sterkteklasse van het beton van de geprefabriceerde liggers bedraagt minstens C50/60.

De betondruksterkte bij het aanbrengen van de voorspanning bedraagt minstens 40,0 MPa (minimale individuele waarde op kubussen).

Voor de betonsamenstelling, het type cement, het chloridegehalte, het gebruik van granulaten, toevoegsels en hulpstoffen, zijn de specificaties van NBN EN 206-1 en NBN B 15-001 van toepassing.

De vereiste omgevingsklasse is EE4 (milieuklassen XC4, XD3 en XF4).

Om alkali-silicareactie te vermijden dienen één of meerdere voorzorgsmaatregelen genomen te worden conform NBN EN 206-1 en NBN B 15-001.

Het beton voldoet minstens aan de klasse van "wateropsorping door onderdompeling" WAI (0,45), conform bijlage O van NBN B 15-001. Indien de minimum betondekkingen van §2.4 worden gehanteerd, moet de gemiddelde wateropsorping van 3 proefstukken $\leq 5,0\%$ en de individuele waarde $\leq 5,5\%$ zijn.

3.2.2 Staal

De passieve wapening die standaard wordt toegepast is van kwaliteit BE 500 S, BE 500 TS, BE 500 ES of BE 500 RS en voldoet aan de voorschriften van de normen NBN A 24-301, NBN A 24-302 en PTV 302. Deze staaltypes worden gekenmerkt door een gewaarborgde karakteristieke elasticiteitsgrens $R_e (f_{yk})$ van 500 MPa en een gewaarborgde totale verlenging onder maximale belasting $A_{gt} (\epsilon_{uk})$ van 5,0%.

Nota: volgens de nomenclatuur van bijlage C van NBN EN 1992-2 + ANB stemmen deze staaltypes overeen met klasse B.

Staalkwaliteit DE 500 BS conform NBN A 24-303 en PTV 303 en gelaste wapeningsnetten conform NBN A 24-304 en PTV 304 kunnen worden toegepast mits voorafgaandelijk akkoord van de bouwheer.

De voorspanwapening voldoet aan de normen NBN I 10-001 en -003 en PTV 311. De kenmerken van de meest gebruikte voorspanwapening staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1 –
Kenmerken van het
voorspanstaal

Kenmerken	Strengen (7 draden)	
Nominale diameter	12,5 mm	15,2 mm
Nominale doorsnede	93 mm ²	139 mm ²
Voorgeschreven karakteristieke breuklast F_{pk}	173 kN	260 kN
Voorgeschreven karakteristieke treksterkte f_{pk}	1860 N/mm ²	1860 N/mm ²
Relaxatieklasse *	2	2
Weerstand ten aanzien van multi-axiale spanningstoestanden (bepaald door de afbuigtrekproef)	D20	D20

* conform §3.3.2 NBN EN 1992-2 + ANB (klasse 2 = lage relaxatie)

De waarde van de elasticiteitsmodulus kan worden gesteld op $E = 200000 \text{ N/mm}^2 \pm 10000 \text{ N/mm}^2$, tenzij door de fabrikant anders is aangegeven.

4 Technologische gegevens

4.1 Maximum gewicht elementen

Het gewicht wordt zoveel mogelijk beperkt tot 100 t. In bepaalde gevallen kan, na overleg met de fabrikant, het maximum gewicht van speciale elementen verhoogd worden.

4.2 Maximum spankracht spanbank

Bij het aanspannen van de strengen wordt de spankracht op de spanbank zoveel mogelijk beperkt tot 8000 kN voor zover de resultante van de voorspankracht zich in de onderflens bevindt. Indien een grotere spankracht gewenst is, dient men te overleggen met de fabrikant.

4.3 Opbuigen strengen

Voor liggers met een grote lengte (> 12 m) kunnen de strengen opgebogen worden aan de uiteinden.

De maximale opbuigkracht wordt zoveel mogelijk beperkt tot 100 kN. Uitzonderlijk en na overleg met de fabrikant, kan deze kracht verhoogd worden tot 140 kN.

De opbuighelling bedraagt maximaal 5%. Indien grotere hellingen voorzien worden, dient men dit te overleggen met de fabrikant.

De gebruikelijke afstand tussen de opbuigpunten bedraagt:

- 2 m voor liggers van 12 tot 18 m;
- 4 m voor liggers van 18 tot 24 m;
- 6 m voor liggers van 24 tot 30 m;
- 8 m voor liggers van 30 tot 36 m;
- 8 m plus een geheel veelvoud van 2 m voor liggers van 36 m en langer.

Deze tussenafstanden dienen gerespecteerd te worden door de fabrikant, met een toelaatbare afwijking van 0,5 m, op voorwaarde dat er gecontroleerd wordt of de maximaal toelaatbare spanningen in de tijdelijke fase niet overschreden worden.

De gewaarborgde weerstand van de opgebogen strengen ten aanzien van multi-axiale spanningstoestanden, zoals bepaald door de afbuigtrekproef volgens NBN EN ISO 15630-3, moet D20 zijn ($F_{\text{afbuigtrekproef}} > 0,8 \cdot F_{\text{trekproef}}$).

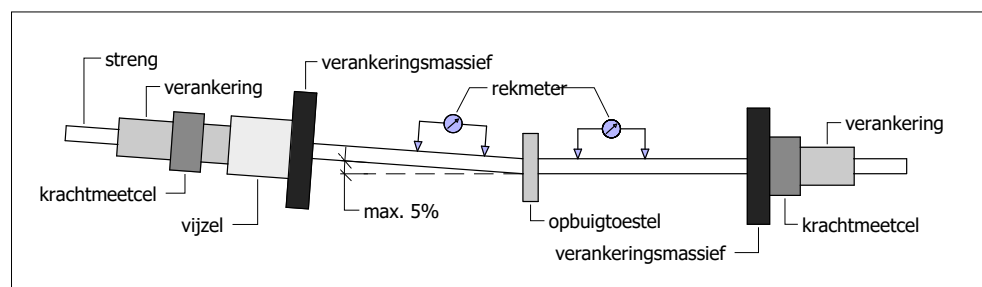
De afbuiginrichtingen en verankeringen mogen geen kerven in de strengen of belangrijke dwarse onderbrekingen van de betondoorsnede veroorzaken.

De opbuigtoestellen moeten dusdanig worden ontworpen dat hun effect op de strengen voldoet aan volgende eisen:

- de breuklast van de opgebogen streng is groter dan of gelijk aan 95% van de effectieve breuklast;
- de totale verlenging van de opgebogen streng onder maximumlast is groter dan of gelijk aan 2,0%.

Deze eisen worden nagegaan met een reeks van drie trekproeven met de strengen en opbuigtoestellen die effectief in de ligger worden gebruikt en met de grootste toegepaste opbuighelling. Tijdens het uitvoeren van de trekproef moet men ervoor zorgen dat de lengteassen van beide uiteinden van de streng evenwijdig lopen met de lengteassen van de verankeringen (zie afbeelding 12). Een onvoldoende geometrische positie kan onjuiste testresultaten veroorzaken. Voor de overige bepalingen is §11 van NBN EN ISO 15630-3 van toepassing.

Afbeelding 12 –
Proefopstelling trekproef
opbuigen strengen



Tijdens de proef wordt het spannings-vervormingsdiagram opgetekend tot aan de breuk. Elk van de drie proeven moet voldoen.

Elke wijziging van de dimensionele kenmerken (zoals krommingsdiameter of opbuighelling) of van de staalkwaliteit van de opbuigtoestellen vereist een nieuwe controle.

Nieuwe proeven zijn eveneens noodzakelijk bij verandering van strengleverancier. Dit is ook het geval als één van de kwaliteitskenmerken of de productiemethode van de strengen van eenzelfde leverancier worden veranderd.

Na het vrijmaken van de opbuigtoestellen moet de uitsparing aan de onderzijde van de liggers gevuld worden met een BENOR- of gelijkwaardig gecertificeerde krimparme hydraulische of polymeergemodificeerde hydraulische herstmortel van klasse R4 conform de NBN EN 1504-3 en PTV 563. De gelijkwaardigheid dient aangetoond te worden volgens de voorschriften van het bestek.

De minimum betondekking op alle metalen hulpstukken bedraagt 15 mm. Indien noodzakelijk dient men de hulpstukken te beschermen tegen corrosie. Dit kan gebeuren door ze te voorzien van een corrosiebeschermingsproduct conform de NBN EN 1504-7, zelfs indien ze naderhand afgedekt worden met een herstmortel.

4.4 Plaatselijke onthechting strengen

De aanhechting van rechte strengen kan plaatselijk onderbroken worden door een methode die vooraf werd goedgekeurd door de bouwheer.

4.5 Schikking strengen

Voor de waarden van de betondekking en de hartafstand tussen de strengen wordt verwezen naar §2.4.

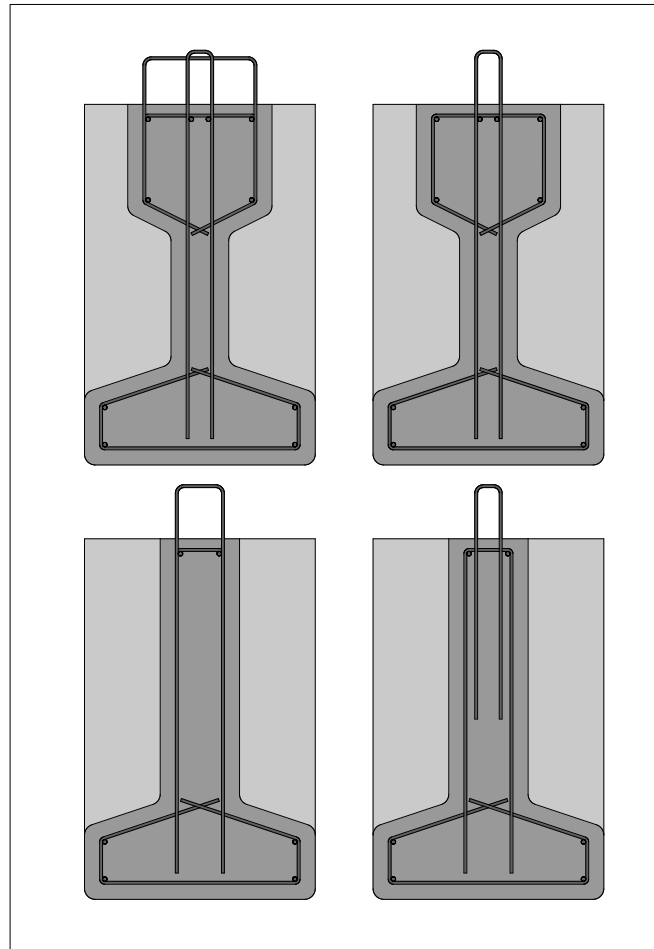
Op voorlopige uitsparingen zijn geen duurzaamheidseisen geldig.

Opmerkingen in verband met naspannen:

- het stellen en bevestigen van de kabelkokers in de bekisting moet zodanig gebeuren dat zo weinig mogelijk parasitaire afwijkingen ontstaan;
- het is economischer om in de mate van het mogelijke het aantal naspankabels te beperken om latere bewerkingen van naspannen en injecteren zowel in de fabriek als op de bouwplaats zoveel mogelijk te vermijden.

4.6 Passieve wapening

4.6.1 Principeschikkingen dwarswapening



Afbeelding 13 –
Principeschikkingen
dwarswapening

De principeschikkingen van de dwarswapening in de meest courante doorsneden zijn weergegeven in afbeelding 13. Plooivormen bestaande uit één stuk zijn toegelaten.

Al deze wapeningen moeten voldoende verankerd worden.

4.6.2 Langse bovenwapening

Bij de berekening van de langse bovenwapening wordt rekening gehouden met het onder voorspanning brengen van de liggers en het manipuleren ervan.

Als de dikte van de bovenflens ('m' op afbeelding 21, §5.1.1) groter of gelijk is aan twee maal de breedte van het lijf ('e' op afbeelding 21, §5.1.1) dient de minimale doorsnede van de langse bovenwapening gelijk te zijn aan de grootste van de volgende waarden:

- 0,2% van de dwarsdoorsnede van de ligger;
- 0,5% van de getrokken doorsnede van de ligger.

De minimumdoorsnede mag in geen geval kleiner zijn dan 200 mm².

4.6.3 Langse lijfwapening

Als aanvulling op de voorschriften van NBN EN 1992-2 + ANB bestaat de minimale doorsnede van de langse lijfwapening uit constructiestaven van 8 mm diameter elke 350 mm (of equivalent) aan weerszijden, in aanvulling op de wapening vermeld in §4.6.2.

4.6.4 Dwarskrachtwapening

Als aanvulling op de voorschriften van NBN EN 1992-2 + ANB bestaat de minimale doorsnede van de dwarskrachtwapening uit constructiebeugels van 8 mm diameter elke 400 mm (of equivalent).

4.6.5 Speciale wapening in eindblok

Voor het opnemen van de trek- en splijtspanningen, veroorzaakt door de overdracht van de voorspankracht op het beton, moeten horizontale en verticale beugels voorzien worden in de eindblokken. De horizontale beugels dienen ook voor de frettage van de oplegreactie. Al deze wapeningen moeten voldoende verankerd worden.

4.7 Verbindingen tussen liggers en dwarsdragers

4.7.1 Onderdelen verbinding

De verschillende onderdelen van een verbinding zijn (zie afbeeldingen 14 en 16):

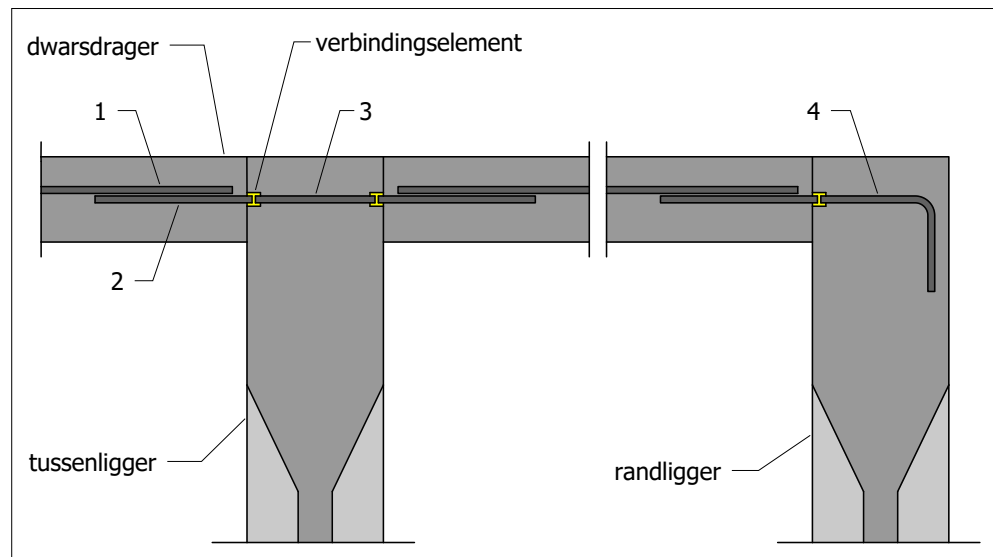
- verbindingselementen;
- uitwendige staven (2) die in de verbindingselementen worden aangebracht en bestemd zijn om de krachten in de wapening van de dwarsdragers (1) over te nemen;
- inwendige staven (3), (4), (5) en (6) die bestemd zijn voor de verbinding van de verbindingselementen die zich aan twee tegenoverstaande zijvlakken van de liggers bevinden, of voor de verankering van de verbindingselementen wanneer zij zich slechts aan één zijvlak bevinden.

4.7.2 Verbindingen aan eindblokken

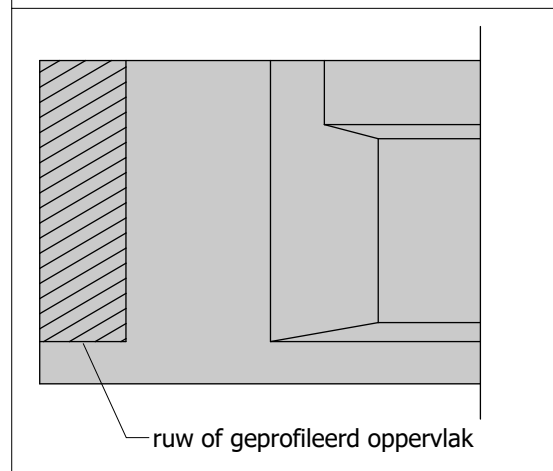
Afbeelding 14 schetst de toe te passen voorzieningen. De hoofdliggers worden ter plaatse van de dwarsdragers voorzien van een ruw of geprofileerd oppervlak (zie afbeelding 15).

De ruwe of geprofileerde oppervlakken voldoen aan de classificatie van §6.2.5 van NBN EN 1992-2 + ANB. De horizontale afstand tussen de verbindingselementen en het uiteinde van de ligger is minimum 15 cm, om rekening te houden met de wapeningsschikking.

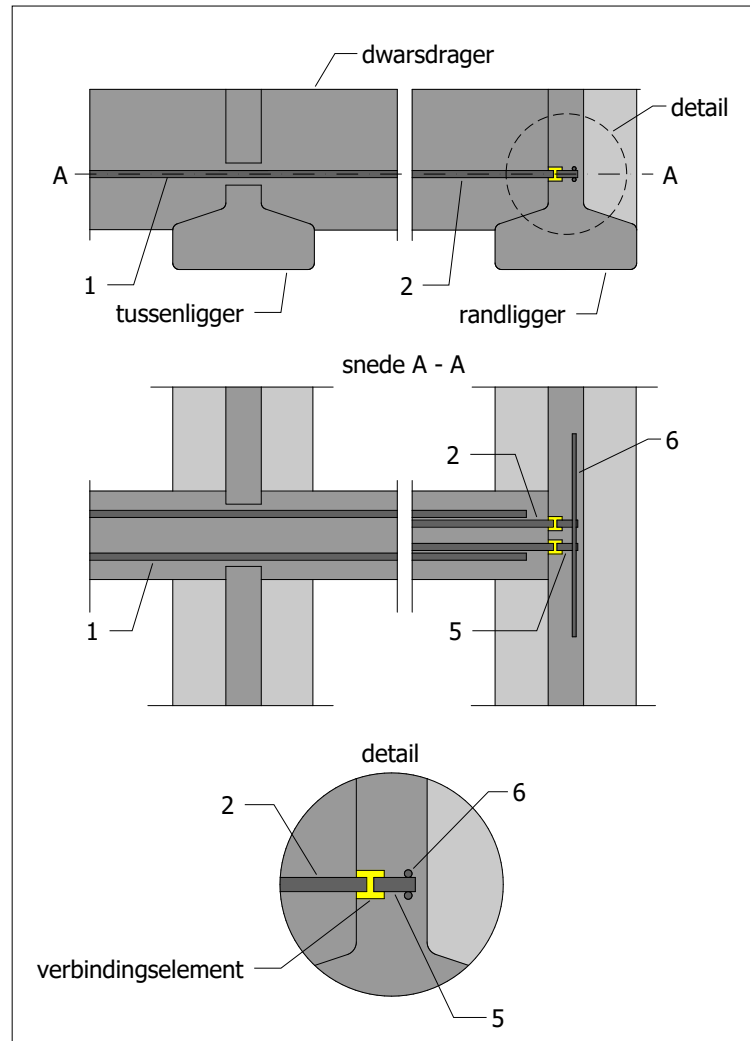
Afbeelding 14 –
Verbindingen aan
eindblokken – snede
bovenaanzicht



Afbeelding 15 – Ruw of
geprofileerd oppervlak



4.7.3 Verbindingen in overspanning



Afbeelding 16 –
Verbindingen in
overspanning

Afbeelding 16 schetst de toe te passen voorzieningen. De hoofdliggers worden ter plaatse van de dwarsdragers voorzien van een ruw of geprofileerd oppervlak.

De tussenliggers vertonen openingen boven de afronding tussen de onderflens en het lijf.

De randliggers zijn voorzien van verbindingselementen. Deze worden verankerd door middel van korte staven (5) die op twee dwarsstaven (6) worden gelast (zie detail van afbeelding 16) of die voorzien worden van een mechanische eindverankering. De lassen die de korte staven verbinden met de dwarsstaven zijn constructielassen en moeten berekend worden volgens de NBN EN 1993-1-8 + ANB.

De eventuele versterking van de lijfwapeningen aan de openingen en de verankeringsvoorzieningen wordt bepaald door de ontwerper.

4.7.4 Maatkenmerken en sterkte

De maatkenmerken en de sterkte van de verbindingselementen zijn aangegeven in de technische fiches van de leveranciers. Voor de technische voorschriften, zie §7.3.

De modaliteiten omtrent het toepassen van mechanische eindverankeringen worden overeengekomen tussen alle betrokken partijen.

De uitwendige en inwendige staven voldoen aan de eisen van de passieve wapening, conform §3.2.2.

4.7.5 Algemene opmerkingen

In bijzondere of buitengewone gevallen kunnen, mits onderling akkoord tussen alle betrokken partijen, andere dan de voormelde oplossingen toegepast worden.

De verbinding door lassen tussen staaf en verbindingselement is niet toegestaan ter vervanging van de voorzieningen geschetst in afbeeldingen 14 en 16.

4.8 Eindblokken

4.8.1 Eindblokken met insnijdingen onderaan

Het gebruik van eindblokken met een insnijding onderaan bemoeilijkt de controle van de oplegtoestellen en het onderhoud ervan.

De insnijdingen hebben de volgende afmetingen (zie afbeelding 20):

- de hoogte 'w' is bij voorkeur een veelvoud van 100 mm;
- de lengte 'q' is een veelvoud van 100 mm en bedraagt minstens 500 mm.

4.8.2 Schuine eindblokken

De geometrische eisen worden weergegeven in afbeeldingen 19 en 20.

Indien de kleinste hoek tussen de dwarse as van de brug en de lengteas van de te overschrijden weg of waterloop (hoek β) groter is dan 20° , worden schuine eindblokken toegepast.

De afschuiningshoek van het eindvlak in een horizontaal vlak (hoek α) is niet groter dan 45° . Indien α groter is dan 30° wordt de scherpe hoek afgeknot, waarbij $f \geq 100$ mm.

4.9 Plaatsing oplegtoestellen

De oplegtoestellen voor brugliggers zijn doorgaans elastomeeropleggingen gefretteerd met dunne staalplaten, eventueel voorzien van een glijlaag uit polytetrafluorethyleen (PTFE) die glijdt over een glijplaat. Deze oplegtoestellen voldoen aan de NBN EN 1337-3. De glijplaten beantwoorden aan de NBN EN 1337-2 en moeten eventueel verankerd worden aan de brugliggers.

Andere mogelijke oplegtoestellen zijn potopleggingen (NBN EN 1337-5) en bolvormige of cilindrische opleggingen (NBN EN 1337-7).

Bij het ontwerp van de brug is het verstandig om ervoor te zorgen dat de oplegtoestellen kunnen vervangen worden. De uitvoering en de plaatsing van de oplegtoestellen moeten hier desgevallend rekening mee houden.

De oplegtoestellen moeten steeds horizontaal geplaatst worden. Dit kan rechtstreeks op het landhoofd of de pijlerconstructie, eventueel op daarvoor voorziene betonnen nokken. De oplegtoestellen kunnen ook geplaatst worden op stelmortel of staalplaten.

Als de liggers worden geplaatst onder een helling $\delta > 1\%$ dient men volgende bijkomende maatregelen te nemen (zie afbeelding 17):

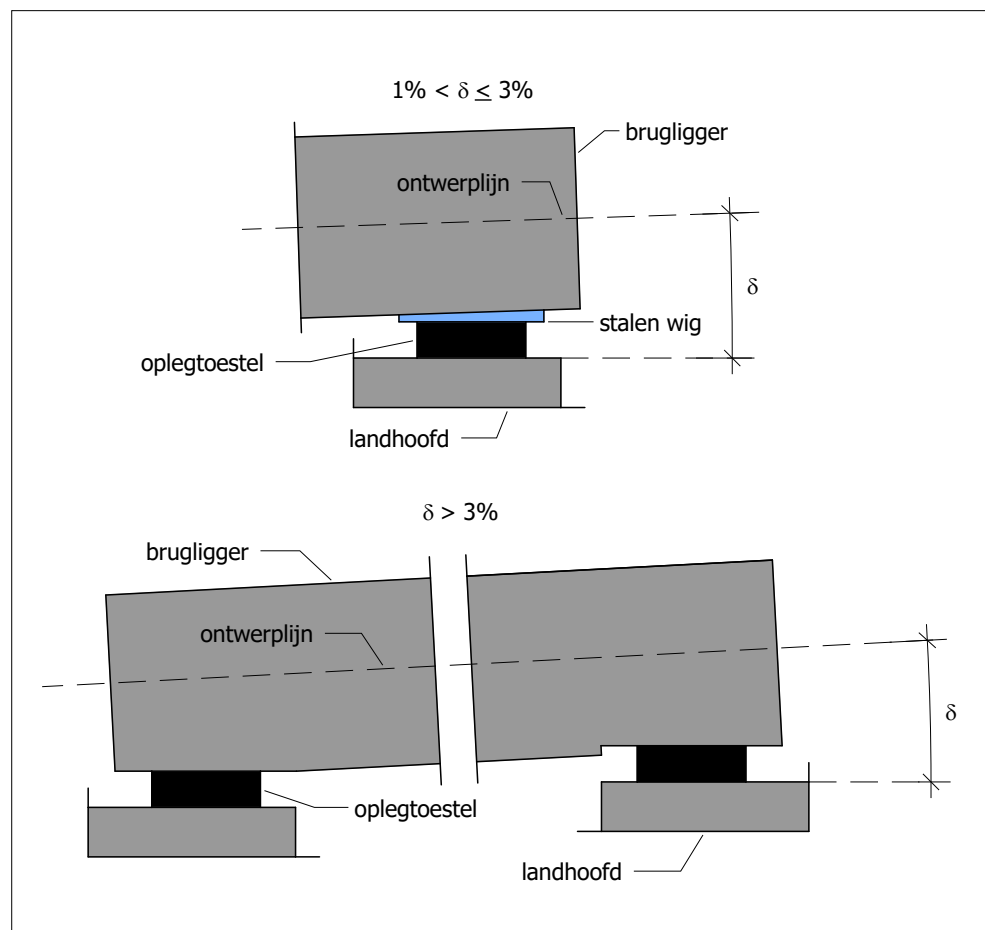
- $1\% < \delta \leq 3\%$: stalen wiggen verankeren in de liggers of oplegtoestellen toepassen met geïntegreerde stalen wiggen;
- $\delta > 3\%$: uitsparing in het ondervlak van de liggers voorzien.

De hellingshoek δ is de hoek tussen de ontwerplijn van de liggers en de horizontale. Er wordt geen rekening gehouden met de eventuele opbuiging van de liggers.

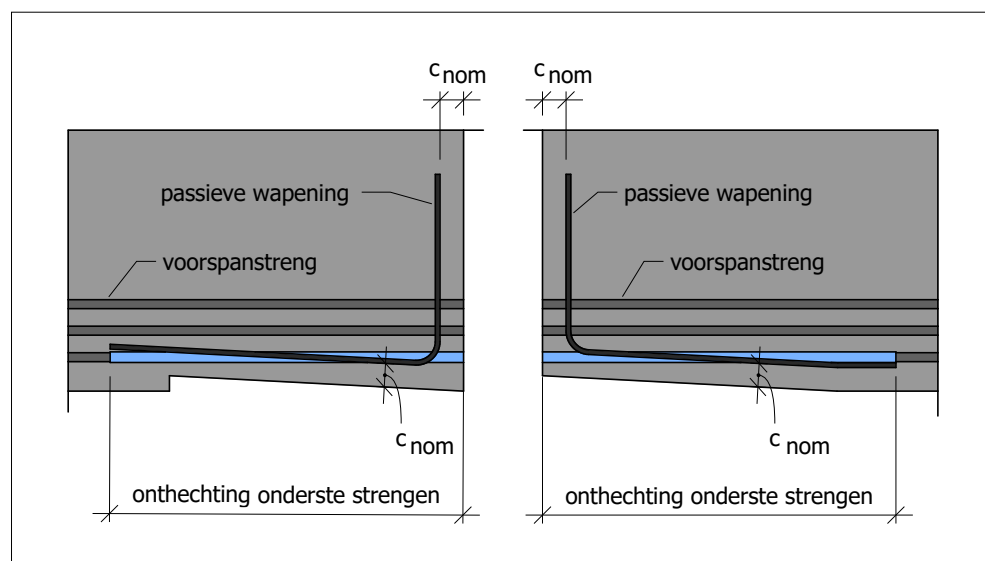
Als de liggers voorzien worden van een uitsparing in het ondervlak, dient men de nodige maatregelen te nemen om de duurzaamheid te waarborgen. Een mogelijke oplossing wordt weergegeven in afbeelding 18.

Eventuele voorzieningen voor bevestiging van de oplegtoestellen (of onderdelen ervan) aan de liggers worden bij voorkeur ingestort in de fabriek.

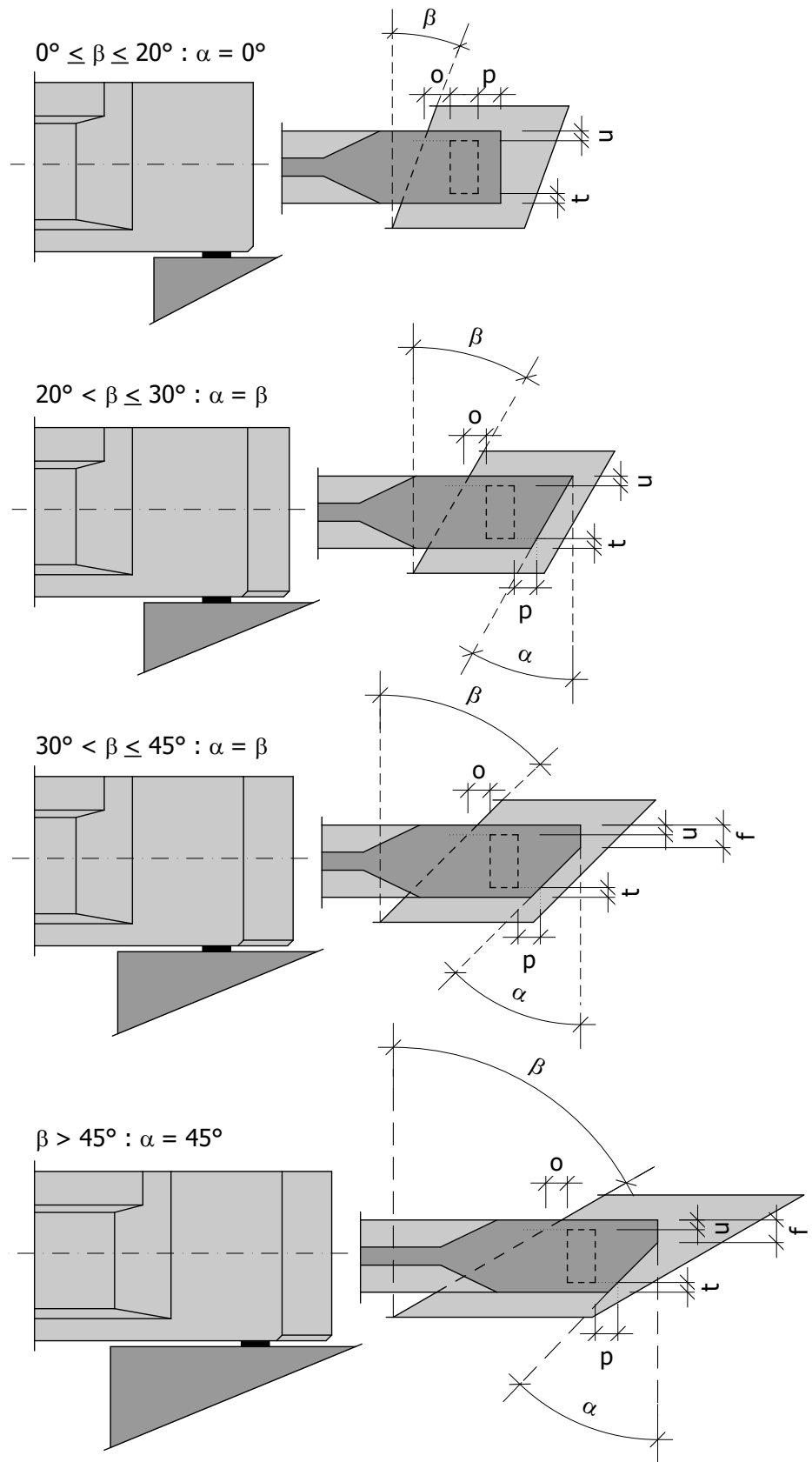
Afbeelding 17 – Uitvoering
opleggingen van liggers
onder helling



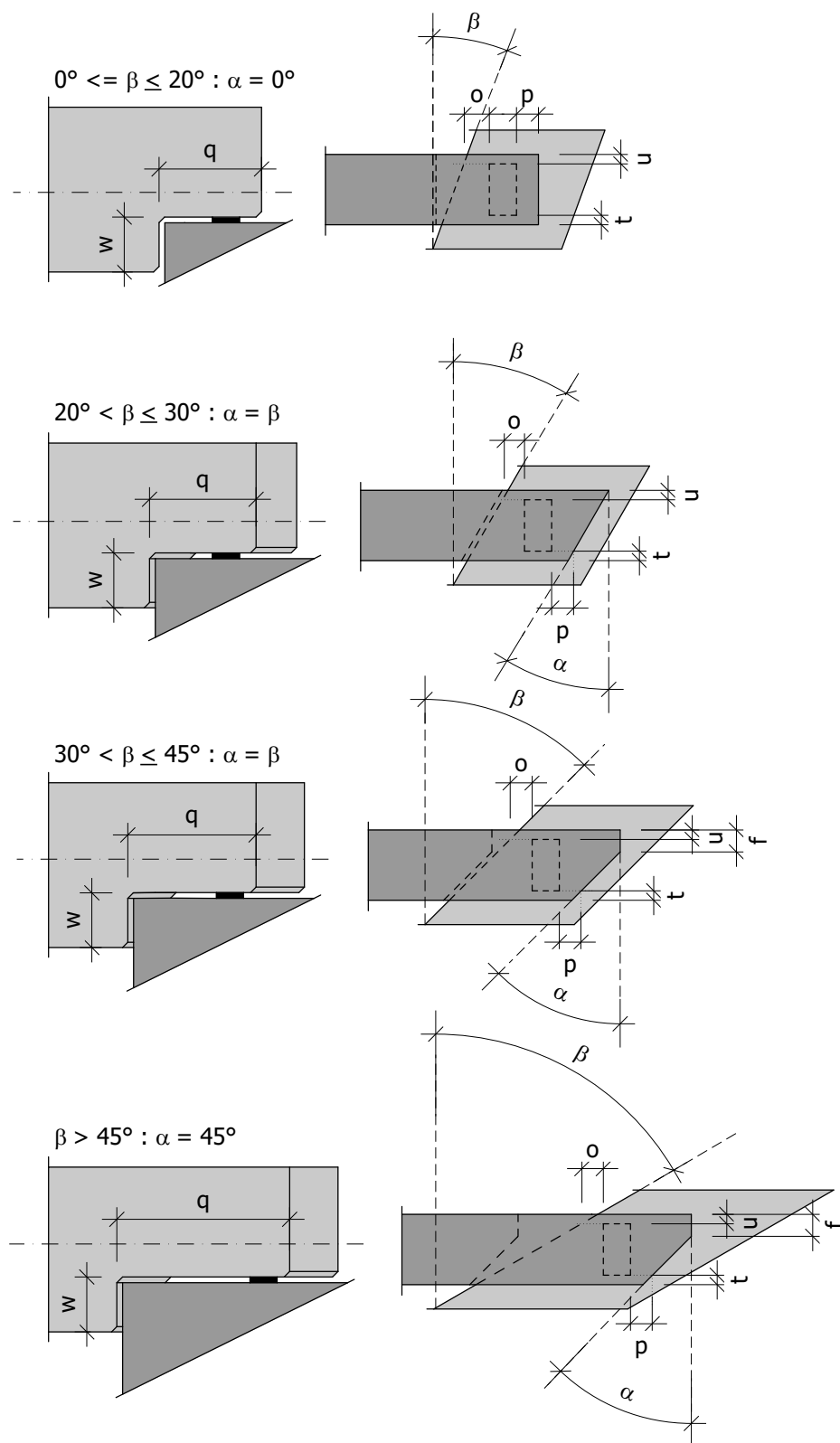
Afbeelding 18 – Principe
onthechting strengen ter
plaatse van uitsparingen in
het ondervlak



De oplegtoestellen worden geplaatst conform de aanduidingen in afbeeldingen 19 en 20, met $o, p \geq 100 \text{ mm}$ en $t, u \geq 50 \text{ mm}$. Om torsie in de liggers te vermijden, moet de lange as van de oplegtoestellen altijd loodrecht geplaatst worden op de lengteas van de brugliggers.



Afbeelding 19 – Detaillering
van de oplegging van
eindblokken
zonder insnijding



Afbeelding 20 – Detaillering
van de insnijding en de
oplegging van
eindblokken met insnijding

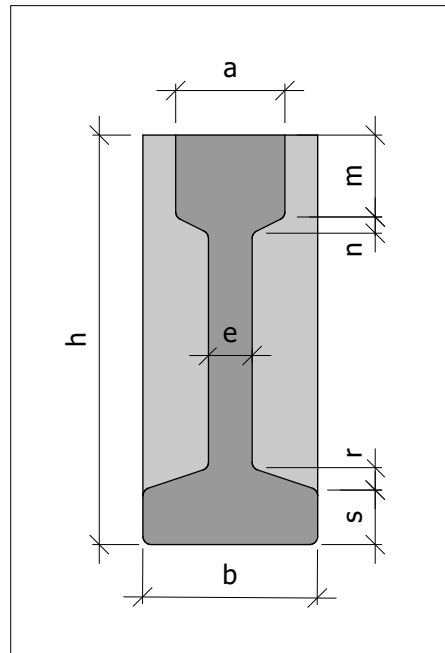
5 Fabricagetoleranties

5.1 Maattoleranties

De metingen gebeuren conform de NBN EN 13369, NBN B 21-600 en NBN EN 15050.

Afmetingen worden gemeten met een nauwkeurigheid van 1/5de van de toelaatbare tolerantie, afgerond op 1 mm.

5.1.1 Dwarsafmetingen



Afbeelding 21 - Dwarsafmetingen

Onder dwarsafmetingen wordt verstaan: breedte balk (b), hoogte balk (h), dikte flenzen (s en m), breedte bovenflens (a) en breedte lijf (e) (zie afbeelding 21).

De toelaatbare toleranties voor de dwarsafmetingen zijn terug te vinden in tabel 2.

Tabel 2 – Toelaatbare toleranties dwarsafmetingen

Nominale maat van de dwarsdoorsnede in de te controleren richting	Δ (mm)
≤ 150 mm	+ 10/- 5
= 400 mm	+ 15/- 10
≥ 2500 mm	+ 30/- 30

Lineaire interpolatie voor tussenliggende waarden.

Voor de verticale positie van de wapening, gemeten in de nadelige richting voor de effectieve hoogte, gelden de toelaatbare afwijkingen van tabel 3. De gemiddelde afwijking mag bepaald worden als de gemiddelde afwijking van de individuele staven of strengen in de dwarsdoorsnede van de ligger. Door deze toelaatbare afwijkingen worden de waarden, afgedekt door de relevante veiligheidsfactoren in de Eurocodes, niet overschreden.

Tabel 3 – Toelaatbare toleranties positie wapening

Nominale maat positie wapening	Δ (mm)*	* Verduidelijkende schets
≤ 150 mm	+ 5	
= 400 mm	+ 15	
≥ 2500 mm	+ 25	

Lineaire interpolatie voor tussenliggende waarden.

5.1.2 Lengte

Voor de maximale afwijking op de lengte geldt:

$$\Delta L = \pm (10 + L / 1\,000) \leq \pm 40 \text{ mm indien } L \text{ (nominale lengte)} \leq 40\,000 \text{ mm};$$

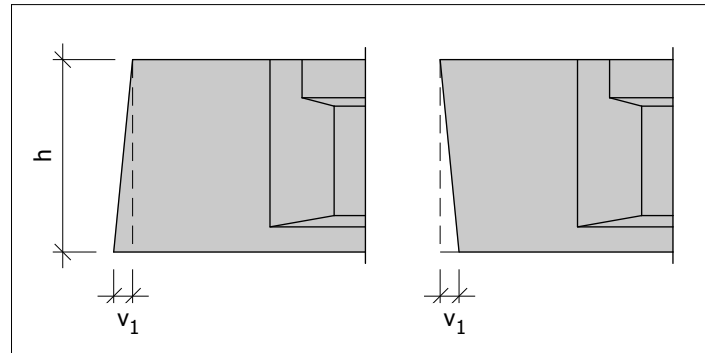
$$\Delta L = \pm L / 1\,000 \text{ indien } L \text{ (nominale lengte)} > 40\,000 \text{ mm}.$$

5.1.3 Schuinte eindvlakken

In opstand bedraagt de afwijking 'v₁' ten opzichte van het theoretisch eindvlak (zie afbeelding 22) maximaal:

$\pm 0,015 h$, met een minimum van 5 mm;

met h = theoretische hoogte van de ligger (zie afbeelding 22).

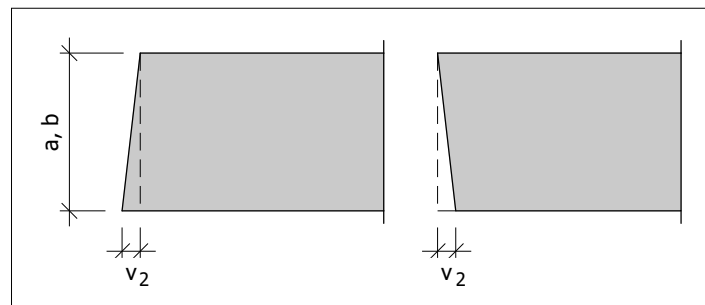


Afbeelding 22 –
Afwijking schuinte eindvlak
in opstand

In planzicht bedraagt de afwijking 'v₂' (zie afbeelding 23) maximaal:

$\pm 0,02 b$ of $\pm 0,02 a$ (naargelang het geval), met een minimum van 5 mm;

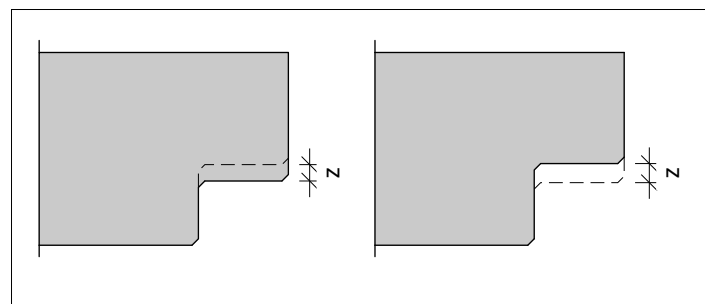
met a,b = theoretische breedte van de ligger (zie afbeelding 21).



Afbeelding 23 - Afwijking
schuinte eindvlak in
planzicht

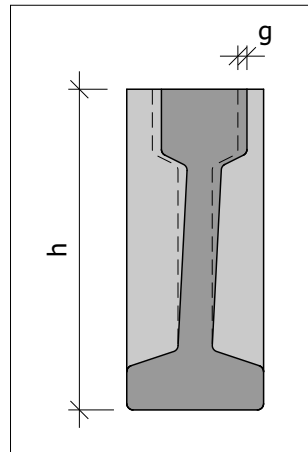
5.1.4 Insnijding eindblok

De maatafwijking 'z' van het gemiddelde peil van de insnijdingen ten opzichte van het oplegvlak van de ligger bedraagt maximaal 10 mm (zie afbeelding 24).



Afbeelding 24 – Afwijking
hoogte insnijding

5.1.5 Scheluwte



Afbeelding 25 – Scheluwte

De afwijking 'g' ten opzichte van het verticaal symmetrievlak, ook wel scheluwte genoemd (zie afbeelding 25), bedraagt maximaal:

$\pm 0,015 h$, met een minimum van 5 mm;

met h = theoretische hoogte van de ligger (zie afbeelding 25).

5.1.6 Positie instortingen en openingen

De toegestane afwijkingen voor de positie van ingestorte stukken en openingen (en kleine details die geen invloed hebben op het structurele gedrag) moeten worden opgegeven door de fabrikant.

Behoudens andere specificaties bedraagt de toegestane afwijking voor een enkel ingestort stuk of gat ± 30 mm. Voor de relatieve positie van gaten of ingestorte stukken binnen een groep is de toegestane afwijking ± 5 mm. Alle gaten en ingestorte stukken op een afstand van meer dan 30 cm van elkaar behoren niet tot dezelfde groep.

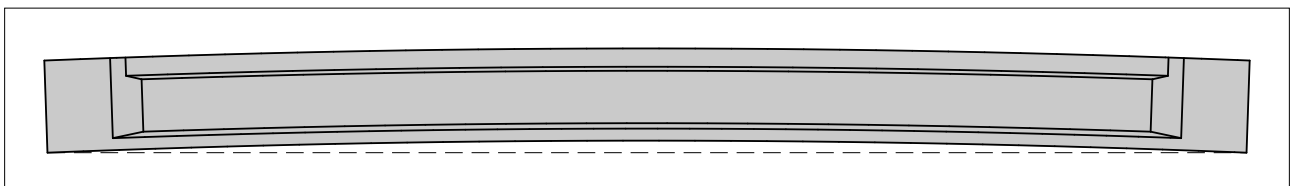
5.2 Vormtoleranties

De metingen gebeuren conform de NBN EN 15050.

5.2.1 Verticale vervormingen

Spanbetonliggers vertonen als gevolg van de voorspanning een zekere opbuiging (zie afbeelding 26). Hiermee dient men rekening te houden bij het ontwerp, de plaatsing en de montage (bijv. aanpassing van het langsprofiel van overbruggingen met meerdere overspanningen).

Afbeelding 26 – Opbuiging



De opbuiging van identieke liggers kan voor dezelfde ouderdom verschillen van ligger tot ligger. Indien de onderlinge verschillen de goede uitvoering van het werk of de latere gedragingen van het kunstwerk in gedrang kunnen brengen, dient men zich te informeren bij de fabrikant over de mogelijke afwijkingen.

De aanvankelijke opbuiging (onmiddellijk na het aanbrengen van de voorspanning) kan gemeten worden binnen twee uur na het lossen van de strengen en vóór het manipuleren van de ligger. Eventueel kan de ligger geplaatst worden op blokken vooraleer de opbuiging gemeten wordt. De blokken dienen dan wel onder de uiteinden van de ligger geplaatst te worden.

De toegestane afwijking van de gemeten waarde van de aanvankelijke opbuiging ten opzichte van de berekende waarde is $L/800$, met L = de lengte van de ligger.

De opbuiging vergroot met de tijd en dit des te meer naargelang men langer wacht met het betonneren van de dwarsdragers en de plaat.

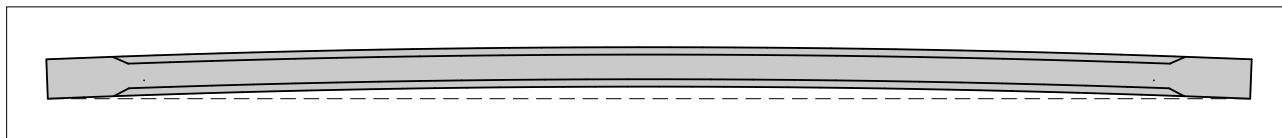
5.2.2 Dwarsvervormingen

Door de voorspanning kunnen de liggers ook een afwijkende rechtheid vertonen in het planzicht (zie afbeelding 27).

De toegestane afwijking bedraagt $L/500$ met een minimum van 5 mm en met L de lengte van de ligger.

Tijdens het plaatsen van de liggers kan het nodig blijken om de dwarsvervorming te corrigeren omwille van het uitzicht, de bekisting of de belasting.

Afbeelding 27 -
Dwarsvervorming



5.3 Oppervlaktekenmerken

Deuken, afbrokkelingen en andere beschadigingen veroorzaakt door o.a. het ontkisten, het manipuleren en het transporteren worden gladgestreken of bijgewerkt door middel van een herstelmortel.

Luchtbellens met een diepte groter dan 8 mm op verticale oppervlakken worden gedicht met een herstelmortel.

De aanwezigheid van grindnesten, luchtbellens of holten met een diepte groter dan 15 mm kan wijzen op onvoldoende verdichting van het beton. De herstelling ervan kan slechts uitgevoerd worden nadat een aanvullend onderzoek met het controleorganisme of de bouwheer werd uitgevoerd.

De aanwezigheid van luchtbellens in horizontale bekiste bovenoppervlakken is onvermijdbaar. De diepte ervan is doorgaans niet groot, de oppervlakte waarover ze voorkomen daarentegen wel. Deze luchtbellens moeten niet dichtgesmeerd worden door de fabrikant. Het ontwerp van de deklagen (waterdichtingssysteem, ...) houdt rekening met de aanwezigheid van deze luchtbellens.

Onder de gecombineerde effecten van de voorspanning en de krimp van het beton kunnen scheuren ontstaan. De fabrikant neemt maatregelen om het risico op deze scheurvorming zoveel mogelijk te beperken, door bijvoorbeeld het aanbrengen van een curing compound op de niet-bekiste oppervlakken of het afdekken ervan met een plastic folie. Scheuren met een breedte van meer dan 0,2 mm kunnen in sommige gevallen een invloed hebben op de duurzaamheid van de ligger. De eventuele herstelling van deze scheuren (dichtsmeren of injecteren) moet gezamenlijk met het controleorganisme of de bouwheer beoordeeld en uitgewerkt worden.

Tenzij schriftelijk anders is overeengekomen, wordt met geen enkel esthetisch aspect (zoals kleur of textuur) rekening gehouden bij de definitieve oplevering van de ligger.

6 Administratieve voorschriften

6.1 Terminologie

In de onderhavige tekst verstaat men onder:

- bouwheer/opdrachtgever: de persoon voor wiens rekening het bouwwerk verwezenlijkt wordt waarin de geprefabriceerde elementen gebruikt worden;
- controleorganisme: organisme dat instaat voor de externe controle (om na te gaan of het product voldoet aan de eisen van de bouwheer en om de betrouwbaarheid van de zelfcontrole van de fabrikant na te gaan);
- fabrikant: degene die in zijn fabriek de spanbetonelementen vervaardigt;
- aannemer/opdrachtnemer: degene die aangeduid is door de bouwheer om het kunstwerk uit te voeren waarvoor de liggers bestemd zijn;
- producent of leverancier: degene die aan de fabrikant de grondstoffen, de volledig of gedeeltelijk afgewerkte producten levert voor het vervaardigen van de spanbetonelementen;
- aanbestedingsplannen: plannen door de bouwheer bij de aanbestedingsdocumenten gevoegd en door hemzelf of onder zijn verantwoordelijkheid opgesteld;
- studieplannen: plannen die door onafhankelijke studiebureaus of ontwerpers gemaakt worden en die bij of na de aanbesteding aan de bouwheer voorgelegd worden;
- uitvoeringsplannen: bekistingsplannen, wapeningsplannen en legplannen opgesteld door de fabrikant op basis van de goedgekeurde studieplannen en aanbestedingsdocumenten, en die hiervan kunnen afwijken om reden van uitvoering. De studieplannen en aanbestedingsdocumenten moeten altijd een realistische technologische oplossing beschrijven, rekening houdend met gangbare materialen die beschikbaar zijn op de markt. Is dit niet het geval, moet de aandacht van de fabrikant hierop gevestigd worden. Eventuele alternatieve oplossingen, om het niet respecteren van deze bepaling op te vangen, zijn volledig ten laste van de bouwheer;
- voorspansystemen: het voorspannen met strengen verankerd op kleef, het naspannen met kabels in de fabriek en het naspannen met kabels op de bouwplaats.

6.2 Studieplannen

Alle informatie voor de productie moet vermeld staan op de studieplannen, waaronder:

- omgevingsklasse/milieuklassen;
 - theoretische kracht:
 - a) in de voorspanwapeningen verankerd op kleef, onmiddellijk voor het voorspannen van de liggers;
 - b) in de wapeningen nagespannen in de fabriek, onmiddellijk na het aanspannen en verankeren;
 - c) in de wapeningen nagespannen op de bouwplaats, onmiddellijk na het aanspannen en verankeren.
- Voor gevallen b) en c) moet de ontwerper een programma voorleggen voor het aanspannen van de kabels, met vermelding van de spankrachten, verlengingen en wrijvingsverliezen van de verschillende kabels.
- de gewenste individuele kubusdruksterkte van het beton:
 - a) op het ogenblik van het voorspannen met de wapeningen verankerd op kleef;
 - b) op het ogenblik van het aanspannen van de naspankabels in de fabriek;
 - c) op het ogenblik van het aanspannen van de naspankabels op de bouwplaats;
 - d) tijdens de tijdelijke fases van manipulatie, opslag en transport;
 - e) bij de ingebruikname.
 - de positie van de hijspunten en de oplegpunten voor de opslag.

6.3 Uitvoeringsplannen

Vooraleer de uitvoering aan te vatten moeten zowel de studieplannen als de uitvoeringsplannen van de fabrikant en de eventuele berekeningsnota's, gedateerd en ondertekend door de ontwerper en de aannemer, worden goedgekeurd door de bouwheer.

De uitvoeringsplannen definiëren duidelijk alle onderdelen van de liggers die door de fabrikant voorzien worden.

Technologische wapening die bijvoorbeeld nodig is voor het positioneren van hulpstukken, dient niet altijd op de uitvoeringsplannen vermeld te worden. Deze wapening staat wel vermeld op het staalborderel.

De verschillende liggertypes worden op de uitvoeringsplannen onderscheiden door een hoofdletter, die op de ligger aangebracht wordt naast het fabricage nummer, waarvan verder sprake.

Bovendien moet op de uitvoeringsplannen het volgende worden aangeduid:

- de betondekkingen;
- de omgevingsklasse of milieuklassen;
- de cementsoort of een verwijzing waardoor de traceerbaarheid gegarandeerd is;
- de staalkwaliteiten;
- de minimum individuele kubusdruksterkte van het beton bij het lossen van de strengen;
- de sterkteklasse van het beton;
- de voorspankrachten op de vijzels.

Eventuele wijzigingen in de uitvoeringsplannen dienen goedgekeurd te worden door alle betrokken partijen.

6.4 Bijzondere voorschriften

De modaliteiten omtrent de ontvangst van de goederen worden overeengekomen tussen alle betrokken partijen met inachtneming van het bestek.

Indien de bouwheer een externe controle wenst, dienen de modaliteiten daaromtrent beschreven te worden in het bestek. In alle gevallen moeten de personen die gemachtigd zijn om de productie te controleren, zich schikken naar de productieplanning en de regels inzake organisatie en veiligheid van de fabriek.

Binnen de 5 werkdagen vóór aanvang van de productie, stelt de fabrikant de aannemer en desgevallend het controleorganisme in kennis van de startdatum van de productie en van het productieritme.

6.5 Identificatie van de liggers

Elke ligger wordt voorzien van een unieke identificatiecode die niet zichtbaar is op een dagvlak van het bouwwerk. De identificatiecode omvat een referentieletter en een volgnummer. De referentieletters komen overeen met de liggertypes op het legplan. De volgnummers worden bepaald door de fabrikant.

Indien de identificatiecodes na plaatsing en montage niet meer zichtbaar zullen zijn of indien ze niet onuitwisbaar zijn, moeten deze codes door de aannemer tijdens het plaatsen duidelijk overgenomen worden op het legplan om de traceerbaarheid te garanderen. De aannemer bezorgt dit plan aan de bouwheer.

6.6 Bijhouden fabricage

De fabricage wordt bijgehouden aan de hand van een reeks formulieren (digitaal of op papier).

Zij omvatten:

- een fabricagekaart van de liggers;
- een algemene controlekaart voor elke spanbank;
- een controlekaart van het beton, van het aanspannen van de strengen en van de druksterkte van het beton;
- in het voorkomend geval controlekaarten van het aanspannen van naspankabels;
- eventuele niet-conformiteitsfiches.

Indien een controleorganisme aangesteld, is maken de gegevens die vermeld dienen te worden op de formulieren, het voorwerp uit van een voorafgaandelijk akkoord tussen de fabrikant en het controleorganisme.

De formulieren worden bijgehouden en bewaard door de fabrikant. Ze worden desgevallend nagezien door het controleorganisme.



7 Technische voorschriften

7.1 Voorspanwapening en passieve wapening

Er worden enkel wapeningen gebruikt die BENOR of gelijkwaardig gecertificeerd zijn. De gelijkwaardigheid dient aangetoond te worden volgens de voorschriften van het bestek. BENOR-gecertificeerd staal is vrijgesteld van proeven voor voorafgaande technische keuring.

Bij de levering van de wapening dient de fabrikant ervoor te zorgen dat het staal op een plaats wordt opgeslagen die duidelijk gescheiden is van de opslagplaats van niet-gecertificeerd staal.

Gewoon betonstaal wordt vrij van de grond opgeslagen. Sporen van loszittend roest en andere verontreinigingen die de aanhechting aan beton in het gedrang brengen, worden voorkomen.

Voorspanstaal wordt vrij van de grond en beschermd tegen de weersomstandigheden opgeslagen en wordt gevrijwaard van elke andere vorm van aantasting die corrosie veroorzaakt. Elke vorm van beschadiging van het oppervlak wordt voorkomen.

De producten die zodanig beschadigd zijn dat hun oorspronkelijke eigenschappen merkbaar kunnen gewijzigd zijn, worden geweigerd. De weigering wordt opgetekend.

7.2 Naspansysteem

Het naspansysteem dient te beschikken over een Europese technische goedkeuring in overeenstemming met de richtlijn ETAG 013.

Het naspansysteem moet vooraf aanvaard worden door de bouwheer.

De dunwandige stalen omhullingsbuizen voldoen aan de eisen van de NBN EN 523. Kabelkokers in een ander materiaal dan staal beantwoorden aan de aanbevelingen van ETAG 013.

De kabelkokers bieden geen doeltreffende beschutting voor de kabels, vooraleer deze in de bekisting geplaatst zijn. Tot aan de injectie van de omhullingsbuizen moeten de kabels voldoende beschermd zijn om bevuiling te voorkomen.

De verankeringscomponenten en toebehoren moeten in de Europese technische goedkeuring gespecificeerd zijn.

Alle onderdelen van het naspansysteem moeten voldoende beschermd worden tijdens de opslag. Elementen die corrosie vertonen waardoor hun prestaties beïnvloed kunnen worden, moeten vervangen worden.

7.3 Mechanische verbindingen van passieve wapeningen

7.3.1 Algemeen

Het betreft hier de verbindingen om de continuïteit van onderbroken staven te herstellen.

De verbindingselementen worden voorgesteld door de fabrikant en onderworpen aan de goedkeuring van de bouwheer.

De leverancier van de verbindingselementen test elk voorgesteld verbindingstype één keer met positief resultaat aan de hand van de proeven omschreven in §7.3.2.

7.3.2 Keuringsproeven

Elke proef omvat een trekproef op de verbinding, bestaande uit het verbindingselement inclusief de twee geassembleerde staven. De uitvoering van de trekproef is conform ISO 15835-2.

Volgende karakteristieken worden getest:

- Sterkte. De treksterkte van de mechanische verbindingen is minstens gelijk aan de waarde R_m van de toegepaste betonstaalkwaliteit, volgens PTV 302 of PTV 303.
 - Het resultaat is bevredigend indien de breuk zich voordoet buiten de lengte van de verbinding L_{ec} . Dit is de lengte van het verbindingselement plus twee maal de nominale diameter van de wapening aan beide zijden van het verbindingselement.
 - Indien de breuk zich voordoet in de lengte van de verbinding L_{ec} kan het resultaat als bevredigend worden aanzien indien de voorgeschreven waarden van PTV 302 of PTV 303 (R_m , R'_m/R'_e en A_{gt}) voor het toegepaste betonstaal worden gerespecteerd.
- Vervorming. De minimale gemeten waarde van A_{gt} , over een basis van minimum 100 mm, op het betonstaal en buiten de lengte van de verbinding L_{ec} , mag niet kleiner zijn dan de voorgeschreven waarden van PTV 302 of PTV 303 voor het toegepaste betonstaal.
- Slip bij statische belasting. De blijvende vervorming wordt bepaald bij terugkeer naar een nullast na drie trekbelastingscycli. De trekspanning is gelijk aan $0,6.R_e$. De blijvende vervorming is de mediaan van de drie individuele waarden. Deze mag niet groter zijn dan 0,1 mm. Geen enkele waarde mag groter zijn dan 0,2 mm.

Eventuele bijkomende eisen met betrekking tot vermoeiing houden rekening met de specificaties van de beschikbare verbindingselementen op de markt.

7.4 Lassen van passieve wapening

7.4.1 Algemeen

Onder lassen in deze paragraaf wordt verstaan het kruisgewijs puntlassen van wapeningsstaven ter vervanging van een verbinding met binddraad of clipsen, ook hechtlassen of kruislassen genoemd.

Er mag in geen geval rekening gehouden worden met de weerstand van de hechtlassen om de verankeringslengte te wijzigen. Het kruisgewijs puntlassen mag enkel mits akkoord van de bouwheer.

De gelaste wapening beantwoordt aan de technische specificaties van de PTV 306.

Het lassen gebeurt bij voorkeur onder BENOR- of gelijkwaardige certificatie. Dit kan zowel onder certificaat van de fabrikant van de brugliggers als van een buig- en vlechtcentrale in de sector van de staalproducten. De gelijkwaardigheid dient aangetoond te worden volgens de voorschriften van het bestek.

7.4.2 Uitvoeringsmodaliteiten lasverbindingen

Een stomplas of overlappingslas mag slechts uitzonderlijk overwogen worden. Dit dient het voorwerp uit te maken van een bijzondere overeenkomst tussen de fabrikant en de bouwheer.

De lasverbinding omschreven in §4.7.3 is een constructielas. Deze lasverbinding mag enkel uitgevoerd worden door een lasser met een EN ISO 9606-1-kwalificatiecertificaat.

De verbindingen worden verwezenlijkt door manueel vlambooglassen, half-automatisch lassen onder beschermend gas of door automatisch weerstandslassen. In geval van manueel lassen is het gebruik van basische elektroden verplicht voor wapeningen van het type BE 500 S.

De laswerkzaamheden worden uitgevoerd op een tegen regen, wind en tocht beschutte plaats, bij een omgevingstemperatuur van minstens 5°C.

Het betonstaal moet op de plaats van de aan te brengen lassen droog en zuiver zijn.

De lasdraden zijn zuiver en vrij van roest, aanslag, vet en vocht.

Alle las- en slijpwerken in de nabijheid van de voorspanwapening zijn verboden.

Tijdens de uitvoering van lasverbindingen moet de fabrikant de lasparameters volgen, die opgenomen zijn in de goedkeuringsaanvraag, met inachtneming van de toegelaten afwijkingen.

De lasinstallatie bevindt zich in goede staat. De fabrikant dient één maal per week per machine de instellingen te controleren.

7.4.3 Lasdossier

Indien het lassen niet gebeurt onder BENOR- of gelijkwaardige certificatie, dient de fabrikant een lasdossier op te maken en ter goedkeuring voor te leggen aan de bouwheer. Indien het lassen wel gebeurt onder BENOR- of gelijkwaardige certificatie, maakt dit dossier reeds deel uit van het technisch dossier voor de certificatie.

Het lasdossier identificeert de volgende lasparameters:

- met betrekking tot de lasmethode:
 - de naam, lassercategorie en het volgnummer van de lasser(s) bij halfautomatisch lassen onder beschermend gas of manueel vlambooglassen. Lassercategorie 1 is beperkt tot diameter 8 mm en groter en lassercategorie 2 is vanaf diameter 5 mm;
 - het type, merk, model, volgnummer en de instellingen van de lasmachine(s) bij automatisch weerstandslassen;
- met betrekking tot de lasproducten:
 - de draad (type, merk en diameter) en het gas bij halfautomatisch lassen onder beschermend gas;
 - de elektrode (type, merk en diameter) bij manueel vlambooglassen;
- met betrekking tot de lasverbinding:
 - de staalsoort, diameter en producent van het betonstaal.

Het lasdossier wordt in voorkomend geval aangevuld met de beschrijving van de trekbank en de meetuitrusting voor het uitvoeren van de trekproef.



7.4.4 Proeven gelast betonstaal

Indien het lassen van het betonstaal niet onder BENOR- of gelijkwaardig certificaat gebeurt, dient de fabrikant trekproeven volgens §7.4.4.1 uit te voeren en voor te leggen aan de bouwheer.

De bouwheer mag op eigen kosten een controleorganisme belasten met het uitvoeren van controleproeven. De monsterneming gebeurt in dat geval door het controleorganisme, die ook het lassen van de proefstukken bijwoont. De beproeving gebeurt in een extern geaccrediteerd laboratorium in samenspraak met de bouwheer.

Na goedkeuring van de aanvaardingsproeven blijven ze 6 maanden geldig, op voorwaarde dat de fabrikant zijn productie zelf controleert op basis van het uitvoeren van buigproeven (zie §7.4.4.2) en visueel nazicht (zie §7.4.4.3).

De lasproducten gebruikt voor het vervaardigen van de gelaste proefstukken zijn van dezelfde kwaliteit en hebben dezelfde diameter als deze die weerhouden werden voor de werken.

Het staal voor de proefstukken wordt uit de opgeslagen leveringen gekozen.

7.4.4.1 Trekproef

Tabel 4 geeft een overzicht van de uit te voeren monsternemingen en van de proefreeksen.

Tabel 4 – Monsternemingen en proefreeksen - trekproef

Gelast staal door lasser			
Aantal monsters	1/lasser		
Samenstelling per monster		Lassercategorie 1 ¹	Lassercategorie 2 ¹
	Reeks 1	3 ($\emptyset_{\text{MIN}}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	3 ($\emptyset_{\text{MIN}+1}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$
	Reeks 2	3 ($\emptyset_{\text{MIN}+1}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	3 ($\emptyset_{\text{MIN}+2}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$
	Reeks 3	3 ($\emptyset_{\text{max}}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	3 ($\emptyset_{\text{max}}$ op $\emptyset_{\text{MIN}+1}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN}+1,r}$

¹ Lassercategorie 1: $\emptyset_{\text{MIN}} \leq 8$ mm, Lassercategorie 2: $5 \text{ mm} \leq \emptyset_{\text{MIN}} < 8$ mm

Gelast staal door lasmachines			
Aantal monsters	1/machine		
Samenstelling per monster	Reeks 1	3 ($\emptyset_{\text{MIN}}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	
	Reeks 2	3 ($\emptyset_{\text{MIN}+1}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	
	Reeks 3	3 ($\emptyset_{\text{max}}$ op $\emptyset_{\text{MIN}}$) + 1 $\emptyset_{\text{MIN},r}$	
	Reeks 4	3 ($\emptyset_{\text{MAX}}$ op $\emptyset_{\text{min}}$) + 1 $\emptyset_{\text{min},r}$	

Symbolen:

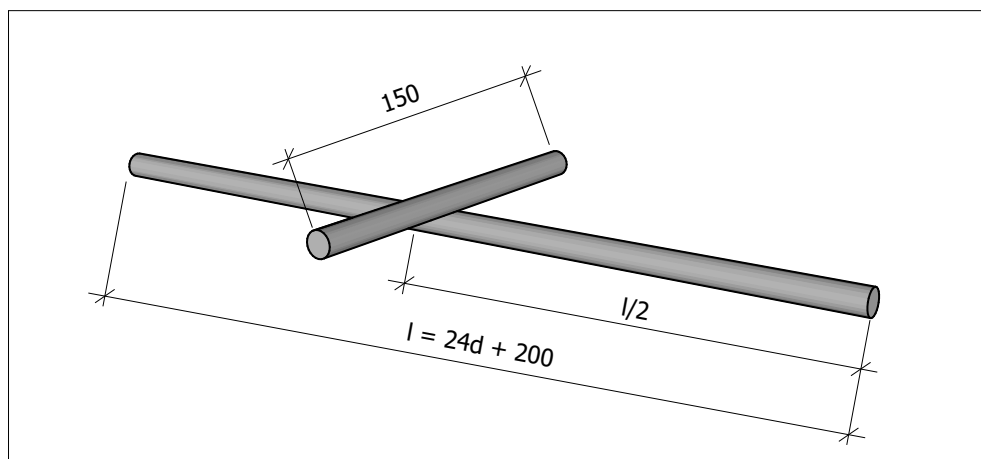
- $\emptyset_{\text{MIN}}$ en $\emptyset_{\text{MAX}}$: kleinste en grootste diameter die gelast wordt
- $\emptyset_{\text{MIN},r}$ en $\emptyset_{\text{MAX},r}$: kleinste en grootste diameter niet-gelast referentieproefstuk
- $\emptyset_{\text{MIN}+1}$ en $\emptyset_{\text{MIN}+2}$: op één, respectievelijk op twee na, kleinste diameter die gelast wordt
- $\emptyset_{\text{min}}$ en $\emptyset_{\text{min},r}$: kleinste diameter die op de andere diameter van de verbinding gelast wordt en overeenstemmende diameter niet-gelast referentieproefstuk
- $\emptyset_{\text{max}}$: grootste diameter die op de andere diameter van de verbinding gelast wordt

Het referentieproefstuk van een reeks wordt enkel beproefd indien noodzakelijk voor de beoordeling van de keuringsresultaten van de gelaste proefstukken van die reeks.

De trekproeven worden uitgevoerd overeenkomstig de NBN EN ISO 15630-1.

De lengte van de proefstukken bedraagt $24d + 200$ mm met een minimum van 500 mm, waarbij 'd' de nominale diameter van de langswapening is in mm. De langswapening is de wapening die aan de trekproef wordt onderworpen. De maatkenmerken van een proefstuk zijn aangegeven in afbeelding 28, waarbij de dwarswapening loodrecht op de langswapening wordt gelast. De langswapening is altijd de staaf met de kleinste diameter.

Afbeelding 28 – Proefstuk
voor trekproef (afmetingen
in mm)



Tijdens de beproeving worden volgende waarden geregistreerd/bepaald: de elasticiteitsgrens R'_e , treksterkte R'_m , verhouding R'_m/R'_e , totale rek bij maximale belasting A_{gt} en de afstand van het breukvlak ten opzichte van de dichtstbijzijnde rand van de las.

De mechanische kenmerken van een proefreeks voldoen:

- indien de resultaten van elke individuele trekproef voldoen aan de waarden van R_e , R_m , R'_m/R'_e en A_{gt} , gespecificeerd in NBN A 24-302, NBN A24-303, PTV 302 en PTV 303;
- indien de breuk zich niet heeft voorgedaan in de door de las beïnvloede zone (tweemaal de diameter van de andere staaf langs beide zijden van de las);
- indien de breuk zich heeft voorgedaan in de door de las beïnvloede zone en de resultaten van 1 of meer individuele trekproeven niet voldoen aan a), maar aan:
 - gemiddelde waarde $A_{gt} \geq 90\% A_{gt}$, referentieproefstuk en
 - gemiddelde waarde $R'_e \geq 90\% R'_e$, referentieproefstuk en
 - gemiddelde waarde $R'_m \geq 95\% R'_m$, referentieproefstuk.

De beoordeling onder c) vereist een positieve beproeving van het referentieproefstuk.

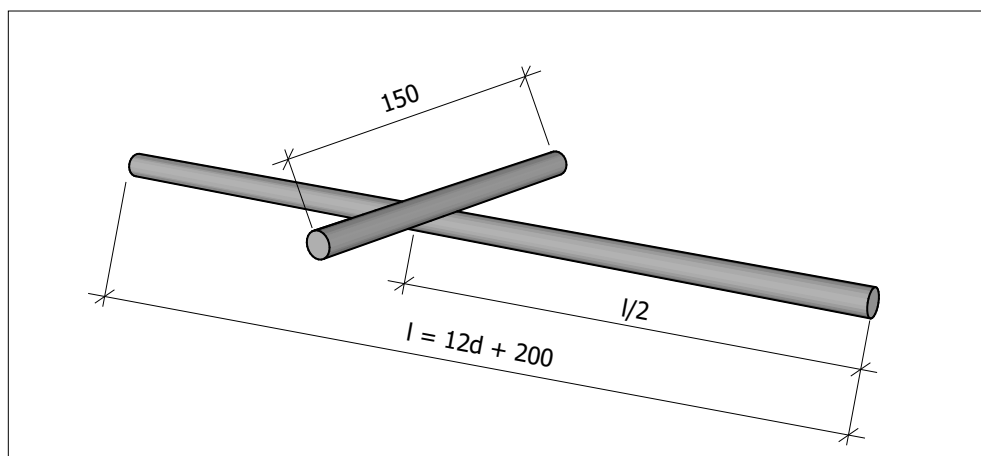
In het geval c) voldoet de proefreeks slechts op voorwaarde dat de fabrikant maatregelen neemt om de kwaliteit te verhogen teneinde bij een volgende keuring te voldoen aan de criteria van a).

7.4.4.2 Buigproef

Dagelijks dient er één proefstuk per lasser getest te worden. De resultaten worden gedocumenteerd.

De maatkenmerken van het proefstuk zijn aangegeven in afbeelding 29. De nominale diameter 'd' van de langswapening en de nominale diameter van de dwarswapening is 8 mm.

Afbeelding 29 – Proefstuk
buigproef (afmetingen
in mm)



De buigproeven dienen te gebeuren overeenkomstig de NBN EN ISO 15630-2. De diameter van de ploodoorn moet 20 mm zijn. De langswapening wordt ter plaatse van de las geplooid over 180°.

De proef is geslaagd indien er geen zichtbare scheurvorming ontstaat in de las of in de onmiddellijke nabijheid ervan.

Bij vaststelling van een niet-conformiteit dient men over te gaan tot een hercontrole. Indien de hercontrole ook niet-conform blijkt te zijn, wordt het betonneren van de reeds bewerkte wapeningen (na de laatste conforme controle) stopgezet. De fabrikant voert een onderzoek naar de oorzaak en documenteert de resultaten. Verder neemt hij een monster uit de bewerkte wapeningen en voert een trekproef uit teneinde na te gaan of de verbindingen overeenstemmen met de voorschriften. De monsterneming geschiedt zodanig dat de bewerkte wapening zonder moeite hersteld kan worden met bijlegwapeningen die de verwijderde wapeningen overlappen. Deze overlappingsen moeten beantwoorden aan de NBN EN 1992-2 + ANB.

7.4.4.3 Visueel nazicht

Het uiterlijk van de lasknopen wordt dagelijks gecontroleerd op één las per lasmethode. Er mogen geen inbrandingen zichtbaar zijn en de geometrie moet aanvaardbaar zijn.

De resultaten van de visuele nazichten worden gedocumenteerd.



7.5 Beton

Het beton wordt onderworpen aan een permanente statistische controle van de druksterkte op 28 dagen, conform de NBN EN 206-1 en NBN B 15-001, of een procedure hiermee gelijkwaardig. De controle gebeurt per betonsamenstelling. De monsterneming wordt uitgevoerd overeenkomstig NBN EN 12350-1. Het aanmaken en bewaren van de kubussen gebeurt volgens NBN EN 12390-2. Het drukken ervan volgens de NBN EN 12390-3.

Per 150 m³ verwerkte betonspecie van dezelfde betonsamenstelling wordt 1 monsterneming verricht, met dien verstande dat er tenminste 1 en ten hoogste 3 monsternemingen per productiedag worden verricht. Per monsterneming worden 1 of 2 controlekubussen vervaardigd, desgevallend aangevuld met 1 of meerdere reservekubussen volgens de keuze van de fabrikant. De druksterkte van een monster is het resultaat van 1 kubus of het gemiddelde van de resultaten van 2 kubussen van dit monster. Per productiedag worden de monsternemingen zorgvuldig over de volledige productie gespreid.

De controle van de druksterkte op het moment van voorspanning gebeurt aan de hand van bouwplaatskubussen of een andere, goed onderbouwde, methode. De bouwplaatskubussen hebben een zijde van 150 mm en worden bewaard in dezelfde omstandigheden als de liggers. Het aanmaken van de kubussen gebeurt volgens NBN EN 12390-2, het drukken ervan volgens NBN EN 12390-3. De evaluatie is op basis van individuele waarden. De controle gebeurt bij elke productie van een ligger.

De wateropslorping door onderdompeling wordt bepaald volgens NBN B 15-215. Per productieweek wordt er één monstername per betonsamenstelling uitgevoerd, gespreid over de productie, met een minimum van 3 voor het hele project. Verschillende projecten met identieke betonsamenstellingen en verdichtingswijzen mogen gecombineerd worden. Een monstername bestaat uit 3 kubussen. Het gebruik van kubussen van 150 x 150 x 150 mm is toegestaan. In dat geval worden de voorgeschreven waarden verminderd met 0,3%. Elke reeks van 3 resultaten (één monstername) dient aan de gestelde eisen te voldoen.



8 Fabricage: uitrusting, uitvoering en controles

8.1 Voorspanwapeningen verankerd op kleef

8.1.1 Spanuitrusting

Iedere spanuitrusting bestaat uit een pomp, een vijzel, een basismanometer, desgevallend een reservemanometer, een controledynamometer en verbindingen- en veiligheidsuitrustingen.

De onderdelen van een spanuitrusting vormen een ondeelbaar geheel en worden als dusdanig geïdentificeerd in de fabrieksdocumentatie.

De nauwkeurigheid van de spanuitrusting is zodanig dat, rekening houdend met alle andere elementen van onnauwkeurigheid bij de voorspanoperatie, de effectief toegepaste spankracht in de individuele voorspaneenheden niet meer dan 5% afwijkt van de theoretische spankracht (klasse 1 conform NBN EN 13369:2013).

De kalibratie van de spanuitrusting gebeurt bij installatie, na regeling, aanpassing of herstelling en minstens 2 keer per jaar. De kalibratie moet worden uitgevoerd in werkelijke gebruiksomstandigheden aan de hand van een gekalibreerde controledynamometer. De vijzel dient zich in actieve toestand te bevinden en de spankracht moet uitgeoefend worden op een wapening die identiek is aan de effectief in de fabriek gebruikte wapening. Bovendien moet de wapening voldoende lang zijn om een verplaatsing van minstens 10 mm van de kop van de vijzel toe te laten. Deze verplaatsing is afhankelijk van de gebruikte lengte van de strengen en de toegepaste voorspankracht en wordt gemeten tussen 10% en 100% van de maximumkracht.

Door lineaire regressie wordt in 10 stappen een kalibratiediagram opgesteld voor krachten tussen 10% en 100% van de maximale kracht. Er worden drie belastingen uitgevoerd zodat elk punt in drievoud gemeten wordt. Indien tijdens de spanverrichtingen krachtverminderingen voorzien zijn, wordt er een afzonderlijke kalibratie met actieve vijzel en afnemende kracht uitgevoerd.

De individuele meetwaarden bekomen tijdens de drie belastingen wijken niet meer dan 2% af van de waarde bekomen door afleiding uit het kalibratiediagram.

De kalibratie van de basismanometer, reservemanometer en controledynamometer moet om de twaalf maanden worden uitgevoerd. De toegestane afwijking bedraagt 1%.

De kalibraties worden uitgevoerd door een instelling die volgens de geldende normen hiervoor geaccrediteerd is.

De fabrikant bewaart de kalibratieverslagen en legt ze op ieder verzoek voor.

8.1.2 Spanoperatie

Het aanspannen van de wapening geschiedt verplicht in 2 fasen:

- individueel aanspannen van iedere wapening tot een kracht tussen 20 en 30% van de voorziene kracht. Na deze fase moet iedere wapening zich op haar definitieve plaats bevinden. Zij mag geen parasitaire afwijking door de andere niet-aangespannen of passieve wapening ondergaan;
- de voorspanning wordt in een tweede fase individueel of in groep verdergezet tot de voorziene spankracht.

In iedere fase wordt er rekening gehouden met het krachtverlies door de blokkering van de verankeringsvoorziening (indringing van de spieën). Er kan bijgevolg voor een lichte overspanning worden gezorgd, zodat deze verliezen worden gecompenseerd en na blokkeren de voorziene kracht wordt bekomen. Een andere mogelijkheid is het in rekening brengen van dit verlies bij de berekening van de voorspanverliezen.

8.1.3 Nazicht van de effectieve voorspankracht

De controle van het aanspannen laat toe de abnormale werking van de spanuitrusting, het niet-naleven van de werkvoorschriften of een abnormale wrijving van één of meer wapeningen op de prefabricagebank vast te stellen.

Het nazicht van de effectieve voorspankracht gebeurt na verankering voor de individuele voorspaneenheden. Het nazicht gebeurt door het meten van de verlenging van de voorspaneenheden en eventueel door het meten van de voorspankracht aan de hand van de controledynamometer.

De meting van de verlenging A_i wordt als volgt uitgevoerd:

- na toepassing van de voorziene kracht voor de eerste fase wordt er een merkpunt op de wapening aangebracht en wordt de positie ervan ten opzichte van de prefabricagebank gemerkt;
- na toepassing van de totale kracht wordt de positie van het merkpunt opnieuw opgenomen;
- het verschil geeft de waarde van de verlenging aan die overeenstemt met de krachttoename tussen beide fasen.

Deze gemeten waarde wordt met de theoretische waarde van de verlenging A_t vergeleken. Deze laatste wordt berekend op basis van de gemiddelde elasticiteitsmodulus van de wapeningen, bepaald op basis van aanduidingen vermeld op de spoelen (coils) die gebruikt kunnen worden, hun doorsnede en de nauwkeurige lengte.

Indien het aanspannen in de tweede fase op groepen van enkele wapeningen wordt toegepast, moeten de wapeningen van eenzelfde groep eenzelfde gemeten verlenging A_{gi} vertonen.

Het nazicht wordt door de fabrikant verricht vooraleer de fabricage-operaties worden verdergezet. Indien aan de opgelegde voorwaarden niet voldaan is, zoekt de fabrikant naar de oorzaak en werkt hij een geschikte oplossing uit.

8.1.3.1 Individueel aanspannen wapeningen

Voor ieder geheel van identieke wapeningen wordt volgens één van onderstaande methodes tewerk gegaan:

METHODE 1:

- de verlengingen A_i van iedere wapening wordt gemeten;
- het aanspannen voldoet indien voor iedere wapening aan volgende voorwaarde wordt voldaan:
 - $0,950 A_t \leq A_i \leq 1,050 A_t$, met A_t de theoretische verlenging.

METHODE 2:

- de verlengingen A_i worden op drie wapeningen gemeten. De wapeningen worden respectievelijk bij het begin, halfweg en op het einde van de spanverrichting gekozen;
- onmiddellijk na het aanspannen wordt de voorspankracht P_i gemeten op minstens twee wapeningen.
- het aanspannen voldoet indien voor iedere wapening aan volgende voorwaarden wordt voldaan:
 - verlengingen: $0,950 A_t \leq A_i \leq 1,050 A_t$, met A_t de theoretische verlenging;
 - krachten: $0,950 P \leq P_i \leq 1,050 P$, met P de theoretische voorspankracht.

8.1.3.2 Gelijktijdig aanspannen meerdere wapeningen

In dit geval is het gebruik van twee vizels verplicht:

- een eerste voor het individueel aanspannen van de strengen (eerste fase);
- een tweede voor het aanspannen van de strengen in groepen (tweede fase).

Voor ieder geheel van identieke wapeningen wordt volgens één van onderstaande methodes tewerk gegaan:

METHODE 1:

- de verlenging A_{gi} van iedere groep wordt gemeten;
- het aanspannen voldoet indien voor iedere groep aan volgende voorwaarde wordt voldaan:
 - $0,950 A_t \leq A_{gi} \leq 1,050 A_t$, met A_t de theoretische verlenging.

METHODE 2:

- het meten van de verlengingen A_{gi} wordt tot drie groepen beperkt. Deze metingen worden bij het begin, tijdens en bij het einde van de spanverrichtingen uitgevoerd;
- onmiddellijk na het aanspannen wordt de voorspankracht P_i gemeten op minstens twee wapeningen die tot twee verschillende groepen behoren;
- het aanspannen voldoet indien voor iedere groep aan volgende voorwaarden wordt voldaan:
 - verlengingen: $0,950 A_t \leq A_{gi} \leq 1,050 A_t$, met A_t de theoretische verlenging;
 - krachten: $0,950 P \leq P_i \leq 1,050 P$, met P de theoretische voorspankracht.

8.1.4 Opmerkingen aanspannen

Om de spreiding van de metingen van de verlengingen en/of van de toegepaste krachten te beperken, is het niet aanbevolen op eenzelfde fabricagebank strengen van dezelfde diameters van verschillende leveranciers aan te brengen.

Indien de voorspankracht op een wapening tussen de verschillende vakken van de bekisting kan schommelen ingevolge het verticaal opbuigen van de wapening, moet een speciaal spanprogramma worden uitgewerkt. De voorspankracht in de wapening moet in de verschillende vakken gelijk zijn aan de opgelegde kracht, rekening houdend met de toleranties.

8.1.5 Voorspannen beton

De voorspanning wordt slechts aangebracht wanneer het beton de vereiste sterkte bereikt heeft (zie §3.2.1).

Het voorspannen moet gradueel en zonder schokken verlopen, zodat de aanhechting tussen de strengen en het beton in de eindblokken van de liggers niet verbroken wordt. De slip van de strengen dient conform NBN EN 15050 niet gecontroleerd te worden.

De toegepaste werkwijze mag geen overdreven toename van de spanning in de nog niet geloste voorspanwapening veroorzaken.

8.1.6 Bescherming uiteinden strengen

Teneinde corrosie van de uiteinden van de strengen te vermijden, evenals de vorming van roestvlekken op het beton, worden de uiteinden van de strengen beschermd door een cementgebonden coating of een coating op basis van epoxy-gemodificeerd cement, conform de NBN EN 1504-7. De bescherm laag bedekt minstens een concentrische cirkel rond de streng, waarvan de straal 35 mm groter is dan de nominale straal van de streng.

De bescherming kan ook gebeuren door een BENOR- of gelijkwaardig gecertificeerde krimparme hydraulische of polymeergemodificeerde hydraulische herstelmortel van klasse R3 conform de NBN EN 1504-3 en PTV 563. De gelijkwaardigheid dient aangetoond te worden volgens de voorschriften van het bestek. De minimum laagdikte bedraagt 20 mm.

Nog een andere oplossing bestaat erin om in de bekisting voorzieningen aan te brengen waardoor de voorspanstrengen dieper in de ligger kunnen doorgebrand worden. De ontstane ruimte dient naderhand opgevuld te worden met een herstelmortel zoals hierboven omschreven, om te voldoen aan de minimale betondekking met betrekking tot duurzaamheid.

De keuze van beschermingswijze dient in elk afzonderlijk geval in overleg met de opdrachtgever te gebeuren.

8.2 Passieve wapening

De voorschriften betreffende het vlechten en het plaatsen van de wapeningen zijn vervat in NBN EN 13670 en NBN B 15-400.

Voor de ver uitstekende geplooid wachtstaven is het terugplooiën verboden, behalve voor de staven van kwaliteit BE 500 S, BE 500 TS, BE 500 ES en BE 500 RS (overeenkomstig met klasse B van NBN EN 1992-2 + ANB) met een diameter ≤ 12 mm. In dit geval moet de diameter van de buigdoorn groter of gelijk zijn aan 4 maal de diameter van de staaf, conform NBN EN 1992-2 + ANB, en moeten bovendien de nodige voorzorgsmaatregelen worden getroffen opdat het beton de ontplooiing tot een rechte staaf niet verhindert.

Het is aangewezen deze staven te vervangen door staven die in hulzen geschroefd worden die deel uitmaken van de ligger.

8.3 Naspanwapening

De voorschriften van NBN EN 13670 en NBN B 15-400 zijn van toepassing.

8.3.1 Aanbrengen kabelkokers en wapening

De volgende voorzorgen moeten worden genomen:

- de omhullingsbuizen en toebehoren moeten zodanig vastgemaakt worden dat ze kunnen weerstaan aan de krachten die ontstaan als gevolg van de plaatsing en verdichting van het beton;
- alle naden ter hoogte van omhullingsbuizen, verankeringen en koppelingen dienen waterdicht gemaakt te worden;
- tijdens het verwerken moet de voorspanwapening schoon blijven;
- bij het inbrengen van de voorspanwapening in de omhullingsbuizen moet deze daarbij zorgvuldig worden geleid om bevuilding met o.a. zand, stof, modder te voorkomen.

8.3.2 Aanspannen kabels

Het is aanbevolen om bij de eerste aanspanning één wrijvingsproef per kabelverloop, conform bijlage I van NBN B 15-400, uit te voeren om de aangenomen hypothesen te bevestigen.

De wrijvingsproeven kunnen alleen worden uitgevoerd op kabels voorzien van twee actieve verankeringen. Bij het ontwerp van de liggers dient men hiermee rekening te houden.

Om te kunnen oordelen over de opgemeten waarden moeten de nodige aanvullende gegevens door de fabrikant van de liggers vastgelegd worden in een bijzonder document.

De resultaten van de wrijvingsproeven laten toe de richtlijnen voor het aanspannen bij te sturen.

8.3.3 Injectie van kabelkokers

De kokers moeten minstens 48 uur vóór het transport van de liggers geïnjecteerd worden.

De injectiemortel voor het vullen van de omhullingsbuizen voldoet aan de NBN EN 447. Het gebruikte cement moet van het type CEM I zijn en minstens de eigenschap LA (Low Alkali) bezitten. Het injecteren zelf dient te gebeuren conform de NBN EN 446. De injectie mag niet worden uitgevoerd wanneer de temperatuur van de ligger in de buurt van de kokers lager is dan 5°C of hoger dan 35°C.

Het niet-corrosief vet of de niet-corrosieve was voor het vullen van de omhullingsbuizen en de verankeringsinrichtingen van de niet-hechtende wapeningen moet voldoen aan de eisen van ETAG 013.

De omhullingsbuizen moeten zo snel mogelijk na het aanspannen van de kabels geïnjecteerd worden. Tot aan de injectie moeten de kabels voldoende beschermd worden tegen corrosie en bevuling. Het aanbrengen van oplosbare oliën op de wapening of het met geschikte tussenpozen droge lucht door de omhullingsbuizen blazen zijn adequate beschermingsmiddelen tegen corrosie. Er moet nagegaan worden of het gebruik van oplosbare oliën geen nadelig effect heeft op de wapening, het te injecteren product of, in geval van hechtende naspanwapening, de hechting op de wapening.

De verankeringsinrichtingen moeten afgeschermd worden door eindkappen uit staal of kunststof.

8.4 Betonneren en ontkisten

Voor het storten, verdichten en nabehandelen van het beton wordt verwezen naar NBN EN 13369:2013.

Bijkomende richtlijnen in verband met het betonneren en het ontkisten worden gegeven in NBN EN 13670 en NBN B 15-400.

Zonder voorafgaande toestemming van de bouwheer is een stop langer dan 8 uur tussen twee opeenvolgende betonneerfasen niet toegestaan.

Het bovenzvlak van de ligger moet ruw gemaakt worden, conform de classificatie van §6.2.5 van NBN EN 1992-2 + ANB. Indien er voor de verwezenlijking van de brugdekplaat breedplaten worden gebruikt, moeten de randen van het bovenzvlak van de ligger over een breedte gelijk aan de opleglengte van de breedplaten effen gestreken worden.

De curing compound waarvan sprake in §5.3 mag de latere hechting met de tweede fase beton niet beïnvloeden.

8.5 Thermische behandeling beton

Thermische behandeling heeft tot doel het beton, in enkele uren tijd, een aanzienlijke deel van zijn eindsterkte te verlenen.

De behandeling moet het voorwerp uitmaken van een voorafgaandelijke afspraak tussen de fabrikant en de bouwheer. Om het even welk procedé kan gekozen worden, met uitzondering van de behandeling met warme lucht.

De temperatuur van het beton mag in geen enkel punt hoger zijn dan 65°C.



9 Manipulatie, opslag en vervoer

Bij het manipuleren, opslaan en vervoeren van de liggers worden de nodige maatregelen getroffen om te voorkomen dat de ligger aan overdreven vervormingen of belastingen blootgesteld wordt.

De liggers mogen enkel gehesen worden aan de voorziene hijspunten door middel van geschikte hijsvoorzieningen. De keuze van de hijsvoorziening dient in overleg met de bouwheer te gebeuren.

De liggers mogen tijdens de opslag enkel opgelegd worden op de voorziene oplegpunten. De opslagplaats moet hiervoor beschikken over een voldoende stabiele ondergrond. De steunbalken voor de opleggingen worden zo geplaatst dat wringing en horizontale vervorming vermeden worden.

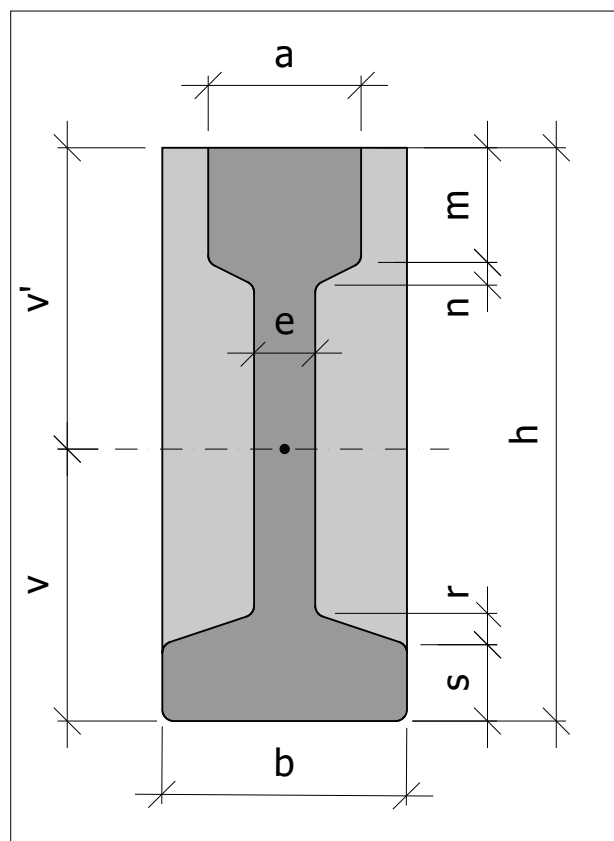
Men dient bovendien rekening te houden met de voorschriften in §8.3.3 met betrekking tot de beschermingsmaatregelen van de naspankabels en toebehoren.



BIJLAGE A

Geometrische kenmerken van de standaardprofielen

De vermelde kenmerken houden geen rekening met de aanwezigheid van passieve en actieve wapeningen (zie afbeelding 30).



G	Gewicht van de ligger per strekkende meter
A	Oppervlakte van de betondoorsnede
I	Traagheidsmoment om de horizontale as door het zwaartepunt
v	Afstand van het zwaartepunt tot de ondervezel
v'	Afstand van het zwaartepunt tot de bovenvezel
W_{onder}	Weerstandsmoment tegen buiging t.o.v. ondervezel
W_{boven}	Weerstandsmoment tegen buiging t.o.v. bovenvezel

Afbeelding 30 - Geometrische kenmerken

I - Profiel	h	b	e	a	m	n	r	s	G	A	I	v	v'	W _{onder}	W _{boven}
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN/m	mm ²	mm ⁴ x 10 ⁸	mm	mm	mm ³ x 10 ⁶	mm ³ x 10 ⁶
900/620	900	620	140	380	150	60	80	200	7,11	284400	254,81	371	529	68,62	48,20
900/640	900	640	160	400	150	60	80	200	7,56	302400	268,01	376	524	71,28	51,15
950/620	950	620	140	380	200	60	80	200	7,59	303400	309,45	406	544	76,22	56,88
950/640	950	640	160	400	200	60	80	200	8,06	322400	324,59	410	540	79,15	60,12
1000/620	1000	620	140	380	250	60	80	200	8,06	322400	367,38	440	560	83,58	65,55
1000/640	1000	640	160	400	250	60	80	200	8,56	342400	384,73	443	557	86,83	69,08
1050/620	1050	620	140	380	300	60	80	200	8,54	341400	428,92	472	578	90,85	74,22
1050/640	1050	640	160	400	300	60	80	200	9,06	362400	448,76	475	575	94,44	78,07
1100/620	1100	620	140	380	150	60	80	200	7,81	312400	437,30	455	645	96,04	67,83
1100/640	1100	640	160	400	150	60	80	200	8,36	334400	461,33	462	638	99,95	72,26
1150/620	1150	620	140	380	200	60	80	200	8,29	331400	517,66	494	656	104,85	78,88
1150/640	1150	640	160	400	200	60	80	200	8,86	354400	544,43	499	651	109,10	83,63
1200/620	1200	620	140	380	250	60	80	200	8,76	350400	601,10	531	669	113,27	89,81
1200/640	1200	640	160	400	250	60	80	200	9,36	374400	630,98	535	665	117,91	94,90
1250/620	1250	620	140	380	300	60	80	200	9,24	369400	688,03	566	684	121,48	100,65
1250/640	1250	640	160	400	300	60	80	200	9,86	394400	721,38	570	680	126,54	106,10
1300/620	1300	620	140	380	150	60	80	200	8,51	340400	680,93	542	758	125,64	89,83
1300/640	1300	640	160	400	150	60	80	200	9,16	366400	720,37	550	750	131,06	96,00
1350/620	1350	620	140	380	200	60	80	200	8,99	359400	791,31	583	767	135,64	103,22
1350/640	1350	640	160	400	200	60	80	200	9,66	386400	834,42	590	760	141,48	109,76
1400/620	1400	620	140	380	250	60	80	200	9,46	378400	904,44	623	777	145,15	116,42
1400/640	1400	640	160	400	250	60	80	200	10,16	406400	951,71	628	772	151,45	123,35
1450/620	1450	620	140	380	300	60	80	200	9,94	397400	1020,81	661	789	154,33	129,46
1450/640	1450	640	160	400	300	60	80	200	10,66	426400	1072,71	666	784	161,12	136,79
1500/620	1500	620	140	380	150	60	80	200	9,21	368400	991,61	631	869	157,24	114,06
1500/640	1500	640	160	400	150	60	80	200	9,96	398400	1051,81	640	860	164,44	122,25
1550/620	1550	620	140	380	200	60	80	200	9,69	387400	1136,17	675	875	168,45	129,78
1550/640	1550	640	160	400	200	60	80	200	10,46	418400	1201,14	682	868	176,13	138,37
1600/620	1600	620	140	380	250	60	80	200	10,16	406400	1283,08	717	883	179,05	145,24
1600/640	1600	640	160	400	250	60	80	200	10,96	438400	1353,41	723	877	187,27	154,27
1650/620	1650	620	140	380	300	60	80	200	10,64	425400	1432,90	757	893	189,24	160,49
1650/640	1650	640	160	400	300	60	80	200	11,46	458400	1509,18	762	888	198,04	169,96
1700/800	1700	800	140	480	150	80	120	210	12,02	480800	1731,59	687	1013	170,95	252,02
1700/820	1700	820	160	500	150	80	120	210	12,87	514800	1821,90	698	1002	181,80	261,08
1700/840	1700	840	180	520	150	80	120	210	13,72	548800	1911,17	707	993	192,52	270,22
1700/860	1700	860	200	540	150	80	120	210	14,57	582800	1999,58	716	984	203,12	279,43
1700/880	1700	880	220	560	150	80	120	210	15,42	616800	2087,27	723	977	213,64	288,70

I - Profiel	h mm	b mm	e mm	a mm	m mm	n mm	r mm	s mm	G kN/m	A mm ²	I mm ⁴ x 10 ⁸	v mm	v' mm	W _{onder} mm ³ x 10 ⁶	W _{boven} mm ³ x 10 ⁶
1750/800	1750	800	140	480	200	80	120	210	12,62	504800	1977,90	736	1014	195,14	268,58
1750/820	1750	820	160	500	200	80	120	210	13,50	539800	2073,51	745	1005	206,40	278,17
1750/840	1750	840	180	520	200	80	120	210	14,37	574800	2168,35	753	997	217,55	287,85
1750/860	1750	860	200	540	200	80	120	210	15,25	609800	2262,56	760	990	228,61	297,59
1750/880	1750	880	220	560	200	80	120	210	16,12	644800	2356,24	767	983	239,58	307,40
1800/800	1800	800	140	480	250	80	120	210	13,22	528800	2225,07	784	1016	218,91	283,97
1800/820	1800	820	160	500	250	80	120	210	14,12	564800	2326,84	791	1009	230,60	294,17
1800/840	1800	840	180	520	250	80	120	210	15,02	600800	2428,07	798	1002	242,20	304,46
1800/860	1800	860	200	540	250	80	120	210	15,92	636800	2528,83	803	997	253,72	314,80
1800/880	1800	880	220	560	250	80	120	210	16,82	672800	2629,22	808	992	265,17	325,21
1850/800	1850	800	140	480	300	80	120	210	13,82	552800	2474,13	829	1021	242,27	298,53
1850/820	1850	820	160	500	300	80	120	210	14,75	589800	2582,87	835	1015	254,42	309,40
1850/840	1850	840	180	520	300	80	120	210	15,67	626800	2691,22	840	1010	266,49	320,33
1850/860	1850	860	200	540	300	80	120	210	16,60	663800	2799,27	845	1005	278,50	331,33
1850/880	1850	880	220	560	300	80	120	210	17,52	700800	2907,05	849	1001	290,44	342,37
1900/800	1900	800	140	480	150	80	120	210	12,72	508800	2303,81	774	1126	204,55	297,76
1900/820	1900	820	160	500	150	80	120	210	13,67	546800	2429,12	786	1114	218,05	309,06
1900/840	1900	840	180	520	150	80	120	210	14,62	584800	2552,99	797	1103	231,38	320,48
1900/860	1900	860	200	540	150	80	120	210	15,57	622800	2675,70	806	1094	244,58	331,98
1900/880	1900	880	220	560	150	80	120	210	16,52	660800	2797,45	814	1086	257,65	343,56
1950/800	1950	800	140	480	200	80	120	210	13,32	532800	2607,64	826	1124	231,91	315,86
1950/820	1950	820	160	500	200	80	120	210	14,30	571800	2739,34	836	1114	245,85	327,76
1950/840	1950	840	180	520	200	80	120	210	15,27	610800	2870,00	845	1105	259,65	339,78
1950/860	1950	860	200	540	200	80	120	210	16,25	649800	2999,81	852	1098	273,33	351,89
1950/880	1950	880	220	560	200	80	120	210	17,22	688800	3128,91	859	1091	286,90	364,07
2000/800	2000	800	140	480	250	80	120	210	13,92	556800	2911,11	875	1125	258,79	332,65
2000/820	2000	820	160	500	250	80	120	210	14,92	596800	3050,26	883	1117	273,20	345,25
2000/840	2000	840	180	520	250	80	120	210	15,92	636800	3188,68	891	1109	287,48	357,95
2000/860	2000	860	200	540	250	80	120	210	16,92	676800	3326,50	897	1103	301,66	370,74
2000/880	2000	880	220	560	250	80	120	210	17,92	716800	3463,82	903	1097	315,75	383,59
2050/800	2050	800	140	480	300	80	120	210	14,52	580800	3215,38	923	1127	285,21	348,50
2050/820	2050	820	160	500	300	80	120	210	15,55	621800	3362,98	929	1121	300,10	361,85
2050/840	2050	840	180	520	300	80	120	210	16,57	662800	3510,08	935	1115	314,89	375,29
2050/860	2050	860	200	540	300	80	120	210	17,60	703800	3656,77	941	1109	329,59	388,80
2050/880	2050	880	220	560	300	80	120	210	18,62	744800	3803,12	945	1105	344,23	402,37

Omgekeerd T-Profiel	h mm	b mm	e mm	a mm	m mm	n mm	r mm	s mm	G kN/m	A mm ²	I mm ⁴ x 10 ⁸	v mm	v' mm	W _{onder} mm ³ x 10 ⁶	W _{boven} mm ³ x 10 ⁶
500/620	500	620	140	140	0	0	80	200	4,63	185200	27,62	170	330	16,26	8,36
500/640	500	640	160	160	0	0	80	200	4,88	195200	30,31	174	326	17,43	9,30
550/620	550	620	140	140	0	0	80	200	4,81	192200	36,14	183	367	19,77	9,84
550/640	550	640	160	160	0	0	80	200	5,08	203200	39,80	188	362	21,20	10,99
600/620	600	620	140	140	0	0	80	200	4,98	199200	46,55	197	403	23,68	11,54
600/640	600	640	160	160	0	0	80	200	5,28	211200	51,36	202	398	25,37	12,92
650/620	650	620	140	140	0	0	80	200	5,16	206200	58,98	211	439	27,94	13,44
650/640	650	640	160	160	0	0	80	200	5,48	219200	65,14	218	432	29,90	15,07
700/620	700	620	140	140	0	0	80	200	5,33	213200	73,56	226	474	32,50	15,53
700/640	700	640	160	160	0	0	80	200	5,68	227200	81,29	234	466	34,75	17,44
750/620	750	620	140	140	0	0	80	200	5,51	220200	90,43	242	508	37,34	17,81
750/640	750	640	160	160	0	0	80	200	5,88	235200	99,94	251	499	39,87	20,01
800/620	800	620	140	140	0	0	80	200	5,68	227200	109,70	259	541	42,42	20,26
800/640	800	640	160	160	0	0	80	200	6,08	243200	121,23	268	532	45,25	22,78
850/620	850	620	140	140	0	0	80	200	5,86	234200	131,50	276	574	47,73	22,89
850/640	850	640	160	160	0	0	80	200	6,28	251200	145,28	286	564	50,86	25,74
900/620	900	620	140	140	0	0	80	200	6,03	241200	155,95	293	607	53,24	25,69
900/640	900	640	160	160	0	0	80	200	6,48	259200	172,23	304	596	56,69	28,89
950/620	950	620	140	140	0	0	80	200	6,21	248200	183,14	311	639	58,94	28,65
950/640	950	640	160	160	0	0	80	200	6,68	267200	202,19	322	628	62,71	32,22
1000/620	1000	620	140	140	0	0	80	200	6,38	255200	213,19	329	671	64,81	31,77
1000/640	1000	640	160	160	0	0	80	200	6,88	275200	235,28	341	659	68,92	35,72
1050/620	1050	620	140	140	0	0	80	200	6,56	262200	246,21	348	702	70,84	35,05
1050/640	1050	640	160	160	0	0	80	200	7,08	283200	271,63	361	689	75,31	39,41
1100/620	1100	620	140	140	0	0	80	200	6,73	269200	282,31	366	734	77,04	38,49
1100/640	1100	640	160	160	0	0	80	200	7,28	291200	311,34	380	720	81,86	43,26
1150/620	1150	620	140	140	0	0	80	200	6,91	276200	321,58	386	764	83,38	42,07
1150/640	1150	640	160	160	0	0	80	200	7,48	299200	354,54	400	750	88,58	47,29
1200/620	1200	620	140	140	0	0	80	200	7,08	283200	364,13	405	795	89,86	45,81
1200/640	1200	640	160	160	0	0	80	200	7,68	307200	401,32	420	780	95,46	51,48
1250/620	1250	620	140	140	0	0	80	200	7,26	290200	410,05	425	825	96,49	49,70
1250/640	1250	640	160	160	0	0	80	200	7,88	315200	451,81	441	809	102,49	55,84
1300/620	1300	620	140	140	0	0	80	200	7,43	297200	459,45	445	855	103,25	53,74
1300/640	1300	640	160	160	0	0	80	200	8,08	323200	506,12	461	839	109,67	60,36
1350/620	1350	620	140	140	0	0	80	200	7,61	304200	512,43	465	885	110,14	57,92
1350/640	1350	640	160	160	0	0	80	200	8,28	331200	564,35	482	868	117,00	65,04
1400/620	1400	620	140	140	0	0	80	200	7,78	311200	569,08	486	914	117,16	62,24

Omgekeerd T- Profiel	h mm	b mm	e mm	a mm	m mm	n mm	r mm	s mm	G kN/m	A mm ²	I mm ⁴ x 10 ⁸	v mm	v' mm	W _{onder} mm ³ x 10 ⁶	W _{boven} mm ³ x 10 ⁶
1400/640	1400	640	160	160	0	0	80	200	8,48	339200	626,61	503	897	124,48	69,89
1450/620	1450	620	140	140	0	0	80	200	7,96	318200	629,49	506	944	124,31	66,71
1450/640	1450	640	160	160	0	0	80	200	8,68	347200	693,01	525	925	132,09	74,89
1500/620	1500	620	140	140	0	0	80	200	8,13	325200	693,77	527	973	131,59	71,32
1500/640	1500	640	160	160	0	0	80	200	8,88	355200	763,65	546	954	139,85	80,05
1550/620	1550	620	140	140	0	0	80	200	8,31	332200	762,00	548	1002	138,99	76,07
1550/640	1550	640	160	160	0	0	80	200	9,08	363200	838,65	568	982	147,75	85,37
1600/620	1600	620	140	140	0	0	80	200	8,48	339200	834,29	569	1031	146,51	80,95
1600/640	1600	640	160	160	0	0	80	200	9,28	371200	918,10	589	1011	155,79	90,84
1650/620	1650	620	140	140	0	0	80	200	8,66	346200	910,73	591	1059	154,16	85,98
1650/640	1650	640	160	160	0	0	80	200	9,48	379200	1002,12	611	1039	163,97	96,47
550/800	550	800	140	140	0	0	120	210	6,38	255200	41,34	179	371	23,12	11,14
550/820	550	820	160	160	0	0	120	210	6,66	266200	45,09	183	367	24,67	12,28
550/840	550	840	180	180	0	0	120	210	6,93	277200	48,77	186	364	26,16	13,41
550/860	550	860	200	200	0	0	120	210	7,21	288200	52,37	190	360	27,59	14,54
550/880	550	880	220	220	0	0	120	210	7,48	299200	55,91	193	357	28,98	15,66
600/800	600	800	140	140	0	0	120	210	6,56	262200	52,05	189	411	27,49	12,68
600/820	600	820	160	160	0	0	120	210	6,86	274200	57,06	194	406	29,38	14,06
600/840	600	840	180	180	0	0	120	210	7,16	286200	61,95	199	401	31,18	15,43
600/860	600	860	200	200	0	0	120	210	7,46	298200	66,73	203	397	32,92	16,80
600/880	600	880	220	220	0	0	120	210	7,76	310200	71,42	206	394	34,59	18,15
650/800	650	800	140	140	0	0	120	210	6,73	269200	65,01	201	449	32,39	14,47
650/820	650	820	160	160	0	0	120	210	7,06	282200	71,50	206	444	34,64	16,12
650/840	650	840	180	180	0	0	120	210	7,38	295200	77,83	212	438	36,77	17,75
650/860	650	860	200	200	0	0	120	210	7,71	308200	84,00	216	434	38,81	19,37
650/880	650	880	220	220	0	0	120	210	8,03	321200	90,05	221	429	40,78	20,98
700/800	700	800	140	140	0	0	120	210	6,91	276200	80,37	213	487	37,78	16,49
700/820	700	820	160	160	0	0	120	210	7,26	290200	88,60	219	481	40,39	18,43
700/840	700	840	180	180	0	0	120	210	7,61	304200	96,59	225	475	42,86	20,35
700/860	700	860	200	200	0	0	120	210	7,96	318200	104,39	231	469	45,22	22,25
700/880	700	880	220	220	0	0	120	210	8,31	332200	112,01	236	464	47,49	24,13
750/800	750	800	140	140	0	0	120	210	7,08	283200	98,30	225	525	43,62	18,74
750/820	750	820	160	160	0	0	120	210	7,46	298200	108,52	233	517	46,59	20,99
750/840	750	840	180	180	0	0	120	210	7,83	313200	118,44	240	510	49,41	23,21
750/860	750	860	200	200	0	0	120	210	8,21	328200	128,09	246	504	52,09	25,41
750/880	750	880	220	220	0	0	120	210	8,58	343200	137,51	252	498	54,67	27,59
800/800	800	800	140	140	0	0	120	210	7,26	290200	118,95	239	561	49,85	21,19

Omgekeerd T- Profiel	h	b	e	a	m	n	r	s	G	A	I	v	v'	W _{onder}	W _{boven}
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN/m	mm ²	mm ⁴ x 10 ⁸	mm	mm	mm ³ x 10 ⁶	mm ³ x 10 ⁶
800/820	800	820	160	160	0	0	120	210	7,66	306200	131,43	247	553	53,20	23,77
800/840	800	840	180	180	0	0	120	210	8,06	322200	143,52	255	545	56,36	26,32
800/860	800	860	200	200	0	0	120	210	8,46	338200	155,28	262	538	59,37	28,84
800/880	800	880	220	220	0	0	120	210	8,86	354200	166,74	268	532	62,26	31,33
850/800	850	800	140	140	0	0	120	210	7,43	297200	142,47	252	598	56,43	23,84
850/820	850	820	160	160	0	0	120	210	7,86	314200	157,49	262	588	60,16	26,77
850/840	850	840	180	180	0	0	120	210	8,28	331200	172,02	270	580	63,67	29,67
850/860	850	860	200	200	0	0	120	210	8,71	348200	186,13	278	572	67,02	32,52
850/880	850	880	220	220	0	0	120	210	9,13	365200	199,88	285	565	70,24	35,35
900/800	900	800	140	140	0	0	120	210	7,61	304200	168,99	267	633	63,34	26,69
900/820	900	820	160	160	0	0	120	210	8,06	322200	186,84	277	623	67,45	29,99
900/840	900	840	180	180	0	0	120	210	8,51	340200	204,09	286	614	71,32	33,25
900/860	900	860	200	200	0	0	120	210	8,96	358200	220,83	294	606	75,01	36,46
900/880	900	880	220	220	0	0	120	210	9,41	376200	237,13	302	598	78,56	39,64
950/800	950	800	140	140	0	0	120	210	7,78	311200	198,65	282	668	70,55	29,72
950/820	950	820	160	160	0	0	120	210	8,26	330200	219,64	293	657	75,04	33,42
950/840	950	840	180	180	0	0	120	210	8,73	349200	239,90	303	647	79,27	37,06
950/860	950	860	200	200	0	0	120	210	9,21	368200	259,54	312	638	83,31	40,65
950/880	950	880	220	220	0	0	120	210	9,68	387200	278,66	320	630	87,20	44,20
1000/800	1000	800	140	140	0	0	120	210	7,96	318200	231,58	297	703	78,02	32,93
1000/820	1000	820	160	160	0	0	120	210	8,46	338200	256,01	309	691	82,89	37,04
1000/840	1000	840	180	180	0	0	120	210	8,96	358200	279,58	320	680	87,50	41,09
1000/860	1000	860	200	200	0	0	120	210	9,46	378200	302,42	329	671	91,90	45,07
1000/880	1000	880	220	220	0	0	120	210	9,96	398200	324,63	338	662	96,14	49,01
1050/800	1050	800	140	140	0	0	120	210	8,13	325200	267,91	313	737	85,73	36,33
1050/820	1050	820	160	160	0	0	120	210	8,66	346200	296,11	325	725	91,00	40,87
1050/840	1050	840	180	180	0	0	120	210	9,18	367200	323,29	337	713	95,99	45,33
1050/860	1050	860	200	200	0	0	120	210	9,71	388200	349,62	347	703	100,76	49,73
1050/880	1050	880	220	220	0	0	120	210	10,23	409200	375,23	356	694	105,36	54,08
1100/800	1100	800	140	140	0	0	120	210	8,31	332200	307,77	329	771	93,67	39,90
1100/820	1100	820	160	160	0	0	120	210	8,86	354200	340,06	342	758	99,34	44,88
1100/840	1100	840	180	180	0	0	120	210	9,41	376200	371,18	354	746	104,71	49,79
1100/860	1100	860	200	200	0	0	120	210	9,96	398200	401,31	365	735	109,86	54,62
1100/880	1100	880	220	220	0	0	120	210	10,51	420200	430,61	375	725	114,84	59,39
1150/800	1150	800	140	140	0	0	120	210	8,48	339200	351,26	345	805	101,81	43,64
1150/820	1150	820	160	160	0	0	120	210	9,06	362200	388,00	360	790	107,89	49,09
1150/840	1150	840	180	180	0	0	120	210	9,63	385200	423,39	372	778	113,67	54,45

Omgekeerd T- Profiel	h mm	b mm	e mm	a mm	m mm	n mm	r mm	s mm	G kN/m	A mm ²	I mm ⁴ x 10 ⁸	v mm	v' mm	W _{onder} mm ³ x 10 ⁶	W _{boven} mm ³ x 10 ⁶
1150/860	1150	860	200	200	0	0	120	210	10,21	408200	457,64	384	766	119,21	59,73
1150/880	1150	880	220	220	0	0	120	210	10,78	431200	490,94	394	756	124,58	64,95
1200/800	1200	800	140	140	0	0	120	210	8,66	346200	398,53	362	838	110,15	47,54
1200/820	1200	820	160	160	0	0	120	210	9,26	370200	440,06	377	823	116,65	53,49
1200/840	1200	840	180	180	0	0	120	210	9,86	394200	480,04	391	809	122,84	59,32
1200/860	1200	860	200	200	0	0	120	210	10,46	418200	518,75	403	797	128,78	65,07
1200/880	1200	880	220	220	0	0	120	210	11,06	442200	556,37	414	786	134,55	70,74
1250/800	1250	800	140	140	0	0	120	210	8,83	353200	449,66	379	871	118,68	51,62
1250/820	1250	820	160	160	0	0	120	210	9,46	378200	496,36	395	855	125,61	58,06
1250/840	1250	840	180	180	0	0	120	210	10,08	403200	541,30	409	841	132,21	64,40
1250/860	1250	860	200	200	0	0	120	210	10,71	428200	584,79	422	828	138,57	70,63
1250/880	1250	880	220	220	0	0	120	210	11,33	453200	627,07	433	817	144,75	76,77
1300/800	1300	800	140	140	0	0	120	210	9,01	360200	504,80	396	904	127,37	55,86
1300/820	1300	820	160	160	0	0	120	210	9,66	386200	557,02	413	887	134,74	62,83
1300/840	1300	840	180	180	0	0	120	210	10,31	412200	607,27	428	872	141,78	69,67
1300/860	1300	860	200	200	0	0	120	210	10,96	438200	655,91	441	859	148,57	76,40
1300/880	1300	880	220	220	0	0	120	210	11,61	464200	703,20	453	847	155,18	83,04
1350/800	1350	800	140	140	0	0	120	210	9,18	367200	564,03	414	936	136,23	60,26
1350/820	1350	820	160	160	0	0	120	210	9,86	394200	622,17	432	918	144,06	67,77
1350/840	1350	840	180	180	0	0	120	210	10,53	421200	678,11	447	903	151,54	75,13
1350/860	1350	860	200	200	0	0	120	210	11,21	448200	732,25	461	889	158,78	82,38
1350/880	1350	880	220	220	0	0	120	210	11,88	475200	784,90	473	877	165,82	89,53
1400/800	1400	800	140	140	0	0	120	210	9,36	374200	627,48	432	968	145,25	64,82
1400/820	1400	820	160	160	0	0	120	210	10,06	402200	691,93	451	949	153,54	72,88
1400/840	1400	840	180	180	0	0	120	210	10,76	430200	753,93	467	933	161,48	80,80
1400/860	1400	860	200	200	0	0	120	210	11,46	458200	813,95	481	919	169,18	88,58
1400/880	1400	880	220	220	0	0	120	210	12,16	486200	872,33	494	906	176,68	96,26
1450/800	1450	800	140	140	0	0	120	210	9,53	381200	695,25	450	1000	154,42	69,54
1450/820	1450	820	160	160	0	0	120	210	10,26	410200	766,41	470	980	163,19	78,18
1450/840	1450	840	180	180	0	0	120	210	10,98	439200	834,88	487	963	171,60	86,65
1450/860	1450	860	200	200	0	0	120	210	11,71	468200	901,16	501	949	179,77	94,99
1450/880	1450	880	220	220	0	0	120	210	12,43	497200	965,64	514	936	187,74	103,20
1500/800	1500	800	140	140	0	0	120	210	9,71	388200	767,45	469	1031	163,74	74,42
1500/820	1500	820	160	160	0	0	120	210	10,46	418200	845,74	489	1011	172,99	83,64
1500/840	1500	840	180	180	0	0	120	210	11,21	448200	921,07	506	994	181,90	92,70
1500/860	1500	860	200	200	0	0	120	210	11,96	478200	994,01	522	978	190,55	101,60
1500/880	1500	880	220	220	0	0	120	210	12,71	508200	1064,98	535	965	199,01	110,38

Omgekeerd T- Profiel	h mm	b mm	e mm	a mm	m mm	n mm	r mm	s mm	G kN/m	A mm ²	I mm ⁴ x 10 ⁸	v mm	v' mm	W _{onder} mm ³ x 10 ⁶	W _{boven} mm ³ x 10 ⁶
1550/800	1550	800	140	140	0	0	120	210	9,88	395200	844,19	487	1063	173,20	79,45
1550/820	1550	820	160	160	0	0	120	210	10,66	426200	930,02	508	1042	182,95	89,28
1550/840	1550	840	180	180	0	0	120	210	11,43	457200	1012,64	526	1024	192,36	98,93
1550/860	1550	860	200	200	0	0	120	210	12,21	488200	1092,64	542	1008	201,52	108,42
1550/880	1550	880	220	220	0	0	120	210	12,98	519200	1170,50	556	994	210,48	117,77
1600/800	1600	800	140	140	0	0	120	210	10,06	402200	925,56	506	1094	182,79	84,63
1600/820	1600	820	160	160	0	0	120	210	10,86	434200	1019,38	528	1072	193,07	95,09
1600/840	1600	840	180	180	0	0	120	210	11,66	466200	1109,70	547	1053	203,00	105,35
1600/860	1600	860	200	200	0	0	120	210	12,46	498200	1197,19	563	1037	212,67	115,44
1600/880	1600	880	220	220	0	0	120	210	13,26	530200	1282,35	577	1023	222,15	125,38
1650/800	1650	800	140	140	0	0	120	210	10,23	409200	1011,67	525	1125	192,52	89,96
1650/820	1650	820	160	160	0	0	120	210	11,06	442200	1113,93	548	1102	203,33	101,07
1650/840	1650	840	180	180	0	0	120	210	11,88	475200	1212,39	567	1083	213,79	111,96
1650/860	1650	860	200	200	0	0	120	210	12,71	508200	1307,79	584	1066	224,00	122,66
1650/880	1650	880	220	220	0	0	120	210	13,53	541200	1400,68	599	1051	234,02	133,21
1700/800	1700	800	140	140	0	0	120	210	10,41	416200	1102,63	545	1155	202,38	95,45
1700/820	1700	820	160	160	0	0	120	210	11,26	450200	1213,78	568	1132	213,75	107,21
1700/840	1700	840	180	180	0	0	120	210	12,11	484200	1320,83	588	1112	224,75	118,75
1700/860	1700	860	200	200	0	0	120	210	12,96	518200	1424,58	605	1095	235,51	130,08
1700/880	1700	880	220	220	0	0	120	210	13,81	552200	1525,63	620	1080	246,08	141,26
1750/800	1750	800	140	140	0	0	120	210	10,58	423200	1198,53	564	1186	212,38	101,09
1750/820	1750	820	160	160	0	0	120	210	11,46	458200	1319,05	588	1162	224,30	113,52
1750/840	1750	840	180	180	0	0	120	210	12,33	493200	1435,14	608	1142	235,88	125,72
1750/860	1750	860	200	200	0	0	120	210	13,21	528200	1547,69	626	1124	247,20	137,71
1750/880	1750	880	220	220	0	0	120	210	14,08	563200	1657,35	642	1108	258,33	149,52
1800/800	1800	800	140	140	0	0	120	210	10,76	430200	1299,47	584	1216	222,50	106,87
1800/820	1800	820	160	160	0	0	120	210	11,66	466200	1429,83	608	1192	235,00	120,00
1800/840	1800	840	180	180	0	0	120	210	12,56	502200	1555,44	629	1171	247,16	132,87
1800/860	1800	860	200	200	0	0	120	210	13,46	538200	1677,25	647	1153	259,06	145,52
1800/880	1800	880	220	220	0	0	120	210	14,36	574200	1795,98	663	1137	270,77	158,00
1850/800	1850	800	140	140	0	0	120	210	10,93	437200	1405,56	604	1246	232,74	112,80
1850/820	1850	820	160	160	0	0	120	210	11,86	474200	1546,26	629	1221	245,84	126,63
1850/840	1850	840	180	180	0	0	120	210	12,78	511200	1681,86	650	1200	258,59	140,20
1850/860	1850	860	200	200	0	0	120	210	13,71	548200	1813,41	669	1181	271,09	153,54
1850/880	1850	880	220	220	0	0	120	210	14,63	585200	1941,67	685	1165	283,41	166,68
1900/800	1900	800	140	140	0	0	120	210	11,11	444200	1516,89	624	1276	243,12	118,87
1900/820	1900	820	160	160	0	0	120	210	12,06	482200	1668,42	650	1250	256,83	133,43

Omgekeerd T - Profiel	h	b	e	a	m	n	r	s	G	A	I	v	v'	W _{onder}	W _{boven}
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN/m	mm ²	mm ⁴ x 10 ⁸	mm	mm	mm ³ x 10 ⁶	mm ³ x 10 ⁶
1900/840	1900	840	180	180	0	0	120	210	13,01	520200	1814,52	672	1228	270,19	147,71
1900/860	1900	860	200	200	0	0	120	210	13,96	558200	1956,29	691	1209	283,30	161,75
1900/880	1900	880	220	220	0	0	120	210	14,91	596200	2094,56	707	1193	296,23	175,58
1950/800	1950	800	140	140	0	0	120	210	11,28	451200	1633,56	644	1306	253,61	125,09
1950/820	1950	820	160	160	0	0	120	210	12,26	490200	1796,44	670	1280	267,95	140,40
1950/840	1950	840	180	180	0	0	120	210	13,23	529200	1953,53	693	1257	281,94	155,40
1950/860	1950	860	200	200	0	0	120	210	14,21	568200	2106,02	712	1238	295,68	170,15
1950/880	1950	880	220	220	0	0	120	210	15,18	607200	2254,79	729	1221	309,24	184,69
2000/800	2000	800	140	140	0	0	120	210	11,46	458200	1755,66	664	1336	264,23	131,46
2000/820	2000	820	160	160	0	0	120	210	12,46	498200	1930,42	691	1309	279,21	147,52
2000/840	2000	840	180	180	0	0	120	210	13,46	538200	2099,02	714	1286	293,84	163,26
2000/860	2000	860	200	200	0	0	120	210	14,46	578200	2262,73	734	1266	308,23	178,74
2000/880	2000	880	220	220	0	0	120	210	15,46	618200	2422,52	751	1249	322,44	194,00



FEBE is de erkende beroepsvereniging van fabrikanten van prefab betonproducten en voert promotie voor de producten van de sector. De Belgische betonindustrie produceert een brede waaier aan prefab elementen voor de bouw en infrastructuur, gaande van eenvoudige, ongewapende producten zoals betonmetselstenen en straatstenen tot grote structuurelementen zoals brugliggers.

De inhoud van deze publicatie is uitsluitend bedoeld als informatie voor de gebruiker. FEBE betracht uiterste zorgvuldigheid bij het opstellen van de informatie in deze publicatie. Toch kan FEBE niet garanderen dat deze informatie geheel juist, volledig en actueel is. De uitgever kan dan ook niet aansprakelijk worden gesteld voor het gebruik ervan. Voor de correcte toepassing van een product zal rekening moeten gehouden worden met het wettelijk kader, de productnormen, de voorschriften van de fabrikant, de lokale situatie en de gedetailleerde plannen van de ontwerper.



FEBEFAST p/a FEBE
Vorstlaan 68 bus 5 - 1170 Brussel
www.febefast.be - www.febe.be
mail@febe.be