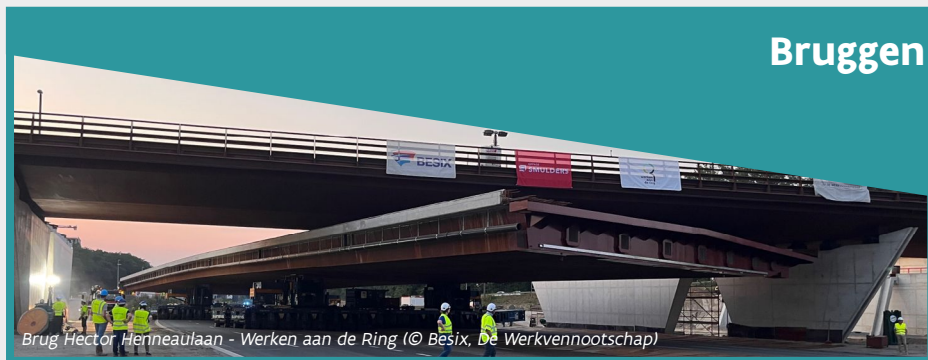


Constructiefiche

Bruggen



Brug Hector Henneulaan - Werken aan de Ring (© Besix, De Werkvennootschap)

Onderverdeling

Verkeersbruggen kunnen onderverdeeld worden in bruggen voor weg-, trein- of tramverkeer. Deze laatste twee bevorderen net als fiets- of voetgangersbruggen de **modal shift naar meer duurzaam transport**.

Daarnaast zijn er ecoducten die bijdragen aan **natuurherstel** door versnippering van fauna en flora tegen te gaan.

De tabellen hierna geven een handig overzicht van deze aspecten bij de verschillende brugtypes. De keuze van het brugtype blijft uiteraard afhankelijk van de randvoorwaarden van het project. Dominerend voor het type is vaak de overspanningslengte, die samenhangt met een optimaal materiaalgebruik.

Bovenbouw

Er wordt onderscheid gemaakt tussen **vaste en beweegbare bruggen**, waarbij vaste bruggen beter presteren op materiaalgebruik en onderhoudskosten.

Beweegbare bruggen hebben hogere onderhouds- en beheerskosten. De energiekosten voor de bewegingscyclus blijft typisch relatief klein vergeleken met de **milieu-impact van de bouwfase**.

Bij de keuze van een duurzaam brugtype spelen **materiaalkeuze, bouwtijd, onderhoud en de mogelijkheid voor hergebruik en recyclage na de levensduur** een belangrijke rol.



Vlasbrug Wielsbeke (© SBE)

AFWEGINSTABEL TYPE EN MATERIAAL BOVENBOUW

		Onderhoud	Constructietijd & complexiteit	Herbruikbaarheid
Gewapend beton	Plaat	 + Weinig onderhoud	- Meestal ter plaatse gestort (trager) - Tijdelijke bekisting vereist	- Moeilijk herbruikbaar (afhankelijk van omvang)
	T-ligger	 + Weinig onderhoud	- Meestal ter plaatse gestort (trager) - Tijdelijke bekisting vereist	- Moeilijk herbruikbaar (afhankelijk van omvang)
	Prefabligger + in situ dekplaat	 + Weinig onderhoud	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)
Voor-/nagespannen beton	Plaat	 + Weinig onderhoud	- Meestal ter plaatse gestort (trager) - Tijdelijke bekisting vereist	- Moeilijk herbruikbaar (afhankelijk van omvang)
	T-ligger	 + Weinig onderhoud	- Meestal ter plaatse gestort (trager) - Tijdelijke bekisting vereist	- Moeilijk herbruikbaar (afhankelijk van omvang)
	Prefabligger + in situ dekplaat	 + Weinig onderhoud	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)
Gemengd staal-beton	Stalen ligger + in situ betonnen dek	 + Weinig onderhoud voor betongedeelte - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)
	Stalen vakwerk + in situ betonnen dek	 + Weinig onderhoud voor betongedeelte - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)
	Stalen boog + in situ betonnen dek	 + Weinig onderhoud voor betongedeelte - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)

		Onderhoud	Constructietijd & complexiteit	Herbruikbaarheid
Staal	Stalen liggers	 - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd, vlotte plaatsing	+ Herbruikbaar (afhankelijk van omvang en schade)
	Stalen vakwerk	 - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd - Samenbouw op locatie	+ Herbruikbaar (afhankelijk van omvang en schade)
	Stalen boog	 - Onderhoud conservering staalstructuur	+ Beperkte constructietijd - Samenbouw op locatie	+ Herbruikbaar (afhankelijk van omvang en schade)
Kunststof	Plaat	 + Weinig onderhoud	+ Beperkte constructietijd, vlotte plaatsing + Licht gewicht voor transport en montage	+ Herbruikbaar (afhankelijk van omvang en schade)
Hout	Liggers + dek	 - Beperkt levensduur (aantasting en onderhoud)	+ Beperkte constructietijd, vlotte plaatsing + Licht gewicht voor transport en montage	+ Herbruikbaar (afhankelijk van omvang en schade)
Gemengde liggers	Houten liggers + in situ betonnen dek	 + Weinig onderhoud betonnen dek + Beperkt onderhoud houten liggers (mits goede detaillering)	+ Beperkte constructietijd + Dek gestort op predallen	- Herbruik liggers mogelijk maar complex (omzichtige sloop dek)

(© SBE)

Onderbouw

Voor **landhoofden** kunnen volgende types onderscheiden worden:

- **Landhoofd op volle grond** ('op staal'): laag materiaalverbruik, maar gevoelig voor zettingen en vervormingen. Enkel geschikt bij draagkrachtige ondergrond.
- **Landhoofd op gewapende grond**: laag materiaalverbruik, maar gevoelig voor zettingen en vervormingen.

- **Hooggefundeerd landhoofd op palen**: gemiddeld materiaalverbruik, geschikt voor slappe ondergrond.
- **Laaggefundeerd landhoofd op palen**: hoog materiaalverbruik, geschikt voor slappe ondergrond.

Pijlers worden typisch laaggefundeerd uitgevoerd op palen (of volle grond) omdat ze beperkte ruimte-inname vereisen.

Voor een **duurzame afweging** tussen verschillen-
de **types paalfunderingen**, wordt verwezen naar
de constructiefiche funderingen.



Een belangrijke afweging op vlak van circulariteit
is de **verbindingswijze tussen bovenbouw
en onderbouw** (zie de afwegingstabel hierna).
Standaardisatie en de IFD-principes (Indus-
trieel, Flexibel en Demontabel bouwen) kunnen
circulariteit en hergebruik voor landhoofden en
pijlers sterk bevorderen.

Detaillering

De duurzame detaillering van een brug dient te
gebeuren volgens de **IFD-principes**. Deze bevo-
deren efficiënt beheer, onderhoud, inspectie en
verhogen het potentieel op hergebruik. Volgende
nuttige ontwerprichtlijnen kunnen gehanteerd
worden:

- NTA 8085: IFD bouw vaste bruggen en viaduc-
ten (NL)
- NTA 8086: IFD bouw beweegbare bruggen (NL)



AFWEGINGSTABEL VERBINDINGSWIJZE BOVENBOUW-ONDERBOUW

	Materiaal	Onderhoud	Constructietijd & complexiteit	Herbruikbaarheid
Isostatisch	- Hoger materiaal- verbruik	- Onderhoud/ vervanging van opleggingen en voegen	+ Prefab/in atelier mogelijk + Eenvoudiger transport/plaatsing bij korte lengte	+ Hoge losmaakbaarheid + Eenvoudiger herbruikbaar bij korte lengte
Hyper- statisch	+ Reductie materiaal- verbruik mogelijk	+ Minder brugdekvoegen - Onderhoud/ vervanging van opleggingen	+ Prefab/in atelier mogelijk - Complexer transport/plaatsing bij hoge lengte	+ Hoge losmaakbaarheid - Moeilijker herbruikbaar bij hoge lengte
Integraal	+ Grote reductie materiaalverbruik mogelijk	+ Geen voegen en opleggingen	- Bijna altijd ter plaatse samenge- bouwd (complexer en meer hinder)	- Lage losmaakbaarheid - Hergebruik quasi onmogelijk

(© SBE)

Aanhorigheden

Brugaanhorigheden lenen zich vaak goed voor
standaardisatie en/of hergebruik.

- **Oplegtoestellen** en **brugdekvoegen** zijn
onderhoudsgevoelig. De onderbouw moet
daarom ruimte voorzien voor inspectie,
onderhoud en de plaatsing van vijzels bij
vervanging. Standaardisatie is hierbij nuttig.
- **Leuning** en **vlotplaten** moeten maximaal
gestandaardiseerd worden en demonteerbaar
zijn voor hergebruik.

- **Vangrails en New Jerseys** moeten demon-
teerbaar aangebracht worden voor hergebruik
en eenvoudige vervanging bij schade.
- **Zware esthetische randelementen** zonder
structurele functie, bv. afwerkingslagen,
moeten vermeden worden.



Materiaalkeuze

(cf. materiaalfiches)



Bij de keuze van een brugtype moet naast **technische duurzaamheid** en **levensduur** ook de **milieu-impact van het materiaal** in overweging worden genomen. Aangezien de resultaten projectafhankelijk zijn, wordt aangeraden een projectspecifieke LCA-studie uit te voeren waar de materiaalkeuze wordt vergeleken.

Energieverbruik



Beweegbare bruggen kunnen energieneutraal gerealiseerd worden door **hernieuwbare energieopwekking** (bv. zonnepanelen) of elektromotoren die functioneren als generatoren bij het openen en sluiten van de brug en bijdragen aan energieopwekking.

Klimaatverandering

Klimaatverandering veroorzaakt verschillende bedreigingen voor bruggen. Enkele aandachtspunten om toekomstbestendig te ontwerpen zijn: wateroverlast door plasvorming en verstopping/inundatie van de waterafvoersystemen, uitzetting van bruggen door hitte en ongelijkmatige zakking door langdurige droogte.

Afwatering

De **afvoer van hemelwater is cruciaal** voor een ontwerp van bruggen met een lange levensduur, omdat slechte detaillering schade aan oplegtoestellen en brugdekvoegen kan veroorzaken. Een minimale dwarshelling en het vermijden van waterafvoer over brugdekvoegen zijn daarbij essentieel.



Brugdekken moeten waterdicht zijn, met spuiers en drainagevoorzieningen om infiltrerend water effectief te evacueren en de levensduur van de brug te verlengen.

Met oog op duurzaam waterbeheer is het interessant om water af te leiden naar buffer- en infiltratiezones. Met waterzuivering kan het afstromend regenwater opnieuw nuttig ingezet worden (zie ook constructiefiche wegenis).

Behoud, versteviging en hergebruik

Bruggen worden vaak projectmatig ontworpen voor specifieke toepassingen, wat hun hergebruik bemoeilijkt.

Door **standaardisatie, modulair ontwerp en flexibiliteit** kunnen bruggen makkelijker worden gedomonteerd, verplaatst en hergebruikt.

Bij permanente toepassingen mag deze modulariteit niet leiden tot aanzienlijke overdimensionering van de structuur.

Innovatie

'**Structural health monitoring**' maakt het mogelijk om de integriteit van bruggen real-time te volgen, met een kwalitatieve en duurzame levensverlenging als doel.



Leeswijzer

NTA 8085:2021. IFD-bouw vaste bruggen en viaducten.

NTA 8086: 2020. IFD-bouw beweegbare bruggen

Vademecum Weginfrastructuur (VWI) deel Natuurtechniek

Beco. Vergelijkende LCA studie bruggen
Agentschap NL, 2013