



Tactisch kader

vervanging langzaamverkeersbruggen Deventer

gemeente Deventer | versie 1.0 | december 2020

INHOUD

INLEIDING

INVENTARISATIE

ANALYSE

- houten bruggen
- gebruik
- vormgeving
- levensduur en duurzaamheid

VARIANTENSTUDIE

PRINCIPEONTWERP

- brugdekconstructie
- steunpunt
- leuning
- landhoofd
- talud
- beschoeiing

ADVIES EN AANBEVELINGEN

BIJLAGE-1A stroomschema uitgangspunten vormgeving

BIJLAGE-1B keuzeschema uitgangspunten

BIJLAGE-2 houtsoorten

BIJLAGE-3 gerecycled beton en geopolymeerbeton

BIJLAGE-4 kleurenstudie leuning

INLEIDING

De Gemeente Deventer heeft een groot aantal bruggen in beheer. Een aantal, met name houten fiets- en voetgangers bruggen, is in matige of slechte staat. De Gemeente Deventer wil het onderhoud en de vervanging van kunstwerken gestructureerd aanpakken. Daarom is een tactisch kader nodig waarin de diverse aspecten die van belang zijn worden behandeld in relatie tot de vervangingsopgave van de Gemeente Deventer, zoals gebruikscomfort, beheer, duurzaamheid, bouwkosten en levensduurkosten.

De rapportage die hier voor u ligt is in opdracht van en in samenwerking met gemeente Deventer opgesteld door ipv Delft. ipv Delft is gespecialiseerd in het ontwikkelen, ontwerpen en voorbereiden van nieuwe en gerenoveerde bruggen en andere kunstwerken.

DOEL

Het tactisch kader heeft tot doel om het raamwerk te zijn voor de vervangingsopgave van langzaamverkeersbruggen in de Gemeente Deventer.

Het tactisch kader is opgebouwd uit een inventarisatie, een analyse, variantenstudie, een pricipeontwerp en een advies met aanbevelingen.

GREEP UIT HET AREAAL LANGZAAMVERKEERSBRUGGEN DEVENTER



0048 - BETONNEN VERKEERSBRUG



0044A - HOUTEN FIETS- EN VOETGANGERSBRUG



0022 - BETONNEN VERKEERSBRUG MET HOUTEN VOETPADEN



0020 - BETONNEN FIETS- VOETONDERDOORGANG



0004 - COMPOSITIE/KUNSTSTOF VOETGANGERSBRUG



0010 - STALEN BEWEEGBARE FIETS- EN VOETGANGERSBRUG

INVENTARISATIE

Twee documenten aangeleverd door gemeente Deventer zijn de belangrijkste documenten geweest voor deze inventarisatie:

- Fotoinventarisatie gemeente Deventer;
- Excel database kunstwerken Deventer.

Daarnaast zijn als informatiebronnen diverse (beleids)documenten ontvangen en hebben we gesprekken gevoerd met projectleider Bouke Baars, stedenbouwkundige Rob Smetsers en ontwerper buitenruimte Teun van Buul. Aan de hand van de documenten en gesprekken heeft ipv Delft een inventarisatie uitgevoerd.

Tijdens de inventarisatie zijn de volgende vragen beantwoord:

- Hoeveel voetgangersbruggen zijn er?
- Hoeveel fietsbruggen zijn er?
- Welke afmetingen hebben deze bruggen?
- Uit welke materialen zijn de bruggen opgebouwd?
- Welke problemen zijn er bij de huidige bruggen?
- Wat zijn aandachtspunten betreft onderhoud?
- Welke vormgeving hebben de bruggen?
- Zijn de bruggen onderdeel van een bruggenfamilie/buurt/stedelijke zone met een specifieke vormgeving?

Op basis van de documenten en de gestelde vragen is een goed beeld van het bestaande langzaamverkeersbruggen areaal verkregen.

AREAAL

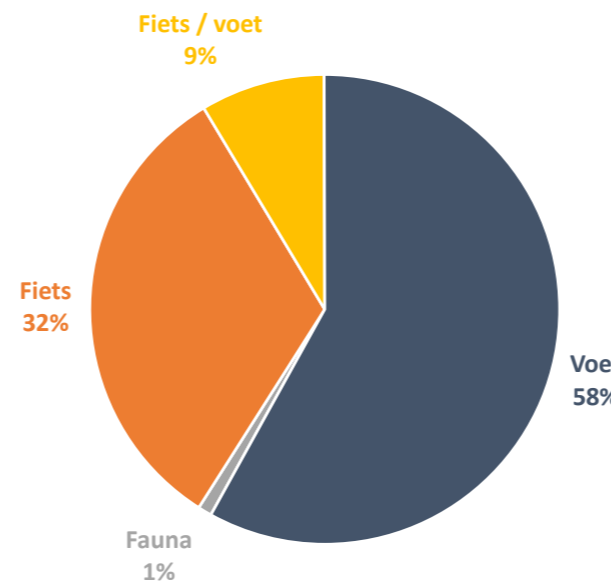
In totaal telt gemeente Deventer 105 vaste langzaamverkeersbruggen. 58% van de langzaamverkeersbruggen zijn voetgangersbruggen, 32% fietsbruggen, 9% voet-fietsbruggen en 1% faunabridgen (zie figuur-1).

MATERIALEN

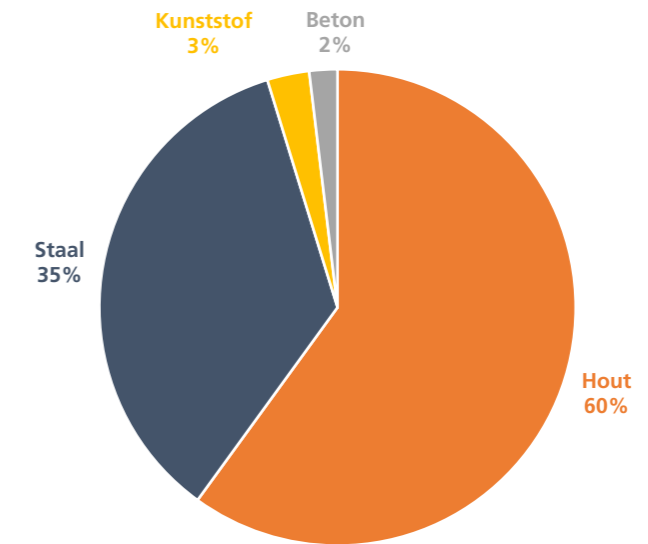
60% van alle langzaamverkeersbruggen zijn gemaakt van hout, 35% van staal. Dit betreft grotendeels de bruggenfamilie voor Het Jeurlink. 3% van composiet en 2% van beton (zie figuur-2).

74% van de voetgangersbruggen zijn gemaakt van hout, 24% van staal 2% van composiet (zie figuur-3).

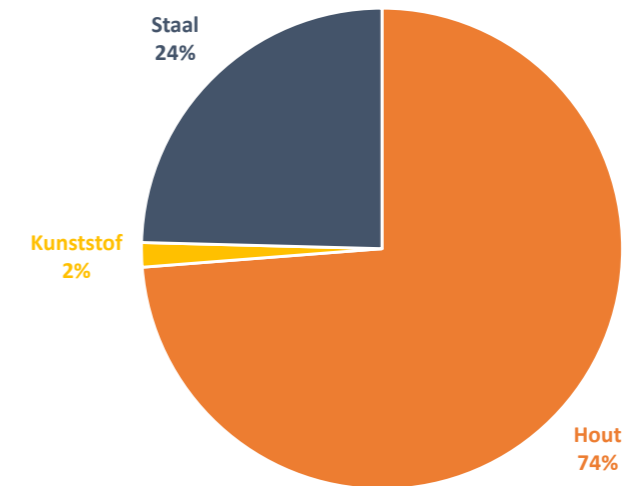
45% van de fietsbruggen zijn gemaakt van staal, 42% van hout, 5% van composiet en 4% van beton (zie figuur-4).



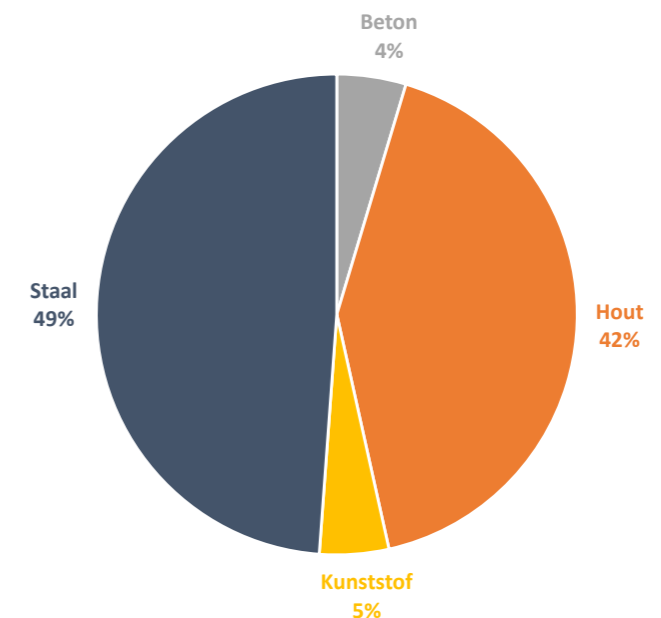
FIGUUR-1 FUNCTIES LANGZAAMVERKEERSBRUGGEN



FIGUUR-2 MATERIALEN LANGZAAMVERKEERSBRUGGEN



FIGUUR-3 MATERIALEN VOETGANGERSBRUGGEN



FIGUUR-4 MATERIALEN FIETSBRUGGEN

GREEP UIT AREAAL LANGZAAMVERKEERSBRUGGEN DEVENTER



0001 - HOUTEN VOETGANGERSBRUG



0008- HOUTEN FIETS- EN VOETGANGERSBRUG



0013 - HOUTEN VOETGANGERS-, FIETSBRUG MET COMPOSITIEK DEK



0017 - HOUTEN VOETGANGERS-, FIETSBRUG



0042 - HOUTEN VOETGANGERSBRUG



0003 - STALEN VOETGANGERSBRUG

INVENTARISATIE

AFMETINGEN

Het overgrote deel van de voetgangersbruggen heeft een breedte tussen de 1,0 meter en 2,0 meter. De meeste fietsbruggen hebben een breedte tussen de 1,5 en 4,0 meter. De meeste voet-, fietsbruggen hebben een breedte tussen de 3,0 en 4,0 meter (zie figuur-6).

De lengte van de langzaamverkeersbruggen zijn gevarieerd. De lengte ligt tussen de 4 en 20+ meter (zie figuur-5). Wat opvalt is dat de overspanningen een beperkte en redelijk constante lengte hebben van ca. 6-8 meter. Dit hangt samen met het grote aantal houten brugconstructies (zie foto's links).

VORMGEVING

Een beperkt aantal langzaamverkeersbruggen maakt onderdeel uit van een bruggenfamilie, buurt of stedelijke zone met een specifieke vormgeving, in uitzondering op de bruggenfamilie Het Jeurlink. Veel bruggen zijn standaard houten bruggen, vooral in Colmschate (jaren 80-90) en in het buitengebied. De meeste stalen en betonnen bruggen zijn vrij functionele standaardbruggen met een beperkte beeldkwaliteit.

PROBLEMEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN

Het areaal langzaamverkeersbruggen bestaat voor een groot deel uit houten bruggen. Een aantal houten bruggen zijn in slechte staat en zijn aan vervanging toe. De houten brugconstructies die in de jaren 80, 90 gebouwd zijn, zijn geheel van hout gebouwd en geven op een aantal punten of ontwerpprincipes vrijwel altijd problemen. Problemen die gemeente Deventer heeft gesignaleerd zijn o.a.:

- Houten verbindingen zijn slecht gedetailleerd, hierdoor is de ventilatie slecht blijft hout nat met als gevolg houtrot.
- Het rijdek is niet voldoende vlak en stroef. Veel rijdekken van bruggen zijn glad door alg, omdat zij gesitueerd zijn in een blijvend vochtige omgeving (boomrijk) en niet frequent genoeg werden gereinigd in het verleden. Rijdekken zijn niet vlak door kromme en gescheurde dekplanken.
- Bij de landhoofden staat de houten constructie in direct contact met de grond zodat rot veel voorkomt.

Deze feiten geeft aanleiding om houten brugconstructies beter te analyseren. Zie hoofdstuk analyse.

FUNDERING

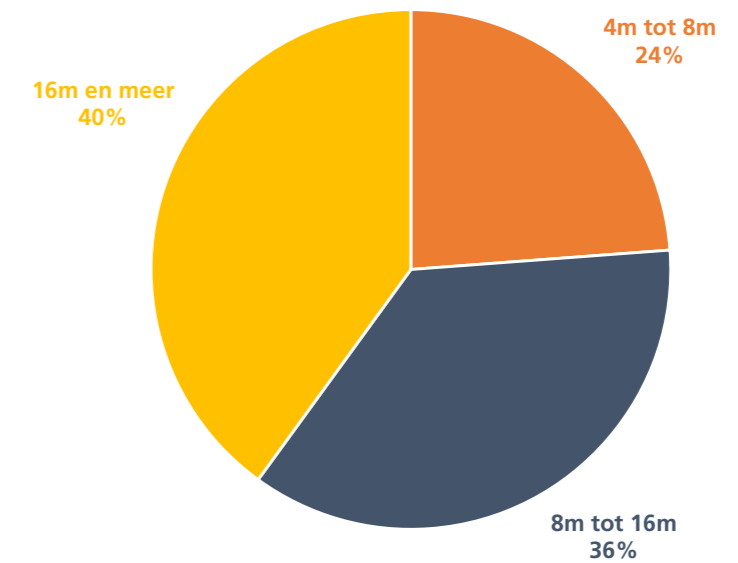
De grondsoort in Deventer varieert. Een groot deel is zand en een deel is zavel (rivierbedding). Over het algemeen geldt dat licht belaste bruggen, de voetgangersbruggen (en smalle lichte fietsbruggen) kunnen worden gefundeerd op staal. De fietsbruggen die breder zijn en zwaarder belast

worden (toegankelijk zijn voor een onbedoeld voertuig) dienen gefundeerd te worden op palen.

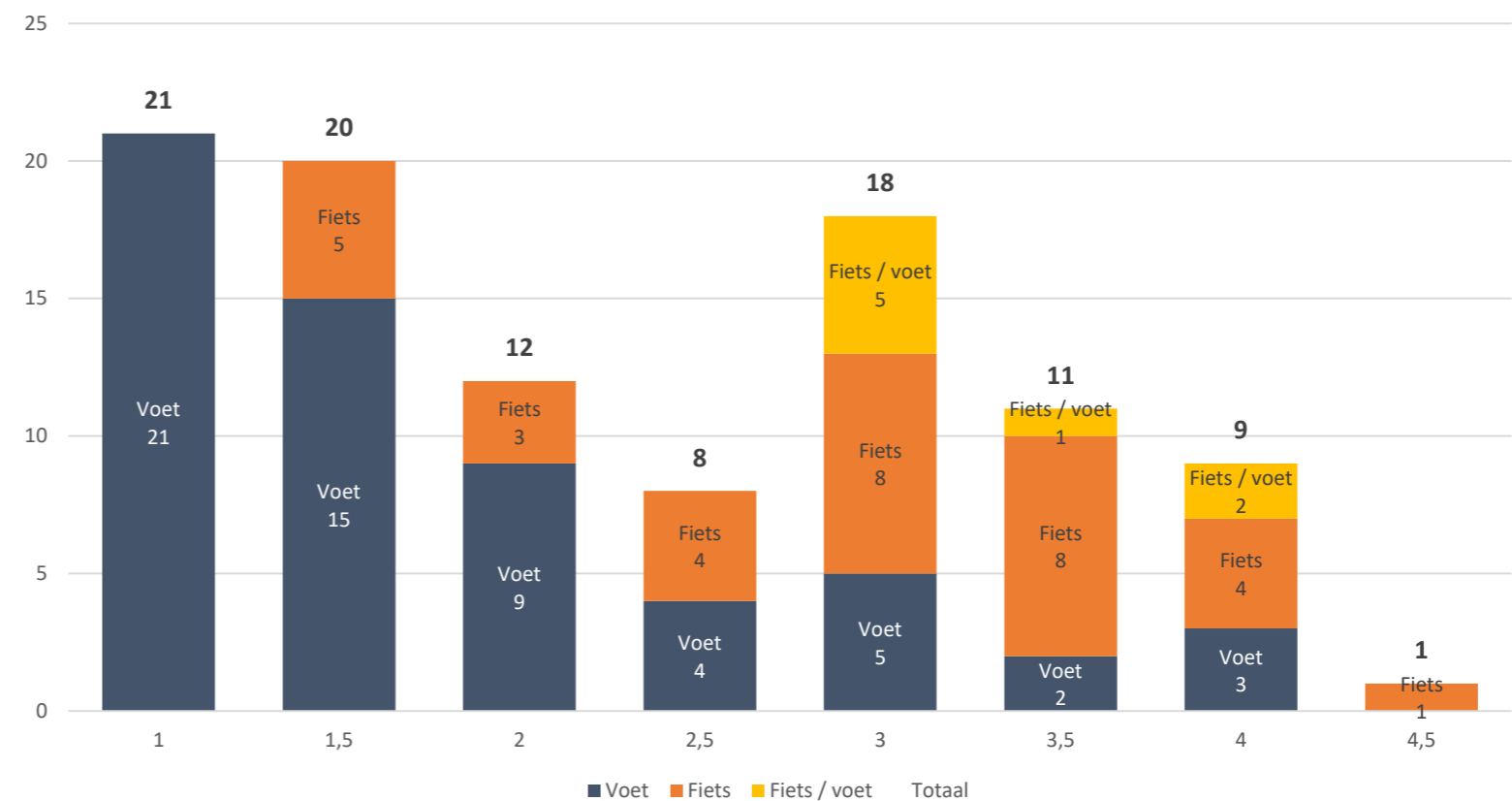
GEBRUIK

In de inventarisatie is door gemeente Deventer een aantal aandachtspunten aangegeven op het gebied van gebruik. Deze aandachtspunten zijn:

- Comfort voor fietsers kan beter! Met name in de hoofdfietsroutes. Het rijdek is niet voldoende vlak en stroef;
- Hogere leuningen bij fietsbruggen (vooral in de hoofdfietsroute) zijn gewenst;
- Leuningen wiebelen door houtrot. Houten stijlen worden direct op de houten zijligger gemonteerd, waardoor hout nat blijft en gaat rotten. Daarbij zijn de bevestigingen slecht bereikbaar voor klein onderhoud;
- Veel watergangen zijn in het beheer bij het Waterschap. Rekening dient te worden gehouden met het doorvaartprofiel voor de maaiboot;
- Houten bruggen zijn in het verleden niet frequent gereinigd. Momenteel gebeurt dit wel;
- Bij de bruggen is weinig vandalisme.



FIGUUR-5 LENGTE BRUGGEN



FIGUUR-6 BREEDTE EN FUNCTIE BRUGGEN

ANALYSE > HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN



BEELD VAN DE HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN (DE ROOD OMKADERDE BRUGGEN WORDEN ALS EERSTE VERVANGEN)

ANALYSE

Op basis van de inventarisatie zijn een aantal aspecten geanalyseerd.

De huidige staat en problemen van de bestaande houten bruggen, gebruik, vormgeving en onderhoud, levensduur en duurzaamheid.

Wat gaat goed en wat zijn veel voorkomende problemen bij de huidige langzaamverkeersbruggen? Het areaal langzaamverkeersbruggen bestaat zoals weergegeven in de inventarisatie grotendeels uit houten bruggen. Daarnaast zijn een aantal stalen, betonnen en composietbruggen. Dit tactisch kader en deze analyse richt zich vooral het vervangen van houten bruggen op korte en middellange termijn.

Vragen zijn;

- Wat zijn de grootste problemen, de meest kwetsbare onderdelen van de huidige houten bruggen?
- En als houten bruggen kwetsbaar blijken te zijn, Waarom vervangen we de huidige houten bruggen dan niet gewoon voor stalen, betonnen of composiet bruggen?

Over de laatste vraag het volgende;

Hout is in vergelijking met staal en beton een stuk kwetsbaarder voor het klimaat (vocht, zon, insecten) en heeft hierdoor een kortere levensduur, maar hout is ook een milieuvriendelijk en bewezen duurzaam constructiemateriaal. Hout scoort in DuboCalc bijvoorbeeld significant beter dan staal, beton en composiet.

Vanwege de twee bovenstaande aspecten kwetsbaarheid en milieuvriendelijkheid hebben wij voor deze opgave de huidige houten brugconstructies geanalyseerd. Doel is een antwoord te krijgen op de vraag; hoe kan hout worden toegepast in een langzaamverkeersbrugconstructie zodat de levensduur aanzienlijk groter is dan de huidige houten brugconstructies?

Bij stalen, betonnen en composieten brugconstructies zijn er ook aandachtspunten. Belangrijk is dat constructies en detaillering altijd goed afwaterend zijn ontworpen. Dunne delen en scherpe kanten dienen voorkomen te worden. Conservering dient te worden aangebracht met de juiste voorbehandeling en laagdikte voor de toepassing, spanningscorrosie door verschillende metalen dient voorkomen te worden, etc.

Voor deze analyse hebben wij ons gericht op houtconstructies, omdat hout voor langzaamverkeersbruggen een passend constructiemateriaal is (zie hoofdstuk variantenstudie)

HOUTEN BRUGGEN

De huidige te vervangen houten (Azobé) brugconstructies hebben een levensduur van ca. 30 jaar. Op een aantal punten is de detaillering van deze bruggen niet ontworpen voor een lange levensduur. Het is aannemelijk dat de levensduur van houten brugconstructies aanzienlijk, ongeveer 10 jaar, kan worden verlengt door een aantal andere ontwerpprincipes toe te passen, beter te detailleren en regelmatig onderhoud te plegen.

Bij de huidige houten bruggen is te zien dat op een aantal specifieke plekken problemen ontstaan. Het hout flink is aangetast maar er zijn ook plekken waar het hout nog in prima conditie is.

Algemeen geldt dat houtrot, het vormen van schimmels, plaats vindt als hout (organisch materiaal), vocht en zuurstof allen aanwezig zijn. Bij hout dat zicht onderwater bevindt, treedt geen houtrot op door de afwezigheid van zuurstof.

Om de specifieke problemen in de huidige houten brugconstructies te analyseren zijn foto's van kwetsbare plekken in houten brugconstructies bekeken. Zie foto's volgende pagina's.

De meest kwetsbare plekken/constructieprincipes in de huidige houten brugconstructies zijn:

- de houten liggers ter plaatsen van de landhoofden liggen in grond, hebben direct contact met grond;
- de verbinding tussen de houten leuningbaluster en de houten brugrand/buitenste ligger;
- de horizontaal gepositioneerde kopse kanten van de houten balusters;
- de tussenregels (relatief dunne planken) van de leuning, met name de uiteinden;
- het hout ter plaatsen van de waterlijn;
- de buitenzijde van de buitenste ligger;
- slijtage dekplanken (slijtlaag).

Op basis van deze analyse hebben wij een aantal ontwerpprincipes opgesteld.

ontwerpprincipes die vermeden moeten worden:

- hout direct in de grond plaatsen;
- (houten) leuning direct tegen de zijkant van de houten ligger monteren;
- kopse kant hout in horizontaal vlak toepassen;
- hout toepassen op de waterlijn.

ontwerpprincipes die toegepast dienen te worden:

- houtconstructies vrij van grond plaatsen;
- alle onderdelen en verbindingen afwaterend uitvoeren (bijvoorbeeld geen kopse kanten in het horizontale vlak plaatsen);
- geen houtconstructies toepassen op de waterlijn (verduurzaamd hout is een uitzondering);
- hout toepassen met een minimale breedte/dikte van ca. 5 cm.;
- regelmatig reinigen houtconstructie bijvoorbeeld 1x per jaar met hoge druk.

Deze maatregelen verlengen de levensduur.

Idealiter toe te passen ontwerpprincipes:

- hout afschermen van (regen)water;
- houten liggers onder een (gesloten) dek toepassen;
- houten tussensteunpunten onder een (gesloten) dek toepassen.

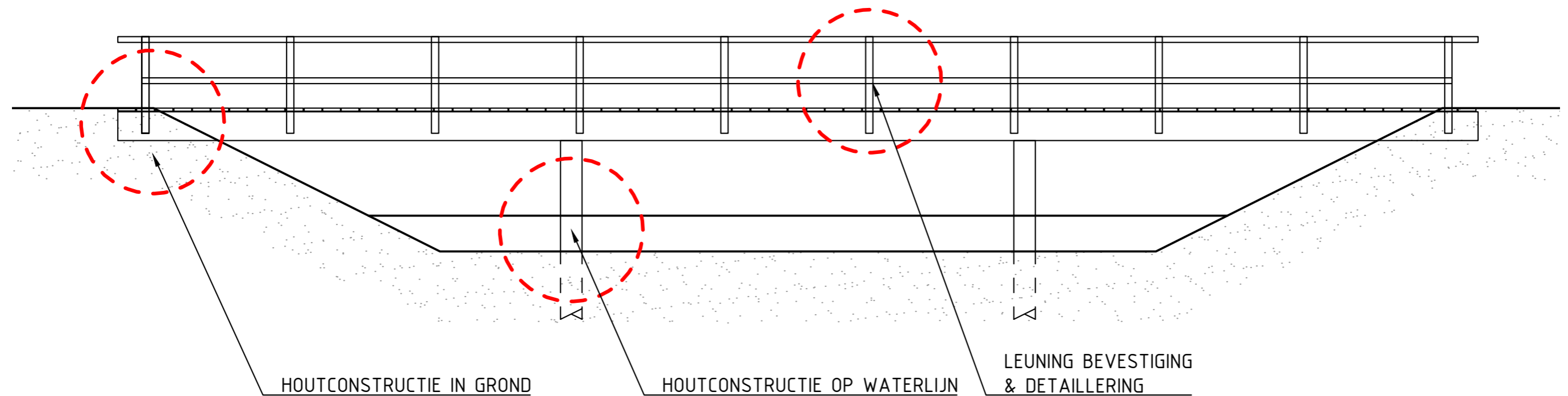
Aandachtspunten bij het toepassen van hout in een brugconstructie zijn; detaillering, regelmatig onderhoud, beperkte levensduur, en de kosten over de gehele levensduur.

GEBRUIK

Naar aanleiding van de inventarisatie van de voetgangers- en fietsbruggen en in overleg met de gemeente Deventer is een standaard netto breedte (breedte tussen de leuning) voor de voetgangersbrug bepaald van 1,80 meter. Dit is de voorkeursmaat volgens CROW-publicatie 723 'ASVV 2012' en CROW-publicatie 337 'Richtlijn toegankelijkheid'. De hoogte van de leuning voor voetgangersbruggen is 1,00 meter volgens Bouwbesluit 2012, Artikel 2.18. Voor de veiligheid en het comfort van het brugdek is het noodzakelijk dat het dek voldoende stroef is.

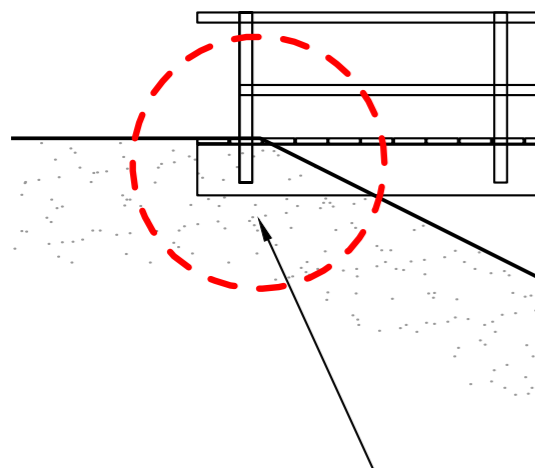
Voor de fietsbrug hangt de breedte af van de functie. Er zijn verschillende functies en bijbehorende profielen zoals; voetfietsbrug gecombineerd lage intensiteit, voetfietsbrug gecombineerd hoge intensiteit, fietsbrug onderdeel van een fietsroute, etc. De netto breedte van de fietsbrug volgt uit de functie. De eis (bouwbesluit) voor hoogte van de leuning voor de fietsbruggen is 1,00 meter, maar een iets hogere leuning voor fietsverkeer is vaak wenselijk. Gemeente Deventer wenst een hoogte van een leuning voor fietsbruggen van 1,20 meter volgens CROW-publicatie 'Ontwerpwijzer bruggen langzaam verkeer': leuninghoogte voor een fietsbrug is minimaal 1,20 meter en de wenselijke hoogte is 1,30 meter. Voor het comfort van het dek bij de fietsbrug is het belangrijk dat het trace vloeiend is.

ANALYSE > PROBLEMEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN

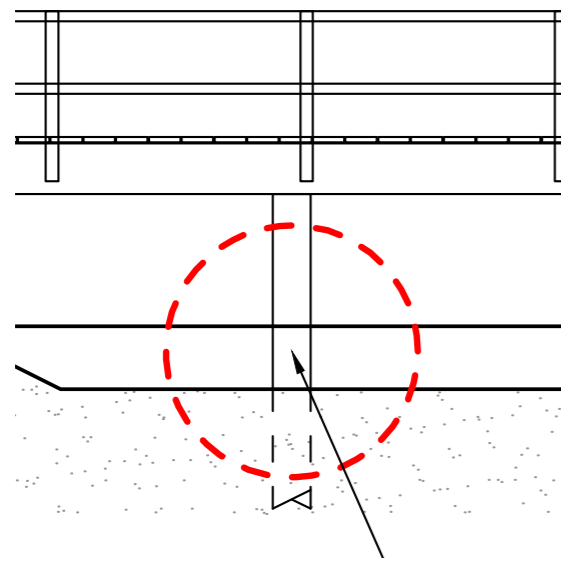


KWETSBARE PLEKKEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN

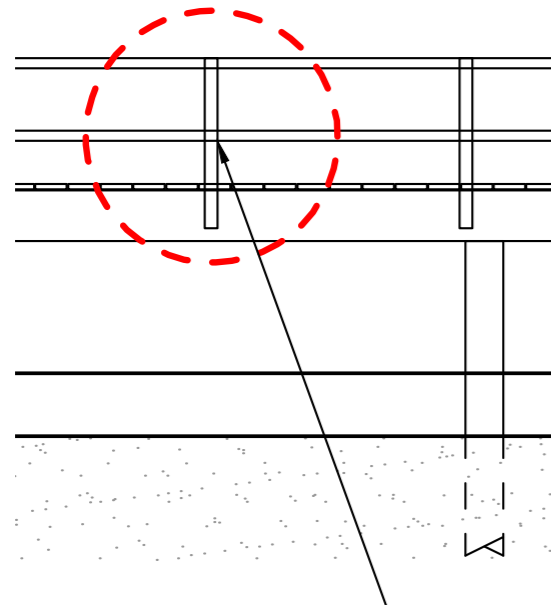
ANALYSE > PROBLEMEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN > LANDHOOFDEN



ANALYSE > PROBLEMEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN > WATERLIJN



ANALYSE > PROBLEMEN HUIDIGE HOUTEN BRUGGEN > LEUNINGEN



ANALYSE

VORMGEVING

Voor de uitgangspunten voor het tactisch kader vervanging langzaamverkeersbruggen Deventer en het principe ontwerp is op 15 oktober 2020 een bespreking gehouden betreffende vormgeving van standaard bruggen en bruggen die niet behoren tot een specifieke bruggenfamilie, gebied of stedelijke zone.

Uit deze bespreking zijn de volgende uitgangspunten voortgekomen.

Materialen brugdekconstructie voetgangers- en fietsbrug

Diverse materialen en combinaties voor de brugdekconstructies zijn beschouwd voor zowel voetgangers- als fietsbrug (zie volgende hoofdstuk variantenstudie brugdekconstructie en tussensteunpunt). **De vraag is, zijn er vanuit stedenbouw of vormgeving wensen betreft materiaalgebruik?**

De conclusie is dat er geen materiaal voorkeur is vanuit stedenbouw of vormgeving.

Hoofdvorm voetgangers- en fietsbrug

Met de hoofdvorm van de bruggen wordt bedoeld; of de brug in aanzicht getoogd, geknikt (kwakelbrug) of vlak is. Veel van de huidige bruggen met name de houten bruggen in buitengebieden zijn vlakke bruggen. **De vraag is, is er vanuit vormgeving een voorkeur voor een hoofdvorm?**

Vanuit vormgeving en stedenbouw is er geen uitgesproken voorkeur voor een type hoofdvorm. Geconcludeerd wordt dat hier geldt :vorm volgt functie.

De hoofdvorm is afhankelijk van de leidende infrastructurele functie. Is de wegfunctie leidend, of de waterfunctie?

Indien de wegfunctie leidend is dan moet het ontwerp zoveel mogelijk comfort voor de weggebruiker bieden. Dit leidt tot een vlakke brug.

Indien de waterfunctie leidend is dan moet de watergang esthetisch benadrukt worden. Een getoogde brug is hier op zijn plaats en het aantal tussentussensteunpunten dient beperkt te zijn.

Zo kan bij een kleine brug over een secundaire of tertiare watergang in het buitengebied gekozen worden voor een vlakke brug. In een park over een mooie watergang kan voor een getoogde brug gekozen worden om het overbruggen van het water zichtbaar te maken.

Voor een niet vlakke lange voetgangersbrug met tussensteunpunten kan gekozen worden om de brug geknikt uit te voeren. Bij een niet vlakke lange fietsbrug met tussensteunpunten kan niet gekozen worden voor een geknikte brug vanwege het fietscomfort. Voor een niet vlakke lange fietsbrug met tussensteunpunten dient gekozen te worden voor een getoogde brug zonder knikken met een soepele aansluiting op de aansluitende paden.

Leuning

De leuning van een standaard langzaamverkeersbrug bepalen voor een groot deel de verschijningsvorm van de brug. De vraag is; **zijn er uitgangspunten voor het ontwerp van de leuning voor de standaard bruggen, zoals materiaal, kleur en stijl?**

Gemeente Deventer heeft geen specifiek beschreven eisen aan de vormgeving voor leuning of een buitenstijl. Uit de bespreking en na het tonen van een aantal referentie ontwerpen van leuning volgt dat gemeente Deventer een voorkeur heeft voor een sobere, minimalistische stalen leuning.

Bruggen die op een locatie liggen waar veel kinderen gebruik van maken dient rekening gehouden te worden met kinderveiligheid/overklimbaarheid van de leuning. In verblijfsgebieden voor kinderen jonger dan 12 jaar kan een leuning met verticale stijlen worden toegepast.

Zie bouwbesluit: Artikel 2.20.

1.

Een afscheiding als bedoeld in artikel 2.17 of een constructieonderdeel dat, installatie die of onderdeel van een installatie dat aan of naast een dergelijke afscheiding is geplaatst, heeft, ter voorkoming van het overklauteren, geen opstapmogelijkheden tussen 0,2 m en 0,7 m boven een vloer, een tredevlak of een vloer van een hellingbaan.

2.

Het eerste lid is niet van toepassing op een vloer, een tredevlak of een vloer van een hellingbaan, of een gedeelte daarvan, niet bestemd voor kinderen jonger dan 12 jaar.

Tussensteunpunt

Voor de tussensteunpunten is de vraag; **zijn er uitgangspunten vanuit stedenbouw of vormgeving?**

Vanuit vormgeving is het wenselijk dat de ruimte onder de brug open is. Het is niet wenselijk dat de ruimte onder de brug dichtloopt door een hoeveelheid aan tussensteunpunten/palen. Er dienen niet te veel tussensteunpunten/palen te worden geplaatst en de voorkeur gaat uit naar een slank tussensteunpunt met twee palen.

ANALYSE

LEVENSDUUR EN DUURZAAMHEID

Met levensduur wordt bedoeld de periode dat de brug in functie is. Met duurzaamheid wordt bedoeld de borging van het milieu en het welzijn van mens en dier nu en in de toekomst.

De doelstelling van gemeente Deventer is duurzaam bouwen. We zijn genoodzaakt na te denken hoe we verstandig om gaan met beschikbare grondstoffen en het milieu. Het belasten van het milieu, het welzijn van mens en dier is te wijten aan de mensheid, het aantal mensen op aarde en ons gedrag.

Duurzaam ontwerpen begint bij de vraag of een object wel nodig is.

Welke (te vervangen) bruggen zijn noodzakelijk voor de langzaamverkeersinfrastructuur in Deventer? Voorkom onnodig materiaalgebruik. Dus zet materialen efficiënt in. Pas duurzame materialen toe.

De levensduur en duurzaamheid van een brug hebben direct met elkaar te maken. Aan de ene kant willen we een constructief materiaal met een lange levensduur, waar geen of weinig onderhoud nodig is. Aan de andere kant willen we milieuvriendelijke hernieuwbare materialen toepassen.

Onbewerkte natuurlijke en hernieuwbare materialen zijn kwetsbaar in ons (Nederlandse) klimaat. Om materialen te produceren die een lange levensduur hebben is vaak veel energie nodig en worden bewerkingen gedaan die milieubelastend en of toxisch zijn.

We dienen een balans te vinden tussen levensduur en duurzaamheid.

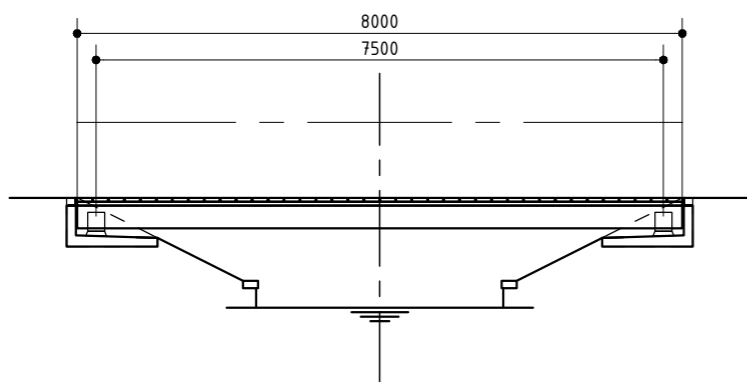
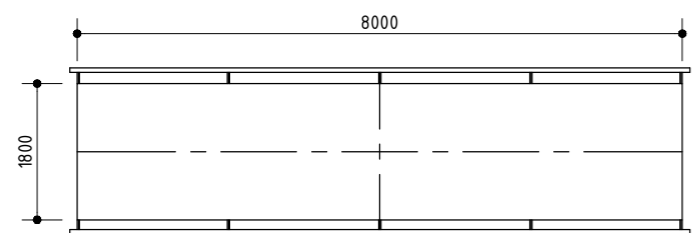
Daarnaast is het zaak efficiënt met grondstoffen om te gaan, geen grondstoffen te verspillen en met zorg om te gaan met de producten die we hebben in de vorm van onderhoud. Ook is het zaak dat de technische levensduur van een brug goed is afgestemd op de functionele levensduur.

Een onderdeel van duurzaamheid is circulariteit. Een brug of onderdeel van een brug zo ontwerpen dat deze na de functionele levensduur nogmaals kan worden ingezet als brug of onderdeel in een toekomstige situatie. Dit principe kan materiaal en energie besparen. Het lastige is dat bruggen een lange levensduur hebben. Het is onzeker of we in de toekomst de brug of onderdelen kunnen gebruiken/inzetten. Het toepassen van standaard producten en demontabele verbindingen heeft meestal een gunstige invloed op materiaal en energieverbruik.

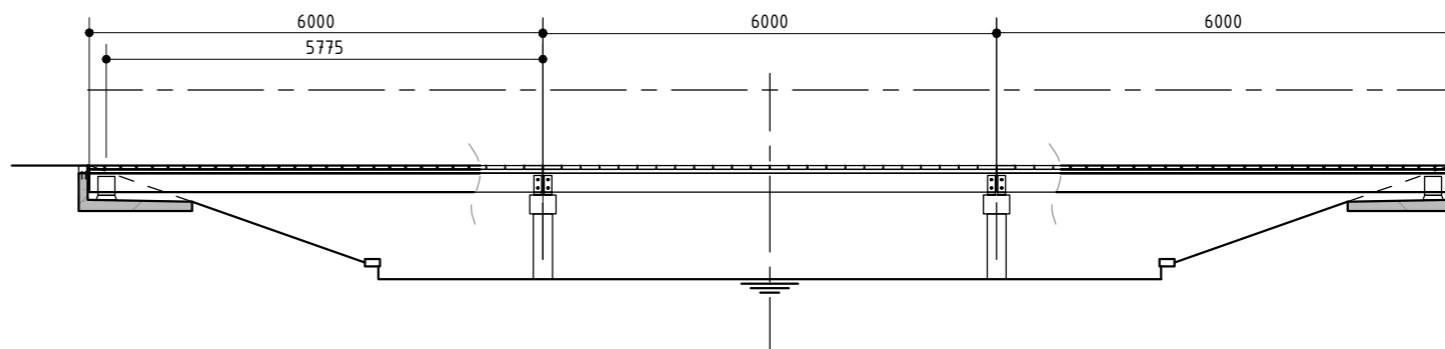
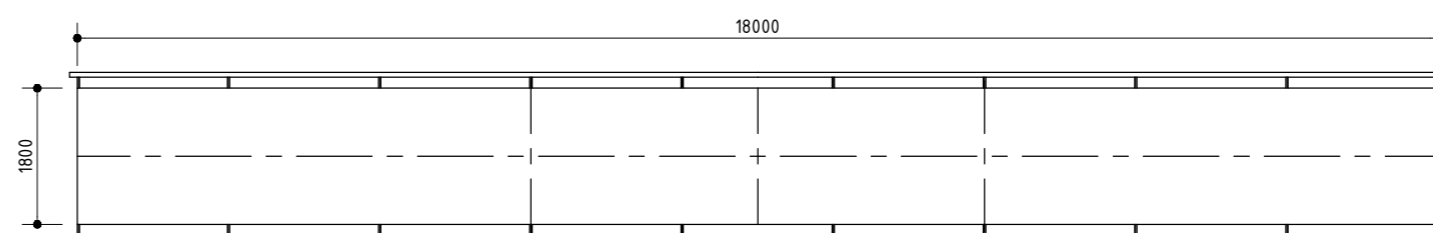
CONCLUSIE ANALYSE

Op basis van de inventarisatie en analyse trekken we een aantal conclusies die als uitgangspunten dienen voor het principeontwerp;

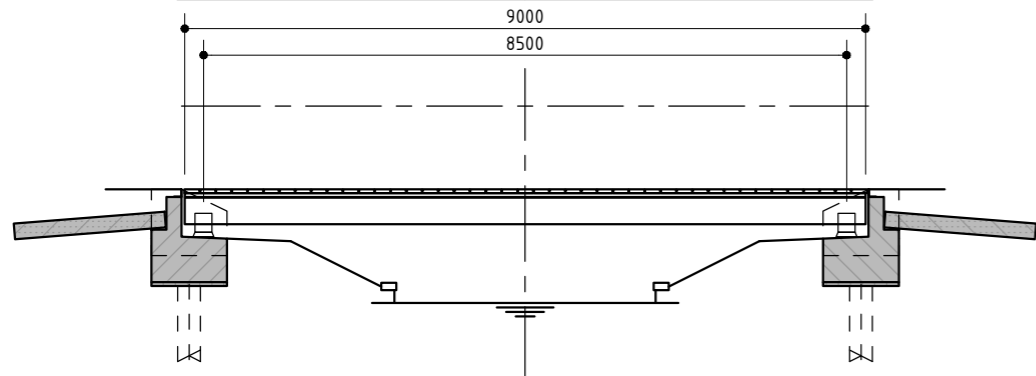
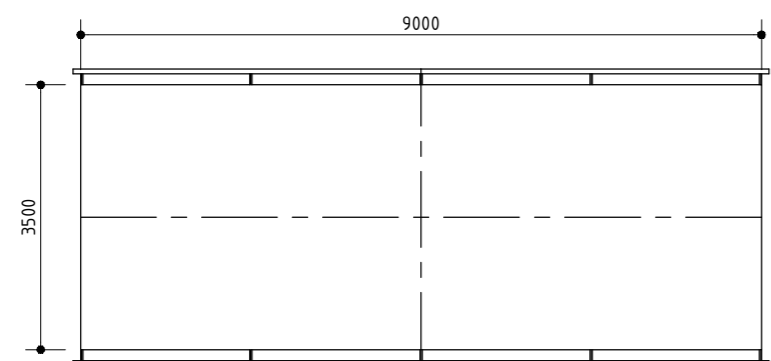
- 74% van de voetgangersbruggen zijn gemaakt van hout en zijn smal (1,0 -2,0 meter breed). Op basis hiervan maken we een principeontwerp van een standaard voetgangersbrug met een netto breedte van 1,80 meter breed. Een standaard voetbrugontwerp met één breedte levert voordelen (tijd en kosten) op voor de voorbereiding en uitvoering.
- Voetgangersbruggen kunnen worden gefundeerd op staal.
- Eén standaard breedte voor fietsbruggen is niet mogelijk. De functie, het profiel van de fietsbrug varieert. De breedte en inpassing van een fietsbrug is maatwerk. Gekozen kan worden voor een aantal breedtes die aansluiten bij de verschillende functies van de fietsbruggen. Ook de leuning, het steunpunt en een aantal details kunnen worden gestandaardiseerd.
- Indien een houtenconstructie wordt toegepast, voorkom:
 - direct contact met grond;
 - directe verbinding tussen houten leuning en houten dek;
 - toepassing van kopse kanten in het horizontale vlak;
 - hout op de waterlijn;
 - dunnen houten delen, dunner dan ca. 5 cm. (in combinatie met verbindingsmiddelen).
- Ontwerp een sober, minimalistisch stalen leuning.
- Ontwerp een sober slank steunpunt



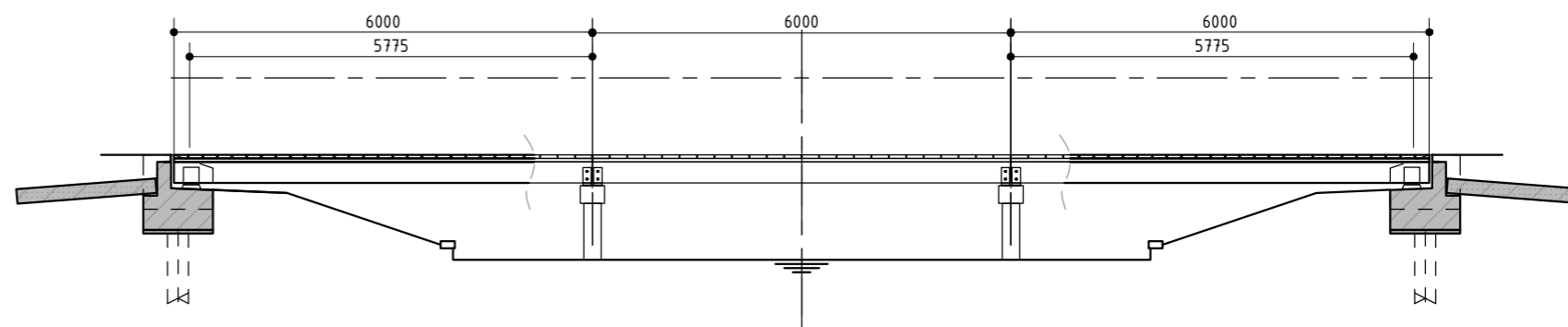
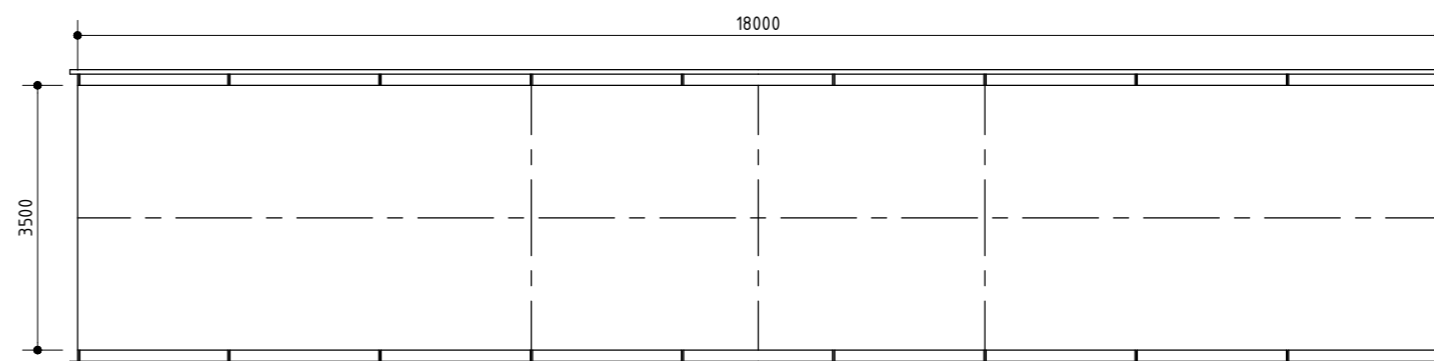
GLOBALE OPBOUW VOETGANGERSBRUG ZONDER STEUNPUNTEN



GLOBALE OPBOUW VOETGANGERSBRUG MET STEUNPUNTEN



GLOBALE OPBOUW FIETSBRUG ZONDER STEUNPUNTEN



GLOBALE OPBOUW FIETSBRUG MET STEUNPUNTEN

VARIANTENSTUDIE

Op basis van de inventarisatie, analyse en de aspecten gebruikscomfort, beheer, vormgeving, duurzaamheid, bouwkosten en levensduurkosten is een variantenstudie uitgevoerd voor de brugdekconstructie van de voetgangersbrug, de brugdekconstructie van de fietsbrug, de totale brugconstructie van de fietsbrug en het tussensteunpunt.

BRUGDEKCONSTRUCTIE

voetgangersbrug

Voetgangersbruggen worden belast met een belasting (5 kN/m²) en hebben een kleine breedte 1,80 meter. De voetbrugconstructie is hiermee een lichte constructie. In gemeente Deventer kunnen de (meeste) voetbruggen gefundeerd worden op staal, waarmee palen bespaart worden, omdat veelal stevige zandgrond aanwezig is.

Ten eerste is een herontwerp gemaakt van de huidige houten brugconstructie waarbij alle kwetsbare plekken en ontwerpdetails uit het ontwerp zijn gehaald. Dit is de variant 'hout plus'.

Daarnaast is een stalen, betonnen, composieten en massief houten constructie beschouwd.

Op basis van de variantenstudie en in overleg met gemeente Deventer is gekozen voor de variant 'hout plus' vanwege de goede score qua duurzaamheid en kosten. Voor de voetgangersbrug is alleen de dekconstructie beschouwd, omdat deze beschouwing voldoende is om een voorkeursvariant te kiezen.

fietsbrug

Uitgangspunt voor de belasting van de fietsbruggen is een onbedoeld voertuig met een belasting van 120 kN (aslast 80 kN en 40 kN), fietsbruggen zijn breder dan de voetgangersbruggen (grootste aantal ca. 3 tot 4 meter). De constructie van een fietsbrug wordt hiermee aanzienlijk zwaarder dan een voetgangersbrug. Een fundering op palen is in de meeste gevallen noodzakelijk.

Ook voor de fietsbrug is een herontwerp gemaakt van de huidige houten brugconstructie waarbij alle kwetsbare ontwerpdetails uit het ontwerp zijn gehaald. Dit is ook hier de variant 'hout plus'.

Daarnaast is een hout-beton, hout-asfalt, stalen, betonnen en composieten dekconstructie beschouwd.

Conclusie is dat een houten dekconstructie (variant hout plus) de meest duurzame keuze is. Een beton dekconstructie is op lange termijn de meest economisch voordelige keuze, de hybride hout-beton dekconstructie is totaal de beste keuze en de composiet dekconstructie is de meest uitvoerings- en onderhoudsvriendelijke keuze is. Het fietscomfort is bij zowel een beton, hout-beton en composiet deconstructie beter dan de houten dekconstructie.

Gemeente Deventer heeft aangegeven dat de innovatieve hybride hout-beton dekconstructie op dit moment voor de gemeente een te groot risico met zich meebrengt.

Op basis van de variantenstudie van de dekconstructie voor de fietsbrug en in overleg met gemeente Deventer is een beschouwing uitgevoerd voor de totale brugconstructie (inclusief landhoofden en tussensteunpunten exclusief leuning) voor de materialen hout plus, beton en composiet. Wat blijkt uit deze beschouwing van de totale brugconstructies is dat de kostenverschillen klein zijn. De MKI-score van een brug met een composiet deconstructie blijft hoog.

TUSSENSTEUNPUNT

Een zestal tussensteunpuntconstructies zijn beschouwd; hout, standaard beton, minimalistisch beton, staal, staal-beton en hout-beton. In overleg met gemeente Deventer is niet gekozen voor een houten tussensteunpunt vanwege onderhoud. Een standaard betonnen tussensteunpunt opgebouwd uit prefab betonnen palen met daarop een overmaatse betonnen kesp is economisch voordelig en goed uitvoerbaar. Uit oogpunt van vormgeving is een minimalistisch betonnen tussensteunpunt beschouwd. Deze is opgebouwd uit prefab betonnen palen met daarop een sluitende strakke kesp. Het minimalistische betonnen tussensteunpunt is lastig uitvoerbaar. Een volledig stalen tussensteunpunt waarbij stalen buispalen met een dikke wanddikte en een stalen kesp zijn toegepast heeft als voordeel dat de stalen buispalen zijn her te gebruiken na einde functionele levensduur. Een nadeel is de grote hoeveelheid staal. Het staal-beton tussensteunpunt is opgebouwd uit stalen buispalen met een dunne wanddikte gevuld met beton en een stalen kesp. Het hout-beton tussensteunpunt is opgebouwd uit houten palen met een betonnen oplanger in de vorm van een portaal.

Conclusie is dat een standaard betonnen tussensteunpunt economisch voordelig is, duurzaam is en voldoende passend is bij 'standaard' brugontwerp. Gemeente Deventer heeft uit oogpunt van vormgeving de voorkeur voor het minimalistische betonnen tussensteunpunt. Gemeente Deventer wilt het minimalistische betonnen tussensteunpunt als alternatief tussensteunpunt uitvragen in de markt om af te tasten of de markt dit tussensteunpunt kan uitvoeren.

DUURZAAMHEID

Het aspect duurzaamheid is getoetst aan de hand van een DuboCalc berekening met als resultaat een MKI-score. (MKI; Milieu Kosten Indicator). Voor elke variant is een MKI-score berekend.

Een optimale constructie is een milieuvriendelijke constructie met een technische levensduur die aansluit bij de functionele levensduur. Het uitgangspunt voor de levensduur van de langzaamverkeersbruggen voor gemeente Deventer is in overleg vastgesteld op 50 jaar. De betrokken stedenbouwkundige verwacht niet dat de bestaande infrastructuur waar de te vervangen bruggen deel van uit maken in Deventer snel zal worden aangepast. De functionele levensduur van een langzaamverkeersbrug kan dus mogelijk langer zijn dan 50 jaar. Voor de volledigheid hebben we ook een levensduur van 100 jaar beschouwd.

BOUWKOSTEN

Voor elke variant is een raming gemaakt. De raming zijn netto bouwkosten (zonder Algemene Kosten, Winst en Risico (AKWR) en BTW).

LEVENSDUURKOSTEN

De levensduurkosten zijn opgebouwd uit de netto bouwkosten, de kosten van de te vervangen materialen binnen de levensduur en de arbeidskosten van het uitvoeren van onderhoud. Uitgangspunt voor de levensduurkosten is een levensduur van 50 jaar. Voor de volledigheid is ook een levensduur van 100 jaar beschouwd.

Om te komen tot een overzicht en een voorkeurskeuze voor de brugdekconstructie van de voetgangersbrug, de brugdek- en brugconstructie van de fietsbrug en de constructie van de tussensteunpunten zijn de scores weergegeven in grafieken en een overzichtsmatrix.

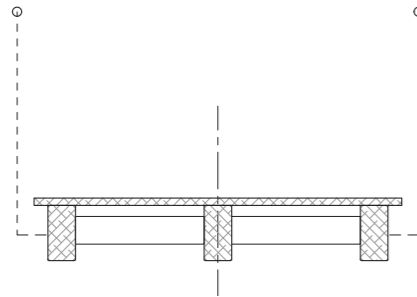
Daarnaast zijn de ontwerpvarianten afgestemd op het aspect vormgeving met de stedenbouwkundige en ontwerper openbare ruimte.

De variantenstudie is weergegeven op de volgende pagina's:

- pagina's 18-21 brugdekconstructie voetgangersbrug
- pagina's 22-25 brugdekconstructie fietsbrug
- pagina's 26-27 brugconstructie totaal fietsbrug
- pagina's 28-29 tussensteunpunt

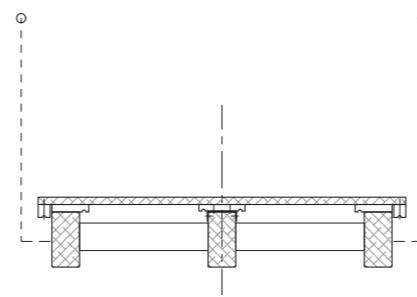
VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > VOETGANGERSBRUG

00 - hout basis



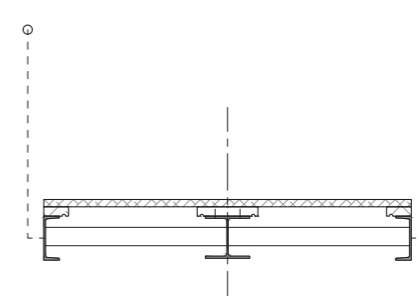
Realisatiekosten	●●●●●
Levensduurkosten	●●●●○
MKI	●●●●●
Beheer	●○○○○
Gebruikscomfort	●●●○○

01 - hout plus



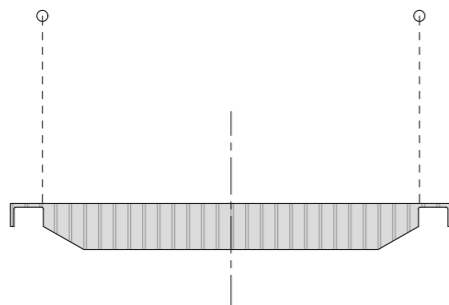
Realisatiekosten	●●●●●
Levensduurkosten	●●●●●
MKI	●●●●○
Beheer	●●○○○
Gebruikscomfort	●●●○○

02 - staal plus



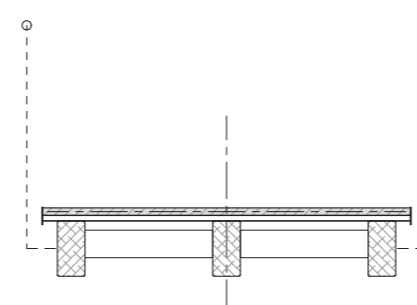
Realisatiekosten	●○○○○
Levensduurkosten	●●○○○
MKI	●●○○○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●○○

03 - composiet



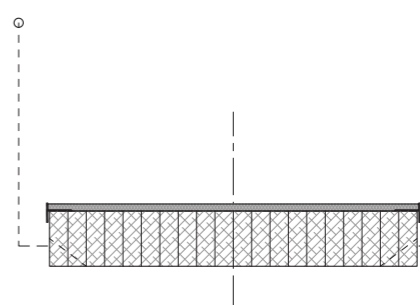
Realisatiekosten	●●●○○
Levensduurkosten	●●●○○
MKI	○○○○○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●●●

04 - hout staalbetondek



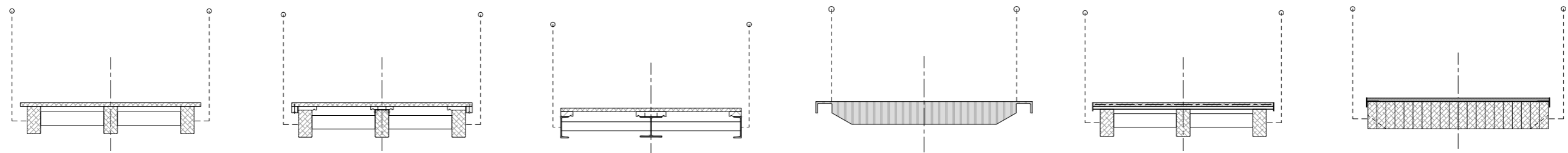
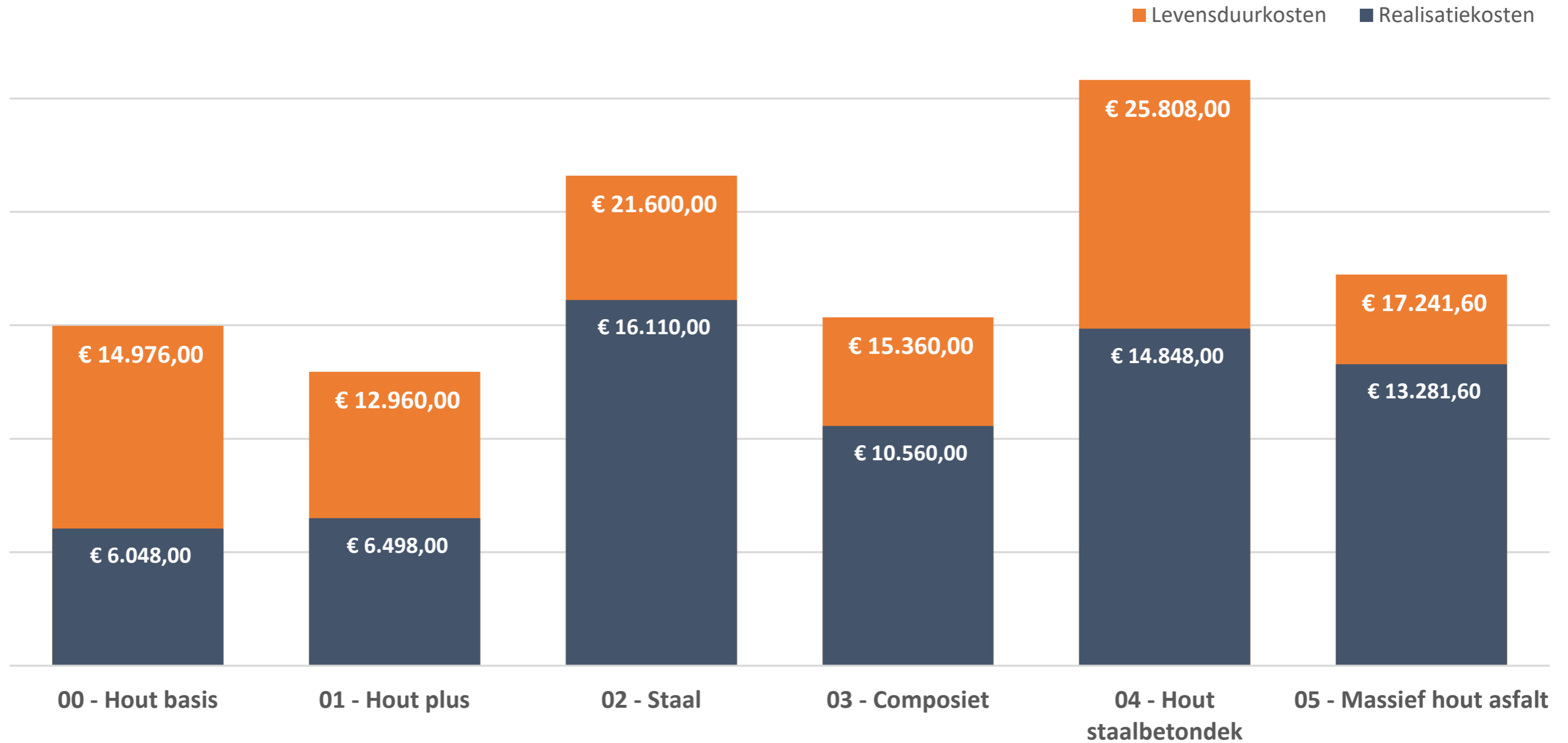
Realisatiekosten	●●○○○
Levensduurkosten	●○○○○
MKI	●●●○○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●●●

05 - massief hout asfalt



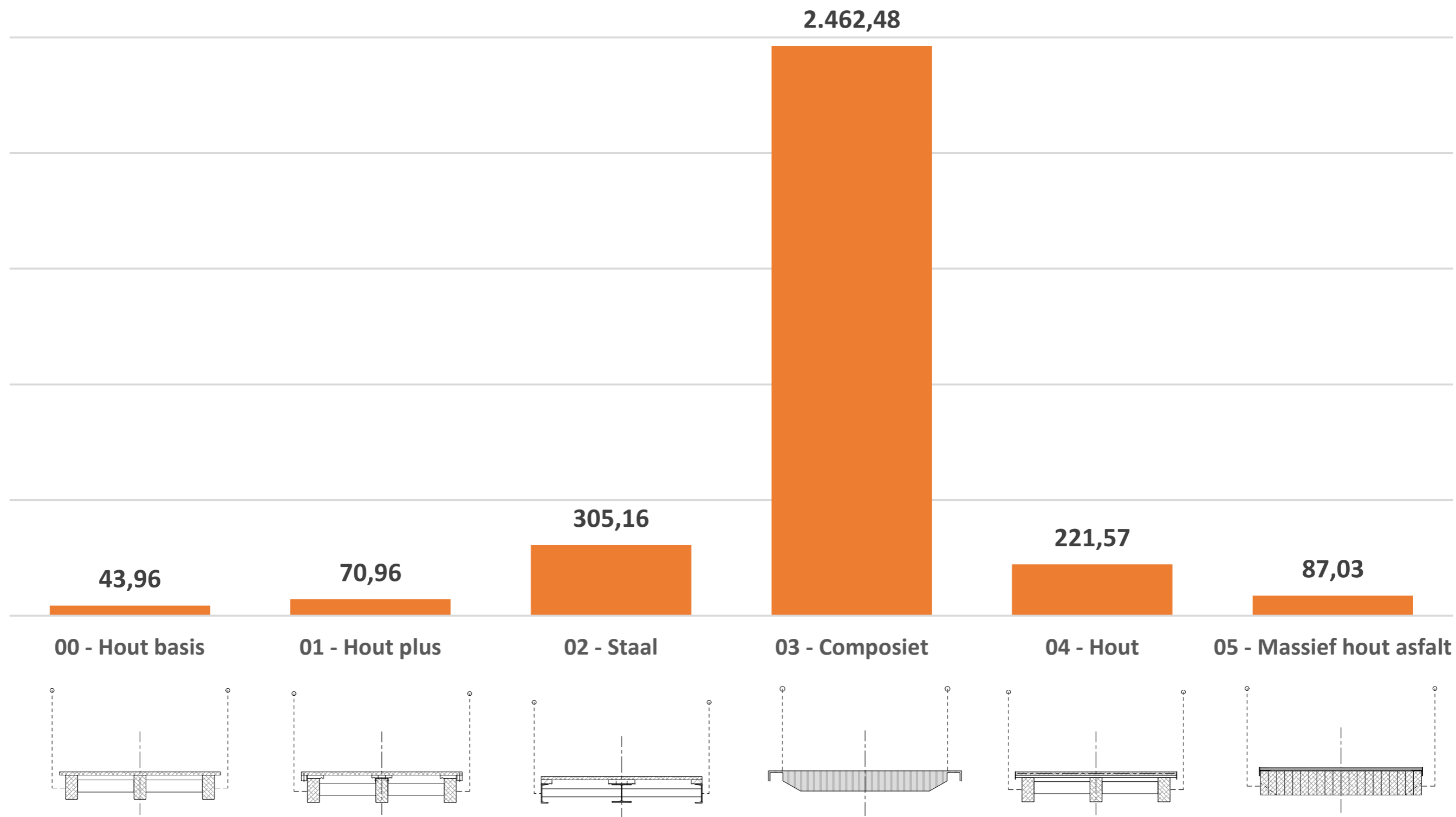
Realisatiekosten	●●○○○
Levensduurkosten	●●●○○
MKI	●●●○○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●●●

VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > VOETGANGERSBRUG > KOSTEN

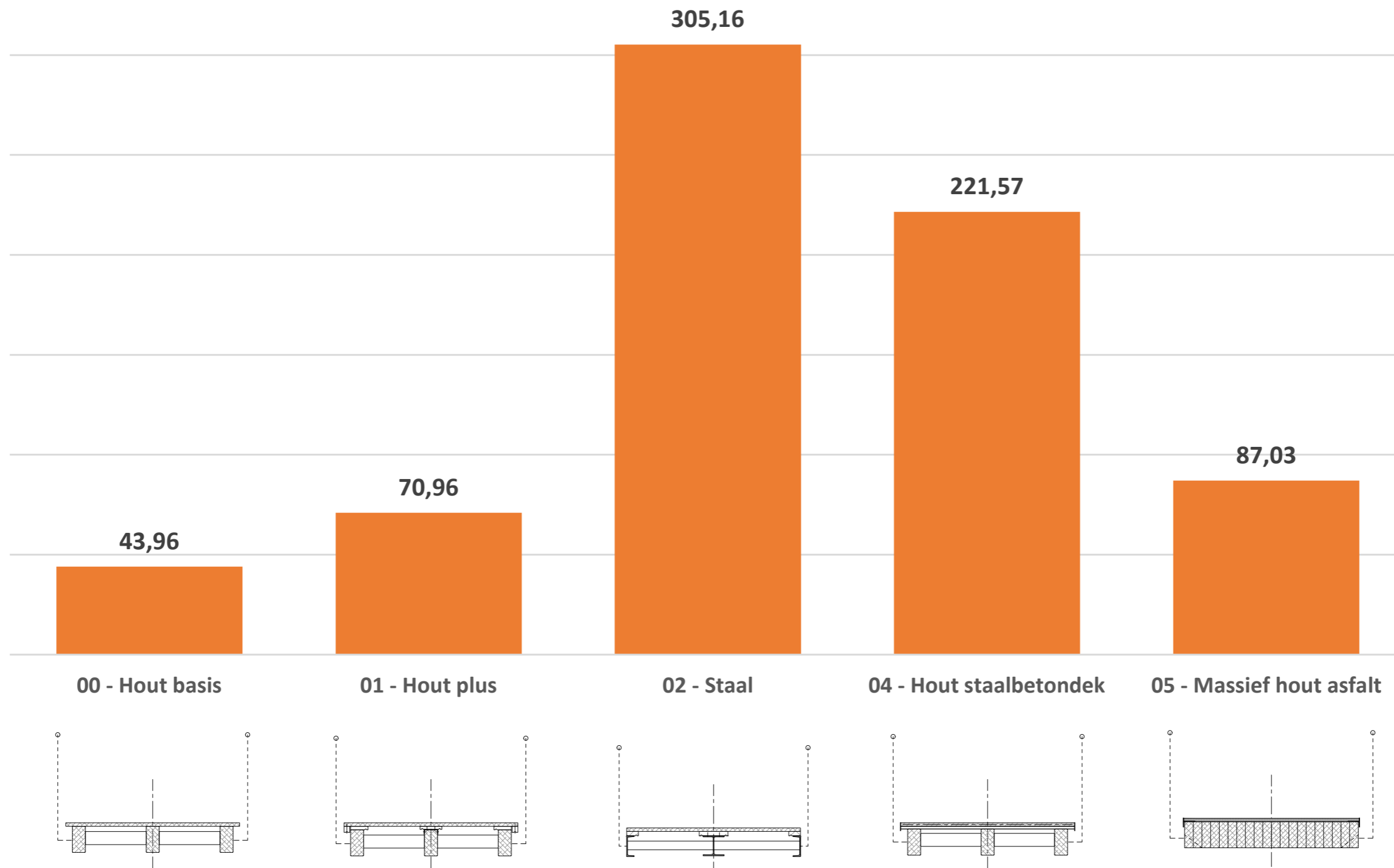


FIGUUR-7 KOSTEN VARIANTEN BRUGDEKCONSTRUES VOETGANGERSBRUG (2X8 M.)

VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > VOETGANGERSBRUG > MKI-SCORE



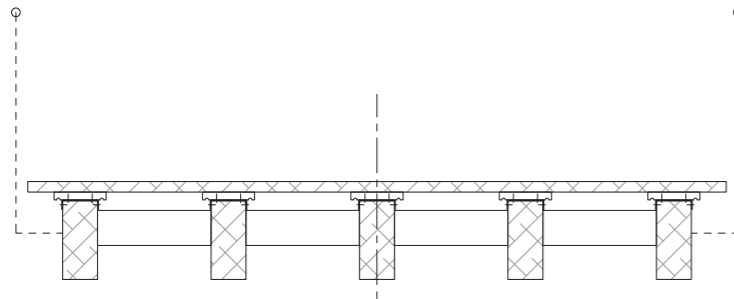
VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > VOETGANGERSBRUG > MKI-SCORE



FIGUUR-8B MKI-SCORE VOETGANGERSBRUG

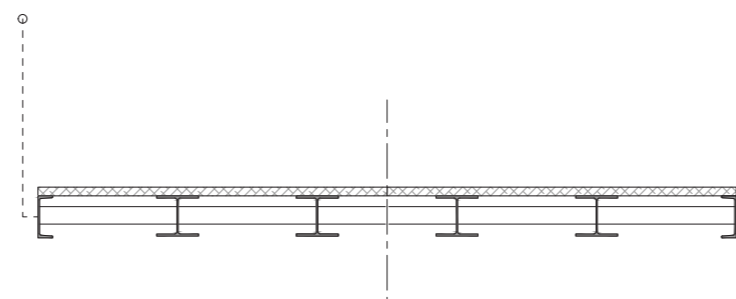
VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > FIETSBRUG

01 - hout plus



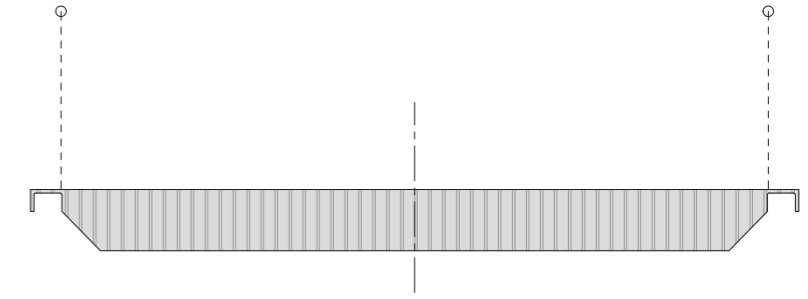
Realisatiekosten	●●●●○
Levensduurkosten	●●●●○
MKI	●●●●○
Beheer	●○○○○
Gebruikscomfort	●●●○○

02 - staal plus



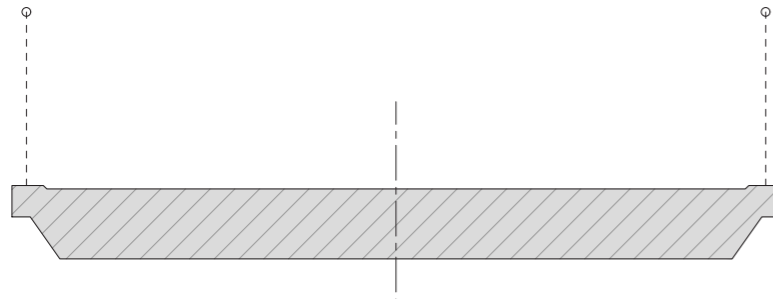
Realisatiekosten	○○○○○
Levensduurkosten	○○○○○
MKI	●●○○○
Beheer	●●○○○
Gebruikscomfort	●●●○○

03 - composiet



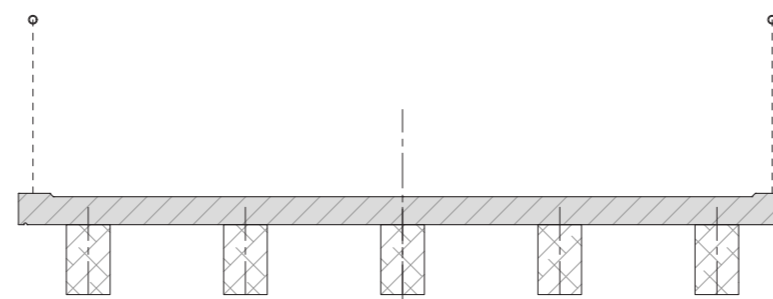
Realisatiekosten	●●○○○
Levensduurkosten	●●○○○
MKI	○○○○○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●●○

04 - beton



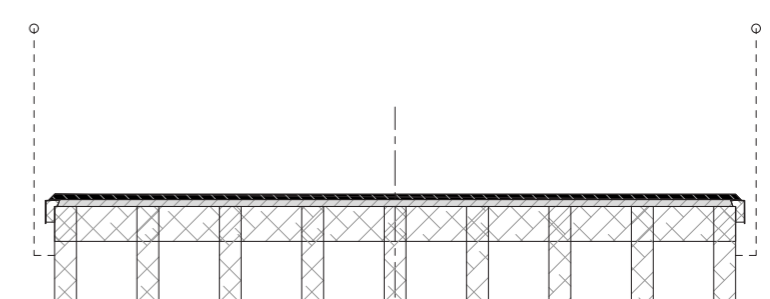
Realisatiekosten	●●●●○
Levensduurkosten	●●●●○
MKI	●●○○○
Beheer	●●●●○
Gebruikscomfort	●●●●○

05 - hout staalbetondek © ipv Delft



Realisatiekosten	●○○○○
Levensduurkosten	●●●●○
MKI	●●●●○
Beheer	●●●○○
Gebruikscomfort	●●●●○

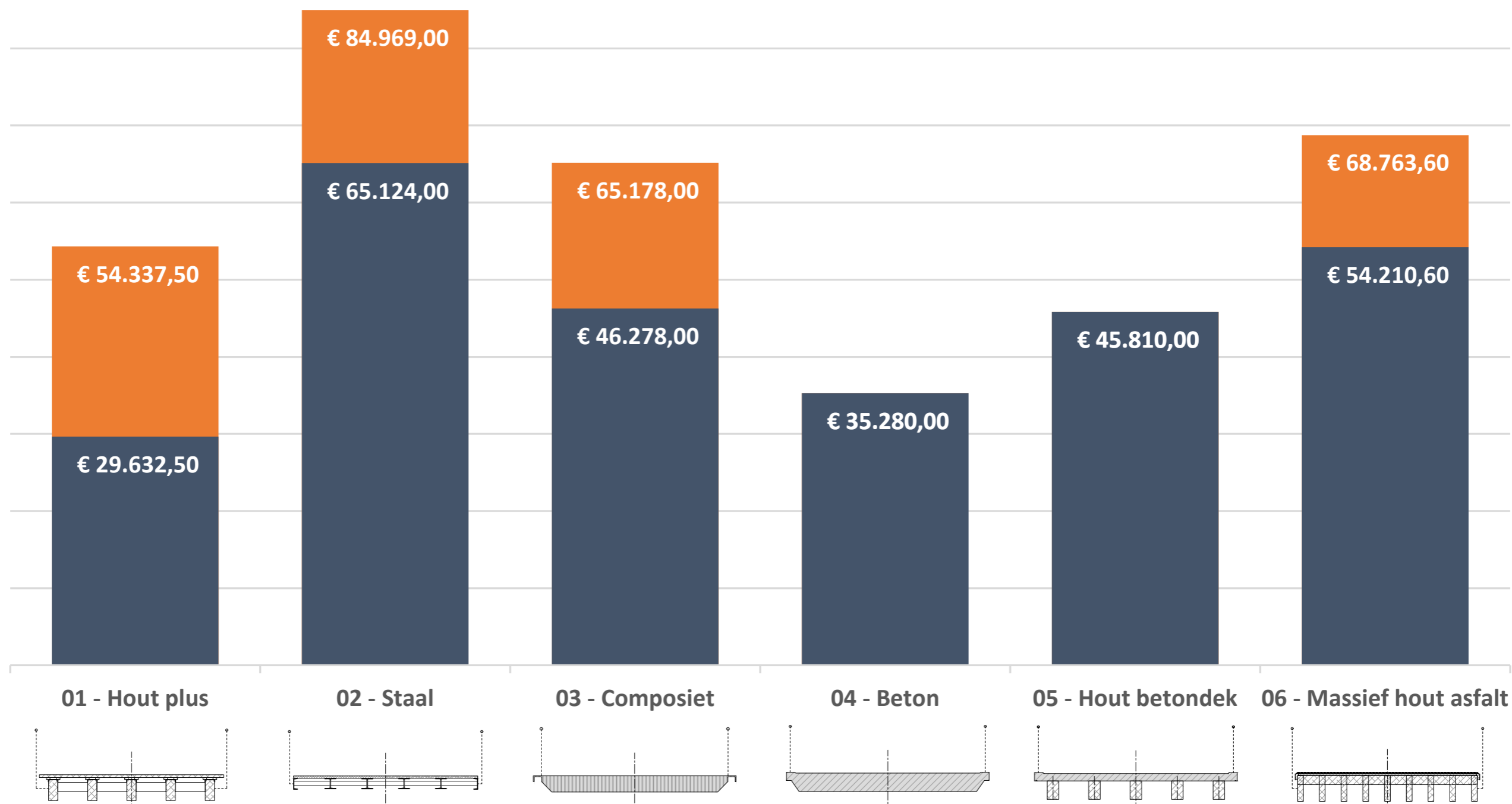
06 - hout asfalt



Realisatiekosten	●○○○○
Levensduurkosten	●●○○○
MKI	●●●●○
Beheer	●●○○○
Gebruikscomfort	●●●●○

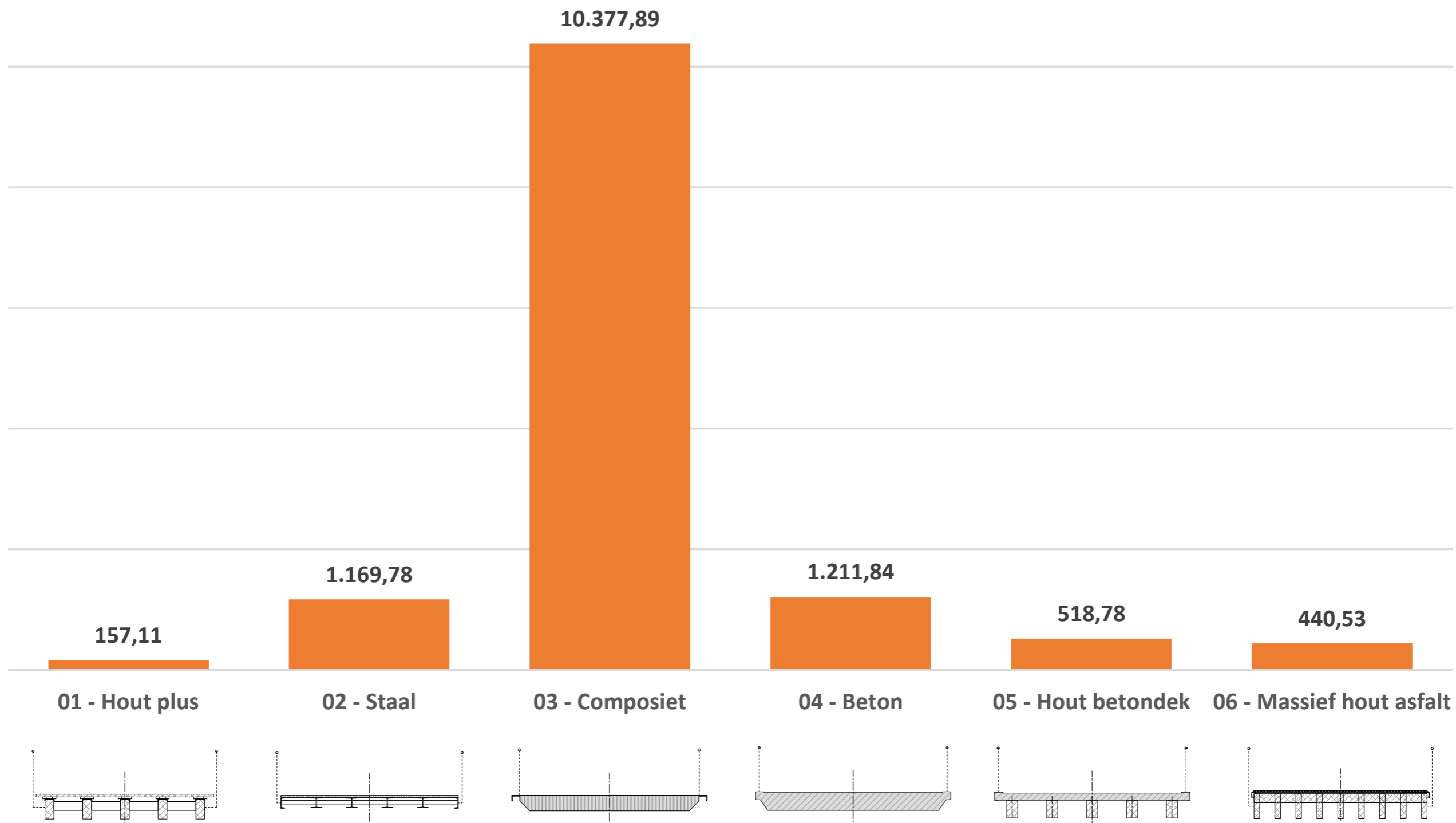
VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > FIETSBRUG > KOSTEN

Levensduurkosten Realisatiekosten



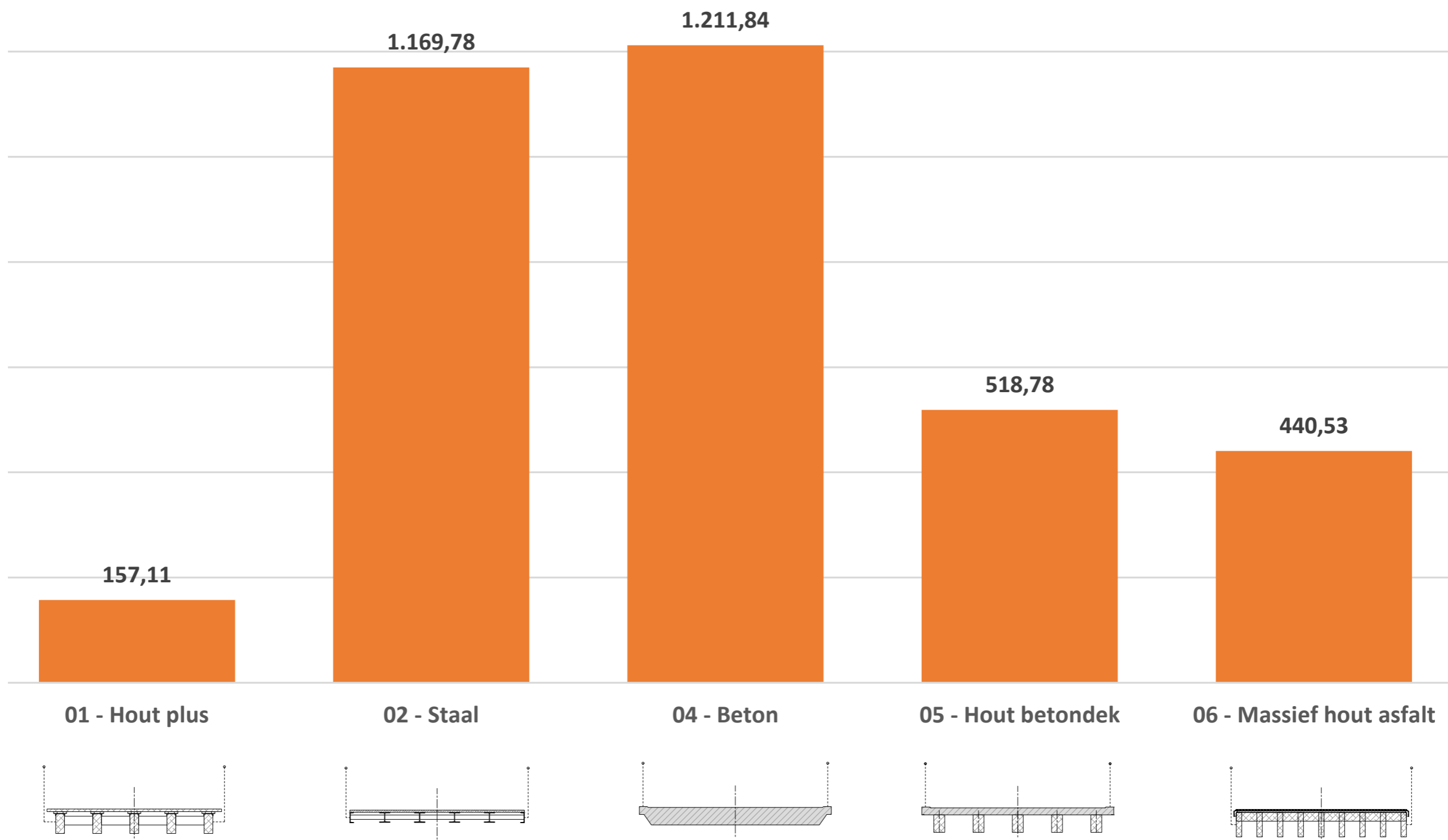
FIGUUR-9 KOSTEN VARIANTEN BRUGDEKCONSTRUCTIES FIETSBRUG (11X3M.)

VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > FIETSBRUG > MKI-SCORE



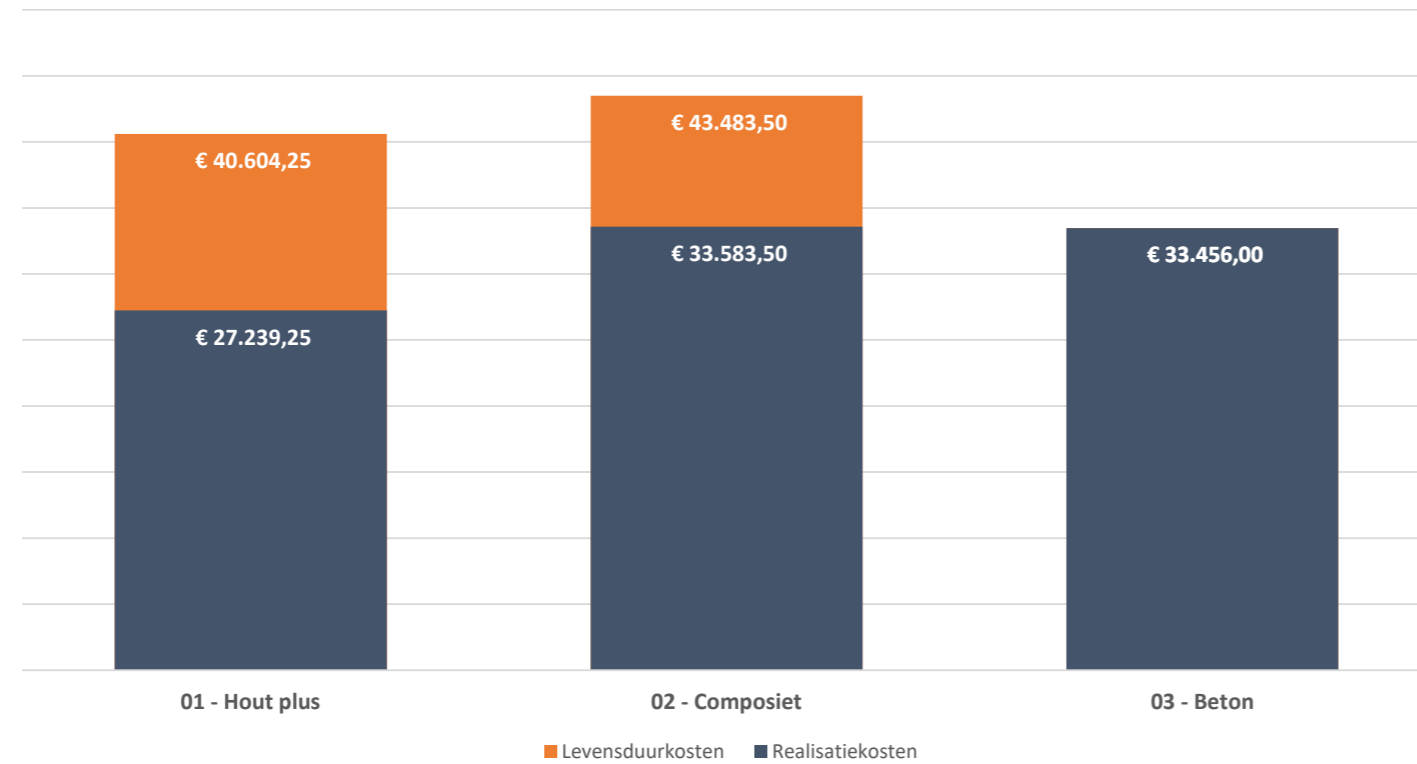
FIGUUR-10A MKI-SCORE FIETSBRUG

VARIANTENSTUDIE DEKCONSTRUCTIE > FIETSBRUG > MKI-SCORE



FIGUUR-10B MKI-SCORE FIETSBRUG

VARIANTENSTUDIE BRUGCONSTRUCTIE TOTAAL > FIETSBRUG > KOSTEN

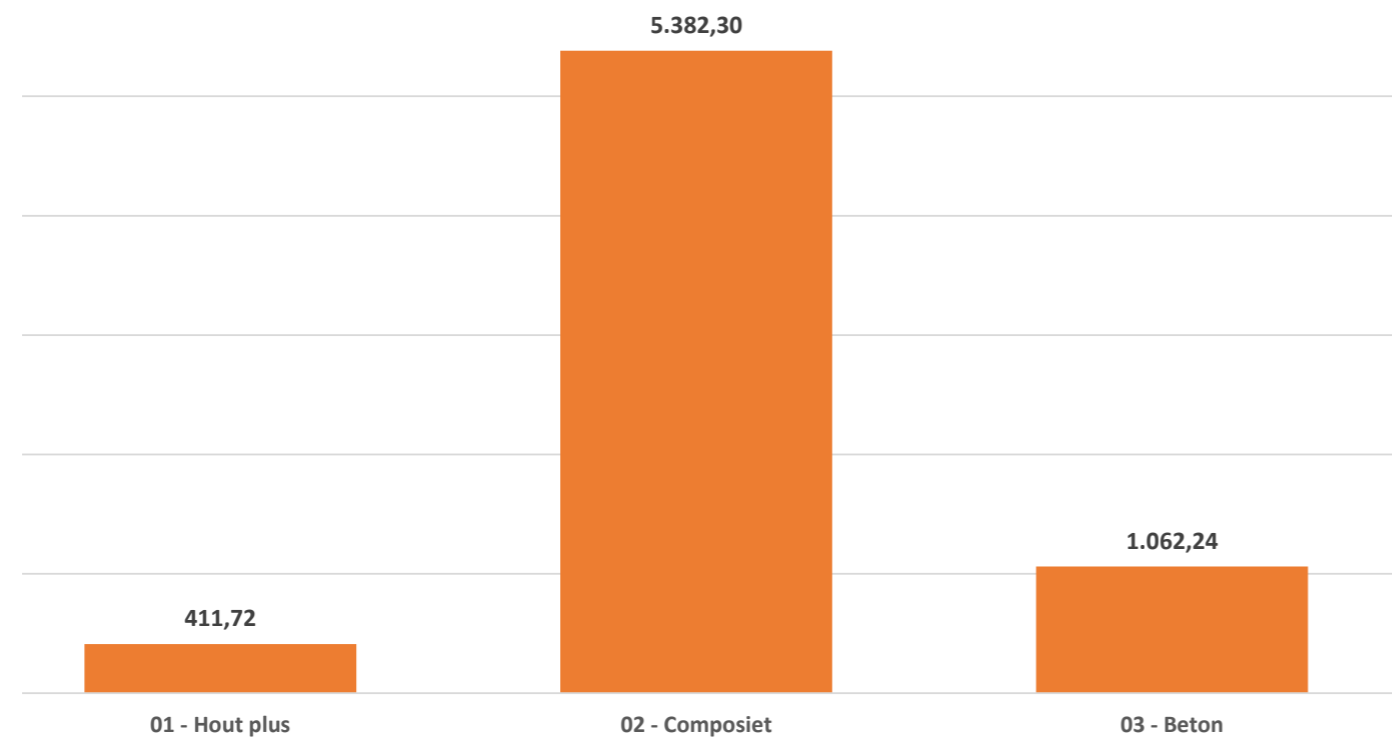


FIGUUR-11 KOSTEN FIETSBRUG 11X4 M.

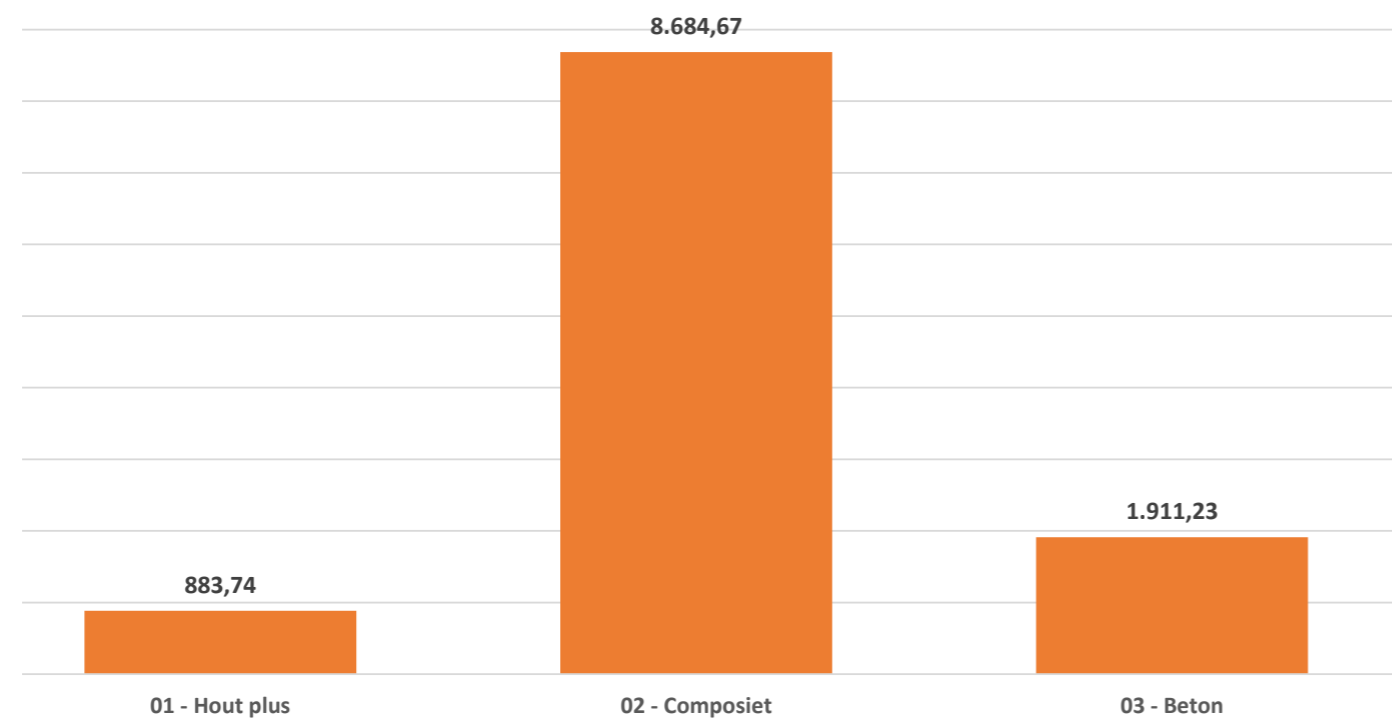


FIGUUR-12 KOSTEN FIETSBRUG 18X4 M.

VARIANTENSTUDIE BRUGCONSTRUCTIE TOTAAL > FIETSBRUG > MKI-SCORE

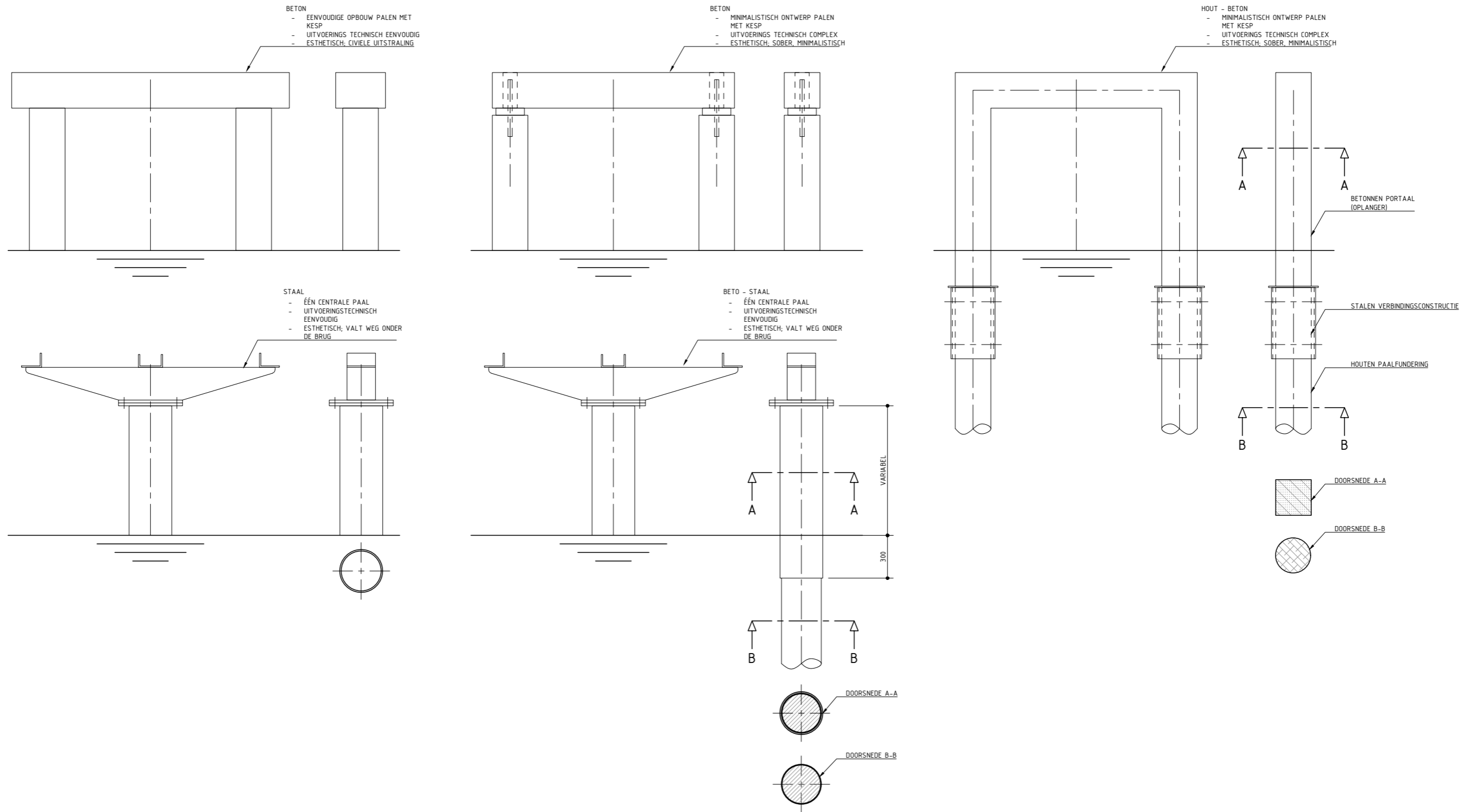


FIGUUR-13 MKI-SCORE FIETSBRUG 11X4 M.

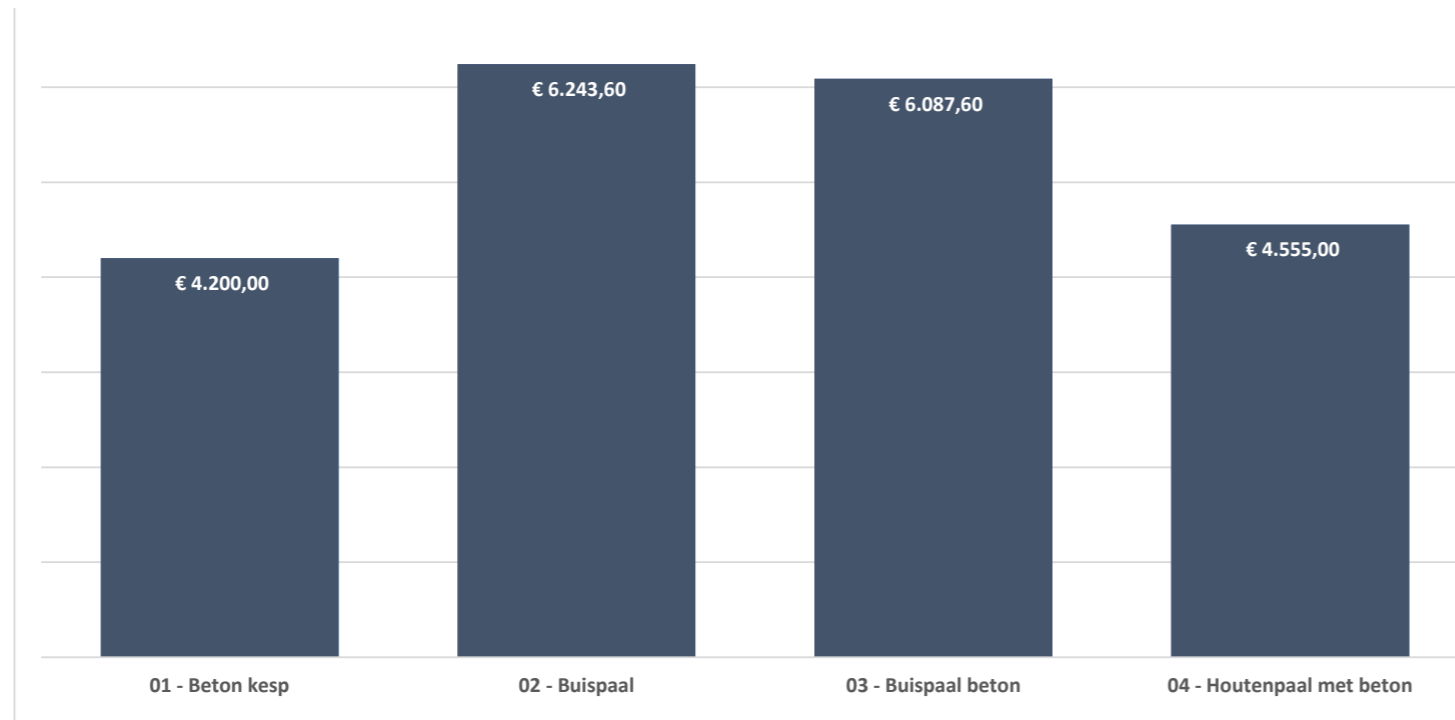


FIGUUR-14 MKI-SCORE FIETSBRUG 18X4 M.

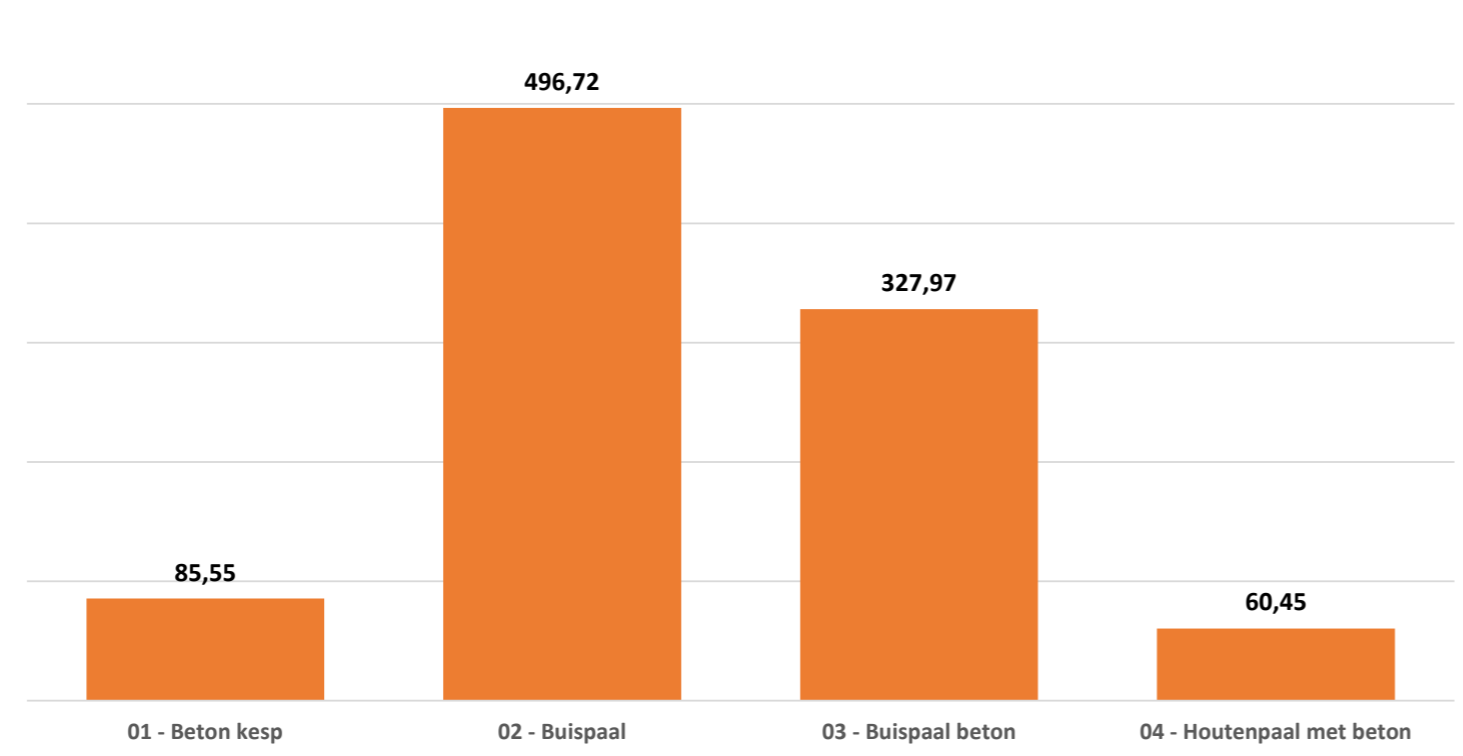
VARIANTENSTUDIE TUSSENSTEUNPUNT



VARIANTENSTUDIE TUSSENSTEUNPUNT

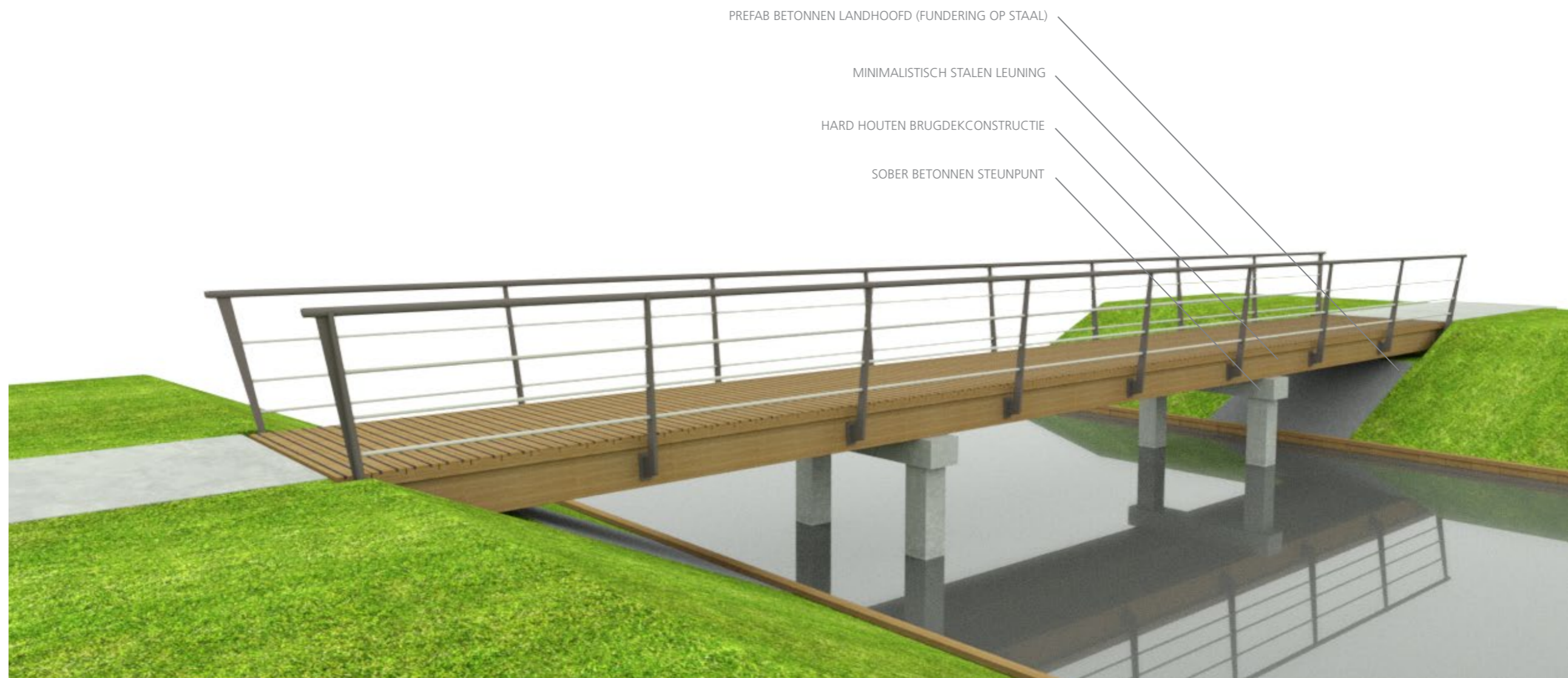


FIGUUR-15 KOSTEN STEUNPUNT



FIGUUR-16 MKI-SCORE STEUNPUNT

PRINCIPEONTWERP VOETGANGERSBRUG



PRINCIPEONTWERP

VOETGANGERSBRUG

- maatgevende belasting: 5 kN/m²
- breedte; 1,80 meter
- materiaal dekconstructie: gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout > Azobé of gelijkwaardig.
- materiaal dekplanken : gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout met safe-grip slijtlaag; fabrieksmatig aangebracht in zwaluwstaartprofiel.
- materiaal tussentussentussensteunpunt: beton, toepassen gerecyclede beton.
- landhoofd; fundering op staal, opgebouwd uit standaard prefab beton elementen. Toepassen gerecyclede beton of geopolymerbeton.
- kleur beton; standaard CUR-100 grijschaal-II of III.
- leuning; staal

Op pagina 34 is het principeontwerp weergegeven.

Op pagina 30 en 32 zijn visualisaties weergegeven.

Van alle beschouwde varianten heeft variant 'hout plus' de laagste milieu-impact en zijn de kosten het laagst. Variant 'hout plus' wordt uitgevoerd met gecertificeerd Azobé hardhout. Bij variant 'hout plus' zijn de liggers niet volledig beschermd tegen regenwater en daarom kan geen zachthout (Lariks) worden toegepast. Verduurzaamd hout zoals Accoya is een duurzamer alternatief, maar is erg kostbaar en de mechanische eigenschappen zijn minder goed dan die van hardhout, Azobé (zie bijlage-2 houtsoorten).

FIETSBRUG

- maatgevende belasting: 120 kN (aslasten 80 kN en 40 kN)
- breedte; volgt uit functie
- materiaal dekconstructie: gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout > Azobé of gelijkwaardig
- alternatieve materialen dekconstructie: beton, composiet, hout-beton (zie toelichting onder)
- materiaal dekplanken : gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout met safe-grip slijtlaag; fabrieksmatig aangebracht in zwaluwstaartprofiel.
- materiaal tussentussentussensteunpunt: beton, toepassen gerecyclede beton.
- landhoofd; paalfundering, bij lichte fietsbruggen mogelijk fundering op staal, dit is nader te bepalen aan de hand van constructieve berekeningen. Toepassen stootplaten afmetingen n.t.b. Toepassen gerecyclede beton of geopolymerbeton.
- kleur beton; standaard CUR-100 grijschaal-II of III.
- leuning; staal

Op pagina 35 is het principeontwerp weergegeven.

hout plus

Van alle beschouwde varianten heeft variant 'hout plus' de laagste milieu-impact en zijn de bouwkosten het laagst. De voorkeursvariant voor de fietsbruggen is hiermee variant 'hout plus'.

Bij een houten constructie is regelmatig onderhoud een vereiste. Dit onderhoud brengt kosten met zich mee ten opzichte van een beton of composiet dekconstructie. Het dek opgebouwd uit planken is minder comfortabel dan een vlak dek.

Naast de variant 'hout plus' zijn twee alternatieven mogelijk, namelijk beton, composiet. Wanneer te kiezen voor beton of composiet?

beton

Een betonnen dekconstructie kan worden toegepast daar waar;

- een brug in een buitengebied ligt en
- een zeer lange levensduur gewenst is en
- weinig onderhoud gewenst is.

composiet

Een composiet dekconstructie kan worden toegepast daar waar;

- een beperkte uitvoeringstijd noodzakelijk is en/of
- een grotere overspanning zonder tussensteunpunten wenselijk is en/of
- paalfundering kan worden voorkomen.

TUSSENSTEUNPUNT

- afmetingen: nader te bepalen aan de hand van constructieve berekeningen
- prefab betonnen funderingspalen, bij voorkeur 2 palen toepassen (dus 3 palen voorkomen waar niet nodig)
- betonnen kesp
- materiaal; (gerecyclede) beton
- kleur beton; standaard CUR-100 grijschaal-II of III.

Op pagina 34 en 35 is het principeontwerp weergegeven.



PRINCIPEONTWERP

LEUNING

- maatgevende belasting: 3,0 of 0,8 kN/m. Welke maatgevende belasting in welke situatie wordt gehanteerd is nader te bepalen door gemeente Deventer. ipv Delft adviseert daar waar mogelijk (waar geen grote mensenmenigten te verwachten zijn) een belasting van 1,0 kN/m te hanteren.
- hoogte leuning;
 - voetgangersbrug; 1,00 m.
 - fietsbrug; 1,20m.
- type leuning; leuning met horizontale regels en een strippen leuning.
- materiaal; staal
- conservering;
 - buurten en wijken; verzinken en poedercoaten met een duplex laksysteem.
 - eindkleur; balusters en handregel RAL7022, Ombergrijs, tussenregels RAL7032, Kiezelgrijs.
 - Per buurt/wijk kan een kleur of kleurencombinatie gekozen worden. Dit is nader te bepalen door de stedenbouwkundige van gemeente Deventer.
 - buitengebied; zink-aluminium schooperen (laagdikte 150 um) en sealen (Monopox metalsealer) in een grijze kleur.
 - Dit is een onderhoudsvriendelijk systeem met een lange levensduur.

Op pagina 36 t/m 39 is het principeontwerp weergegeven.

Met de stedenbouwkundige en de ontwerper openbare ruimte zijn een aantal type leuning besproken. De voorkeur is uitgesproken voor een minimalistisch stalen leuning.

Op locaties waar veel kinderen te verwachten zijn, dient de leuning niet makkelijk overklimbaar en kindveilig te zijn. Een leuning met verticale stijlen is hier wenselijk.

ipv Delft heeft voor het principeontwerp een ontwerpvoorstel voor de leuning gemaakt.

LANDHOOFD

voetgangersbrug

Het landhoofd van de voetgangersbrug van een 'standaard brug' is een prefab betonnen landhoofd op staal gefundeerd. De prefab betonnen elementen hebben een L-vorm. De zijanten worden voorzien van zwarte gerecyclede kunststof platen die fungeren als grondkering. De prefab elementen lenen zich voor het toepassen van geopolymer beton of gerecycled beton (Zie hoofdstuk advies en aanbevelingen en bijlage- 3). Constructieve berekening, wijze van uitvoering en detaillering van de landhoofden is nader te bepalen.

Op pagina 34 is het principeontwerp weergegeven.

fietsbrug

Het landhoofd van de fietsbrug van een 'standaard brug' is een eenvoudig betonnen landhoofd op palen. het landhoofd kan zowel prefab of in het werk worden gemaakt. Ook hier worden aan de zijanten zwarte gerecyclede kunststof platen toegepast als grondkering. Het toepassen van geopolymerbeton of gerecycled beton is hier ook mogelijk, maar vereist meer aandacht en hiermee tijd en geld. Stootplaten (prefab) zijn wel goed uit te voeren in geopolymer of gerecycled beton. Constructieve berekening, wijze van uitvoering en detaillering van de landhoofden is nader te bepalen.

Op pagina 35 is het principeontwerp weergegeven.



REFERENTIEBEELD TALUBBEKLEDING EN BESCHOEIING (STANDAARD BRUGGEN DELFT)

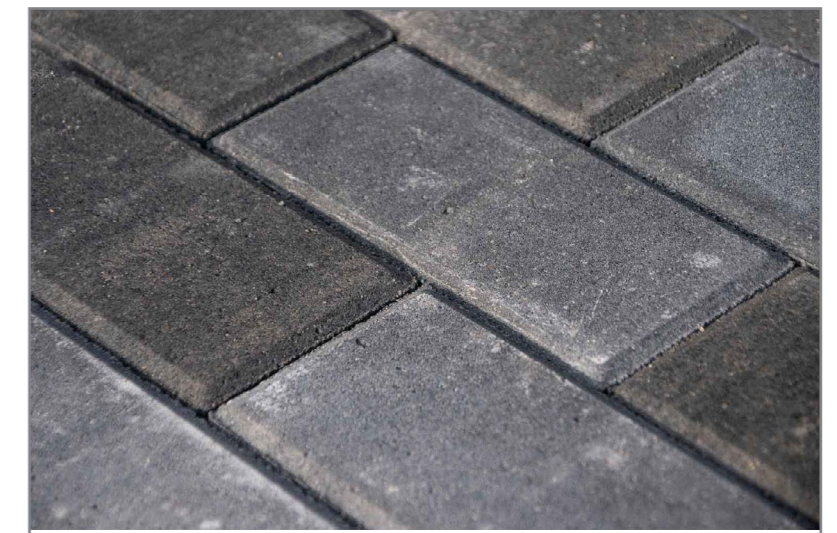
TALUBBEKLEDING

Tussen het landhoofd en de beschoeiing is het talud gesitueerd.

Bij voetgangersbruggen en smalle fietsbruggen kan het groene talud onder de brug worden door getrokken. hier is er geen taludbekleding nodig. Bij bredere fietsbruggen adviseren wij taludbekleding toe te passen om uitspoeling van grond te voorkomen. Ons voorstel is een zwarte en grijze betonklinker-mix toe te passen opgesloten tussen zwarte betonbanden. De taludbekleding heeft de breedte van de brug en dient netjes aan te sluiten op de beschoeiing.

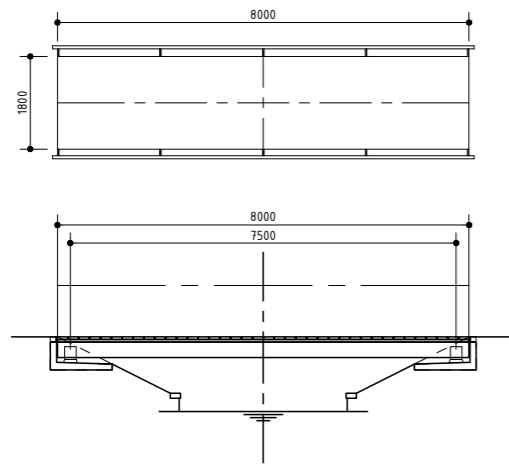
BESCHOEIING

Bij de vervanging van de brug en voor het plaatsen van de nieuwe brug adviseren wij een nieuwe beschoeiing onder de brug aan te brengen met een levensduur gelijk aan de nieuwe brugconstructie, 50 jaar. Het type beschoeiing en het materiaal is nader te bepalen en dient aan te sluiten bij de beschoeiing ter plekke. Wij adviseren de nieuw aan te leggen beschoeiing vijf meter naast de brug door te laten lopen en de materialisatie af te stemmen met de afdelingen stedenbouw en beheer&onderhoud. Constructieve berekening, materialisatie en detaillering is nader te bepalen.

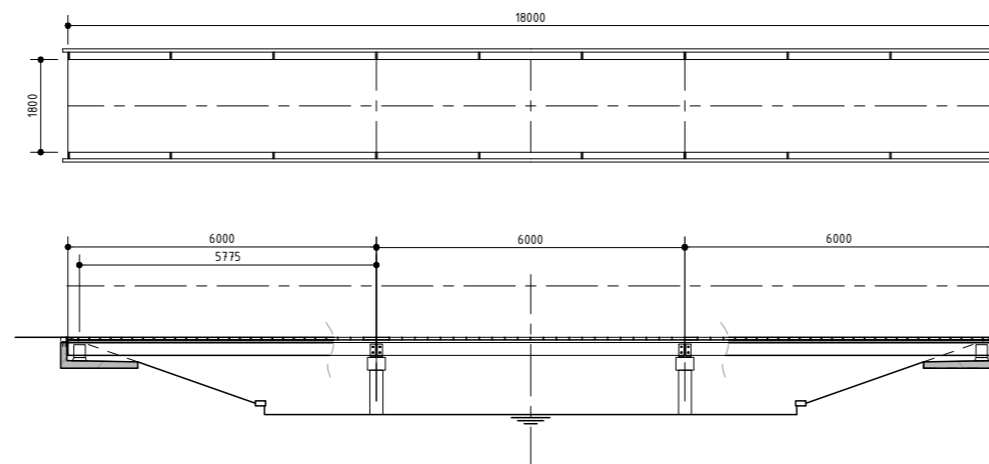


REFERENTIEBEELD TALUBBEKLEDING, BETONKLINKER ZWART/GRIJS

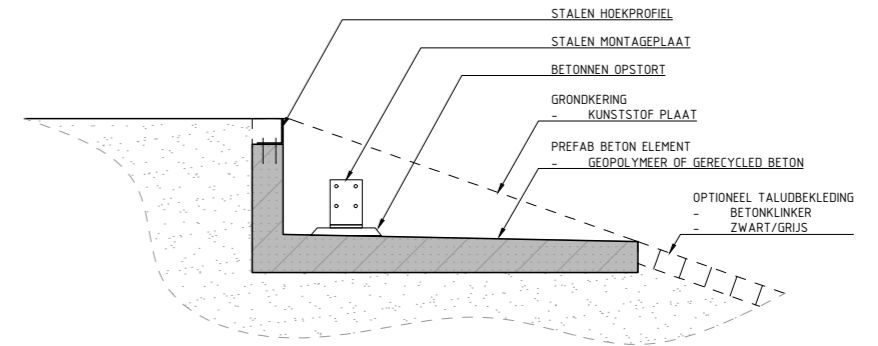
ONTWERPPRINCIPE > VOETGANGERSBRUG



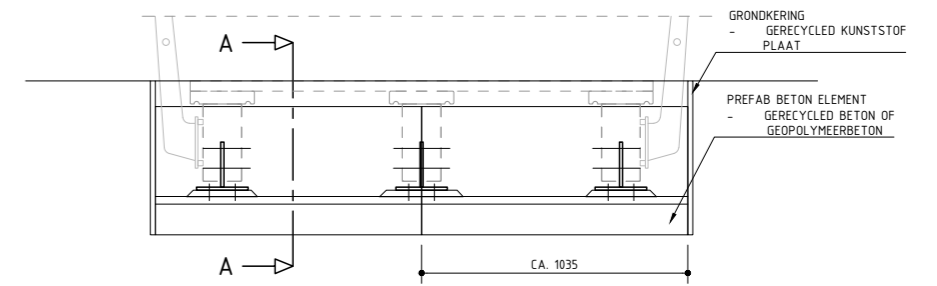
VOETGANGERSBRUG
SCHAAL 1:100



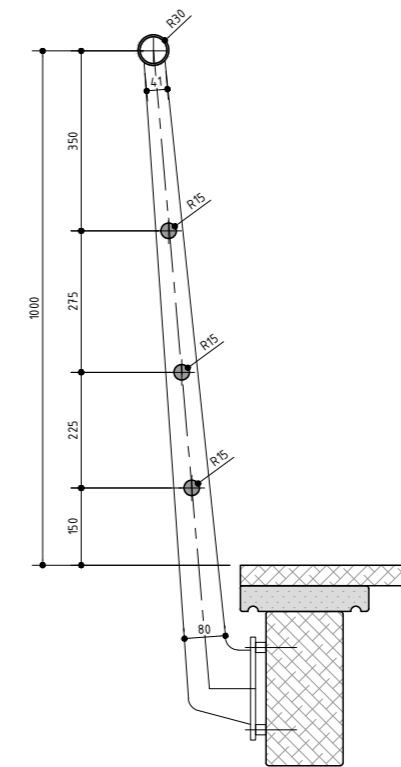
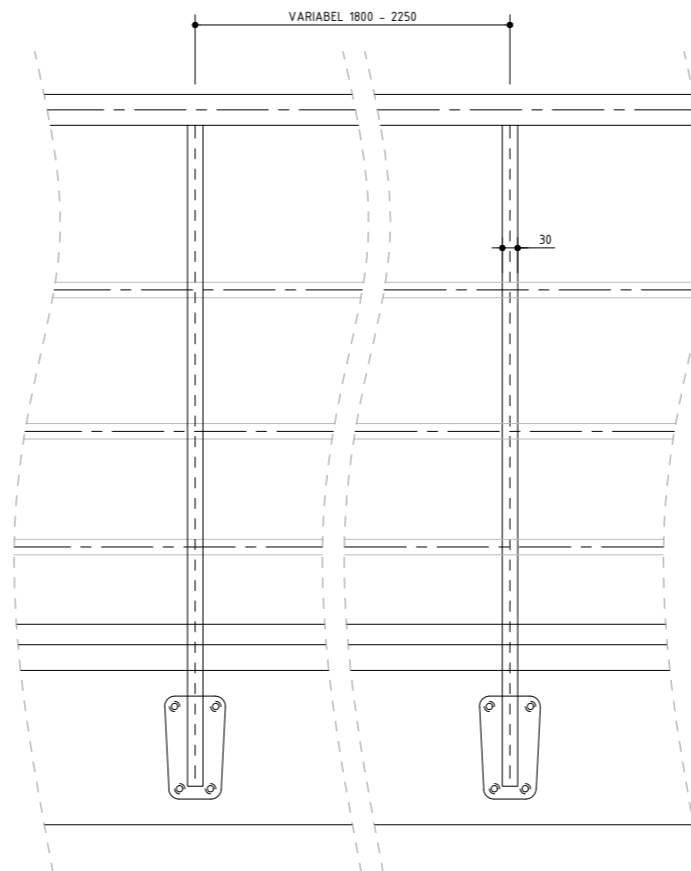
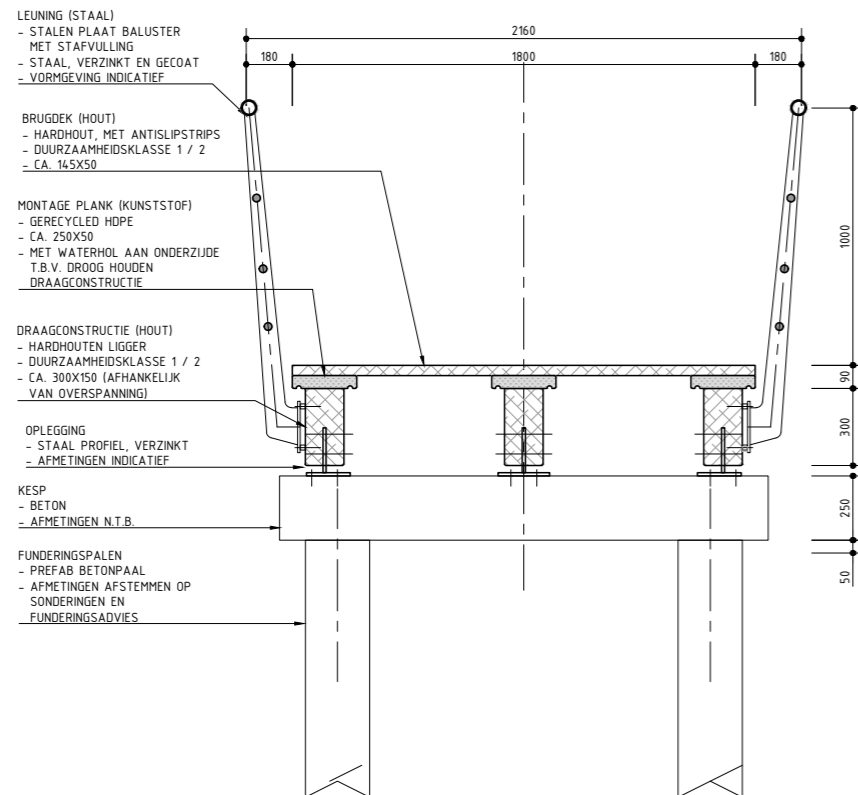
VOETGANGERSBRUG MET STEUNPUNTEN
SCHAAL 1:100



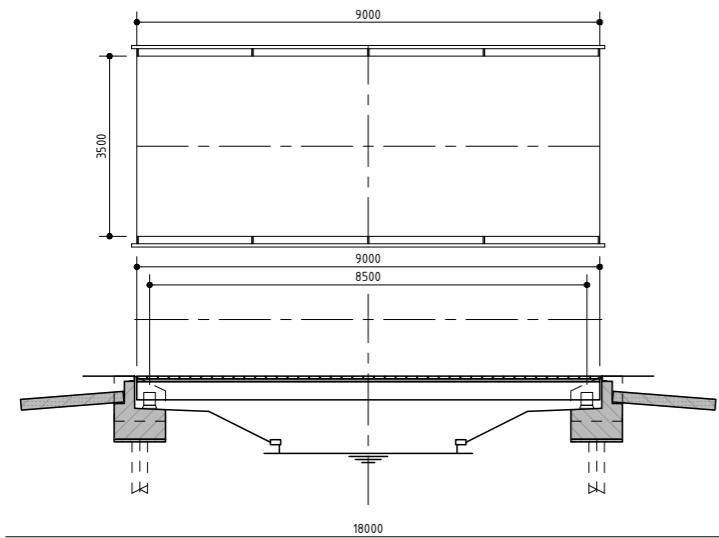
DOORSNEDE A-A LANDHOOFD
SCHAAL 1:20



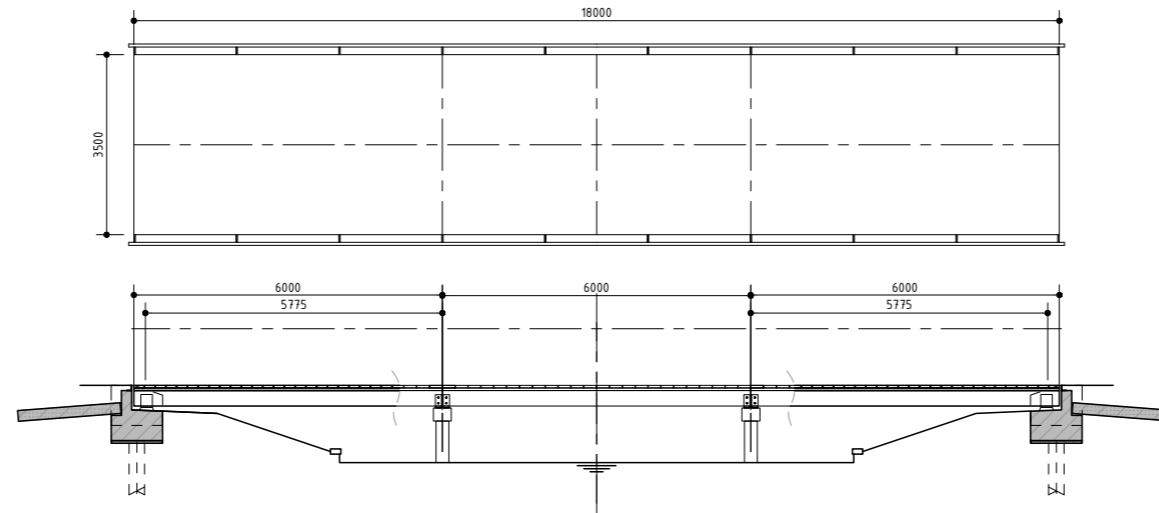
VOORAANZICHT PREFAB BETONNEN LANDHOOFD
SCHAAL 1:20



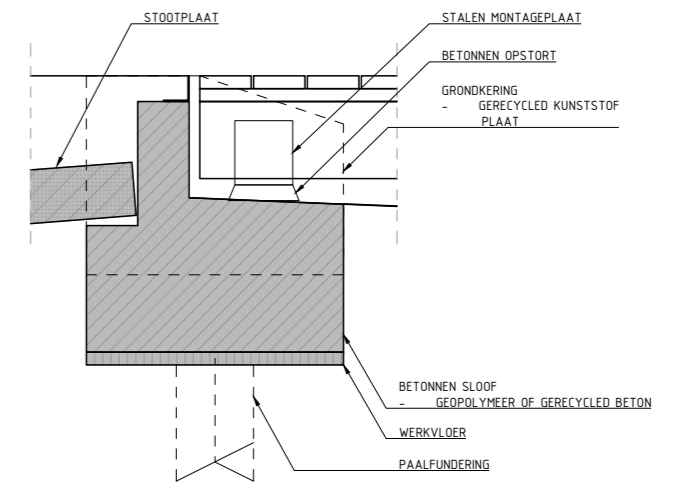
ONTWERPPRINCIPE > FIETSBRUG



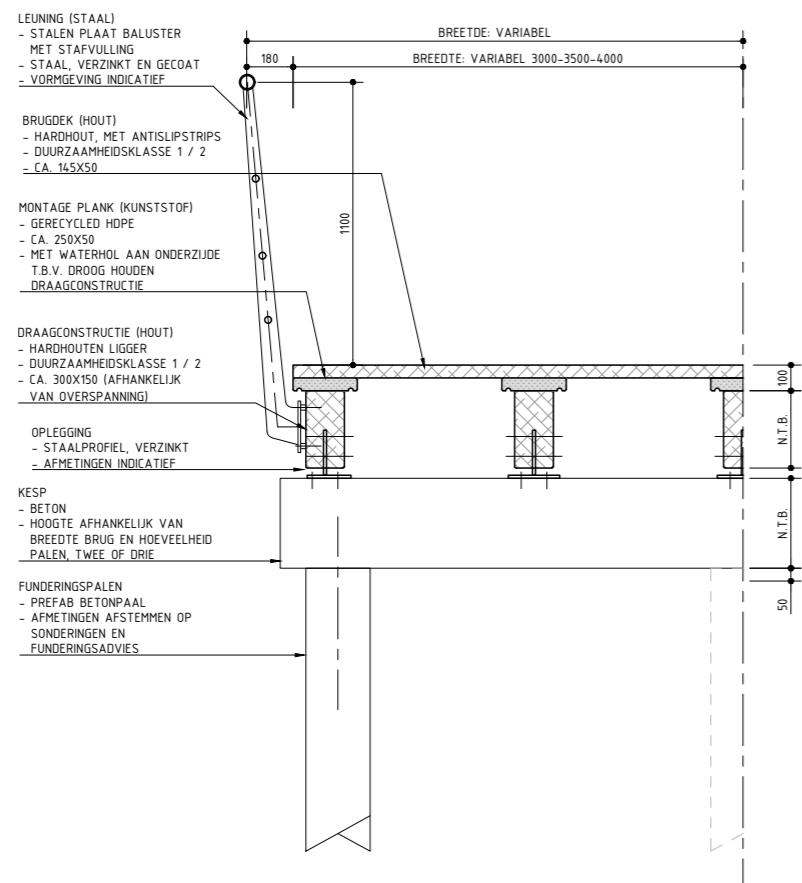
FIETSBRUG
SCHAAL 1:100



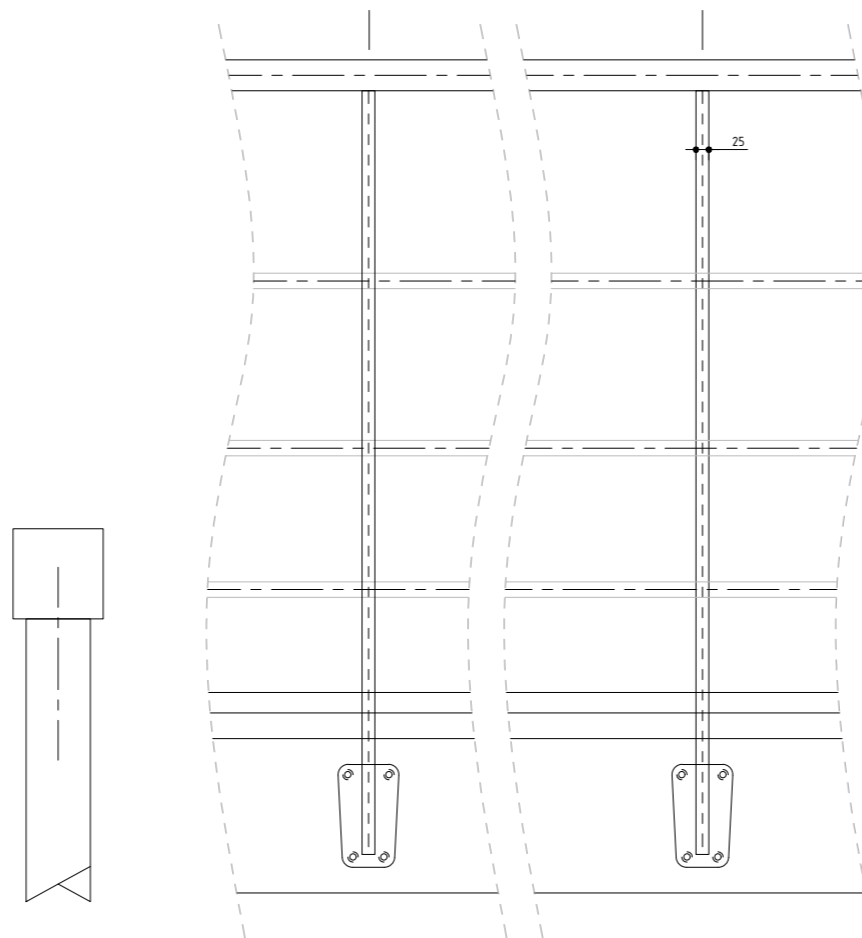
FIETSBRUG MET STEUNPUNTEN
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE LANDHOOFD
SCHAAL 1:20

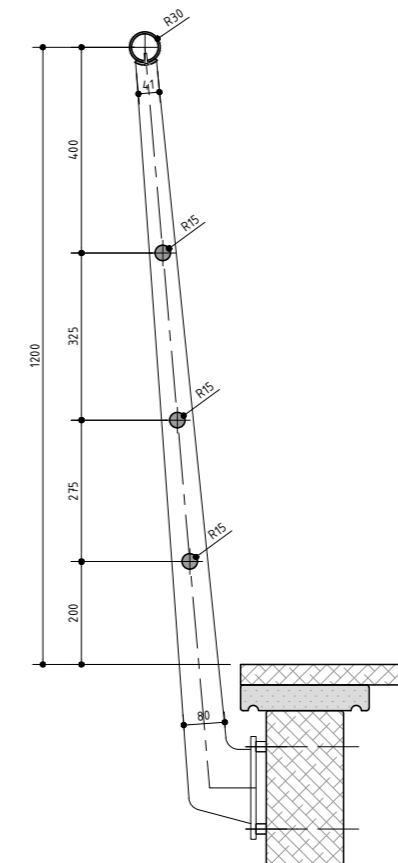


DWARSDOORSNEDE: FIETSBRUG
SCHAAL 1:20



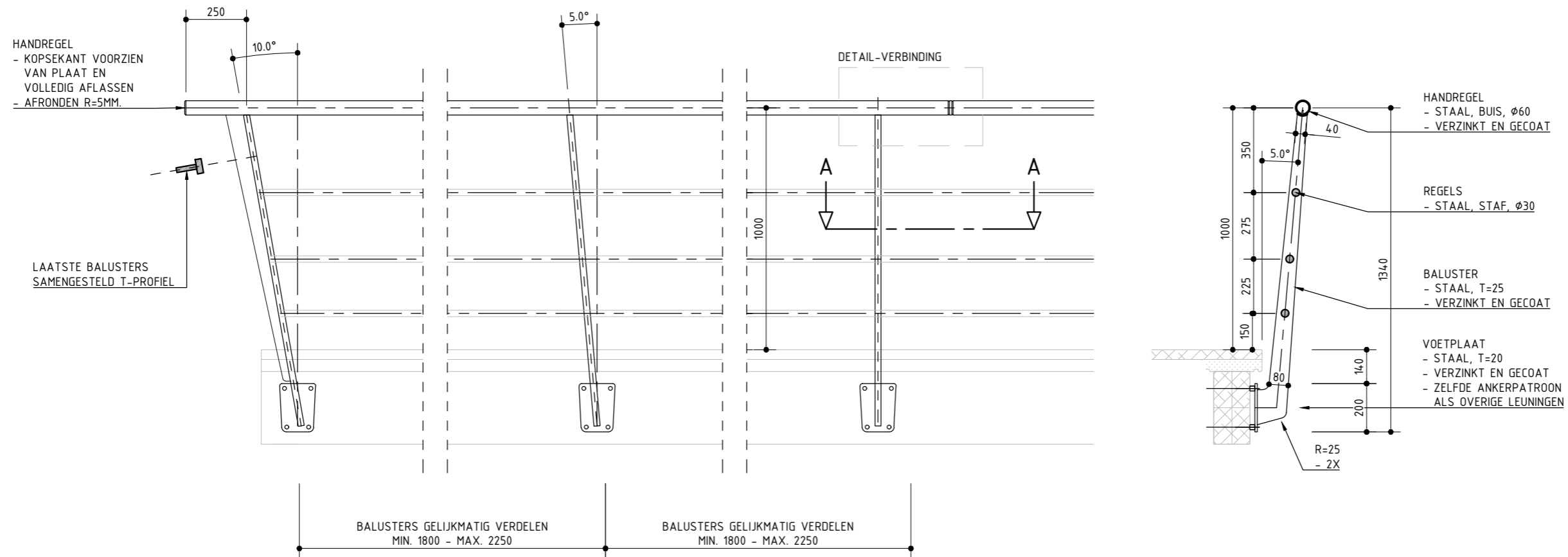
ZIJAANZICHT: STEUNPUNT
SCHAAL 1:20

ZIJAANZICHT: LEUNING
SCHAAL 1:10

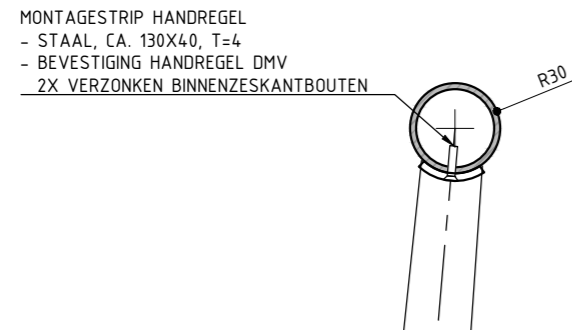


DOORSNEDE LEUNING
SCHAAL 1:10

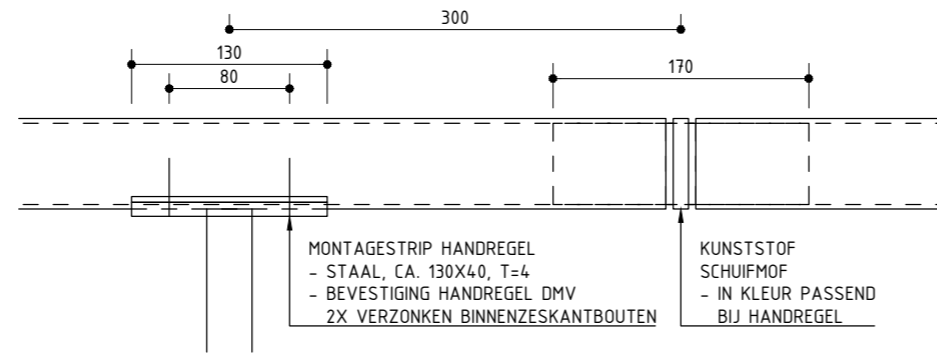
ONTWERPPRINCIPE > STANDAARD LEUNING VOETGANGERSBRUG



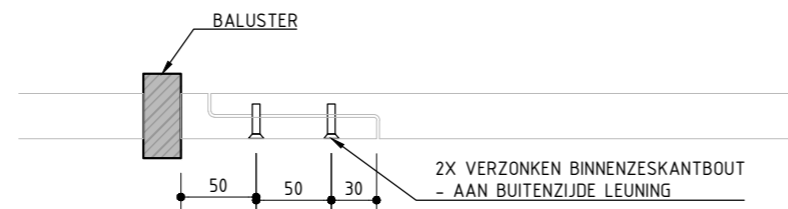
ZIJAANZICHT LEUNING
SCHAAL 1:20



DOORSNEDE MONTAGE HANDREGEL
SCHAAL 1:5

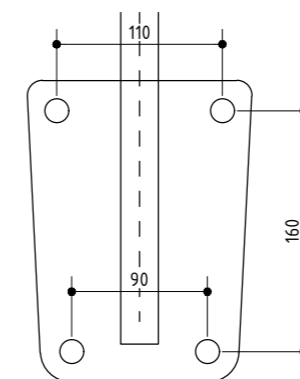


ZIJAANZICHT DILATATIE HANDREGEL
SCHAAL 1:5



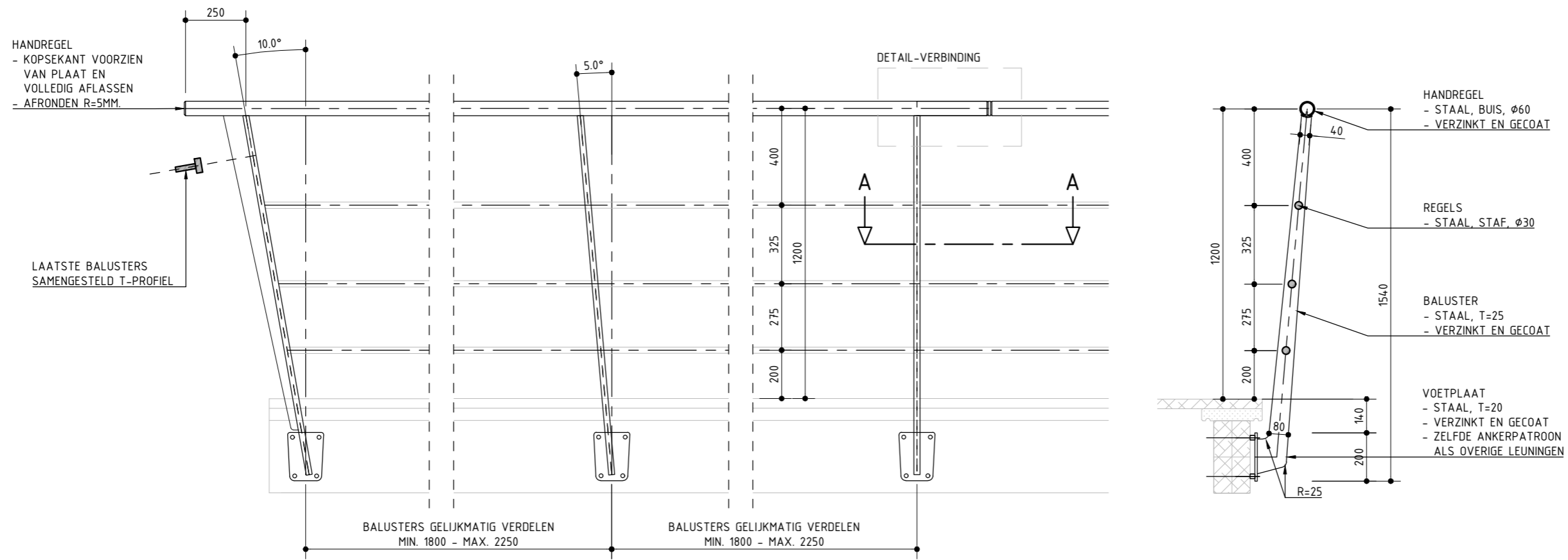
BOVENAANZICHT DILATATIE TUSSENREGEL
SCHAAL 1:5

DOORSNEDE LEUNING
SCHAAL 1:20



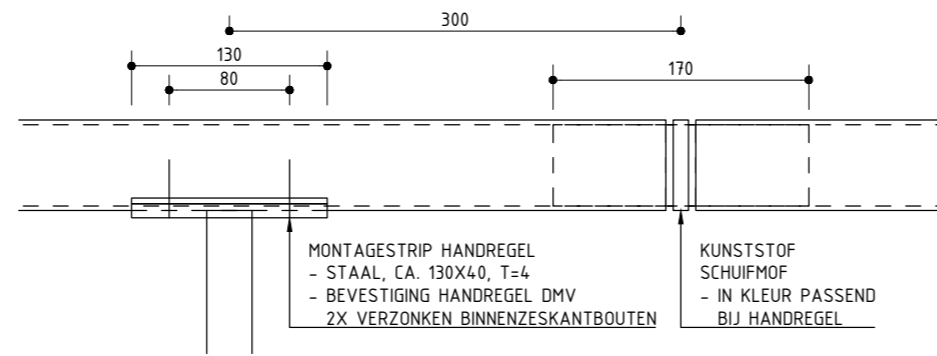
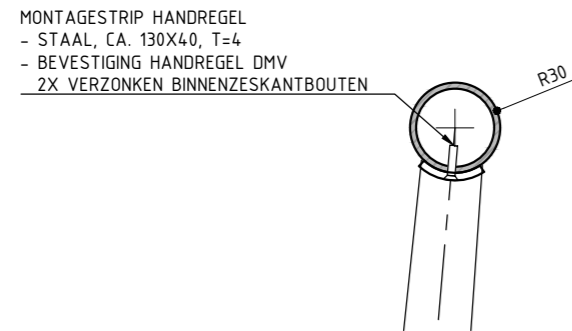
ANKERPATROON MONTAGEPLAAT
SCHAAL 1:5

ONTWERPPRINCIPE > STANDAARD LEUNING FIETSBRUG



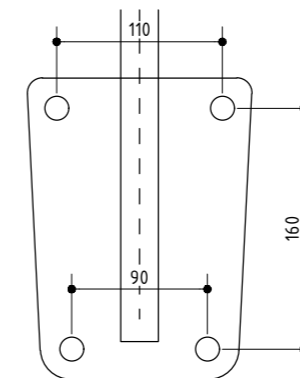
ZIJAAZICHT LEUNING
SCHAAL 1:20

DOORSNEDE LEUNING
SCHAAL 1:20

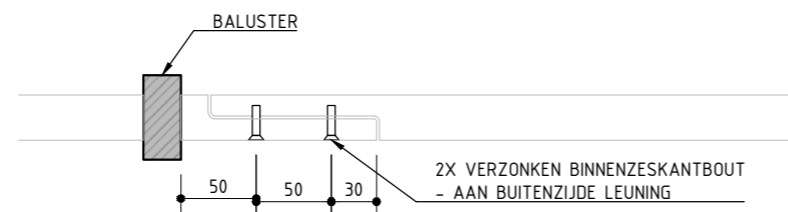


DOORSNEDE MONTAGE HANDREGEL
SCHAAL 1:5

ZIJAAZICHT DILATATIE HANDREGEL
SCHAAL 1:5

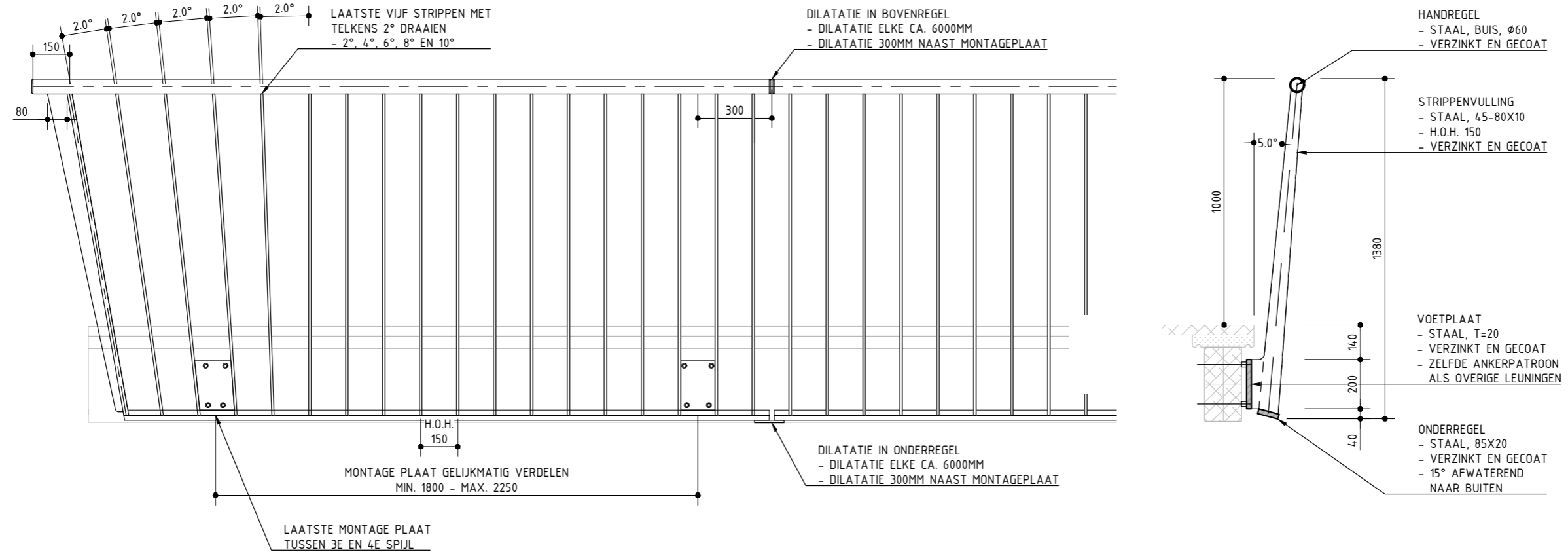


ANKERPATROON MONTAGEPLAAT
SCHAAL 1:5



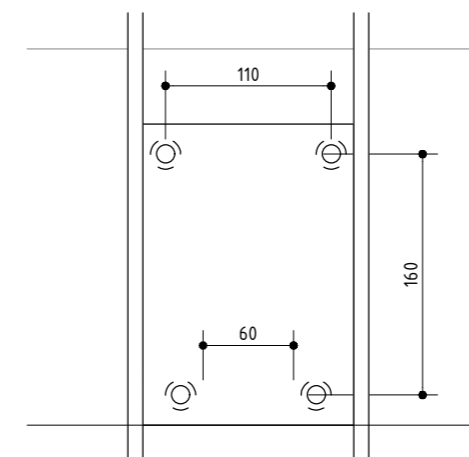
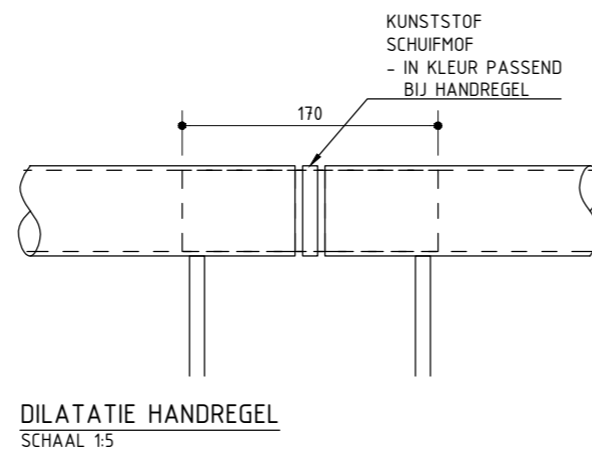
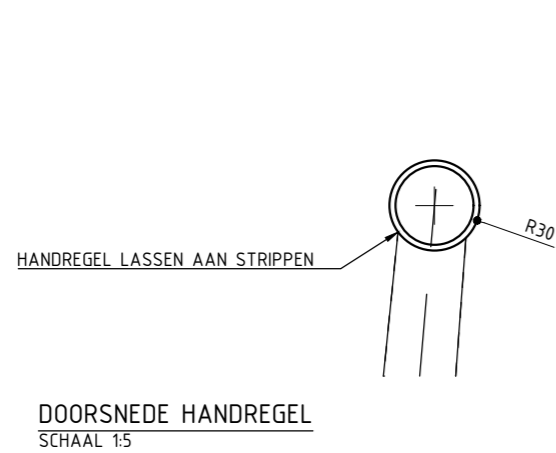
BOVENAANZICHT DILATATIE TUSSENREGEL
SCHAAL 1:5

ONTWERPPRINCIPE > KINDVRIENDELIJKE LEUNING VOETGANGERSBRUG

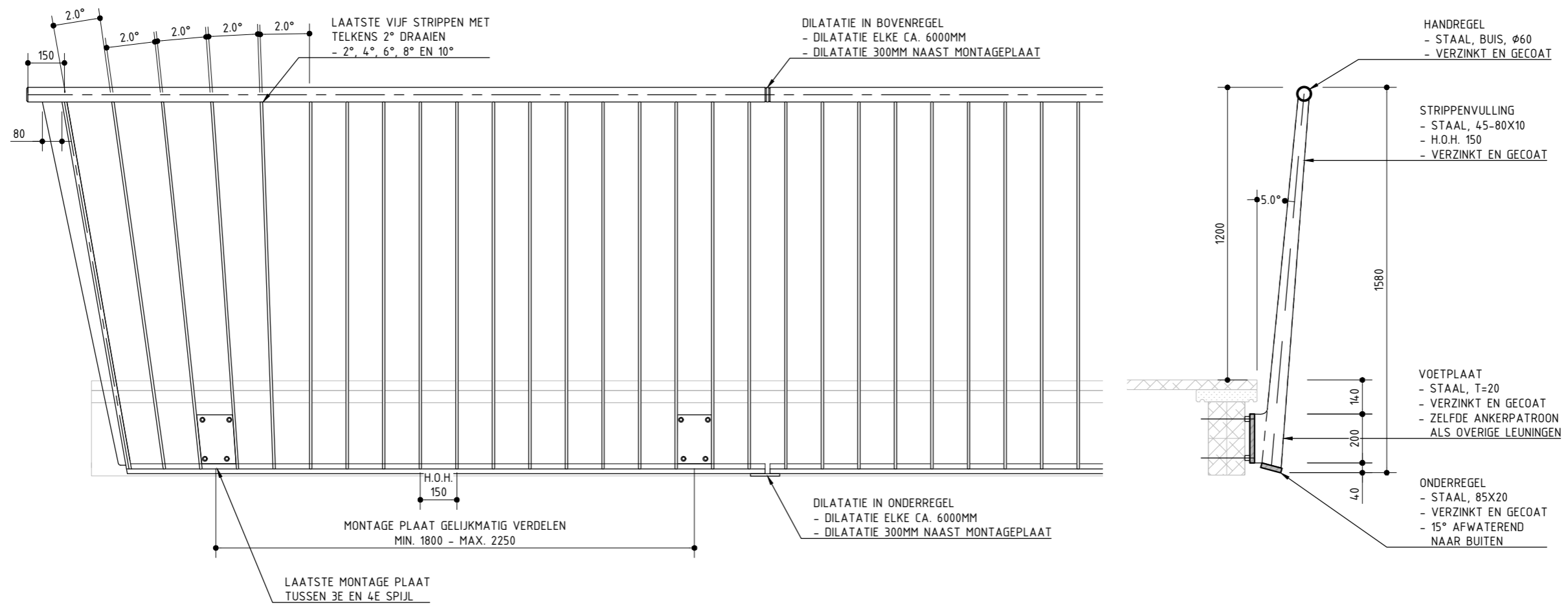


ZIJAANZICHT STRIPPENLEUNING
SCHAAL 1:20

DOORSNEDE STRIPPENLEUNING
SCHAAL 1:20

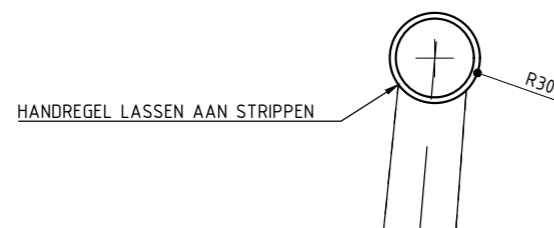


ONTWERPPRINCIPE > KINDVRIENDELIJKE LEUNING FIETSBRUG

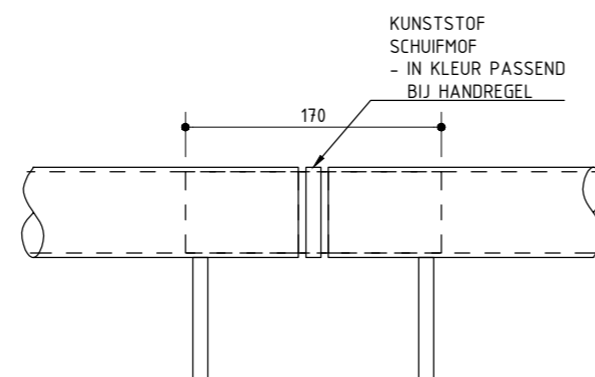


ZIJAANZICHT STRIPPENLEUNING
SCHAAL 1:20

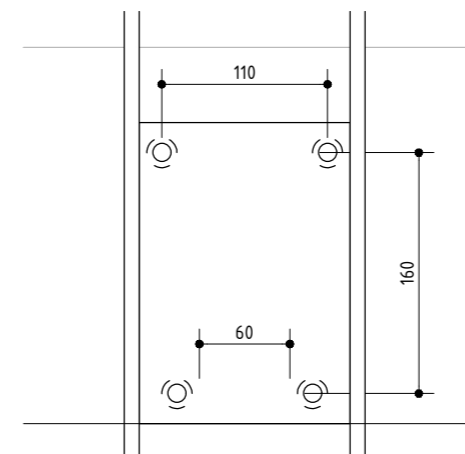
DOORSNEDE STRIPPENLEUNING
SCHAAL 1:20



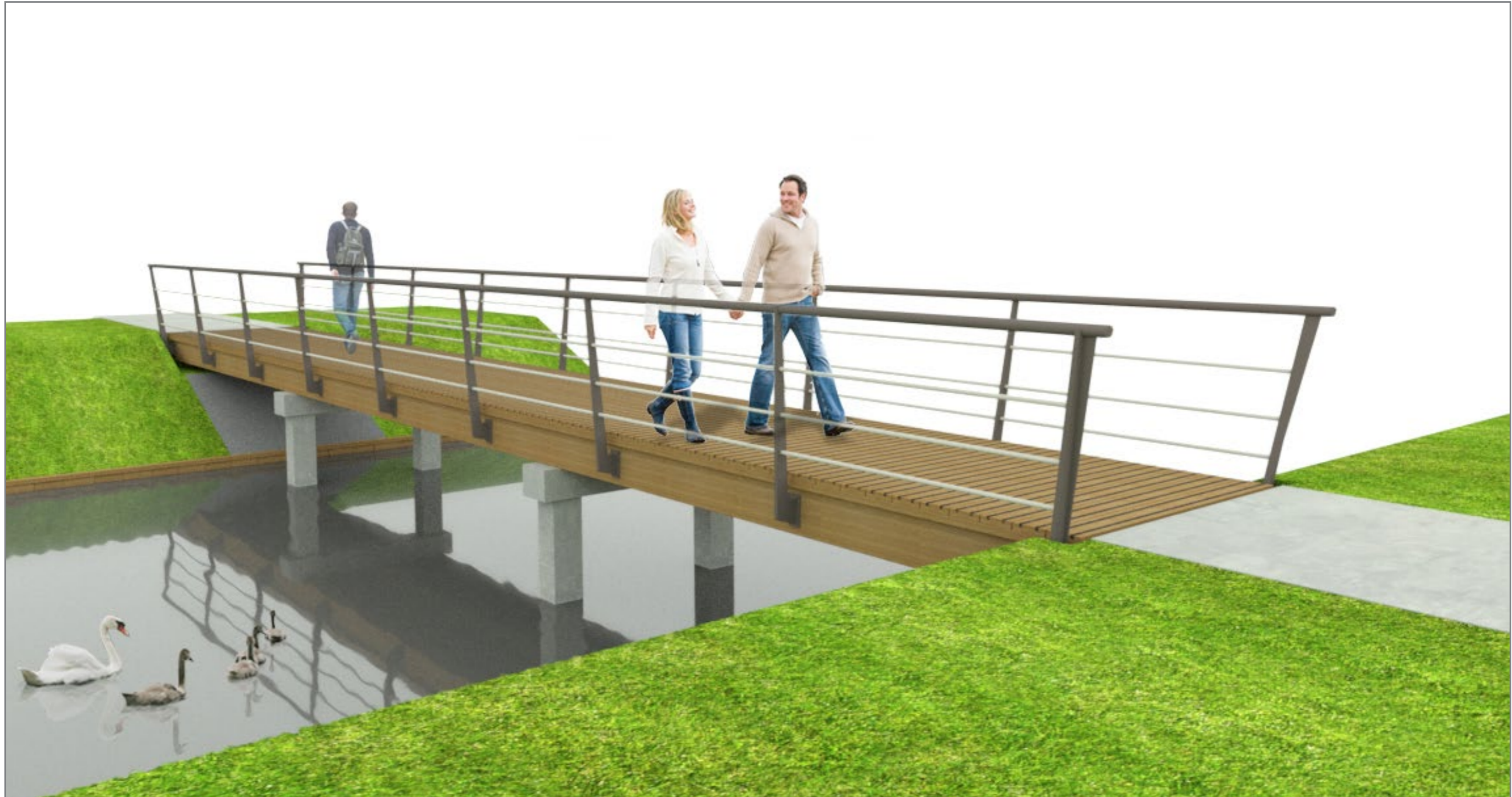
DOORSNEDE HANDREGEL
SCHAAL 1:5



DILATATIE HANDREGEL
SCHAAL 1:5



ANKERPATROON MONTAGEPLAAT
SCHAAL 1:5



ADVIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van de inventarisatie, analyse en variantenstudie is een principeontwerp gemaakt van een standaard voetgangersbrug en een standaard fietsbrug. Het principeontwerp heeft nog niet het uitwerkingsniveau van een referentieontwerp of een standaard brugontwerp waarin alle uitgangspunten, afmetingen, vormgeving en materialen zijn vastgelegd.

Op basis van het principeontwerp kan een referentieontwerp of standaard brugontwerp worden gemaakt ten behoeven van een uitvraag aan de markt. Het principeontwerp laat nog veel interpretatieruimte voor een DO of UO. Het principeontwerp borgt niet de kwaliteit voor een eenduidige uitvoering door diverse aannemers. Ons advies is het principeontwerp verder uit te werken en vast te leggen om de kwaliteit en een eenduidige beeldkwaliteit te borgen.

HOUT PLUS DEKCONSTRUCTIE

Het hout plus dekconstructieontwerp heeft een nieuw element, namelijk een gerecyclede kunststof 'spijkerplank' ten opzichten van traditionele houten brugconstructies. De gerecyclede kunststof plank heeft twee functies namelijk de functie als 'spijkerlat' en een beschermende functie voor de onderliggende hardhouten liggers. De dekplanken worden van bovenaf vast geschroefd op de gerecyclede kunststof plank. De gaten in de hardhouten dekplanken dienen overmaats (2mm. groter) te worden vorgeboord. De schroeven mogen **niet** geheel door de gerecyclede kunststof plank geschroefd worden in de houten ligger. Daarnaast beschermd de gerecyclede kunststof plank de onderliggende houten ligger tegen directe weersinvloeden hemelwater en zon. Dit detail dient verder uitgewerkt en vastgelegd te worden. Daarnaast moet in de praktijk blijken of deze constructie naar verwachting werkt. Het advies is deze nieuwe constructie de komende jaren te monitoren.

DEKCONSTRUCTIE IN DE TOEKOMST

Naast het innovatieve hout plus dekconstructieontwerp staat Gemeente Deventer open om in de toekomst een hout-beton dekconstructies toe te passen indien deze techniek zich heeft bewezen. Ook de ontwikkeling van comosiet en kunststof brugconstructies is interessant voor de toekomst. Indien comosiet door bijvoorbeeld bioharsen milieuvriendelijk kan worden geproduceerd wordt dit materiaal interessanter om toe te passen. Onlangs is een brugdekconstructie geprint van gerecycled kunststof. Ook dit is een interessante ontwikkeling om in de gaten te houden.

TUSSENSTEUNPUNT

De wens van de stedenbouwkundige en ontwerper openbare ruimte is een slank tussensteunpunt. Het principe ontwerp van het tussensteunpunt is een sober standaard betonnen tussensteunpunt.

Een slank minimalistisch betonnen tussensteunpunt kan alleen worden gerealiseerd op een sloof op palen geplaatst onder de waterlijn. Voor de uitvoering dient hiervoor een tijdelijke bouwkuip geplaatst te worden. Dit meer tijd en geld. Constructieve berekening, wijze van uitvoering en detaillering is nader te bepalen.

LEUNING

De voorkeurskeuze voor de leuning van een 'standaard brug' is een minimalistisch stalen leuning. Voor het principeontwerp heeft gemeente Deventer ipv Delft gevraagd een ontwerpvoorstel van deze leuning(en) te maken. Afgesproken is dat gemeente Deventer de vormgeving, detaillering en kleurstelling intern nader afstemd met de stedenbouwkundige en beheer & onderhoud.

ipv Delft heeft een kleurenstudie van de leuning uitgevoerd, zie bijlage 4. Op basis van de kleurenstudie heeft ipv Delft een voorstel gedaan. De kleurenstudie laat nog drie andere mogelijkheden zien ter inspiratie. Het is aan gemeente Deventer een buurt/wijk specifieke kleurkeuze te maken. Constructieve berekening en definitieve detaillering is nader uit te voeren.

VORMGEVING

Voor een 'standaard brug' is het principeontwerp vastgelegd in deze rapportage. Om te bepalen of een te vervangen brug een 'standaard' brug is of tot een bruggenfamilie behoort of een 'special' is, is een stroomschema en een keuzeschema opgesteld. Aan de hand van dit stroomschema en keuzeschema kan gemeente Deventer voor een te vervangen brug de uitgangspunten voor de vormgeving bepalen. Het stroomschema en keuzeschema zijn te vinden in bijlage-1A en 1B.

GERECYCLED BETON EN GEOPOLYMEER

Voor de betonnen onderdelen is het de ambitie om duurzaam beton, beton met een lage CO2 footprint en MKI-score toe te passen. Prefab betonnen onderdelen, zoals de landhoofdelementen voor de voetgangersbruggen, stootplaten en prefab landhoofden kunnen op dit moment al worden uitgevoerd in gerecycled beton of geopolymer.

Een in het werk gestort landhoofd, tussentussensteunpunten en prefab beton palen is met meer inspanning in de nabije toekomst ook mogelijk. Gerecycled beton en geopolymerbeton zie bijlage-3.

BIJLAGE-1A STROOMSCHEMA UITGANGSPUNTEN VORMGEVING

HOOFDVRAAG

- Is de te vervangen brug onderdeel van een bruggenfamilie of stedenbouwkundige zone / buurt / cluster met een gedefinieerde verschijningsvorm?

A

Zo ja,
Dient deze gedefinieerde verschijningsvorm / identiteit gehandhaafd te worden?

A.1

Zo ja,
Wat zijn de gestelde eisen aan de beeldtaal; ambitie, type brug, vorm, kleur- en materiaal gebruik?

Eisen:

-
-
-

A.2

Zo nee,
Dient het 'standaard' ontwerp toegepast te worden of een ontwerp aansluitend bij een stedenbouwkundige zone / buurt / cluster?

A.2.1

Indien het 'standaard' ontwerp toegepast dient te worden, pas het standaard ontwerp toe.

A.2.2

Indien een aansluitend ontwerp bij een stedenbouwkundige zone / buurt / cluster gemaakt dient te worden, wat zijn de gestelde eisen aan de beeldtaal; ambitie, type brug, vorm, kleur- en materiaal gebruik een ontwerp per gebied?

Eisen:

-
-
-

B

Zo nee,
Is de brug een bijzonder unicum?

B.1

Zo ja,
Dient deze gedefinieerde verschijningsvorm / identiteit gehandhaafd te worden?

B.1.1

Zo ja,
Wat zijn de gestelde eisen aan de beeldtaal; ambitie, type brug, vorm, kleur- en materiaal gebruik?

Eisen:

-
-
-

B.2

Zo nee,
Dient het 'standaard' ontwerp toegepast te worden of een ontwerp aansluitend bij een stedenbouwkundige zone / buurt / cluster?

B.2.1

Indien het 'standaard' ontwerp toegepast dient te worden, pas het standaard ontwerp toe.

B.2.2

Indien een aansluitend ontwerp bij een stedenbouwkundige zone / buurt / cluster ge-maakt dient te worden, wat zijn de gestelde eisen aan de beeldtaal; ambitie, type brug, vorm, kleur- en materiaal gebruik een ontwerp per gebied?

Eisen:

-
-
-

BIJLAGE-1B KEUZESCHEMA UITGANGSPUNTEN

vraag 1	bepaling functie brug	Is de te vervangen brug een voetgangersbrug of een fietsbrug?			
1.1	brugfunctie	A. voetgangersbrug		B. fietsbrug	
vraag 2	bepaling type brug	Is de te vervangen brug een; 1. standaard brug of 2. een brug behorend bij een bruggenfamilie/buurt of een special			
1.2	brugtype	A.1 standaard brug	A.2 brug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special	B.1 standaard brug	B.2 brug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special
1.	brugfunctie + type	A.1 standaard voetgangersbrug	A.2 voetgangersbrug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special	B.1 standaard fietsbrug	B.2 fietsbrug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special
	uitgangspunten V	Uitgangspunten standaard voetgangersbrug V	Uitgangspunten voetgangersbrug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special V	Uitgangspunten standaard fietsbrug V	Uitgangspunten fietsbrug behorend bij bruggenfamilie/buurt of special V
2.1	constructieve eisen	Het kunstwerk dient te zijn ontworpen volgens vigerende Normen en Voorschriften	Het kunstwerk dient te zijn ontworpen volgens vigerende Normen en Voorschriften	Het kunstwerk dient te zijn ontworpen volgens vigerende Normen en Voorschriften	Het kunstwerk dient te zijn ontworpen volgens vigerende Normen en Voorschriften
2.2	belasting	5 kN/m2 Eurocode: NEN-EN 1991-2+C1 Hoofdstuk 5, Artikel 5.3.2.1	5 kN/m2 Eurocode: NEN-EN 1991-2+C1 Hoofdstuk 5, Artikel 5.3.2.1	120 kN (aslasten 40kN en 80 kN) onbedoeld voertuig Eurocode: NEN-EN 1991-2+C1 Hoofdstuk 5, Artikel 5.6.3	12 kN (aslasten 40kN en 80 kN) onbedoeld voertuig Eurocode: NEN-EN 1991-2+C1 Hoofdstuk 5, Artikel 5.6.3
3.1	afmetingen; lengte	afhankelijk van situatie	afhankelijk van situatie	afhankelijk van situatie	afhankelijk van situatie
3.2	afmetingen; breedte	1,80 meter CROW-publicatie 723 'ASVV 2012' en CROW-publicatie 337 'Richtlijn toegankelijkheid'.	aanhouden breedte te vervangen brug of bepalen nieuwe breedte	Breedte is minimaal gelijk aan breedte fietspad. 1. fietsbrug zonder voetpaden: min. 3,50 + 2x 0,325m. 2. fietsbrug met eenzijdig voetpad: min. 3,00 + 1,00 + 1x 0,325m. 3. fietsbrug met tweezijdig voetpad: min. 3,00 + 2x 1,00m. 4. anders	0. aanhouden breedte te vervangen brug of bepalen nieuwe breedte; Breedte is minimaal gelijk aan breedte fietspad. 1. fietsbrug zonder voetpaden: min. 3,50 + 2x 0,325m. 2. fietsbrug met eenzijdig voetpad: min. 3,00 + 1,00 + 1x 0,325m. 3. fietsbrug met tweezijdig voetpad: min. 3,00 + 2x 1,00m. 4. anders
4.1	materiaal dekconstructie	1. standaard; gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout, Azobé	aansluiten bij materiaal bruggenfamilie of special	1. standaard; gecertificeerd (FSC of PEFC) hardhout, Azobé 2. onderhoudsvrij in buitengebied; beton 3. lichtgewicht noodzakelijk; composiet (maakt toepassen prefab fundering mogelijk of heeft grote uitvoeringstechnische voordelen)	aansluiten bij materiaal bruggenfamilie of special
5.1	tussensteunpunt toepassen	bruglengte > 9m. Overspanning ca. 6-8m. Tussensteunpunt met twee palen.	bruglengte > 9m. Overspanning ca. 6-8m. Tussensteunpunt met twee palen.	bruglengte > 9m. Overspanning ca. 6-8m. Tussensteunpunt bij voorkeur met twee palen. Alleen als de fietsbrug te breed is voor een steunpunt met twee palen dan drie of meer palen toepassen.	bruglengte > 9m. Overspanning ca. 6-8m. Tussensteunpunt bij voorkeur met twee palen. Alleen als de fietsbrug te breed is voor een steunpunt met twee palen dan drie of meer palen toepassen.
6.1	leuning, type	standaard; horizontale regels kindvriendelijk; verticale strippen (bij scholen, kinderintensieve woonwijken, etc.)	aansluitend bij leuning bruggenfamilie of special	standaard; horizontale regels kindvriendelijk; verticale strippen (bij scholen, kinderintensieve woonwijken, etc.)	aansluitend bij leuning bruggenfamilie of special
6.2	leuning, hoogte	1,00 m. Bouwbesluit 2012, Artikel 2.18.	1,00 m. Bouwbesluit 2012, Artikel 2.18.	1,20 m. CROW-publicatie 'Ontwerpwijzer bruggen langzaam verkeer'	1,20 m. CROW-publicatie 'Ontwerpwijzer bruggen langzaam verkeer'
6.3	leuning, kleur	1. standaard balusters; RAL7022 Ombergrijs handregel; RAL7022 Ombergrijs horizontale regels; RAL7032 Kiezelgrijs verticale strippen; RAL7022 Ombergrijs of 2. onderhoudsarm in buitengebied zink-aluminium schooperen (150 um) met metal-sealer kleur grijs. of 3. buurt eigen kleur kleur per buurt nader te bepalen door stedenbouwkundige	aansluitend bij kleuren leuning van bruggenfamilie of special	1. standaard balusters; RAL7022 Ombergrijs handregel; RAL7022 Ombergrijs horizontale regels; RAL7032 Kiezelgrijs verticale strippen; RAL7022 Ombergrijs of 2. onderhoudsarm in buitengebied zink-aluminium schooperen (150 um) met metal-sealer kleur grijs. of 3. buurt eigen kleur kleur per buurt nader te bepalen door stedenbouwkundige	kleuren aansluitend bij kleuren leuning van bruggenfamilie of special
7.1	landhoofden	fundering op staal. Fundering opgebouwd uit prefab beton elementen. Toepassen gerecycled beton of geopolymerbeton.	aansluitend bij fundering bruggenfamilie of special	betonnen sloof op funderingspalen. In het werk gestort. Toepassen gerecycled beton. of Bij smalle/lichte fietsbruggen daar waar mogelijk fundering op staal toepassen. Fundering opgebouwd uit prefab beton elementen. Toepassen gerecycled beton of geopolymerbeton.	aansluitend bij fundering bruggenfamilie of special
8.1	taludbekleding	flauw talud; groen talud steil talud; taludbekleding toepassen	aansluitend bij leuning bruggenfamilie of special	flauw talud; groen talud steil talud; taludbekleding toepassen brede brug; taludbekleding toepassen	aansluitend bij leuning bruggenfamilie of special
9.1	beschoeiing	Nieuw aanbrengen beschoeiing met een levensduur van 50 jaar. Doortrekken 5,0 meter naast buitenzijde brug. Materiaal aansluiten bij materiaal bestaande beschoeiing.	Nieuw aanbrengen beschoeiing met een levensduur van 50 jaar. Doortrekken 5,0 meter naast buitenzijde brug. Materiaal aansluiten bij materiaal bestaande beschoeiing.	Nieuw aanbrengen beschoeiing met een levensduur van 50 jaar. Doortrekken 5,0 meter naast buitenzijde brug. Materiaal aansluiten bij materiaal bestaande beschoeiing.	Nieuw aanbrengen beschoeiing met een levensduur van 50 jaar. Doortrekken 5,0 meter naast buitenzijde brug. Materiaal aansluiten bij materiaal bestaande beschoeiing.

BIJLAGE-2 HOUTSOORTEN

AZOBÉ

Azobé is een veel voorkomende/toegepaste hardhoutsoort en is FSC/PEFC gecertificeerd waarmee duurzaam beheerd bosbouw is gewaarborgd.

Door gecertificeerd hardhout toe te passen is het behoud van het bos gewaarborgd.

De rotatietijd van Azobé om een boom met een diameter van 60 cm te kweken is 50 jaar. Azobé zou idealiter moeten worden ingezet voor een levensduur van 50 jaar.

Azobé heeft goede eigenschappen op het gebied van levensduur en mechanische eigenschappen.

Eigenschappen:

Sterkteklasse; D70

Buigsterkte (N/mm²); 157

Elasticiteitsmodulus (N/mm²); 18.600

Druksterkte // aan de vezel (N/mm²); 72

Schuifsterkte (N/mm²); 17,1

Duurzaamheidsklasse; bij grondcontact 1 a 2, in (zoet) water 1

Kosten; ca. 1300-1700 euro/m³

LARIKS

Lariks is een harshoudende houtsoort. Lariks wordt in Europa verbouwd (Europees Lariks).

Lariks is voor een Europese houtsoort redelijk duurzaam, maar dient in ons vochtige klimaat constructief alleen te worden toegepast als deze tegen hemelwater is afgeschermd.

Eigenschappen:

Sterkteklasse; C18/C24

Buigsterkte (test) 80/80 N/mm²

Buigsterkte (rep) 18/24 N/mm²

E_modulus (test) ; 8900 N/mm²

E-modulus evenwijdig (rep) 9000/11000 N/mm²

E-modulus loodrecht (rep) 300/370 N/mm²

Duurzaamheidsklasse; 3-4

Kosten; ca. 1100 euro/m³

ACCOYA

Verduurzaamd dennenhout (Accoya) heeft een lange levensduur (40/50jaar), maar is kostbaar.

De mechanische eigenschappen van Accoya zijn aanzienlijk minder dan hardhout;

Eigenschappen:

Sterkteklasse; C22.

buigsterkte: 39 N/mm²,

buigstijfheid 8.790 N/mm²,

Duurzaamheidsklasse; 1

Kosten; ca. 3300 euro/m³

nieuw: een hybride gelamineerd product met een kern van europees dennenhout (vuren) en een schil van verduurzaamde hout (Accoya)

BIJLAGE-3 GERECYCLED BETON EN GEOPOLYMEERBETON

GERECYCLED BETON

Gerecycled beton bestaat uit twee delen;

- Gerecycled (secundair) toeslagmateriaal; grind en zand
- Gerecycled bindmiddel of cement.

Bij het toepassen van gerecycled beton dient een tweedeling gemaakt te worden, namelijk; prefab beton en in situ te storten beton.

Dit omdat de onderliggende certificeringen, de BRL 1801, hier onderscheid in maken.

Toeslagmaterialen, zand en grind

Prefab beton

Bij geprefabriceerd beton is er binnen de BRL1801 sprake van een fabriekseigen verklaring, hetgeen betekent dat wanneer je er als fabrikant achterstaat en je garantie verstrekt, je vrij bent om een betonmengsel te maken. Voor prefab beton kan door een fabrikant 100% secundair materiaal worden toegepast.

In situ beton

Binnen het in situ te storten beton zijn er twee mogelijkheden:

- Wanneer op basis van eigenschap geleverd wordt (dit is in feite dus wat het meeste in de markt gebeurt) dan is vanuit de BRL het percentage circulair toeslagmateriaal vastgesteld. Voor zand en grind respectievelijk 15% en 30%. Binnen de CUR aanbeveling 112 zit ruimte om dit te verhogen naar 50%.
- Op basis van samenstelling leveren van beton. In deze casus gaan constructeur, afnemer van het beton en leverancier van het beton samen om tafel. Wanneer partijen vertrouwen hebben in het gekozen mengsel zijn ze in principe net zo vrij om tot een samenstelling te komen als in de casus prefab en kan je dus naar een percentage secundair van 100%.

Kort samengevat, er is dus heel veel mogelijk en binnen bepaalde kaders kan in de meeste situaties 100% secundaire toeslagmaterialen worden toegepast.

gerecycled cement

Het recyclen van cement ligt nog wat ingewikkelder.

Gerecycled cement bestaat uit grofweg twee delen;

- ongereageerd cement wat kan worden gebruikt als bindmiddel/cement;
- gereageerd cement wat kan worden gebruikt als vulstof.

Het is mogelijk om 20% ongereageerd cement te gebruiken als bindmiddel/activator.

MKI waarde

Wat levert gerecycled beton op in vergelijking met het gemiddelde Nederlandse betonmengsel (2018)?

Als we uitgaan van prefab beton met 100% secundair materiaal levert dit ongeveer een MKI-reductie op van 59% - 88% afhankelijk van het toegepaste cement en vulstoffen.

Als we uitgaan van in situ beton met 50% secundair materiaal levert dit ongeveer een MKI-reductie op van 54% - 84% afhankelijk van het toegepaste cement en vulstoffen.

(Bron bovenstaande tekst; Rutte Groep)

GEOPOLYMEERBETON

Geopolymeer beton is een betonsoort waarbij het bindmiddel geen cement, maar geopolymeer is. Dit geopolymeerbindmiddel bestaat grotendeels uit secundair materiaal. Het voordeel is dat bij de productie van geopolymeer veel minder CO2 uitstoot wordt uitgestoten.

Op dit moment is de toepassing van geopolymeer in de infrastructuur volop in ontwikkeling. Voor langzaamverkeerbrugconstructies kan geopolymeer beton goed worden toegepast in prefab beton elementen en bijvoorbeeld in het landhoofden.

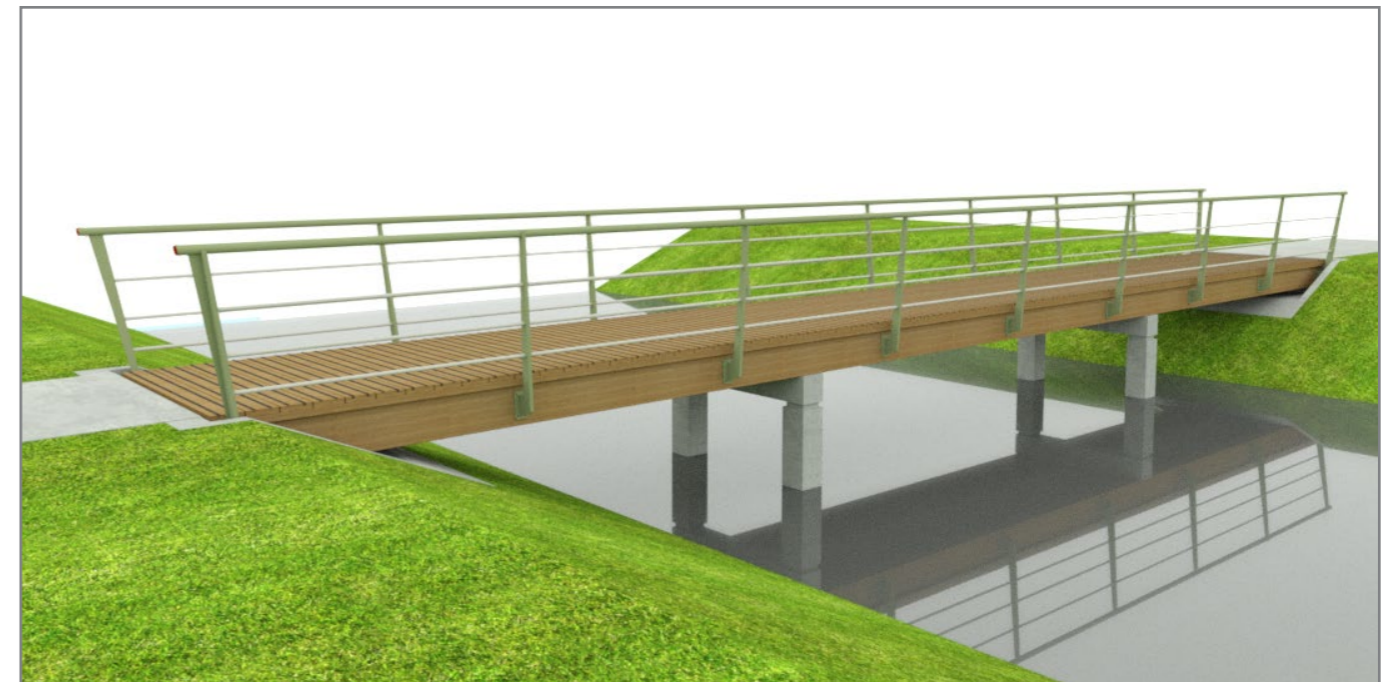
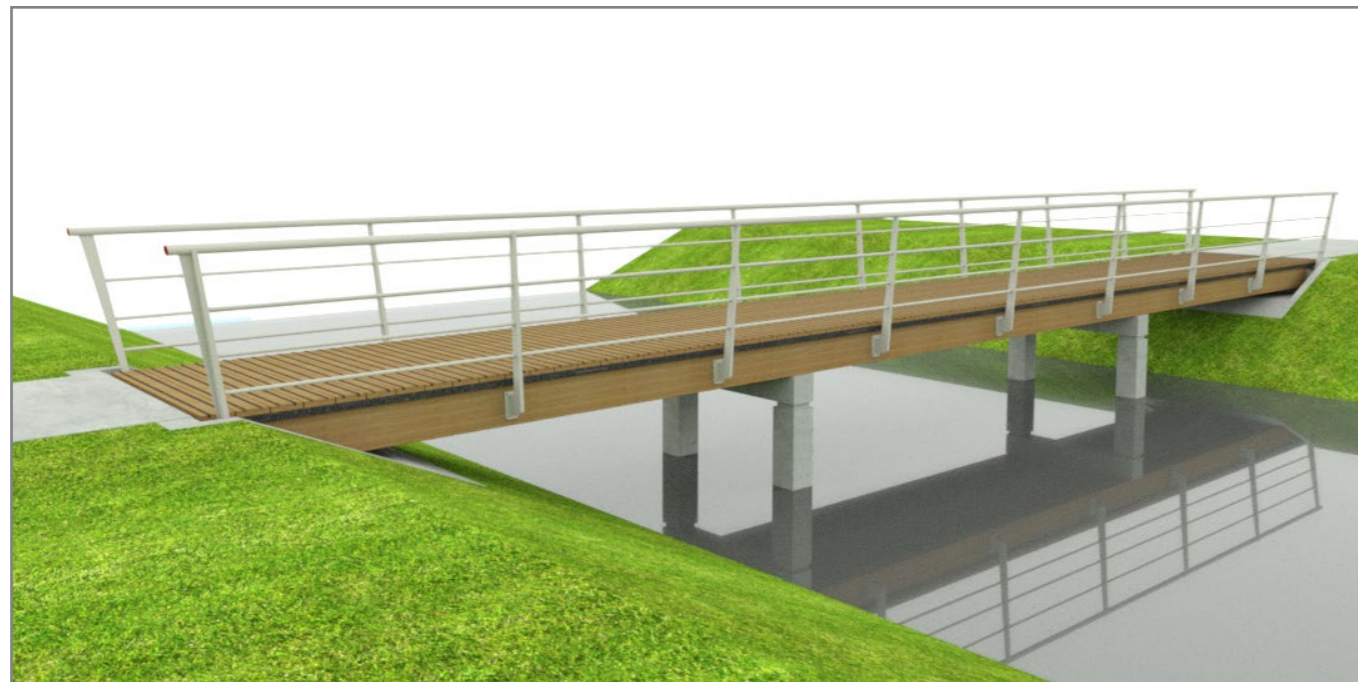
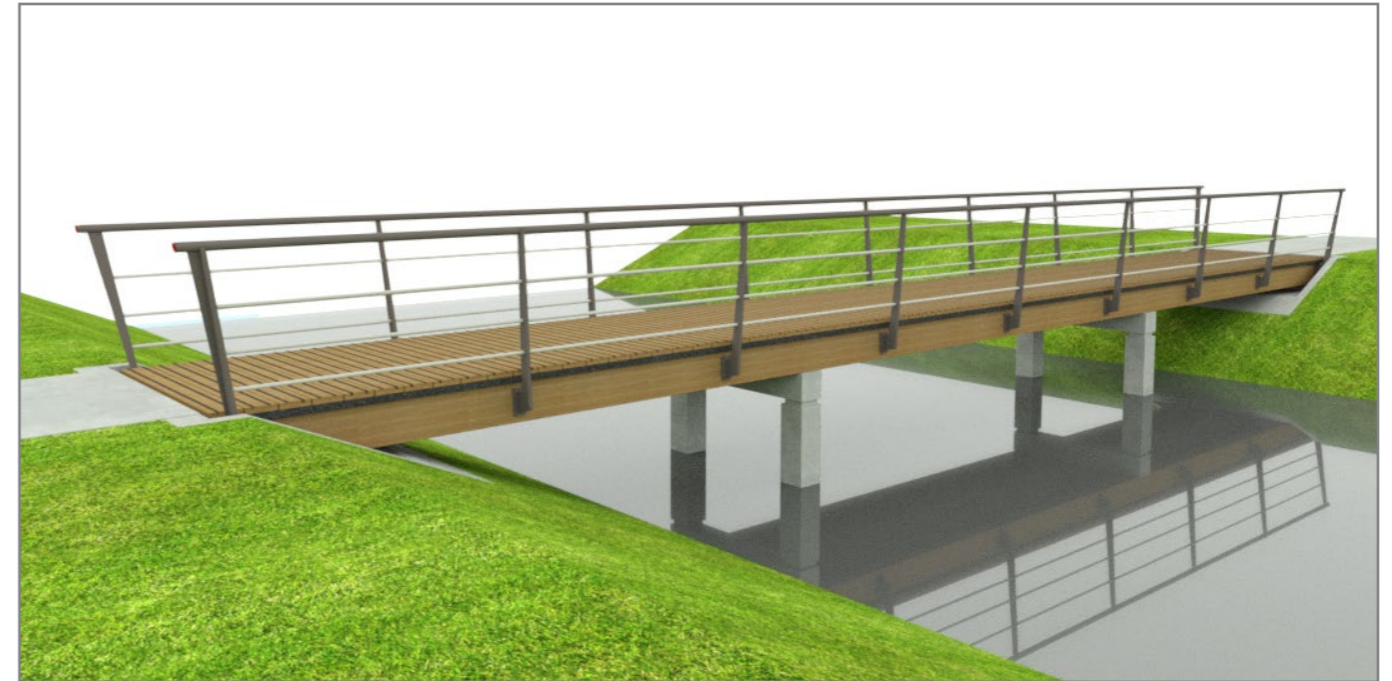
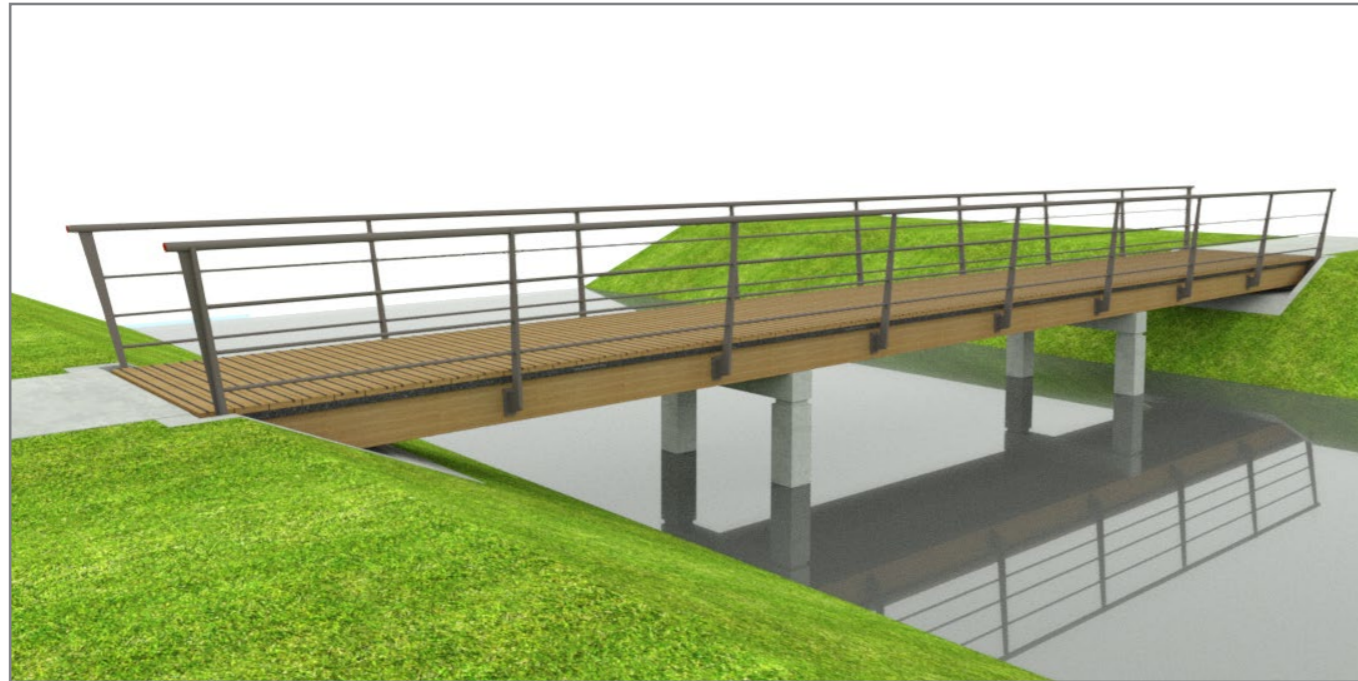
Geopolymeer heeft ongeveer een CO2 reductie van 40% - 80% in vergelijking met conventionele betonmortels op basis van portlandklinker.

producten/leveranciers:

Geo-Beton (Mobilis & Delta Concrete Consult)

Ramac (Squape BV)

BIJLAGE-4 KLEURENSTUDIE LEUNING



ipv Delft creatieve ingenieurs

ipv Delft is een ontwerp- en ingenieursbureau. Wij zijn gespecialiseerd in het ontwerpen van bruggen, infrastructuur, verlichting en openbare ruimte.

ipv Delft

Oude Delft 39
2611 BB Delft
015 750 25 75
info@ipvdelft.nl
www.ipvdelft.nl

