



de Hybride hout-beton brug

Vakexcursie; circulair Zwolle

september 2024



ipv Delft creatieve ingenieurs



welkom



Gemeente Zwolle:
Adelmo Bisutti
Hans Kollenstaart

Beheeradviseur
Projectleider



ipv Delft:
Ronald Rozemeijer

Ontwerper



Knipscheer Infrastructuur:
Steven Jansen

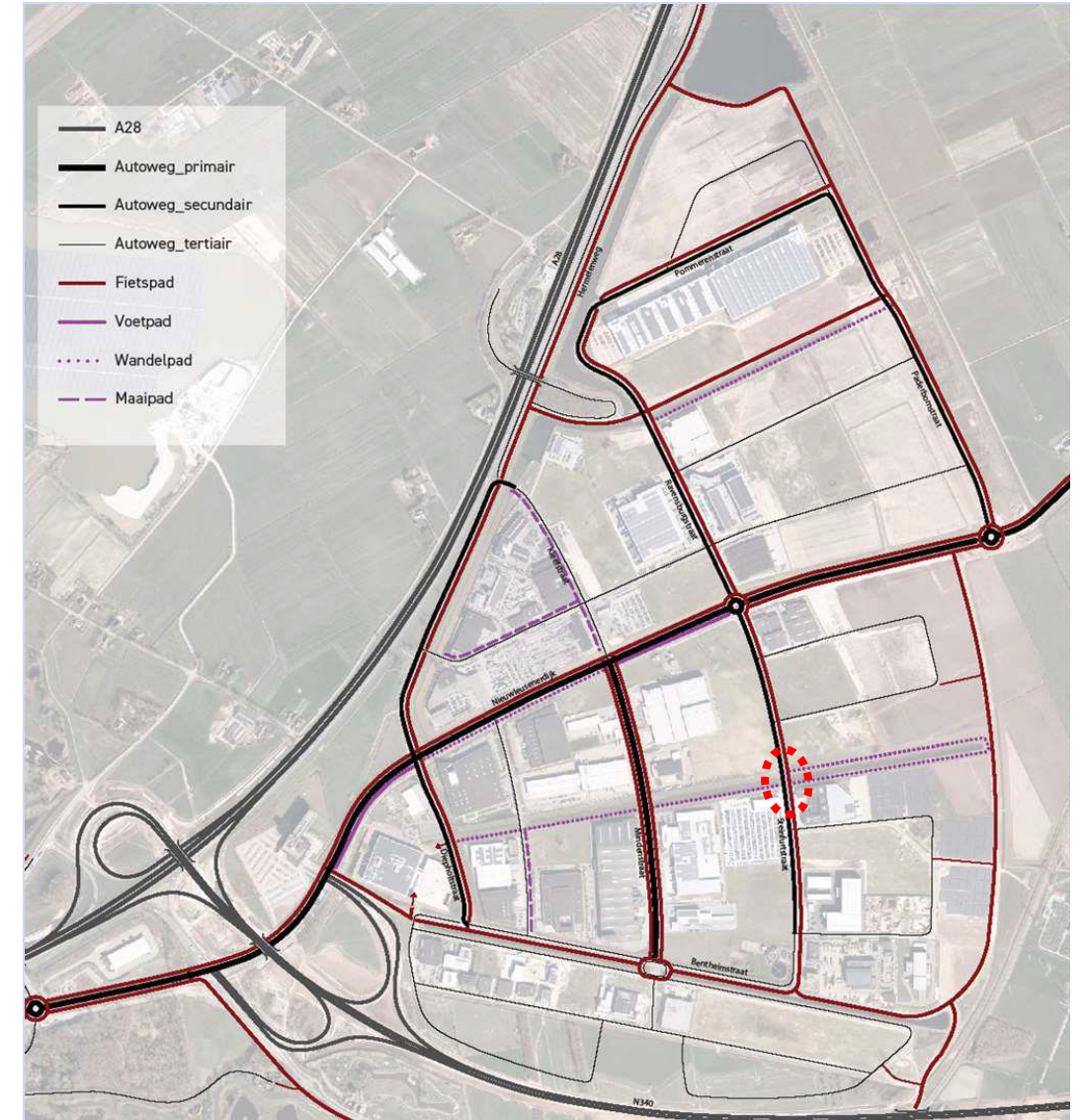
Algemeen directeur

aanleiding

Raadsbesluit 2018, Bereikbaar Hessenpoort:
Fietsverbindingen op bedrijventerrein uitbreiden.

Sinds 2018 merendeel fietspaden aangelegd.

Sluitstukken zijn fietspad en
fietsbrug Steinfurtstraat.



locatie

Steinfurtstraat

Als onderdeel van vrijliggend fietspad.
Naast bestaande brug gemotoriseerd verkeer.
Bestaande brug niet uitbreiden.

Fietspad: demontabel vanwege K&L in berm
en circulair (invulling ambitie).

Fietsbrug: wens lagere milieu-impact.

Op dat moment oproep vanuit ipv Delft.



aanpak

Samenwerking Zwolle (beheer & project), ipv Delft en Knipscheer.

Bouwteam-achtige vorm, gezamenlijke stappen:

1. Opstellen PvE (basiseisen gemeente).

Constructieve uitgangspunten, vormgeving, flora en fauna, kabels en leidingen, beheer en onderhoud, materialisatie en duurzaamheid.

2. Verkenning varianten.

3. Keuze voorkeursvariant.

Op basis van kosten, MKI en praktijkverwachting.

4. Aanscherpen PvE (ontwerp/realisatie-eisen).

5. Detaillering van DO naar UO.

Geen aanbesteding, maar 1-op-1 naar Knipscheer.

oproep ipv Delft

Ipv Delft zoekt opdrachtgever voor pilot **hybride hout-beton brug**

vraag markt; duurzame + onderhoudsarme brug

ontwerp; gelamineerde zacht houten liggers + dun betonnen dek

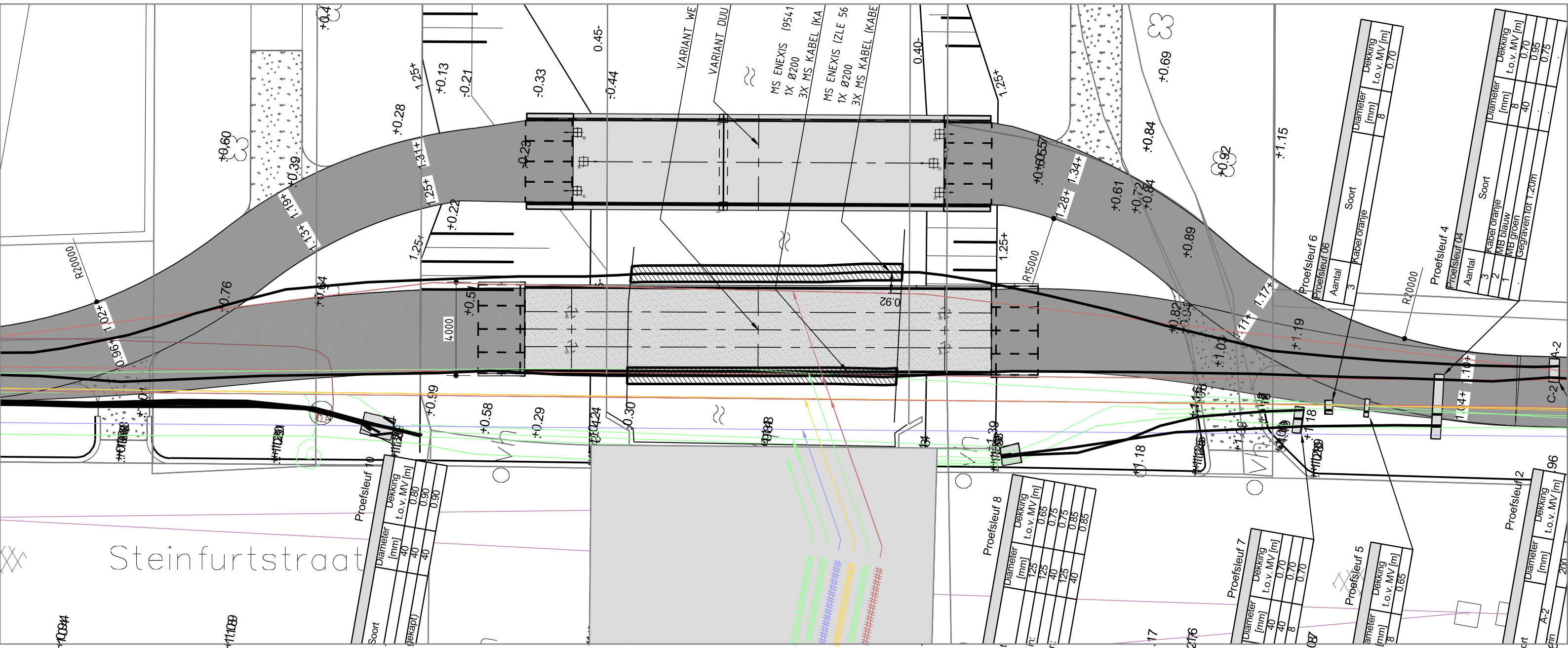
hybride hout-beton bruggen



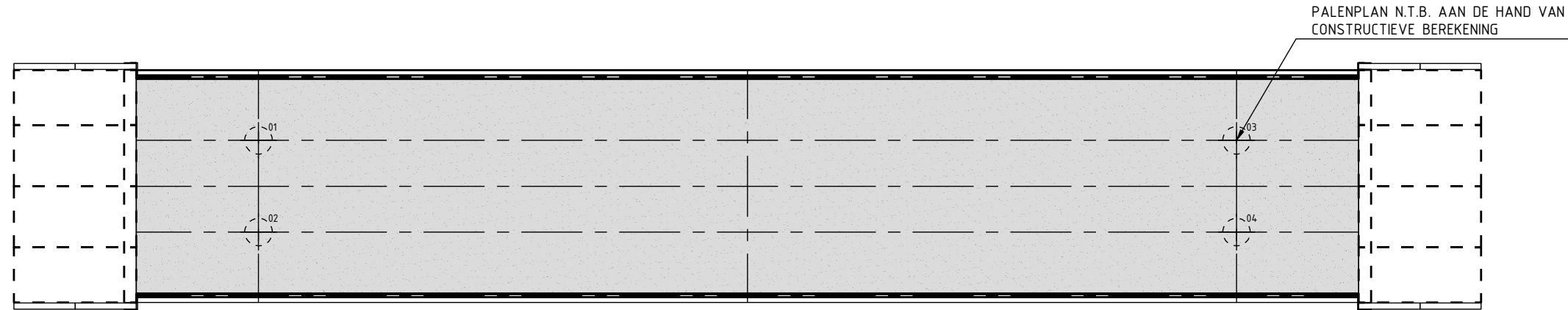
Ontwerp fietsbrug Hessepoort locatie



ontwerp situatie

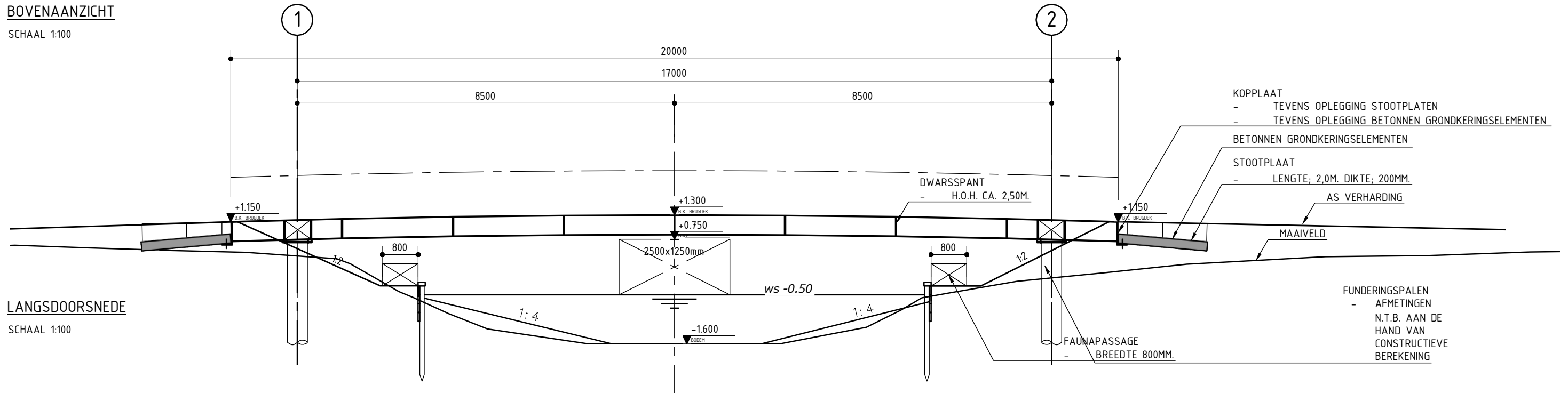


ontwerp variant-1 wegneembare stalen brug



BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:100



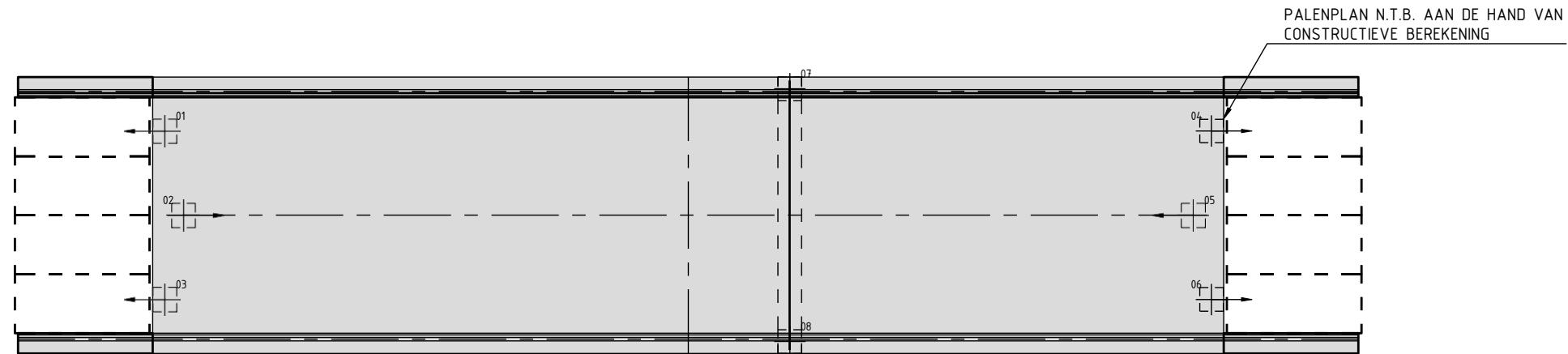
LANGSDOORSNEDE

SCHAAL 1:100

ontwerp variant-2 vaste hout-beton brug

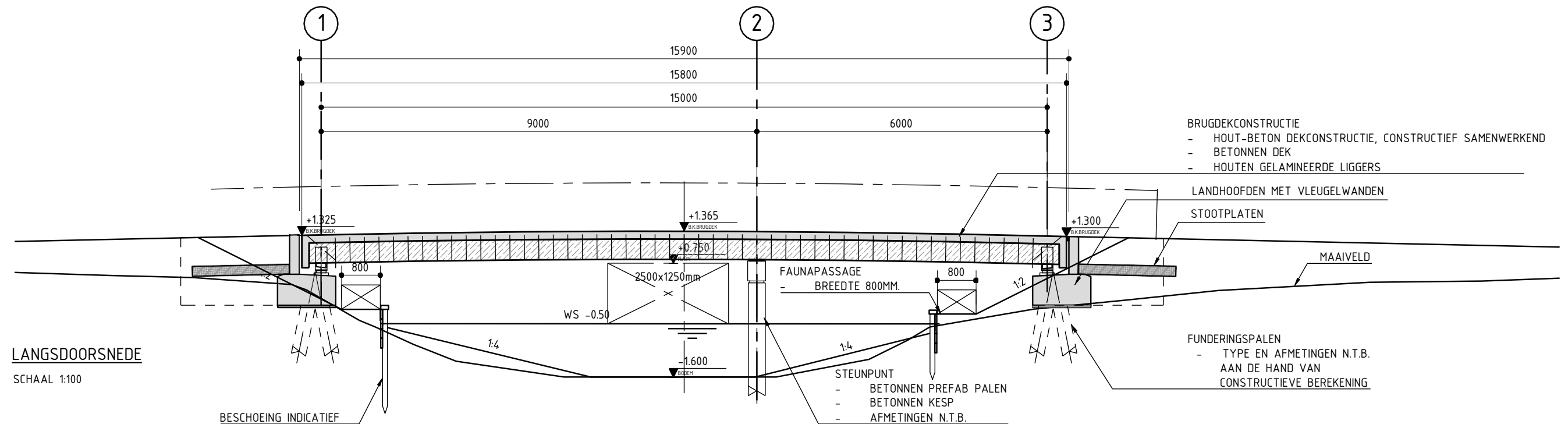
BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:100



LANGSDOORSNEDE

SCHAAL 1:100



- BRUGDEKCONSTRUCTIE
- HOUT-BETON DEKCONSTRUCTIE, CONSTRUCTIEF SAMENWERKEND
 - BETONNEN DEK
 - HOUTEN GELAMINEERDE LIGGERS

LANDHOOFDEN MET VLEUGELWANDEN

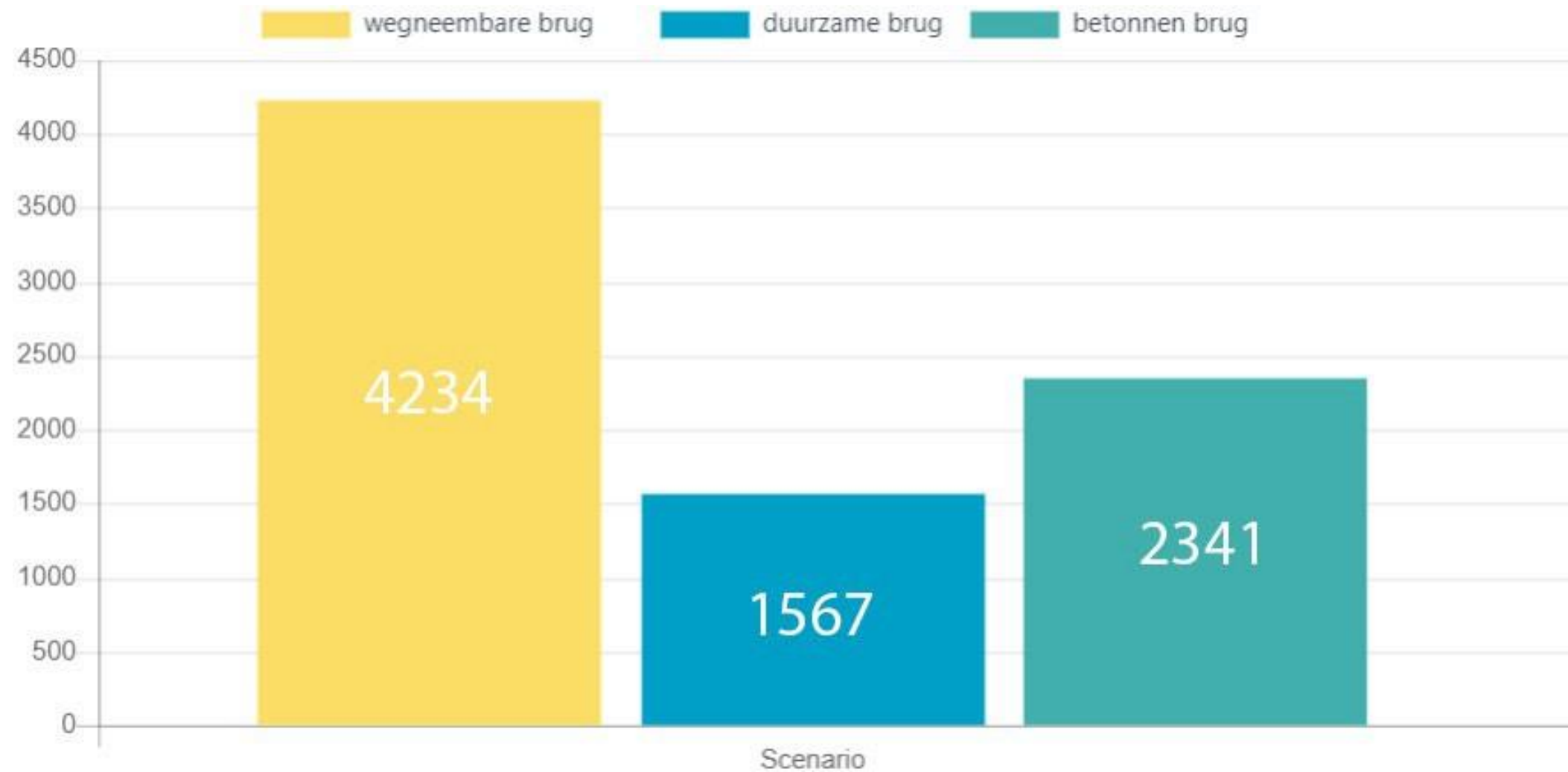
STOOTPLATEN

MAAIVELD

- FUNDERINGSPALEN
- TYPE EN AFMETINGEN N.T.B. AAN DE HAND VAN CONSTRUCTIEVE BEREKENING

- STEUNPUNT
- BETONNEN PREFAB PALEN
 - BETONNEN KESP
 - AFMETINGEN N.T.B.

ontwerp MKI-waarde



ontwerp keuze

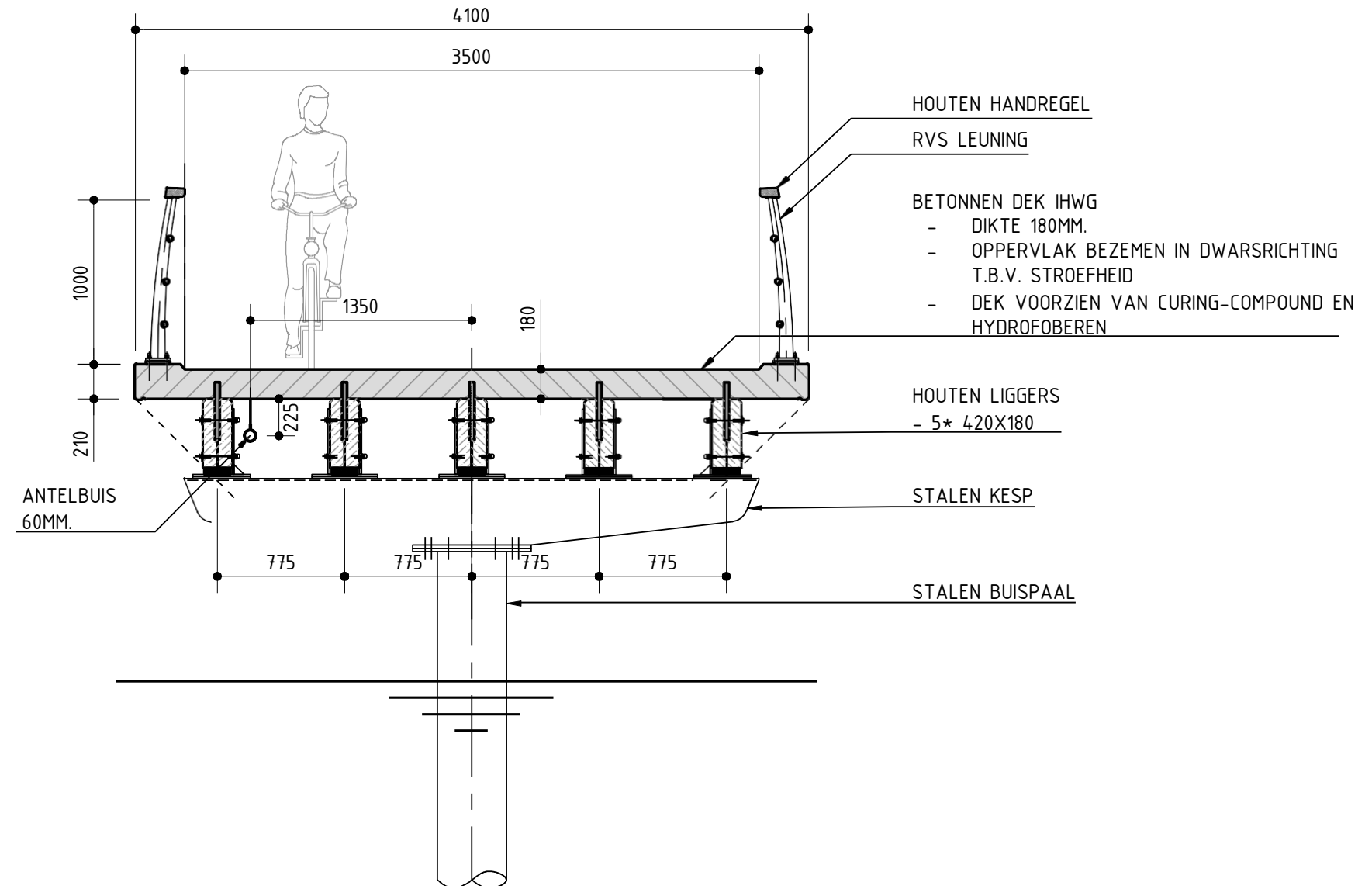
- Hoe vaak ga je werkelijk de brug wegnemen om K&L aan te passen?
- Aanzienlijk verschil in kosten en MKI-score
- Keuze hybride hout-beton brug

ontwerp definitief



ontwerp circulair

- brugdek hout-beton
 - zacht houten liggers (Lariks)
 - dun betonnen dek (18 cm.)
- stalen buispalen, IFD
- landhoofden secundair (30%)
- geen slijtlaag, bezemtextuur
- demontabele RVS leuning
- Accoya houten handregel



ontwerp circulair

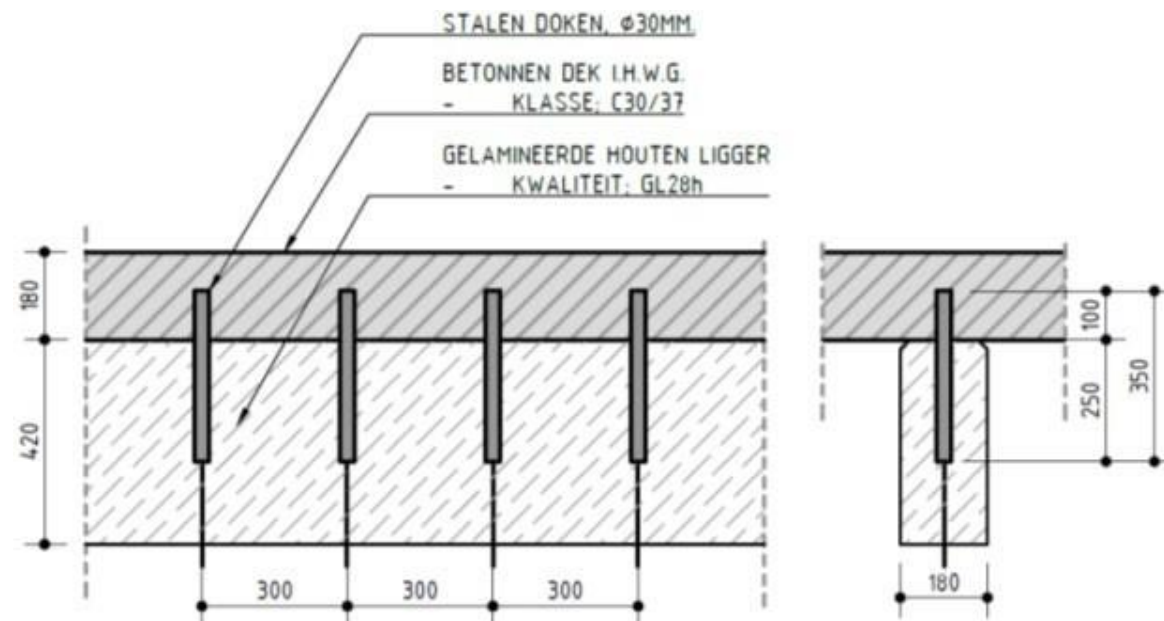


ontwerp circulair



uitvoering ontwerp

- constructief samenwerkend hout - beton brugdek, constructeur Lüning
- dookverbinding met stalen draadeinden M30 h.o.h. 300mm.
- lengte doken 350mm, 250mm hout / 100mm beton



uitvoering bouwmethode



uitvoering bouwmethode

- Geconditioneerd verlijmen deuvelds
- Bouwkuipen in gronddam
- In-situ landhoofden en faunapassage
- In-situ brugdek met tijdelijke ondersteuning



uitvoering bijzonderheden

- Aanwezigheid MS Enexis op 1m naast brug
- Heiwerkzaamheden in bebouwde omgeving
- Tijdelijke maatregelen
- Pilot Wet Kwaliteitsborging

uitvoering kosten

- afmetingen brug; 15/20 x4m. - 80m².
- kosten 2021; € 175.000,-
- kosten 2024; € 200.000,-
- opstellen Uitvoerings Ontwerp
- Flora & Fauna check en Aeriusberekening
- lokaliseren K&L en afstemming NUTS
- tijdelijke maatregelen t.b.v. bereikbaarheid
- verkeersmaatregelen
- grondwerk
- bouw brug

resultaat opening fietsbrug Hessenpoort, Zwolle - en doelen behaald



leerpunten ontwerp

1. duurzamer betonmengsel toepassen in landhoofden en in dek
2. dek demontabel verbinden met houten liggers (geen doken inlijmen)
3. oplegging vereenvoudigen
4. productieproces - prefab dek

leerpunten proces

1. Actieve samenwerking project en beheer.
2. Afwijken van gebaande paden vraagt durf.
3. Vasthouden wat moet, loslaten wat kan.
4. Doorvragen op ontwerpuitgangspunten (steunpunt / waterschap).
5. Vergeet de omgeving niet (grondaankoop, welstand).
6. Raakvlak fietspad - fietsbrug niet onderschatten (werking).

oproep ipv Delft

Zijn jullie een gemeente die circulaire bruggen willen realiseren?

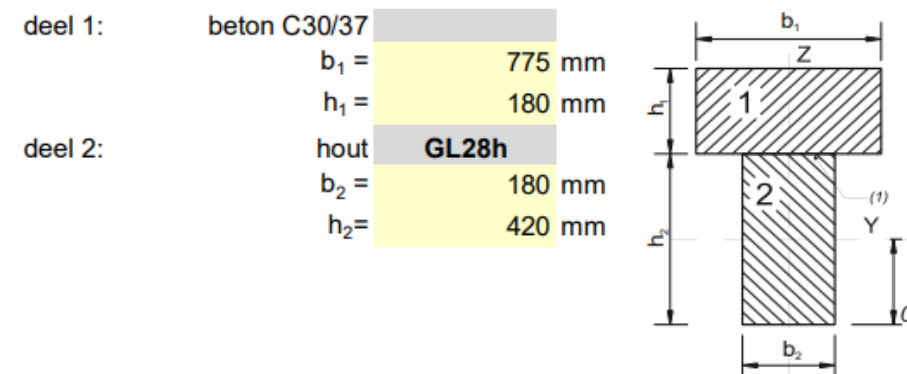
Wij willen graag met u de hybride brug verder te optimaliseren!

vragen?



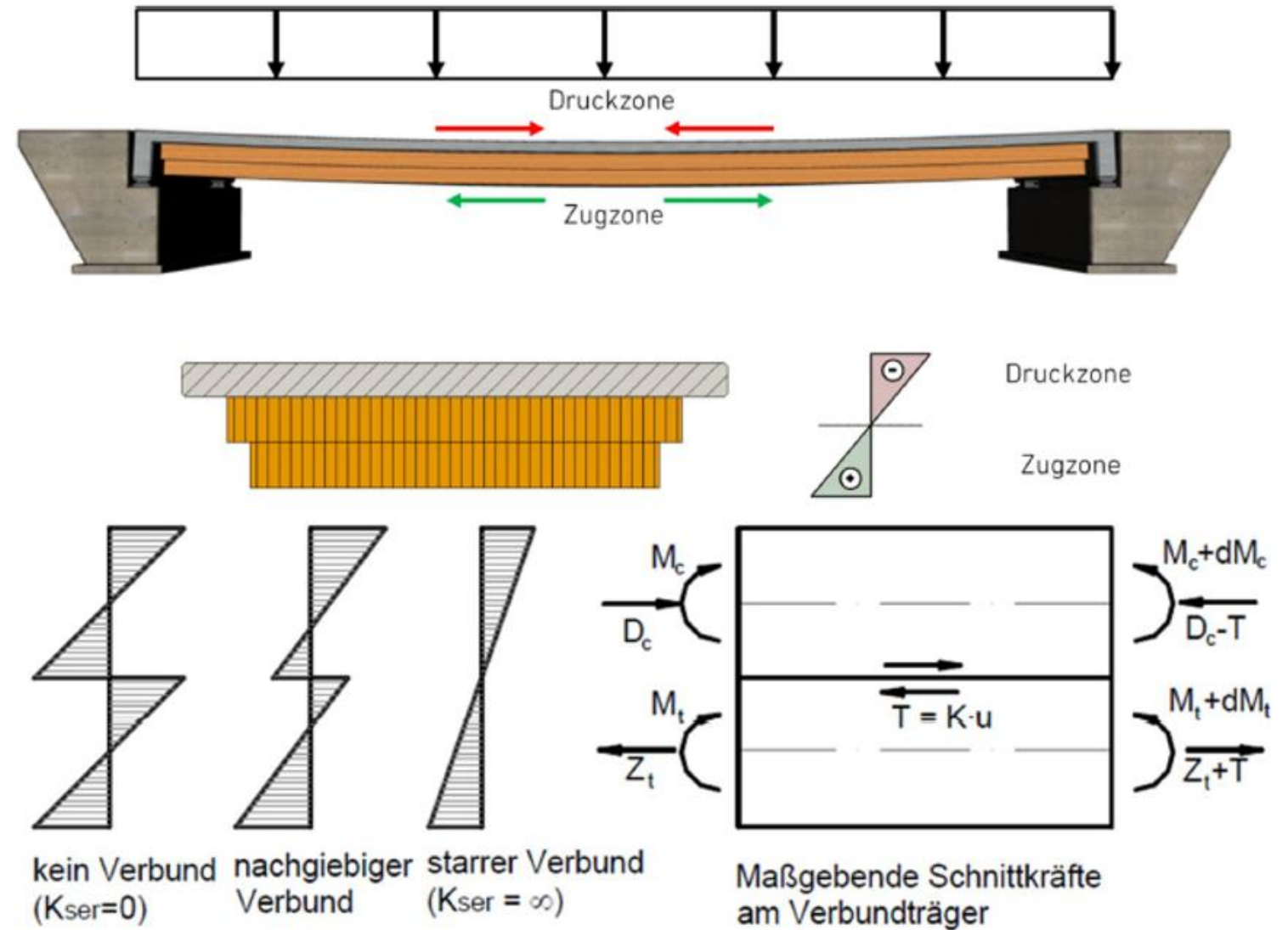
constructie hybride hout-beton

Samengesteld profiel (T-ligger)
 Boven profiel, brugdek: 775x180 mm² C30/37 (gescheurd beton)
 Onder profiel, ligger: 180x420 mm² GL28h
 Mechanische Verbinding: Deuvels ø30 hart op hart 300 mm



Effectieve buigstijfheid samengestelde ligger

houtkwaliteit deel 1 :	C30/37	$E_{0,k,1} =$	10000 N/mm ²
houtkwaliteit deel 2 :	GL28h	$E_{0,k,2} =$	12600 N/mm ²

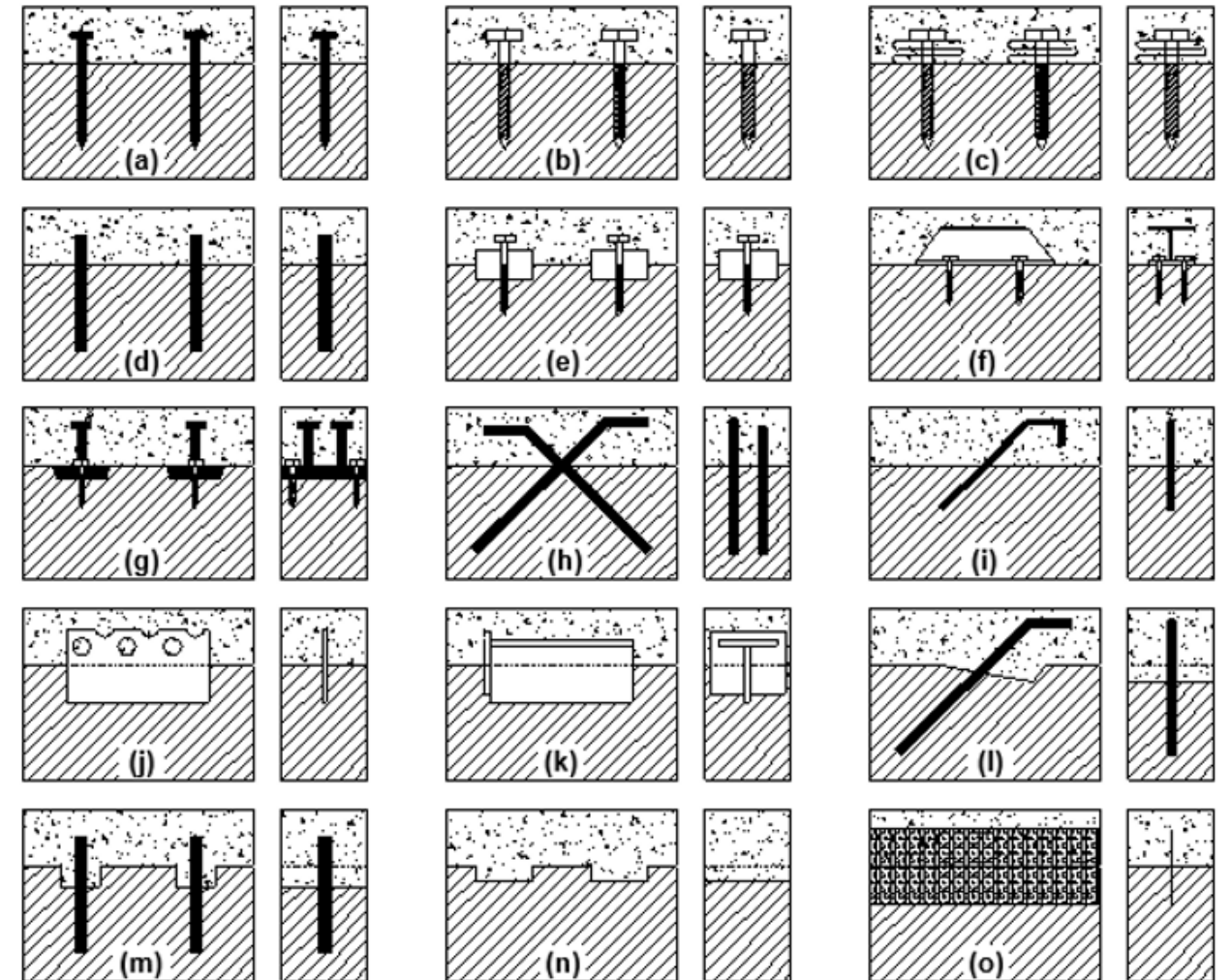


Figuur 1 Illustratie van het hybride draaggedrag en het samengestelde effect

constructie hybride hout-beton

Mechanische eigenschappen van verbindingssystemen

- mechanische gedrag verbindingssysteem.
- stijfheid, sterkte, plastische vervorming en vermoeiing.
- De **stijfheid van een verbindingssysteem** (slipmodulus K) beïnvloedt het niveau van **samengestelde actie** (γ).
Alternatief voor K is de uitgesmeerde slipmodulus, $k = K / s$, dwz de slipmodulus per lengte-eenheid.



kosten

brugdek fietsbruggen, prijspeil 2021

materiaal	brugdek euro/m2
staal + dekplanken	€ 585
prefab beton	€ 600 - 680
hybride hout-beton	€ 550 - 585