



Onderzoek brug op bestaande stuw Junne

Opdrachtgever: Gemeente Ommen
Referentie: INFR200516 – Stuw Junne
Revisie: 2.0
Datum: 20 oktober 2020

iv-Infra b.v.

Ingenieursbureau met Passie voor Techniek



Titel document: Onderzoek brug op bestaande stuw Junne

Ondertitel document: Beantwoording onderzoeksvragen 1 en 2

Referentie: INFR200516

Revisie: 2.0

Datum: 20 oktober 2020

Opdrachtgever: Gemeente Ommen

Projectnummer opdrachtgever:

Project: Stuw Junne

Revisie	Status	Datum	Auteur(s)	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Omschrijving
2.0	Definitief	20-10-'20	J.D. Reijneveld	N. Broekhoff	N. Broekhoff	
1.a	Concept	16-10-'20	J.D. Reijneveld	N. Broekhoff	N. Broekhoff	Aanpassingen layout
1	Concept	15-09-'20	J.D. Reijneveld	N. Broekhoff	N. Broekhoff	Aanpassingen layout
0.a	Concept	10-09-'20	J.D. Reijneveld	J.D. Reijneveld	N. Broekhoff	Uitwerking technische bijlagen
0	Concept	25-08-'20	E. Gottgens	E. Gottgens	N. Broekhoff	Verwerken opmerkingen Gemeente



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1.	Algemeen	4
1.1.1.	Wat is er aan de hand?	4
1.1.2.	Beschadigde constructie	4
1.1.3.	Oplossingsrichtingen	5
1.2.	Doelstelling	5
1.3.	Aanpak	5
1.4.	Leeswijzer	5
1.5.	Huidige situatie en maatregelen	6
2	Onderzoeksvraag 1	7
2.1.	Definitie onderzoeksvraag 1	7
2.2.	Verkeersbelastingen	7
2.3.	Samenvatting beschouwing onderzoeksvraag 1	7
2.3.1.	Constructieve staat van de bestaande stuw	7
3	Onderzoeksvraag 2	8
3.1.	Definitie onderzoeksvraag 2 'Een brug over de stuw'	8
3.1.1.	Hoofdvragen	8
3.2.	Varianten	8
3.2.1.	Variant 1 enkele overspanning	8
3.2.2.	Variant 2 meerdere overspanningen	9
3.3.	Aanpak beoordeling varianten	9
3.4.	Samenvatting beschouwing variant 1, 2a en 2b	9
4	Antwoorden op de onderzoeksvragen	10
4.1.	Onderzoeksvraag 1	10
4.2.	Onderzoeksvraag 2	10
	BIJLAGE A t/m D	11
A.	Verkeersklassen en beschouwing globale analyse Stuw Junne	12
A.1.	Verkeersklassen	12
A.2.	Beschouwing Globale analyse Stuw Junne	13
A.3.	Resumerend	14
B.	Technische onderbouwing Onderzoeksvraag 1	15
B.1.	Onderzoeksvraag 1	15
B.2.	Motivering	15
B.3.	Resumerend	16
C.	Technische onderbouwing onderzoeksvraag 2	17
C.1.	Onderzoeksvraag 2	17
C.2.	Hoofdvragen	17
C.3.	Resultaat	34
D.	Randvoorwaarden uit Plan van Aanpak	35



1 Inleiding

1.1. Algemeen

Stuw Junne is één van de stuwen in de rivier de Vecht. De stuw bestaat, naast de stuwconstructie, uit een verkeersbrug. De stuw heeft de functie om de waterstanden van de Vecht te reguleren. De brug is een belangrijke verbinding voor verkeer tussen Junne en Stegeren.

Het waterschap Vechtstromen is eigenaar van de stuw en de gemeente Ommen is eigenaar van de verkeersbrug.



Figuur 1-1 – Situatie (Google Maps)

1.1.1. Wat is er aan de hand?

De stuw is omstreeks 1918 gebouwd en bestaat uit een vloer en pijlers van metselwerk en heeft een houtenfundering van palen en kespens. Daarnaast zorgt de stuw voor de belastingafdracht naar de ondergrond van de stalen brug bovenop de stuw. De constructie van de stuw en brug is (met een ontwerplevensduur van 80 tot 100 jaar) nu aan het einde van haar technische levensduur.

1.1.2. Beschadigde constructie

De stuw en brug zijn niet ontworpen op zwaar verkeer en het gebruik van de brug is sinds februari 2017 dan ook alleen toegestaan voor verkeer met een gewicht tot maximaal 3 ton. Zwaar verkeer moet omrijden. In de periode tussen 1998-2017 was gebruik van de brug toegestaan voor verkeer tot 15 ton (met een ontheffingsregeling). Desondanks hebben zware voertuigen in die periode wel gebruik gemaakt van de brug, met als gevolg dat de constructie van de stuw beschadigd is geraakt¹. Het peilbeheer van de Vecht en het veilig gebruik van de brug over de stuw kan daarom niet meer worden gegarandeerd.

¹ Het stalen brugdek verkeert nog in goede staat, zo blijkt uit een inspectie uit 2016.

1.1.3. Oplossingsrichtingen

In de afgelopen jaren zijn er onderzoeken gedaan en varianten geschetst waarbij de stuw en de brug vervangen worden door een volledig nieuwe constructie van de stuw en brug op de huidige locatie en waarbij er een aparte brug op een andere locatie wordt gebouwd (en de stuw behouden blijft). Voor deze nieuwe brug zouden dan geen beperkingen gelden voor het gebruik door verkeer.

Een derde oplossingsrichting is de optie waarbij de stuw in stand wordt gehouden met daarop of daarover een verkeersbrug. Deze optie is in de zomer van 2020 als wens naar voren gebracht in de klankbordgroep brug stuw Junne. Deze mogelijkheid wordt in dit rapport beschouwd.



Figuur 1-2 – Archiefphoto stuw Junne (links) en recente luchtfoto stuw Junne (rechts)

1.2. Doelstelling

Het doel van deze rapportage is om de mogelijkheid van het situeren van een brug op de (locatie van de) bestaande stuw te realiseren. Daarbij worden aspecten als verkeersbelasting, inpasbaarheid in de omgeving en raakvlak met de stuw beschouwd.

1.3. Aanpak

Ten behoeve van het onderzoek naar de mogelijkheden van het in standhouden van de stuw met daarop of daarover een verkeersbrug zijn door de Gemeente Ommen twee onderzoeksvragen gedefinieerd. In dit document worden deze onderzoeksvragen beschouwd en beantwoord.

De 'uitgebreide' en meer technische beschouwingen zijn als bijlage A en B in dit document opgenomen.

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt onderzoeksvraag 1 beschouwd.

In hoofdstuk 3 wordt onderzoeksvraag 2 beschouwd.

In hoofdstuk 4 worden de onderzoeksvragen beantwoord.

De technische beschouwingen van de onderzoeksvragen zijn als bijlagen A t/m D opgenomen en vormen de basis voor dit rapport.



1.5. Huidige situatie en maatregelen

Om verdere achteruitgang van de stuw zoveel mogelijk te voorkomen, zijn er in 2017 verschillende verkeersmaatregelen getroffen. Uit onderzoek bleek dat hiervoor zowel het gewicht van voertuigen als de snelheid over de brug beperkt moesten worden. De maatregelen betreffen daarom zowel fysieke beperkingen als bebording ter beperking van de maximumsnelheid (tot 30 km/u). In [Figuur 1-3](#) zijn foto's opgenomen die de situatie na het toepassen van de verkeersmaatregelen in 2017 bij de brug weergeven.



Figuur 1-1 – Huidige fysieke verkeersmaatregelen aan weerszijden van de brug over stuw Junne



2 Onderzoeksvraag 1

2.1. Definitie onderzoeksvraag 1

Onderzoeksvraag 1 luidt als volgt:

Welke mogelijkheden zijn er om een nieuwe brug, zonder lastbeperkingen, te funderen op de bestaande stuw, zonder dat de werking van de stuw nadelig wordt beïnvloed? Wat kan aan onderzoek of monitoring worden gedaan om dit functioneren te borgen.

2.2. Verkeersbelastingen

Volgens de huidige norm (de Eurocode) moeten bestaande en nieuwe bruggen, waar geen beperkingen aan het verkeer zijn opgelegd, voldoen aan LoadModel 1 (LM1). Deze belasting komt overeen met een gewicht van 60 ton (verkeersklasse VK60). Zie bijlage 1, deel A voor meer informatie over deze verkeersklasse.

2.3. Samenvatting beschouwing onderzoeksvraag 1

Bij het beschouwen van de optie voor een nieuwe brug over de bestaande stuw, is de constructie van de brug niet maatgevend. De brug kan ontworpen worden op de gewenste verkeersklasse, in dit geval LM1. Wel maatgevend is de constructieve staat (sterkte en draagkracht) van de bestaande stuw. Deze moet namelijk de fundatie van de brug vormen. Daarbij komt dat de stuw zijn eigenlijke functie, het reguleren van de waterstanden, met voldoende veiligheid moet kunnen blijven vervullen.

2.3.1. Constructieve staat van de bestaande stuw

Bij het beoordelen van de constructieve staat van de stuw moet beseft worden dat de constructie 102 jaar oud is, waarschijnlijk niet ontworpen is op verkeersbelasting anders dan voetgangers, gefundeerd is op houten palen en constructieve schades vertoont. Of er sprake is van degradaties, bijvoorbeeld van de houten fundatie, is niet bekend.

Op basis van eerdere constructieve berekeningen/beschouwingen zijn onderstaande conclusies getrokken over de huidige staat van de constructie van de stuw:

- Er ontbreken te veel constructieve gegevens om een harde conclusie te trekken.
- Op basis van constructieve aannames wordt ingeschat dat de toelaatbare verkeersbelasting, op zijn gunstigst beschouwd, beperkt is tot VK30 en dus niet voldoet aan de wens van VK60.
- Bij een aangenomen degradatie van de houten palen van 2cm reduceert de toelaatbare verkeersbelasting tot iets onder VK19.
- De vraag is zelfs of de stuw in de huidige staat, met mogelijke degradaties, theoretisch voldoende veiligheid bezit om de functie van reguleren/keren van waterstanden te vervullen.
- Ook indien er meer constructieve gegevens van de bestaande stuw beschikbaar komen, kan met zekerheid worden gesteld dat de wens van VK60 met de huidige constructie nooit kan worden vervuld.

3 Onderzoeksvraag 2

3.1. Definitie onderzoeksvraag 2 'Een brug over de stuw'

Onderzoeksvraag 2 luidt als volgt:

Is het mogelijk een brug te bouwen over de te renoveren stuw die voldoet aan "Belastingmodel 1 conform Eurocode 1991-2 [LM1]" en de voorwaarden zoals verwoord in paragraaf 2.4.2 van "Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne" Referentie; INFR190353 Versie 2a. Daarbij rekening houdend met maakbaarheid en inpasbaarheid.

3.1.1. Hoofdvragen

De onderzoeksvraag wordt gesplitst in zes hoofdvragen.

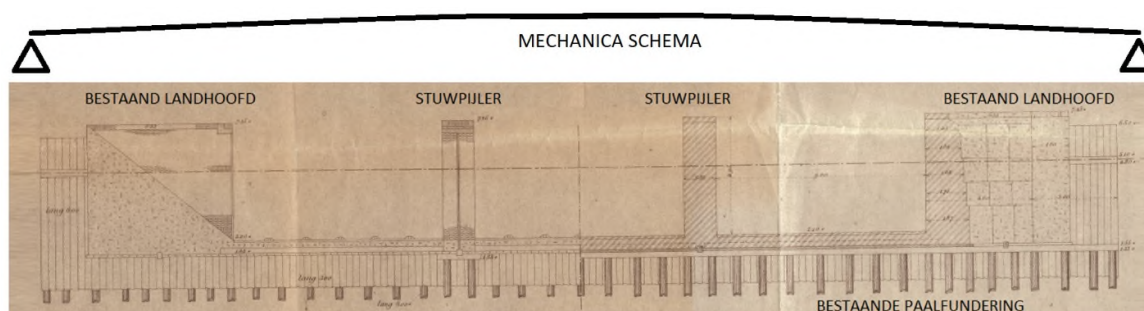
1. Voldoet het ontwerp aan Belastingmodel 1 (Load Model 1 (LM1))?
2. Is de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw mogelijk?
3. Voldoet het ontwerp aan de voorwaarden zoals gesteld in paragraaf 2.4.2 van "Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne"? Zie bijlage C voor deze teksten.
4. Is de nieuwe brug over de te renoveren stuw technisch maakbaar en inpasbaar?
5. Hoe verhoudt de nieuwe brug zich tot de landschappelijke inpassing en de monumentenstatus?
6. Hoe verhoudt de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw zich tot de plannen van het Waterschap?

3.2. Varianten

Omdat de bestaande stuw bij deze vraag geen onderdeel uitmaakt van de brugconstructie zijn er meerdere nieuwe brugconstructies denkbaar. Deze constructies hebben, in meer of mindere mate, wel een raakvlak met de bestaande stuw en de omgeving. Voor het beantwoorden van de hoofdvragen worden er twee, principieel verschillende, varianten beschouwd:

3.2.1. Variant 1 enkele overspanning

Variant 1 betreft een brug met een **enkele overspanning**



Figuur 3-1 – Dwarsdoorsnede bestaande stuw Junne met Landhoofden (links en rechts) en Stuwpijlers (midden) en mechanica schema

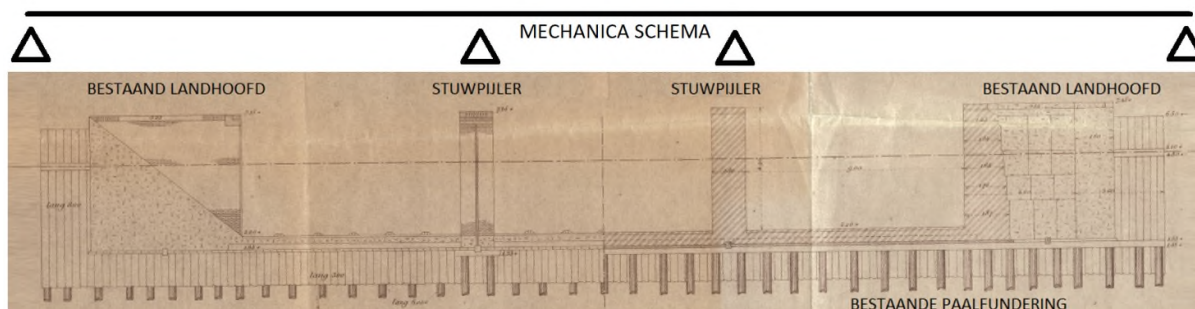
Het verschil tussen de (in bijlage B, onder 2.2.1) beschouwde varianten 1a en 1b is dusdanig klein dat verder in dit hoofdstuk alleen gesproken wordt over variant 1.



3.2.2. Variant 2 meerdere overspanningen

Variant 2 betreft een brug met **meerdere overspanningen** en wordt opgesplitst in:

- Variant 2a Met steunpunten (palen) door de bestaande stuwpijlers.
- Variant 2b Met steunpunten over/buiten de bestaande stuwpijlers.



Figuur 3-2: Dwarsdoorsnede bestaande stuw Junne met Landhoofden (links en rechts) en Stuwpijlers (midden) en mechanica schema

3.3. Aanpak beoordeling varianten

De varianten 1, 2a en 2b worden getoetst aan de hoofdvragen 1 t/m 6. Voor de uitwerking wordt verwezen naar bijlage 1 (deel B en C) van dit rapport.

3.4. Samenvatting beschouwing variant 1, 2a en 2b

Nr.	Hoofdvragen onderzoeksvraag 2	Variant 1	Variant 2a	Variant 2b
		Enkele overspanning	Steunpunten door fundaties stuw	Steunpunten over fundatie stuw
1	Voldoet het ontwerp aan Belastingmodel 1?	Ja	Ja	Ja
2	Is de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw (constructief) mogelijk?	Ja	Nee	Nee
3	Voldoet het ontwerp aan de voorwaarden zoals gesteld in paragraaf 2.4.2 van "Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne"? (sober en doelmatig)	Nee	Nee	Nee
4	Is de nieuwe brug over de te renoveren stuw technisch maakbaar en inpasbaar?	Nee	Nee	Nee
5	Hoe verhoudt de nieuwe brug zich tot de landschappelijke inpassing en de monumentenstatus?	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende
6	Hoe verhoudt de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw zich tot de plannen van het Waterschap?	Neutraal	Onvoldoende	Onvoldoende

Zie bijlage 1, deel C voor de technische onderbouwing



4 Antwoorden op de onderzoeksvragen

4.1. Onderzoeksvraag 1

Onderzoeksvraag 1 luidt als volgt:

Welke mogelijkheden zijn er om een nieuwe brug, zonder beperking in verkeersbelasting, te funderen op de bestaande stuw, zonder dat de werking van de stuw nadelig wordt beïnvloed? Wat kan aan onderzoek of monitoring worden gedaan om dit functioneren te waarborgen?

Op basis van de verrichtte constructieve beschouwingen en de daaruit getrokken conclusies wordt gesteld dat er momenteel onvoldoende constructieve gegevens van de bestaande stuw beschikbaar zijn om een volledig onderbouwd antwoord te geven op onderzoeksvraag 1. Ondanks eventueel nader onderzoek naar de staat (kwalitatief en kwantitatief) van de stuw en aanvullende constructieve berekeningen, zal de uitkomst echter zijn dat een verkeersbelasting zonder beperkingen niet mogelijk zal zijn. Zo kan ook niet met zekerheid gesteld worden dat de stuw in zijn huidige staat theoretisch voldoende veiligheid bezit om zijn 'eigen' functies te vervullen.

Onderzoeksvraag 1 wordt als volgt beantwoord:

Er zijn geen mogelijkheden om een nieuwe brug zonder beperking in verkeersbelasting te funderen op de bestaande stuw.

4.2. Onderzoeksvraag 2

Onderzoeksvraag 2 luidt als volgt:

Is het mogelijk een brug te bouwen over de te renoveren stuw die voldoet aan "Belastingmodel 1 conform Eurocode 1991-2 [LM1]" en de voorwaarden zoals verwoord in paragraaf 2.4.2 van "Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne" Referentie; INFR190353 Versie 2a. Daarbij rekening houdend met maakbaarheid en inpasbaarheid

Ten behoeve van het beantwoorden van onderzoeksvraag 2 zijn er 6 hoofdvragen afgeleid (zie par. 3.1). Constructief is het mogelijk om, volgens variant 1, een brug te bouwen over het bestaande stuwcomplex waarbij de bestaande stuw niet negatief beïnvloed wordt. Echter, het niveau van de bovenzijde van het wegdek (verticale alignment) komt vanwege de benodigde constructieve dekdikte zodanig hoog te liggen dat dit vastloopt op technische en landschappelijke inpasping. Er zijn dan buiten de stuw 'hellingbanen' nodig om het verkeer op het benodigde verticale niveau te brengen. Het conflict met de inpasping betreft zowel het landschap en de bebouwing aan de oostzijde, als het landschap en de kunstwerken (vistrap en sluis) aan de westzijde.

Bij de varianten 2a en 2b leidt het raakvlak van de nieuwe fundaties, door en naast de bestaande pijlers van de stuw, vanwege aspecten als monumentale status, constructieve beïnvloeding en beperkingen t.a.v. onderhoud, tot de conclusie dat ook dit geen oplossing is.

Onderzoeksvraag 2 wordt als volgt beantwoord:

Met in achtneming van de zes gestelde voorwaarden zijn er geen mogelijkheden om een nieuwe brug (bovenbouw en onderbouw) te bouwen op de locatie van de bestaande stuw.



BIJLAGE A t/m D

Bijlage 1 bevat de technische beschouwing van de Globale analyse 'Stuw Junne' en de beantwoording van onderzoeksvragen 1 en 2.

Leeswijzer: Bijlage A t/m D

Deel A: Hierin worden verschillende verkeersklassen uitgelegd en de globale analyse Stuw Junne beschouwd. En de opgestelde stukken van Lukassenbrokking [1,2] beoordeeld.

Deel B: Hierin wordt onderzoeksvraag 1 beantwoord. Er wordt nader beschouwd of de bestaande onderbouw in combinatie met een nieuwe brug aan de huidige Eurocode normbelasting kan voldoen.

Deel C: Hierin wordt onderzoeksvraag 2 beantwoord. De verschillende variaties met steunpunten door, of over de stuwpijlers geanalyseerd.

Deel D: Hierin worden de randvoorwaarden welke zijn aangehouden voor de ontwerpen in de variantenstudie toegelicht.



A. Verkeersklassen en beschouwing globale analyse Stuw Junne

A.1. Verkeersklassen

In eerdere herberekeningen en in onderstaande technische beschouwing worden meerdere verkeersklassen genoemd. Veel genoemde verkeersklassen bij in onderzoek naar de stuw en brug bij Junne betreffen hoofdzakelijk VK19, VK30 en VK60. Deze VK60 komt overeen met wens aan draagkracht waaraan de brug in de toekomst moet voldoen. De herkomst van specifiek de verkeersklassen worden nader toegelicht:

VK19:

Volgens de ingediende berekening van Jansen Venneboer d.d. 18 maart 1998 (omgevingsvergunning) bedraagt de gerekende verkeersklasse VK19 t.a.v. de stalen brug. Deze verkeersklasse wordt daarom in *eerste* instantie als uitgangspunt gebruikt voor het toetsen van deze stalen brug en de stuw als onderbouw op een houten paalfundering.

VK20:

In de rapportage van Lukassenbrokking (verder toegelicht onder Deel A van deze bijlage) wordt VK20 aangehaald. Deze verkeersklasse wijkt slechts in geringe mate af van VK19. Voor het vervolg wordt de verkeersklasse VK20 buiten beschouwing gelaten.

VK30:

De bijlage van [1] (verder toegelicht onder Deel A van deze bijlage) omvat de offerte van Nonak aan de Gemeente Ommen. In de offerte wordt vermeld dat de brug wordt berekend volgens VK30. De geleverde en gemonteerde brug betreft echter een VK19 brug. De verkeersklasse VK30 wordt daarom in *tweede* instantie gebruikt om te toetsen of de brug en de stuw als onderbouw met een houten paalfundering aan deze verkeersklasse voldoen.

VK60: (≈ LM71 volgens NEN-EN 1991-2)

Verderop in deze bijlage wordt een doorkijk gegeven in hoe de stalen brug en de stuw als onderbouw zich verhoudt tot de huidige Eurocode norm. De norm NEN-EN 1991-2 kan hierbij het beste vergeleken worden met de oude norm VK60. In *derde* instantie wordt daarom VK60 aangehaald.



A.2. Beschouwing Globale analyse Stuw Junne

Uitgevoerd is een beschouwing van de globale analyse betreffende de Stuw Junne. De bevindingen worden hieronder gepresenteerd. Voor de uitgevoerde beschouwing zijn onderstaande documenten geraadpleegd:

- [1] Globale analyse onder- en bovenbouw d.d. 16-03-2017
Kenmerk: P.17.011_NV_N002(Lukassenbrokking)
- [2] Globale analyse paaldiameterreductie d.d. 18-04-2017
Kenmerk: P.17.011_NV_N003(Lukassenbrokking)

A.2.1. Verkeersklasse:

De bijlage van [1] omvat een offerte van Nonak aan de Gemeente Ommen. In de offerte wordt vermeld dat de brug wordt berekend volgens VK30. Volgens de ingediende berekening van Jansen Venneboer d.d. 18 maart 1998 bedraagt de gerekende verkeersklasse echter VK19. De constatering in de analyse van Lukassenbrokking dat het dek is berekend op VK30 lijkt daarom onjuist. Voor het dek dient daarom in beginsel VK19 te worden aangehouden.

In [1] wordt naast VK19 tevens gesproken over VK20 waarbij 3 aslasten van 6,67 ton/as met een totale belasting van 20 ton / voertuig volgens NEN6723:1995 wordt toegepast. Het verschil tussen VK19 en VK20 is minimaal en voor de uitgevoerde beschouwing minder relevant.

A.2.2. Stalen brugdek:

De oorspronkelijke berekening als bijlage van [1], vermeldt als uitgangspunt VK19. In de basis dient daarom te worden uitgegaan van VK19, tenzij rekenkundig kan worden aangetoond dat de brug inclusief alle onderdelen aan een hogere verkeersklasse voldoet.

Uit de berekening [1] van het brugdek volgt een maximale staalspanning in de hoofdliggers van het brugdek van 140 N/mm² o.b.v. VK30 (UC = 0,60).

Onbekend is of de oplettingen en lassen voldoende sterk zijn om eveneens te voldoen aan VK30. Deze informatie ontbreekt. Aanvullend geldt dat eventueel alleen van VK19 of hoger kan worden uitgegaan mits de verschillende onderdelen geen corrosie, scheuren of andere schadebeelden vertonen. In [1] zijn deze onderdelen niet specifiek getoetst.

A.2.3. Paalfundering:

Uit [1] volgt dat het verschil tussen de maximale optredende buigtrekspanning in de paal bij VK19 en VK30 gering is:

- Bij VK19 is de optredende spanning gelijk aan de grenswaarde van 6,9 N/mm² (UC = 1,0). De toename van de maximale paalbelasting t.g.v. de verkeersbelasting is beperkt.

Bij VK30 geldt er een overschrijding van 4% bij een spanning $\sigma_{m,y,d} = 7,2 \text{ N/mm}^2 > 6,9 \text{ N/mm}^2$ (UC = 1,04). De absolute toename van de paalreactiekracht t.g.v. verkeer blijft beperkt tot 15 kN/paal

A.2.4. Paal draagvermogen

In de resultaten is geen rekening gehouden met het daadwerkelijke paal draagvermogen, omdat het exacte paalpuntniveau, de werkelijke paaldiameter en sonderingen ontbreken. Het inmeten van de



paaldiameter en het uitvoeren van sonderingen wordt daarom aanbevolen om het paaldraagvermogen te toetsen. Hierbij dient het paalpuntniveau te worden ingeschat.

De maximale paalbelasting treedt op wanneer het maximale waterstandsverschil van 1,85 m wordt gecombineerd met verkeersbelasting.

De aangehouden paalbeddingen en puntveren van de houten paalfundering dienen d.m.v. sonderingen te worden onderbouwd. Dit kan van invloed zijn op de uitgevoerde berekening. Een variatie in de paalbedding kan door de aanwezige horizontaalkrachten invloed hebben op b.v. het maximale buigende moment en de verplaatsingen.

Aanbevolen wordt om de paalkoppen in te meten en d.m.v. houtmonsters nader te onderzoeken op degradatie. Sonderingen moeten uitwijzen of de aangehouden parameters correct zijn.

Met [2] wordt indicatief in een verkennend onderzoek aangetoond dat bij een fictieve degradatie van 2 cm paaldiameterreductie i.c.m. VK19, de toelaatbare houtspanning in de paal met 17% toeneemt. Dit resulteert in een ontoelaatbare overschrijding ($UC = 1,17$). De werkelijke mate van reductie is dus van belang om de capaciteit van de bestaande palen te kunnen beoordelen.

A.2.5. Modellerings in EEM berekening (SCIA Engineer):

Het waterstandsverschil op de stuw wordt in de bijlage van [1] in een EEM berekening ingevoerd door het toepassen van een lijnmoment. De grootte van de belasting inclusief het buigende moment is correct. Deze belasting wordt echter deels via de cilinder afgedragen waardoor de krachtswerking binnen de constructie afwijkend is t.o.v. hetgeen nu is berekend. Voor de paalfundering zal het zeer beperkt tot geen verschil opleveren.

A.3. Resumerend

Lukassenbrokking adviseert de werkelijke staat van de constructie te onderzoeken door het uitvoeren van metingen en inspecties. Het aanvullend onderzoek omvat een inspectie van het brugdek, de onderliggende betonconstructie en de paalfundering. Hierbij dienen de verschillende onderdelen te worden ingemeten en beoordeeld i.c.m. het in rekening brengen van een eventuele degradatie van het beschouwde onderdeel. Dit geldt voor alle relevante onderdelen van het brugdek als de onderliggende constructie.

Ondanks de onderzoeken zullen er de nodige zaken onbekend blijven en de vraag is dan ook of dit zal leiden tot concrete resultaten voor wat betreft de belastbaarheid van de constructie door verkeer. Indien een nadere beschouwing toch leidt tot een toelaatbare belasting, wordt geadviseerd de staat van de brug en de onderbouw d.m.v. monitoring frequent te controleren zodat schades vroegtijdig worden gesignaleerd.

Gelet op de analyse van de paalfundering, zal de toelaatbare verkeersbelasting in de basis niet hoger uitvallen dan VK19. Afhankelijk van de uitkomsten van de nader in kaart te brengen degradatie, dient deze verkeersklasse mogelijk verder te worden gereduceerd.



B. Technische onderbouwing Onderzoeksvraag 1

B.1. **Onderzoeksvraag 1**

Onderzoeksvraag 1 luidt als volgt:

Welke mogelijkheden zijn er om een nieuwe brug, zonder lastbeperkingen, te funderen op de bestaande stuw, zonder dat de werking van de stuw nadelig wordt beïnvloed? Wat kan aan onderzoek of monitoring worden gedaan om dit functioneren te borgen?

B.2. **Motivering**

De stuwpijlers vormen samen met de landhoofden de fundamenten voor de huidige verkeersbrug. Van belang is te onderkennen dat in de basis over de stuw een voetbrug lag. In de jaren '90 is deze voetgangersbrug gewijzigd in een verkeersbrug, benoemd als een VK19 brug in de archiefberekening van Jansen Venneboer.

In de huidige situatie geldt er een lastbeperking van 3 ton totaallast voor de verkeersbrug. De lastbeperking welke in 2007 is ingesteld n.a.v. geconstateerde schades aan de stuw (omvang niet gedocumenteerd). Het is mogelijk dat de verhoging van de verkeersbelasting van voetgangersbrug naar VK19 heeft geleid tot schade aan de constructie. Tevens is het mogelijk dat de verkeersbrug, reeds voor de ingestelde lastbeperking van 3 ton, door zwaardere voertuigen dan VK19 is belast.

De juiste werking en de constructieve veiligheid van de stuw is zowel in het belang van de Gemeente Ommen als het Waterschap. Gelet op de afhankelijkheid van de verkeersbrug t.o.v. de onderliggende stuw is de staat en capaciteit van de stuw wel van belang.

Van de brug zelf zijn geen inspectierapporten bekend. Hierdoor ontbreekt bijvoorbeeld voor de brug de huidige staat van de oplegblokken, de staat en kwaliteit van de bout- en lasverbindingen maar ook de staalkwaliteit en de staat van de huidige conservering. Van de stuw ontbreekt de kwaliteit van het metselwerk en de voegmortel, het aantal palen, de paallengte en de staat van de paalkoppen (o.a. de betonkwaliteit en de indringing chloriden etc.). In deel A is reeds benoemd dat bij VK19 en VK30 de paalfundering grenswaarden bereikt of deze reeds worden overschreden, respectievelijk met $UC = 1,0$ en $UC = 1,04$ voor de toelaatbare spanning in de paalfundering.

De degradatie van de verschillende constructieonderdelen is niet in beeld. Om te komen tot een oordeel over de huidige staat van de brug en om te kunnen beoordelen of een nieuwe brug op de bestaande stuw kan worden gefundeerd, is een omvangrijke inspectie en nader onderzoek nodig. Een dergelijke inspectie, alle constructieonderdelen omvattend, is kostbaar. Een fictieve degradatie van 2 cm liet echter al zien dat de overschrijding van de paalspanning aanzienlijk toeneemt. $UC = 1,17$ bij VK19.

Naar verwachting zal het geotechnisch draagvermogen van de paalfundering voor de stuw zelf op basis van hedendaagse normtoets ontoereikend zijn. Het degradatieniveau van de palen (met name bij paalkoppen) dient dan nog aanvullend in rekening te worden gebracht.

Voor het bepalen van het paalpuntniveau en de paaldiameter van de houten palen dient een paal te worden getrokken. Dit resulteert in een toename van de belasting op de omliggende palen, maar ook in schade aan de stuw. Het trekken van een paal is daarom niet realistisch.

De stuw maakt als onderbouw van de verkeersbrug integraal onderdeel uit van de belastingafdracht naar de ondergrond. In de huidige vorm kunnen de verkeersbrug en de stuw daarom niet los van elkaar



worden beoordeeld. Voor een inhoudelijke toetsing dient de krachtswerking vanuit de stuw te worden gecombineerd met de krachtswerking ten gevolge van de verkeersbelasting. De waterstand voor en achter de stuw, de waterdruk boven en onder de stuwvloer, de werking van de kwelschermen en de snelheid waarmee een watervariatie optreedt zijn factoren die hierbij een rol spelen. De Gemeente en het Waterschap hebben hierin een gedeelde verantwoordelijkheid om deze raakvlakken te onderkennen en in de besluitvorming om te renoveren of te vernieuwen mee te nemen.

B.3. Resumerend

De gecombineerde constructie van bestaande stalen brug en stuw als onderbouw, gefundeerd op houten palen is in deel A reeds beschouwd, daaruit volgt:

- Uit de rapportage van Lukassenbrokking [1,2] blijkt dat bij een beschouwing van de verkeersbelasting VK19, de paalfundering qua spanning de grenswaarde bereikt ($UC = 1,0$).
- Bij een beschouwing van de verkeersbelasting VK30, vindt t.a.v. de paalfundering reeds een geringe overschrijding ($UC = 1,04$) plaats.

Een verdere verhoging naar de Eurocode belasting NEN-EN 1991-2 ($\approx VK60$), is zonder constructieve maatregelen daarom uitgesloten.

Gelet op de analyse van de paalfundering, zal de toelaatbare verkeersbelasting in de basis niet hoger uitvallen dan VK19. Afhankelijk van de uitkomsten van de nader in kaart te brengen degradatie, dient deze verkeersklasse mogelijk verder te worden gereduceerd.

Ondanks dat de verkeersbelasting maar een deel van de totale belasting uitmaakt, kan worden gesteld dat de toename van de verkeersbelasting van VK19 naar de huidige Eurocode belasting NEN-EN 1991-2 ($\approx VK60$) ontoelaatbaar is voor de bestaande fundatie. Om die reden wordt sterk getwijfeld aan het nut om de constructie te onderwerpen aan aanvullende onderzoeken en inspecties. Een nieuwe brug zonder aslastbeperking in combinatie met de huidige fundatie is daarom niet haalbaar.

Een mogelijke oplossing voor de wens om zonder aslastbeperking een nieuwe brug te realiseren op de huidige locatie kan zijn een brug met separate fundatie of een brug gefundeerd buiten de bestaande stuw om. Dit kan in een vervolgvraag onderzocht worden (Onderzoeksvraag 2).

Beschouwde documenten:

- [1] Globale analyse onder- en bovenbouw d.d. 16-03-2017
Kenmerk: P.17.011_NV_N002 (Lukassenbrokking)
- [2] Globale analyse paaldiameterreductie d.d. 18-04-2017
Kenmerk: P.17.011_NV_N003 (Lukassenbrokking)



C. Technische onderbouwing onderzoeksvraag 2

C.1. **Onderzoeksvraag 2**

Onderzoeksvraag 2 luidt als volgt:

Is het mogelijk een brug te bouwen over de te renoveren stuw die voldoet aan “Belastingmodel 1 conform Eurocode 1991-2 [LM1]” en de voorwaarden zoals verwoord in paragraaf 2.4.2 van “Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne” Referentie; INFR190353 Versie 2a. Daarbij rekening houdend met maakbaarheid en inpasbaarheid.



Figuur 3: Archiefphoto stuw Junne (links) en luchtfoto (rechts)

C.2. **Hoofdvragen**

De onderzoeksvraag van de opdrachtgever wordt gesplitst in zes hoofdvragen die in de voorliggende rapportage aanvullend worden beantwoord.

- 1 Voldoet het ontwerp aan Belastingmodel 1?
- 2 Is de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw mogelijk?
- 3 Voldoet het ontwerp aan de voorwaarden zoals gesteld in paragraaf 2.4.2 van “Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne”?
- 4 Is de nieuwe brug over de te renoveren stuw technisch maakbaar en inpasbaar?
- 5 Hoe verhoudt de nieuwe brug zich tot de landschappelijke inpassing en de monumentenstatus?
- 6 Hoe verhoudt de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw zich tot de plannen van het Waterschap?



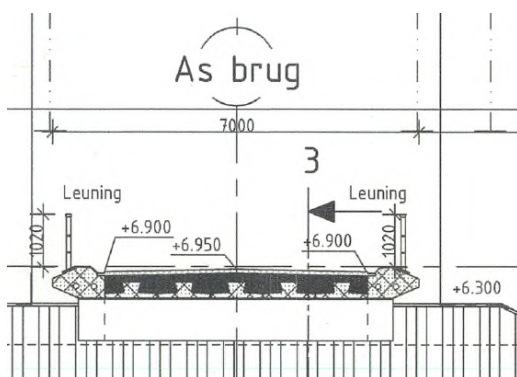
C.2.1. Hoofdvraag 1: Voldoet het ontwerp aan Belastingmodel 1?

C.2.1.1. Algemeen

Elke nieuwe brug in Europa dient te worden ontworpen volgens de normbelasting zoals omschreven in de Eurocode, specifiek in de NEN-EN 1991-2+C1 (NL) Verkeersbelasting op bruggen met de Nationale Bijlage voor Nederland. Afhankelijk van het type verkeer dat wordt afgewikkeld, zijn verschillende belastingen van toepassing. De normatieve belasting omvat hierbij een combinatie van laststelsel(s) en vlaklast(en), gecombineerd met o.a. een horizontale last uit bijvoorbeeld remmen/aanzetten.

C.2.1.2. Belastingmodel 1

De nieuwe brug over de Vecht ter plaatse van de Junnerweg wordt ingericht voor voertuigen en voetgangers binnen een totale constructiebreedte van 7 meter. Belastingmodel 1 (LM1 \approx VK60), zoals omschreven in paragraaf 4.3.2 van NEN-EN 1991-2+C1 (NL) is daarom als ontwerpbelasting van toepassing. Aan vraag 1 wordt daarmee voldaan.



Figuur 4: Schematische weergave dwarsdoorsnede brug



C.2.2. Hoofdvraag 2: Is de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw mogelijk?

C.2.2.1. Algemeen

De realisatie van een nieuwe brug over de te renoveren stuw ter vervanging van de bestaande brug kent een aantal voor- en nadelen.



Figuur 5: Schematische weergave van de nieuwe brug op de locatie van de stuw

Voordelen

- Bij de realisatie van de nieuwe brug op de locatie van de huidige brug blijft de locatie van het wegtracé behouden. Wel dient ermee rekening te worden gehouden dat het wegtracé van de brug hoger komt te liggen waardoor de tracéhoogte dient te worden aangepast.

Nadelen

- Een nieuwe brug wordt ontworpen voor een tijdsperiode van 50 tot 100 jaar. De bestaande stuw als onderbouw van de nieuwe brug heeft na renovatie echter een restlevensduur van ca. 25 jaar. Toekomstige sloop- of renovatiewerkzaamheden van de stuw nabij en onder de nieuwe brug brengen de nodige risico's met zich mee.
- Een nieuwe brug, ontworpen volgens NEN-EN 1991-2, dient te worden voorzien van een eigen fundatie. De locatie van de bestaande stuw conflicteert met de realisatie van deze fundatie. De impact wordt onderstaand in paragraaf 2.2, o.b.v. een uitwerking van een tweetal varianten, nader toegelicht. Het kostenplaatje voor denkbare oplossingen zal zeer fors zijn.
- Een eigen (paal)fundatie voor de nieuwe brug vormt een risico voor de bestaande paalfundatie van de stuw en de bestaande (ontvangst)vloer en/of kwelchermen. De sterkte, stabiliteit en het goed functioneren van de bestaande stuw komt hierdoor in het geding.
- Tijdens de bouw van de nieuwe brug is een oversteek over de Vecht tijdelijk niet beschikbaar. Een tijdelijke brug kan worden overwogen. De vraag is of de kosten in relatie tot het gebruik realistisch zijn.
- Het zicht op de monumentale stuw wordt minder. De belangrijke cultuurhistorische en landschappelijke waarden zoals de betekenis van hoogten, aanwezige groenopstanden en de



ligging in het landschap worden door de aanpassing van het tracé aangetast (zoals omschreven in M0331-2020 door de Monumentencommissie: Het Oversticht)



C.2.2.2. Variantenstudie

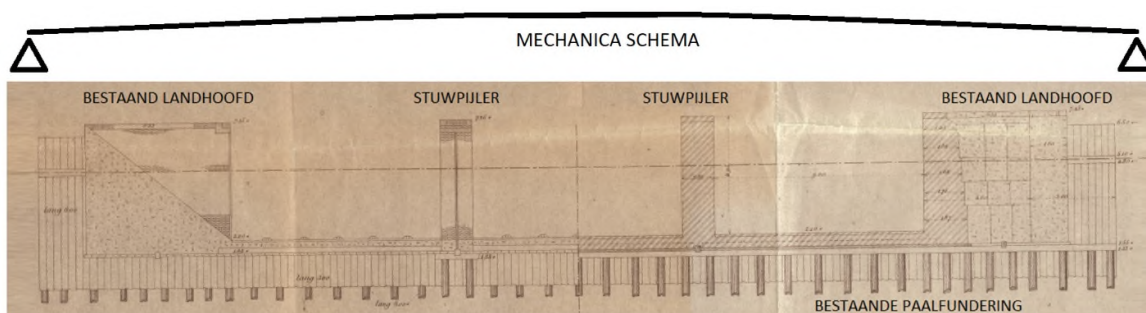
Om de vraag of de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw mogelijk is, dienen eerst de mogelijkheden voor deze locatie te worden onderzocht.

Geschetst worden *Variant 1* en *Variant 2* voor het realiseren van een nieuwe brug op de locatie van de huidige brug. Daarbij worden per variant de belangrijkste aandachtspunten uitgewerkt.

C.2.2.3. Variant 1: Enkele overspanning, nieuwe landhoofden zonder tussensteunpunten

Variant 1 betreft het realiseren van een nieuwe brug op de locatie van de huidige brug in een enkele overspanning. De brug wordt voorzien van nieuwe landhoofden.

De huidige stuw heeft een totale lengte van 42,04 meter bestaande uit een metselwerk opbouw, gefundeerd op houten palen. Onderzocht wordt of het landhoofd van de nieuwe brug in het bestaande metselwerk landhoofd kan worden geïntegreerd. Als alternatief wordt onderzocht of aan de landzijde achter het bestaande landhoofd een nieuwe onderbouw kan worden gerealiseerd.



Figuur 6: Dwarsdoorsnede bestaande stuw Junne met Landhoofden (links en rechts) en Stuwpijlers (midden) en mechanica schema

Variant 1 wordt opgesplitst in:

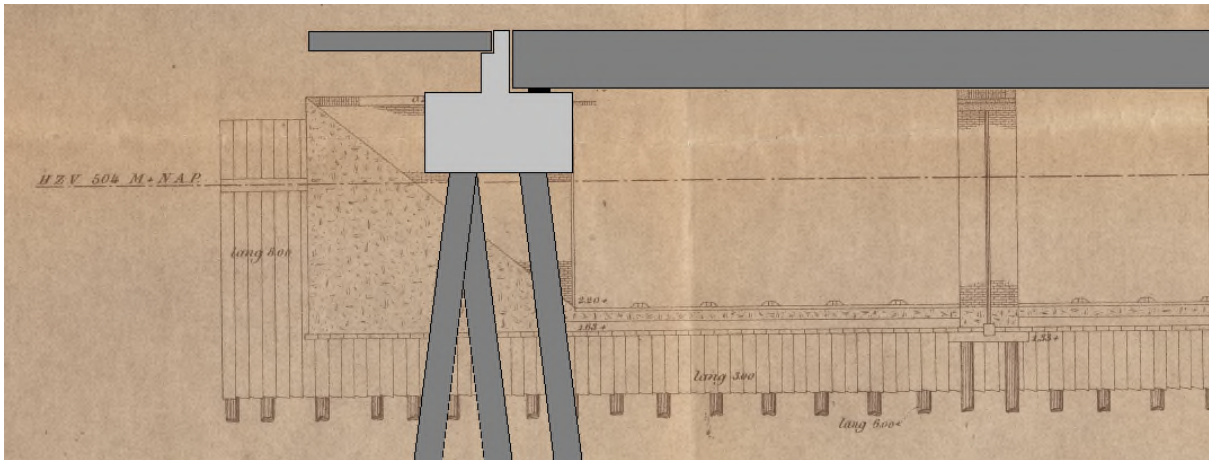
- 1a) *Geïntegreerd landhoofd in de bestaande metselwerk opbouw*
- 1b) *Landhoofd achter de bestaande metselwerk opbouw*

Beide subvarianten worden onderstaand nader toegelicht.



1a) *Geïntegreerd landhoofd in de bestaande metselwerk opbouw*

Onderstaande figuur toont de integratie van het nieuwe landhoofd in de bestaande metselwerk opbouw.



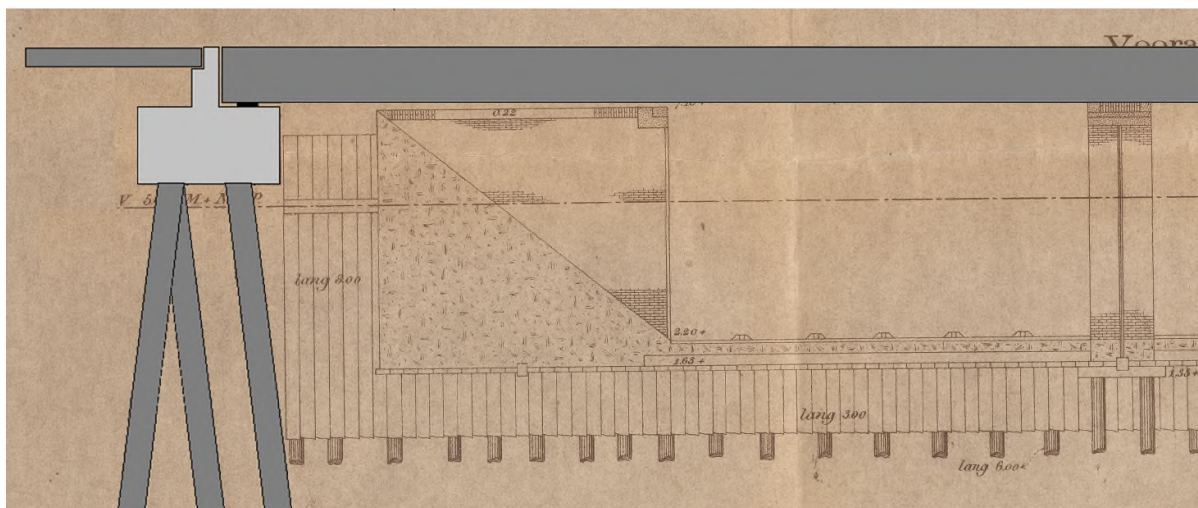
Figuur 7: Integratie nieuw landhoofd met bestaande metselwerk opbouw.

De integratie van een nieuw landhoofd in de bestaande metselwerk opbouw heeft een aanzienlijke impact op de bestaande stuw. De schoorpalen doorkruisen de metselwerk opbouw waarbij tevens schade aan de onderliggende houten paalfundatie wordt aangebracht. De stabiliteit en het uiteindelijke behoud van de metselwerk opbouw kan hierbij niet worden gewaarborgd evenals de bestaande paalfundatie.

Achter het landhoofd zorgt belasting op de stootplaat en als gevolg van de ophoging voor aanvullende gronddrukken op de bestaande stuw. Door de vereiste afwikkeling van de horizontaalkrachten volgens de NEN-EN1991-2 kan niet worden volstaan met loodpalen om de schade te beperken.

1b) Landhoofd achter de bestaande metselwerk opbouw

Onderstaande figuur toont aan de landzijde de realisatie van een nieuw landhoofd achter de bestaande metselwerk opbouw, op palen gefundeerd.



Figuur 8: Realisatie landhoofd achter bestaande metselwerk opbouw

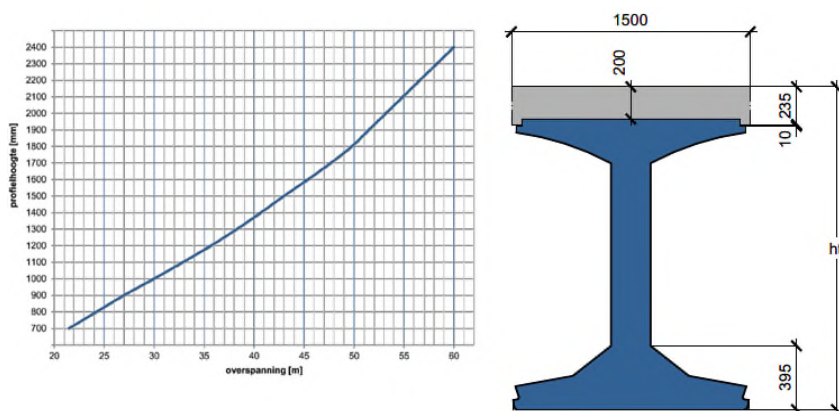
Gekozen wordt voor de situering van het nieuwe landhoofd in zijn geheel achter het bestaande landhoofd. Hierdoor wordt voorkomen dat de nieuwe palen de bestaande constructie doorkruisen. Door het verplaatsen van het landhoofd neemt de lengte van het brugdek toe tot circa 45 meter.

In het ontwerp dient er rekening mee te worden gehouden dat de grond rondom de paalfundering wordt opgesloten door de bestaande stuw. Bij een te grote vervorming drukken de palen tegen de metselwerk opbouw. Indien de stuw wordt geamoveerd, ondervinden de palen geen horizontale steun meer over de geamoveerde hoogte.

Ook bij deze variant dient er mee rekening te worden gehouden dat door verkeersbelasting op de stootplaat en de benodigde ophoging er extra gronddrukken op de bestaande constructie ontstaan. Met een aanbrug kan dit worden ondervangen.

Constructiehoogte

De totale overspanning van het brugdek ligt tussen de 40 à 45 meter. Voor deze overspanning zijn ZIPXL railbalken geschikt. De totale constructiehoogte, op basis van onderstaande figuur, bedraagt circa 1600 mm.



Figuur 9: Relatie profielhoogte t.o.v. overspanning / ZIP-XL dwarsdoorsnede

De totale hoogte van de bovenbouw wordt verhoogd door een inbouwhoogte van 250 mm voor een oplegblok onder de brugdekliggers, vereist vanuit inspectie en onderhoud. Gelet op de positionering van het nieuwe landhoofd achter de bestaande metselwerk opbouw is de bereikbaarheid en daarmee een inspectie van de oplegblokken vrijwel onmogelijk. Het integraal verbinden van het brugdek met het landhoofd is een mogelijkheid om het toepassen van oplegblokken te voorkomen maar werkt aanzienlijk kostenverhogend.

Het brugdek wordt getoegd uitgevoerd. Het brugdek vormt daardoor geen conflict met de metselwerk tussenpijlers van de huidige stuw. Ook kunnen deze pijlers zonder interactie onder het nieuwe brugdek uit worden gesloopt. Daarbij is er wel een risico op schade aan het brugdek.

Een eventuele sloop van de stuw vanaf het nieuwe brugdek wordt aangemerkt als aanvullend uitgangspunt voor een verder ontwerp. Een kraanlast op de rand van het dek kan bepalend zijn voor de maatgevende krachtswerking in het dek, waarmee rekening dient te worden gehouden bij het ontwerp.

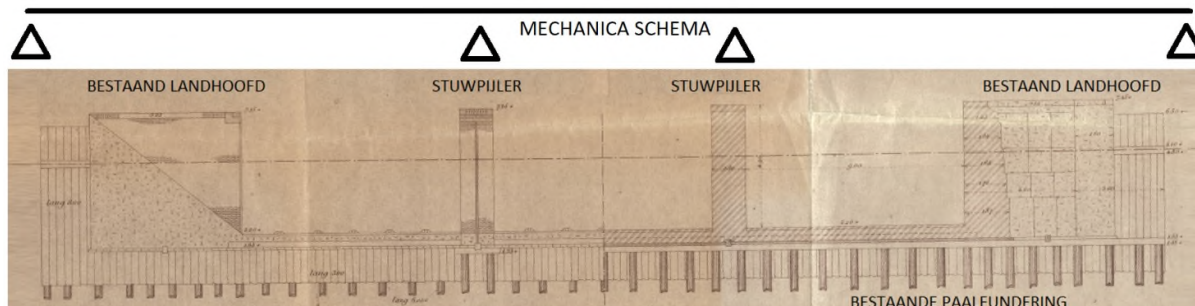
Als alternatief voor de railbalken kan gekozen worden voor kokerliggers om de constructiehoogte in enige mate te reduceren.





C.2.2.4. Variant 2: Meerdere overspanningen

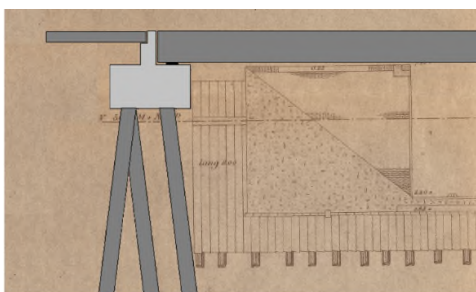
Variant 2 betreft het realiseren van een nieuwe brug op de locatie van de huidige brug waarbij het brugdek bestaat uit drie overspanningen. De brug wordt voorzien van nieuwe landhoofden en ter plaatse van de huidige pijlers worden nieuwe steunpunten gerealiseerd volgens het bestaande stramien.



Figuur 10: Dwarsdoorsnede bestaande stuw Junne met Landhoofden (links en rechts) en Stuwpijlers (midden) en mechanica schema

Landhoofd

Beide landhoofden t.a.v. Variant 2 worden overeenkomstig Variant 1 achter de bestaande constructie gesitueerd. Gelet op de drie overspanningen kunnen de landhoofden van Variant 2 slanker worden uitgevoerd.



Figuur 11: Inpassing Landhoofd

Constructiehoogte

De constructiehoogte is door te kiezen voor drie overspanningen aanzienlijk kleiner dan bij een enkele overspanning van oever naar oever, zoals bij Variant 1 beschouwd. De constructiehoogte van de volstortliggers bedraagt circa 400 mm exclusief druklaag van 120 mm, zodat het nieuwe brugdek redelijk in overeenstemming is met het bestaande stalen brugdek.

Tussensteunpunt

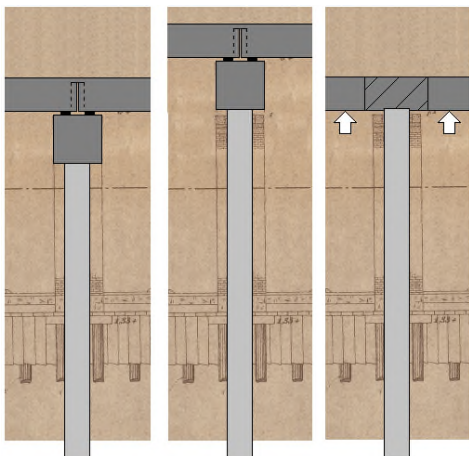
Het tussensteunpunt van Variant 2 wordt opgesplitst in:

- 2a) *Paalfundering door de bestaande stuwpijler*
- 2b) *Overkluizing over de bestaande stuwpijler*

Beide sub varianten worden onderstaand nader toegelicht.

- 2a) *Paalfundering door de bestaande stuwpijler*

Voor het tussensteunpunt is in combinatie met volstortliggers een onderslagbalk gebruikelijk. De onderslagbalk fungeert daarbij als oplegpunt voor de liggers. Vanaf de realisatie kunnen de volstortliggers op de onderslagbalk worden gelegd. In combinatie met een buigslappe voeg vindt er geen momentoverdracht tussen de dekken plaats.



Figuur 12: 1) TSP met onderslagbalk / 2) TSP met verhoogde onderslagbalk / 3) TSP v.v. natte knoop

Voor het inpassen van de onderslagbalk (1) dient een deel van de stuwpijler te worden gesloopt. De onderslagbalk kan ter behoud van de stuwpijler ook over de stuw heen worden geplaatst (2), echter komt het wegtracé daardoor aanzienlijk hoger te liggen. Dit is niet gewenst.

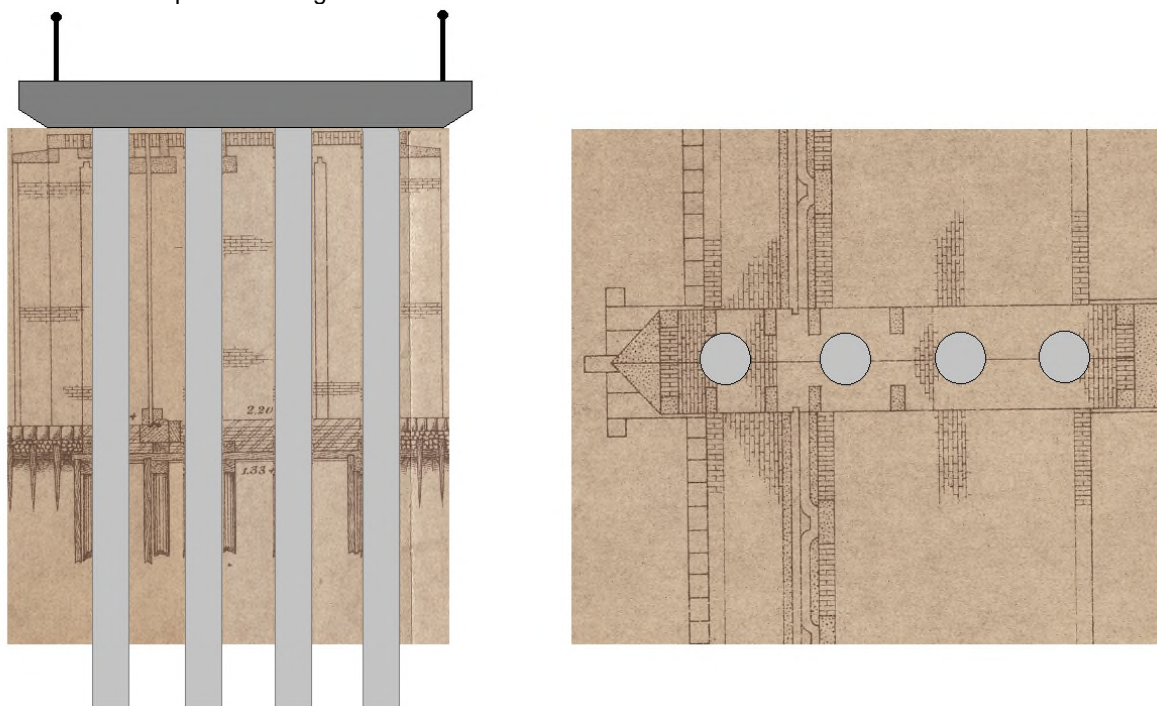
Het deels slopen van de stuwpijler heeft mogelijk invloed op de werking van de bestaande stuw. Dit dient nader te worden onderzocht.

Als alternatief voor de onderslagbalk wordt een natte knoop aangemerkt. Bij een natte knoop dienen de volstortliggers door hulpwerk (zie pijlmarkering) tijdelijk te worden ondersteund. Aanvullend wordt er een doorgaande verbinding gecreëerd. Door de natte knoop is momentoverdracht mogelijk waardoor de natte knoop als zodanig dient te worden gewapend. Ook is er een risico op pons wanneer het aantal funderingspalen wordt beperkt. Eventueel kan de hoogte van het brugdek als maatregel worden vergroot.



Het grootste risico voor de realisatie van het tussensteunpunt schuilt in het perforeren van de bestaande stuwpijlers. De metselwerk stuwpijler verliest door het aanbrengen van de funderingspalen sterkte en samenhang. Met een breedte van 1320 mm en een funderingspaal van circa 500 mm blijft er rondom de paal onvoldoende materiaal aanwezig.

Een paalfundering door de bestaande stuwpijler dient daarnaast vrij te staan t.o.v. het omringende metselwerk om onderlinge beïnvloeding te voorkomen. Het op deze wijze aanbrengen van funderingspalen door de bestaande metselwerk stuwpijler, gefundeerd op houten palen wordt afgeraden. De stabiliteit en het uiteindelijke behoud van de metselwerk opbouw kan hierbij niet worden gewaarborgd evenals de bestaande paalfundatie. Een paalfundering door de bestaande stuw is daarom niet realistisch.



Figuur 13: 1) Dwarsdoorsnede van de bestaande stuwpijler geperforeerd door nieuwe funderingspalen / Bovenaanzicht stuwpijler met nieuwe palen

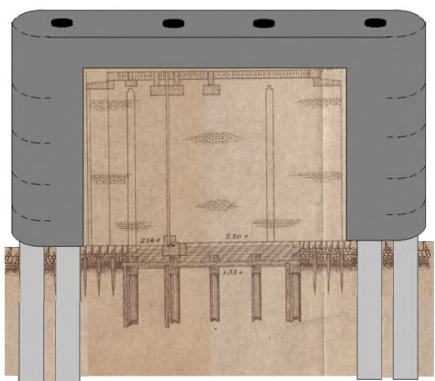


2b) Overkluizing over de bestaande stuwpijler

Het overkluizen van de bestaande stuwpijler heeft als voordeel dat de metselwerk onderbouw niet wordt geperforeerd. Ook blijven de onderliggende houten funderingspalen in stand. Wel hebben de nieuwe funderingspalen een raakvlak met de bestaande (ontvangst)vloer. Dit vormt een risico en dient nader te worden onderzocht.

Een overkluizing heeft als nadeel dat het wegtracé wordt verhoogd. De overkluizing resulteert in een onderslagbalk voor het brugdek waardoor het brugdek hoger komt te liggen.

De hoogte van de onderslagbalk bedraagt ca. 1000 mm. In combinatie met een vrije hoogte voor onderhoud en inspectie t.a.v. de oplegblokken van 250 mm en een dekhoogte van 400 mm met druklaag van 120 mm, bedraagt het hele pakket al snel zo'n 1700 – 1800 mm.



Figuur 14: 1) Overkluizing bestaande stuwpijler

De overkluizing belemmert een renovatie of vernieuwing van de stuw ingrijpend. Ook verandert het beeld van de huidige stuw door de overkluizing aanzienlijk. Het overkluizen van de stuwpijlers dient daarom als niet realistisch te worden aangemerkt.



C.2.2.5. Resumerend

De vraag of de aanleg van een nieuwe brug over de te renoveren stuw mogelijk is, dient *negatief* te worden beantwoord. De belangrijkste argumenten hierin zijn:

Voor Variant 1a geldt dat de nieuwe paalfundatie met betrekking tot het landhoofd de bestaande constructie ondermijnt waardoor de sterkte en de stabiliteit in het geding komen. Bij Variant 1b, waarbij het landhoofd achter de bestaande constructie wordt gesitueerd, blijft de bestaande constructie in takt. Wel resulteert dit in een grotere liggerlengte en door de grote constructiehoogte op extra gronddrukken op de bestaande constructie. De aanleg van een aanbrug kan als maatregel worden ingezet, maar werkt kosten verhogend. Ook komt de stabiliteit in het geding wanneer de bestaande constructie wordt geamoveerd doordat de palen over de geamoveerde hoogte geen grondsteun meer ondervinden.

Voor Variant 2a en 2b geldt dat het landhoofd overeenkomstig Variant 1b achter de bestaande constructie wordt geplaatst. Alhoewel het dek wijzigt van een enkele overspanning naar drie korte overspanningen, blijft het nadeel van een horizontale gronddruk op de bestaande constructie bestaan eveneens het verlies aan grondsteun rondom de palen door de omliggende grond wanneer de stuw wordt geamoveerd.

Voor Variant 2a geldt dat ook hier de bestaande constructie wordt ondermijnd door het door-en-door aanbrengen van een vereiste paalfundering. Een onderslagbalk kan niet binnen de bestaande constructie worden ingepast.

Voor Variant 2b geldt dat bij een overkluizing met een onderslagbalk boven de bestaande constructie, de hoogteligging van het wegtracé aanzienlijk toeneemt. De vereiste constructiehoogte past niet in de omgeving. Ook belemmert de aanwezige stuw het realiseren van nieuwe tussensteunpunten aanzienlijk. Het verwijderen van de bestaande stuw onder de nieuwe brugpijlers betreft een zeer delicaat en kostenverhogend proces waarbij de kans groot is dat de brugconstructie wordt beschadigd.

In hoofdstuk 3 en 4 wordt nader toegelicht hoe een nieuwe brug over de bestaande stuw zich verhoudt tot de randvoorwaarden uit het Plan van Aanpak (toekomstbestendig, sober en doelmatig) en de criteria maakbaar- en inpasbaarheid.



C.2.3. Hoofdvraag 3: Voldoet het ontwerp aan de voorwaarden zoals gesteld in paragraaf 2.4.2 van “Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne”?

De vraag of het ontwerp sober en doelmatig kan worden uitgevoerd volgens de voorwaarden uit het Plan van Aanpak, dient *negatief* te worden beantwoord. Aan de gestelde criteria wordt niet voldaan. De belangrijkste argumenten worden onderstaand toegelicht.

Volgens de voorwaarden zoals gesteld in het Plan van Aanpak dient de nieuwe brug toekomstbestendig, sober en doelmatig te worden uitgevoerd.

Met een constructiehoogte van de liggers van circa 1600 mm voor Variant 1 met een inbouwhoogte van 250 mm en 100 mm aan asfalt ligt de weg circa 2000 mm hoger t.o.v. de bovenkant van de bestaande metselwerk constructie. Dat is aanzienlijk meer dan de huidige constructiehoogte van circa 400 mm (zie onderstaande figuur). Ook bij Variant 2 met een vereiste onderslagbalk is de totale constructiehoogte aanzienlijk.



Figuur 15: Bestaande dwarsdoorsnede brugdek / Streetview Junnerweg

Het wegtracé van de nieuwe brug komt circa 1500 mm hoger te liggen dan de huidige weg over de bestaande brug. Het wegtracé van de Junnerweg dient te worden aangepast waarbij het hoogteverschil wordt overbrugd. Het hoogteverschil wordt overbrugd door het aanleggen van bijvoorbeeld taluds. Gelet op de ligging van de brug t.o.v. het aangrenzende perceel (zie figuur 1 (rechts) en figuur 3) dient in plaats hiervan een grondkering of aanbruggen te worden aangebracht.

Het brugdek krijgt bij een constructie breedte van 7000 mm en een constructieve constructiehoogte van 1600 mm een prominente rol in het landschap. De onderliggende stuw zal daarbij minder zichtbaar zijn vanaf de brug doordat de nieuwe brug aan weerskanten circa een meter uitsteekt.

Het hoogteverschil van de nieuwe brug t.o.v. de bestaande situatie heeft tevens tot gevolg dat niet kan worden aangesloten op de brug t.p.v. de vistrap. Ook deze brug dient te worden vervangen.

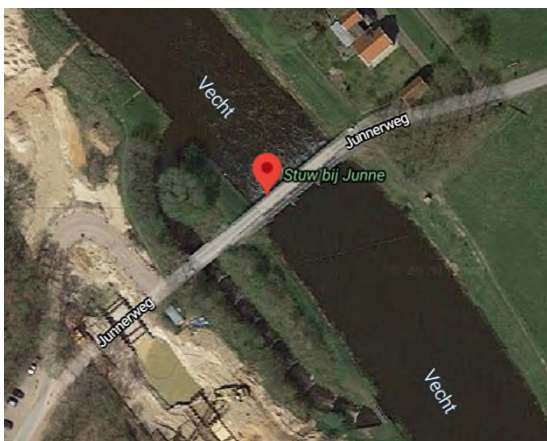


C.2.4. Hoofdvraag 4: Is de nieuwe brug over de te renoveren stuw maakbaar en inpasbaar?

De vraag of de brug over de te renoveren stuw maakbaar en inpasbaar is, dient *negatief* te worden beantwoord. De maakbaarheid met bijbehorende risico's, gecombineerd met de inpasbaarheid in de omgeving loopt op de benoemde punten tegen belemmeringen aan. De belangrijkste argumenten worden onderstaand toegelicht.

Maakbaarheid

Voor Variant 1 geldt dat het plaatsen van de ZIPXL railbalken (o.g.) complex en kostbaar is. Voor de plaatsing dient groot materieel te worden aangewend. De Vecht is hierbij een beperkende factor. Twee kranen dienen te worden ingezet om elk vanaf een oever de liggers te plaatsen. De bereikbaarheid en de sterkte en stabiliteit van de ondergrond zijn hierbij van belang.



Figuur 16: Bestaande dwarsdoorsnede brugdek / Streetview Junnerweg

Inpasbaarheid

Een belangrijk aspect betreft de wijziging van de hoogte van het wegtracé. De hoogte van de Junnerweg dient te worden aangepast zodat het hoogteverschil wordt overbrugd. De nabijgelegen woning zal daardoor tegen een talud aankijken vanaf het perceel. Een grondkerende constructie is vereist om buiten het perceel te blijven. Ook is een hoogteverschil van circa 1500 mm voor fietsers niet gewenst.

De brug neemt een prominentere plek in, in de omgeving. De breedte van het brugdek wordt met circa 2000 mm vergroot. Het zicht op de stuw vanaf de brug wordt daardoor beperkt.

De bestaande brug over de visstrap dient te worden verwijderd. De nieuwe brug kan, gelet op de korte afstand, niet op de bestaande situatie worden aangesloten.



C.2.5. Hoofdvraag 5: Hoe verhoudt de nieuwe brug zich tot de landschappelijke inpassing en de monumenten- status

De vraag of de brug over de te renoveren stuw voldoet aan de landschappelijke inpassing en de monumentenstatus zoals omschreven door de monumentencommissie Oversticht dient *negatief* te worden beantwoord.

De waarde van het gemeentelijke monument, gelegen in het monumentale complex als geheel – in de specifieke situering van het ensemble met weg, stuw met brug, schottenloods en woning, gaat verloren wanneer een nieuwe brug over de bestaande stuw wordt ingepast. Door de vereiste constructiehoogte komt de brug aanzienlijk hoger te liggen waardoor het ensemble wordt verstoord. Ook de grondkerende constructie t.b.v. de aansluitende weg heeft een aanzienlijke impact op de situering.

Ook de situering van een nieuwe brug in relatie tot het eiland past niet binnen de beoogde visie van de monumentencommissie Oversticht. De constructiehoogte van de nieuwe brug zorgt ervoor dat ook de toegangsweg vanaf het eiland dient te worden herzien. De brug over de vistrap dient te worden geamoveerd. Gelet op de beperkte ruimte op het eiland is lengte nodig om het hoogteverschil te overbruggen. Hierdoor zal op het eiland een slinger ontstaan om het hoogteverschil te overbruggen of dient de brug over de stuw verder te worden doorgetrokken.

De nieuwe brug zal vanwege de constructiehoogte een overheersende rol spelen in het ensemble. In dat geval is geen sprake meer van één samenhangend complex van een historische monumentale complex van stuw, brug, schotbalkenloods met woning en erfbeplanting, maar wordt de brug dominant.



C.2.6. Hoofdvraag 6 Hoe verhoudt de aanleg van een nieuwe brug op de te renoveren stuw zich tot de plannen van het Waterschap?

De vraag hoe de aanleg van een nieuwe brug zich tot de plannen van het Waterschap verhoudt, dient als *zeer ingrijpend* te worden beoordeeld. De paalfundatie van een nieuwe brug conflicteert bij de aanleg met de bestaande (ontvangst)vloer. Bij het verwijderen van de bestaande stuw wordt de paalfundering van de landhoofden van de nieuwe brug ondermijnd.

De plannen voor de aanleg van een nieuwe brug op de bestaande locatie belemmeren de mogelijkheden om de bestaande stuw te renoveren of te vernieuwen. Zowel bij een enkele overspanning als bij een overkluizing over de bestaande stuw is in een later stadium een nieuwe stuw op de huidige locatie niet meer in te passen, hetgeen resulteert in een aanzienlijke kapitaalvernietiging.



C.3. Resultaat

Beantwoording Onderzoeksvraag 2

Is het mogelijk een brug te bouwen over de te renoveren stuw die voldoet aan “Belastingmodel 1 conform Eurocode 1991-2” en de voorwaarden zoals verwoord in paragraaf 2.4.2 van “Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne” Referentie; INFR190353 Versie 2a. Daarbij rekening houdend met maakbaarheid en inpasbaarheid van het ontwerp.

Onderzoeksvraag 2 wordt *negatief* beantwoord. Op basis van de onderzochte criteria is het niet realistisch om een nieuwe brug op de bestaande locatie te realiseren.

Alternatieven

Naar het Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne” Referentie; INFR190353 Versie 2a wordt verwezen voor het bestuderen van reeds uitgewerkte alternatieven. In deze rapportage zijn reeds andere locaties zoals boven- en benedenstreams aangehaald of in het geheel buiten de invloedzone van de stuw.

Een oplossingsrichting kan ook worden gezocht in een alternatieve constructie. Een “exotische” constructie zoals een hangbrug of boogbrug worden daarvoor aangemerkt. Uiteraard dienen de randvoorwaarden dan wel te worden aangepast, omdat dergelijke constructies niet meer in een *sober* beeld passen.



D. Randvoorwaarden uit Plan van Aanpak

Conform Plan van Aanpak Variantenstudie brug Junne” Referentie; INFR190353 Versie 2a 27 juni 2019

Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten dienen te worden aangehouden bij het ontwerp [1]:

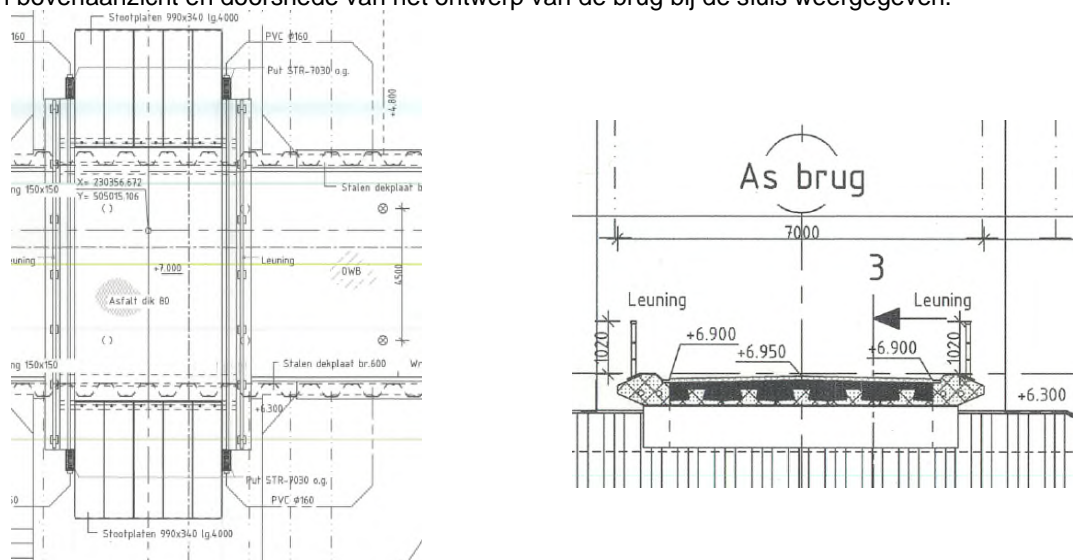
- De brug moet geschikt zijn voor last-model 1 conform Eurocode 1991-2.
- Het ontwerp moet voldoen aan het PvE kunstwerken van de gemeente.
- De nieuwe brug moet toekomstbestendig zijn, maar tevens sober en doelmatig worden uitgevoerd.
- Voor de vormgeving van de brug wordt aangesloten bij de uitstraling van de brug over de sluis bij Junne (brug 4) en de in 2012 gerealiseerde brug over de nevengeul (brug 3). Hierbij wordt het volgende opgemerkt:
 - De brug over de sluis wordt opgebouwd uit volstortliggers. Dit is voor relatief kleine overspanningen een kostentechnisch gunstige oplossing, maar voor grotere overspanningen niet meer.
 - De brug over de nevengeul heeft een overspanning van circa 24 m en is een in situ voorgespannen brug. De brug is vermoedelijk aangelegd voorafgaand aan de ontgraving van de nevengeul. Het in situ voorspannen van een brug is een goede methode bij overspanningen van deze orde grootte, maar vraagt bij bestaande watergangen aanzienlijke hulpwerken en -steunpunten.
- Er hoeft geen rekening te worden gehouden met scheepvaart door de stuw en onder de brug. De doorvaarthoogte en in zekere zin de constructiehoogte is hierdoor geen beperkende factor in het ontwerp.
- In het ontwerp van de brug dient rekening gehouden te worden met aanvaarbelastingen, ijsbelasting en overige calamiteitenbelastingen (zoals boomstammen bijvoorbeeld).



Afmetingen nieuwe brug

Voor de afmetingen van de nieuwe brug gelden de volgende uitgangspunten:

- Bij een laaggelegen landhoofd een overspanning van 30 meter en bij een hooggelegen landhoofd een overspanning van 40 meter.
- De gewenste rijbaanbreedte is 5 m tussen de schampkanten. De wegingdeling is in de basis een 3,5 m brede weg en een 1,5 m breed voetpad. Het moet echter ook mogelijk zijn zwaar verkeer te laten passeren waarbij 5,0 m als gehele wegbreedte wordt gebruikt.
- De nieuwe brug dient aan te sluiten op de brug bij de sluis, die net nieuw is gerealiseerd. In figuur 1 zijn een bovenaanzicht en doorsnede van het ontwerp van de brug bij de sluis weergegeven.



Figuur 17 Boven-aanzicht en doorsnede van de brug bij de sluis

Inpassing nieuwe brug

In geval de nieuwe brug op een andere locatie komt dan de huidige brug op de stuw, dan moet de brug zo goed mogelijk in de omgeving worden ingepast. Hiervoor gelden de volgende uitgangspunten:

- De Junnerweg heeft een erftoegangsfunctie en is daarmee bedoeld voor verkeer dat zijn bestemming of herkomst heeft op de wegen in directe omgeving van de brug.
- De ontwerpsnelheid van de weg kan gezien de diverse versmallingen worden vastgesteld op 30 km/u. Dit is ook wenselijk vanuit de mitigerende maatregelen voor de das.
- De aanleghoogte van de nieuwe brug dient zoveel mogelijk te worden afgestemd op de hoogte van het aanliggende maaiveld en de bestaande weginfrastructuur.
- De nieuwe brug dient zo dicht mogelijk nabij de bestaande brug te worden gepositioneerd, zodat slechts beperkte aanpassing van het bestaande wegtracé noodzakelijk is.
- De aanleg van de nieuwe brug wordt indien mogelijk gecombineerd met de renovatie van de stuw.
- De noodzaak van behoud van de brug over de vistrap is nader onderzocht door het waterschap. Hieruit volgt dat passage van fauna mogelijk dient te blijven via de vistrap. Als gevolg hiervan is een gronddam met een duiker wenselijk.



Waarderweg 40
2031 BP Haarlem
Nederland

Pettelaarpark 10-15
5216 PD 's-Hertogenbosch
Nederland

Nevelgaarde 10
3436 ZZ Nieuwegein
Nederland

iv-Infra b.v.
Trapezium 322
3364 DL Sliedrecht
Nederland

Telefoon +31 88 943 3200

Trompstraat 36a
9190 Stekene
België

Westervoortsedijk 73
Gebouw CB
6827 AV Arnhem
Nederland

Postbus 135
3360 AC Sliedrecht
www.iv-infra.nl