

RAPPORT

Implementatie-advies houtgebruik in het KCI Transitiepad Kunstwerken

Gebruik van hout in kunstwerken

Klant: Rijkswaterstaat

Referentie: BI2575IBRP2110121430

Status: S0/P01.01

Datum: 21 februari 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Implementatie-advies houtgebruik in het KCI Transitiepad Kunstwerken

Ondertitel: TP KW Hout
Referentie: BI2575IBRP2110121430
Status: P01.01/S0
Datum: 21 februari 2022
Projectnaam: Implementatie-advies TP Kunstwerken & hout
Projectnummer: BI2575
Auteur(s): Willemijn Drok, Jan Bart Jutte, Iris Pronk

Opgesteld door: Willemijn Drok

Gecontroleerd door: Jan Bart Jutte

Datum: 21 februari 2022

Goedgekeurd door: Paul Mul

Datum: 21 februari 2022

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Houtgebruik in KCI Transitiepad Kunstwerken	3
1.1 Hout kan bijdragen aan doelen KCI	3
1.2 Implementatie-advies houtgebruik Transitiepad Kunstwerken	4
1.3 Leeswijzer	4
2 Houten bruggen en viaducten	5
2.1 Algemeen	5
2.2 Technology Readiness Level (TRL)	7
2.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)	7
2.4 Milieu-impact	9
2.5 Vraag en aanbod hout	12
2.6 Implementatie-advies houten bruggen en viaducten	14
3 Houten damwanden (oeveren)	17
3.1 Algemeen	17
3.2 Technology readiness level (TRL)	18
3.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)	18
3.4 Milieu-impact	21
3.5 Vraag en aanbod hout	23
3.6 Implementatie-advies houten damwanden (oeveren)	25
4 Houten geluidsschermen	27
4.1 Algemeen	27
4.2 Technology Readiness Level (TRL)	28
4.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)	28
4.4 Milieu-impact	30
4.5 Vraag en aanbod hout	32
4.6 Implementatie-advies houten geluidsschermen	33
5 Houten geleide- en remmingwerken	35
5.1 Algemeen	35
5.2 Technology Readiness Level (TRL)	35
5.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)	36
5.4 Milieu-impact	38
5.5 Vraag en aanbod	38

5.6	Implementatie-advies houten geleide- en remmingwerken	38
6	Conclusies en advies	40
7	Bronvermelding	42

Bijlagen

Bijlage 1: Onderbouwing selectie objectgroepen

Bijlage 2: Geraadpleegde experts

Bijlage 3: Ingevulde SRL-tool overzichten

1. Bruggen
2. Damwanden (oevers)
3. Geluidsschermen
4. Remmingwerken

Samenvatting

Bijdrage hout aan KCI-doelen: lagere MKI en minder afhankelijk van schaarse primaire grondstoffen

Als opdrachtgever van grote infraprojecten heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de ambitie om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair werken, met hoogwaardig hergebruik van alle materialen en halvering van het gebruik van primaire grondstoffen.¹ Daartoe zijn samen met ProRail vier transitiepaden geformeerd. Eén daarvan is het Transitiepad Kunstwerken. Daar richt dit advies zich op. Uit eerder onderzoek blijkt het gebruik van hout - als vervanging van materialen als beton en staal - een substantiële bijdrage te kunnen leveren aan de KCI-doelen. Ook verwacht RWS dat het toepassen van hout een maatschappelijke vraag zal worden aan RWS.

Implementatie-advies voorschrijven hout

Het toepassen van meer hout gaat naar verwachting echter niet vanzelf of niet snel genoeg met het huidige inkoopinstrumentarium. Versnellen kan door het gebruik van hout in specifieke toepassingen voor te schrijven (zodanig met restricties). Dit is evenwel geen gangbare praktijk. Het brengt dan ook vragen met zich mee over haalbaarheid, draagvlak en organisatorische inbedding. In dit onderzoek zijn kansen en belemmeringen verkend en op basis daarvan stappenplannen ontwikkeld om te komen tot het voorschrijven van hout voor specifieke toepassingen op de korte en middellange termijn.

Focus op vier objectgroepen uit het Transitiepad Kunstwerken

Het onderzoek richt zich daarbij op toepassingen in het Transitiepad Kunstwerken waar de meeste impact wordt verwacht: bruggen en viaducten, damwanden (oeveren) en geluidschermen. Geleide- en remmingwerken zijn daaraan toegevoegd, in de verwachting dat uitvoering in hout eenvoudig te realiseren is en zo een voorbeeld kan zijn.

Richting geven aan implementatie-advies op basis van inpasbaarheid en impact

Om richting te geven aan het implementatie-advies zijn de inpasbaarheid, milieu-impact en de impact op vraag en aanbod van hout onderzocht. De haalbaarheid is verkend door literatuurstudie en interviews met experts. Daarbij zijn de technische toepasbaarheid (TRL²) en de organisatorische inpasbaarheid (SRL³) onderzocht. De SRL geeft inzicht in aspecten als draagvlak, inpasbaarheid in werkprocessen, kosten en risico's. De milieu-impact is in beeld gebracht aan de hand van bestaande onderzoeken. Verdieping en aanscherping van bevindingen heeft plaatsgevonden in werkbijeenkomsten met RWS-experts.

Belemmeringen voor het voorschrijven van hout

Technisch (TRL) zijn er geen belemmeringen hout toe te passen in de verschillende objectgroepen. Iedere object groep kent specifieke toepassing waar hout goed toepasbaar is (zie navolgende tabel). Voor wat betreft de Stakeholder Readiness Level (SRL) zijn er wel belemmeringen hout voor te schrijven. De belangrijkste belemmeringen, die bij iedere objectgroep in verschillende mate terugkomen, zijn:

- beperkte kennis over en richtlijnen voor de toepassing van hout;
- beperkte ervaring met de toepassing van hout en daarmee koudwatervrees;
- werkwijze, budgettering en capaciteit zijn niet ingeregeld voor toepassing en onderhoud van hout;
- geen adequate levensduureisen voor hout in specifieke toepassingen.
- geen interne vraag (voorkeur) hout toe te passen, nadruk op 'traditionele' materialen als beton en staal.

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/15/bijlage-1-strategie-naar-klimaatneutrale-en-circulaire-rijksinfraprojecten>

² *Technology Readiness Level, zie [Technology Readiness Level - Rijkswaterstaat innoveert \(rwsinnoveert.nl\)](https://www.rws.nl/innovatie/technology-readiness-level)*

³ *Stakeholder Readiness Level, zie [Stakeholder Readiness Level tool \(srl-tool.nl\)](https://www.rws.nl/innovatie/stakeholder-readiness-level)*

Advies voorschrijven hout

Op basis van de beoordeling van de TRL en SRL wordt voor de objectgroepen bruggen en viaducten, damwanden en geleide- en remmingwerken bruggen geadviseerd in te zetten op het voorschrijven van hout voor specifieke toepassingen (zie navolgende tabel). Voor geluidsschermen wordt geadviseerd vooralsnog te blijven inzetten op een lage MKI en daarnaast te werken aan een betere positionering van hout voor geluidsschermen.

Stapsgewijze implementatie

Alvorens over te gaan tot het voorschrijven van hout wordt evenwel geadviseerd een aantal stappen te doorlopen om gesignaleerde belemmeringen weg te nemen. In dit onderzoek is daartoe per objectgroep een stappenplan ontwikkeld. Gezien de omvang van deze stappenplannen zijn deze niet hier opgenomen, zie daarvoor betreffende hoofdstukken.

Bijdrage aan KCI-doelen (doelbereik)

Voor de verschillende objectgroepen is ook het doelbereik geformuleerd. Het doelbereik is gebaseerd op de impact die toepassing van hout in de objectgroep potentieel heeft als hout (in de toekomst) wordt ingezet voor de specifieke toepassing waarvoor het geschikt is. Dit doelbereik is in navolgende tabel opgenomen. De verwachting is dat het doelbereik voor damwanden het grootst is. Wanneer een prioritering tussen objectgroepen wenselijk is, adviseren we om te starten met de implementatie van hout in damwanden.

Tabel Objectgroep, specifieke toepassing, doelbereik en stappenplan per objectgroep

Objectgroep	Specifieke toepassing	Doelbereik	Stappenplan
Bruggen en viaducten	Kleinere bruggen (<15 m overspanning) in hout en toepassen houten liggers.	Gemiddeld	Tabel 5 Stappenplan toepassing hout in bruggen tot 15 m en in fiets-voetgangersbruggen
Damwanden	Damwanden tot 10 m: als constructief mogelijk een houten damwand, tenzij een andere oplossing aantoonbaar een lagere MKI heeft.	Groot	Tabel 10 Stappenplan houten damwanden
Geluidsschermen	Blijven sturen op lage MKI, testen alternatieve houtsoorten.	Gemiddeld	Tabel 14 Stappenplan hout in geluidsschermen (beperkte uitwerking)
Geleide- en remmingwerken	In kleinere vaarwegen (vaarwegklasse III) houten remmingwerken, grotere remmingwerken houten schort en wrijfhout.	Klein	Tabel 15 Stappenplan hout in remmingwerken

1 Houtgebruik in KCI Transitiepad Kunstwerken

1.1 Hout kan bijdragen aan doelen KCI

Als opdrachtgever van grote infraprojecten is het de ambitie van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te werken, met hoogwaardig hergebruik van alle materialen en halvering van het gebruik van primaire grondstoffen (Strategie Klimaatneutrale en circulaire Rijks-infraprojecten 2030 (KCI)). Daartoe zijn door Rijkswaterstaat (RWS) samen met ProRail vier transitiepaden geformeerd. Een daarvan is het Transitiepad Kunstwerken, waar dit advies zich op richt. Uit eerdere onderzoeken blijkt dat het gebruik van hout - ter vervanging van materialen als beton en staal - een substantiële bijdrage kan leveren aan de KCI-doelen: verlaging van de milieu-impact (MKI) en vermindering van het gebruik van schaarse primaire grondstoffen. Ook verwacht RWS dat het toepassen van hout een maatschappelijke vraag zal worden aan RWS.

Implementatie-advies voorschrijven hout

Het toepassen van meer hout gaat naar verwachting van RWS, ook bij bewezen bijdragen aan de KCI-doelen en gunningsvoordeel in aanbestedingen, niet vanzelf of niet snel genoeg. Een alternatieve route ten opzichte van het 'aan de markt laten', is het gebruik van hout in specifieke toepassingen voor te schrijven. Deze route brengt wel de nodige vragen met zich mee over haalbaarheid, draagvlak en organisatorische inbedding. In dit onderzoek worden mogelijke belemmeringen verkend en een stappenplan ontwikkeld om tot implementatie te komen van het voorschrijven van hout voor specifieke toepassingen.

Focus op vier objectgroepen uit het Transitiepad Kunstwerken

Rijkswaterstaat en ProRail werken in het Transitiepad Kunstwerken samen met marktpartijen en andere partijen aan de verduurzaming van kunstwerken (zoals bruggen, sluisen, tunnels en wegmeubilair) om zo bij te dragen aan de KCI-doelen. In een eerdere verkenning zijn de volgende toepassingen als 'geschikt' benoemd om uit te voeren in hout:

Objectgroepen die geschikt zijn voor toepassing hout	
<ul style="list-style-type: none"> • Beschoeiingen • Bruggen • Damwanden • Remmingwerken • Palen • Sluisdeuren • Wrijfhout 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkeersborden • Lichtmasten • Portalen • Geleiderails • Geluidschermen • Verzorgingstoestellen (bankjes etc.)

Voor dit onderzoek is een nadere selectie gemaakt uit deze objectgroepen. Dit onderzoek richt zich op bruggen, damwanden (oevers), geluidschermen en remmingwerken. De keuze voor damwanden, bruggen en geluidschermen is gebaseerd op de potentieel grote bijdrage aan de KCI-doelen die het gebruik van hout bij aanleg en/of vervanging in deze objectgroepen kan hebben. Daar is aan toegevoegd de objectgroep remmingwerken vanwege de verwachting dat uitvoering in hout een redelijk eenvoudig te realiseren optie is ('laaghangend fruit') en daarmee een voorbeeldfunctie kan vervullen voor andere objectgroepen. In bijlage 1 is een nadere toelichting gegeven op deze selectie.

Ook de objectgroep geleiderails behoort tot de objectgroepen met een grote impact op KCI-doelen en zijn uitvoerbaar in hout (zie bijlage 1). De verwachting is evenwel dat dit niet op korte termijn een haalbare optie is voor toepassing langs snelwegen, wat het grootste deel van het areaal van RWS beslaat. Ook is voor geleiderails recent een traject gestart dat inzet op hoogwaardig hergebruik van reguliere geleiderails van verzinkt staal. Geleiderails zijn om die redenen dan voor dit moment niet geselecteerd voor dit onderzoek.

1.2 Implementatie-advies houtgebruik Transitiepad Kunstwerken

Om te komen tot een implementatie-advies en stappenplan voor het voorschrijven van hout voor specifieke toepassingen zijn de volgende stappen doorlopen:

- Verkennen haalbaarheid en impact van de geselecteerde houttoepassingen:
- Middels een literatuurstudie zijn verkend: het specifieke toepassingsgebied voor hout, de geschiktheid van hout voor betreffende toepassing, het TRL-niveau⁴ en de mogelijke reductie op MKI en CO₂-uitstoot als gevolg van de toepassing van hout.
- Interviews met experts. Bij experts zijn het toepassingsgebied en het TRL-niveau geverifieerd en zijn de waarde van toepassing van hout, draagvlak, inpasbaarheid (in kaders en werkprocessen), kosten en risico's besproken aan de hand van de SRL-tool van RWS⁵. Dit 'Stakeholder Readiness Level', geeft inzicht in belemmeringen en aandachtspunten voor gebruik van hout. In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van geïnterviewde experts.

Achtergrond: Technology Readiness Level (TRL) en Stakeholder Readiness Level (SRL)

Een Technology Readiness Level (TRL) geeft op eenduidige wijze aan in welk stadium een ontwikkeling is. Hoe hoger het TRL-niveau hoe verder de innovatie ontwikkeld is en hoe sneller deze grootschalig toepasbaar is. De TRL-niveaus gaan van niveau 1 (alleen basisprincipes van de benodigde technologieën zijn bekend) tot TRL 9 (klaar voor toepassing).

De SRL is een methode die ontwikkeld is door RWS. Deze geeft aan in hoeverre de organisatie en de omgeving klaar zijn voor de innovatie. In de SRL-tool wordt gekeken naar de volgende componenten:

- **Waarde:** de meerwaarde van de innovatie voor de eindgebruiker
 - **Draagvlak:** het enthousiasme en de hindermacht in de organisatie
 - **Kosten:** kosten voor ontwikkeling en toepassing
 - **Inpasbaarheid:** inpasbaarheid in bestaande processen en de veranderdruk die een innovatie meebrengt
 - **Risico's:** snelle check of risico's bekend en beheersbaar zijn.
- Samenstellen van het stappenplan op basis van bevindingen van voorgaande stappen en aanvullende interviews met experts. Per houttoepassing is een stappenplan uitgewerkt en getoetst in tweetal werksessies met medewerkers van RWS (werksessie "nat" en "droog").

Stappenplan: innoveren – uniformeren – produceren

Bij het uitwerken van het stappenplan zijn actietermijnen aangehouden van 0-2, 2-5 en 5-10 jaar. Acties zijn daarbij ingevuld op basis van het ontwikkelstadium van de toepassing van hout voor het betreffende object. Onderscheiden zijn daarbij:

- **Innoveren:** een innovatie is nog niet uitontwikkeld of heeft zich nog niet in de praktijk bewezen, onderzoek of proefprojecten zijn nog nodig.
- **Uniformeren:** een innovatie heeft zich bewezen, vastlegging is nog nodig in richtlijnen, standaarden, kaders, etc.
- **Produceren:** de spelregels zijn duidelijk, aandacht is nu nog nodig voor daadwerkelijke toepassing: acceptatie, juiste randvoorwaarden, etc

1.3 Leeswijzer

Elk hoofdstuk behandelt een objectgroep en de mogelijkheden voor toepassing van hout. Hoofdstuk 2 gaat in op bruggen, hoofdstuk 3 op damwanden (oevers). Hoofdstuk 4 bevat informatie over geluidsschermen en hoofdstuk 5 over remmingwerken. De hoofdstukken kennen eenzelfde opbouw: het hoofdstuk start met algemene informatie over de objectgroep en het gebruik van hout. Vervolgens wordt ingegaan op de technische haalbaarheid (TRL), organisatorische en regeltechnische haalbaarheid (SRL), de impact (MKI) voor de objectgroep, de vraag naar en het aanbod van hout. Elk hoofdstuk sluit af met een stappenplan, waarin de stappen voor implementatie van hout zijn opgenomen.

⁴ Technology Readiness Level, zie [Technology Readiness Level - Rijkswaterstaat innoveert \(rwsinnoveert.nl\)](https://www.rws.nl/innovatie/technology-readiness-level)

⁵ Voor meer informatie over de 'Stakeholder Readiness Level' of SRL zie [Stakeholder Readiness Level tool \(srl-tool.nl\)](https://www.rws.nl/innovatie/stakeholder-readiness-level)

2 Houten bruggen en viaducten

2.1 Algemeen

Functie

Een brug is een constructie als (vaste of beweegbare) verbinding tussen twee plekken, meestal over water, maar soms ook over een spoor of weg. In de laatste gevallen noemen we het een viaduct. Een brug of viaduct kan uitgevoerd worden voor wegverkeer of treinverkeer, of de passage van dieren (ecoduct).

Naar overspanning en gebruik hebben we de volgende indeling gehanteerd:

- fiets- en voetgangersbruggen
- kleinere verkeersbruggen en viaducten (tot 15 m overspanning)
- grotere verkeersbruggen en viaducten (> 15 m overspanning)

Waar we in het vervolg spreken we over kleinere of grotere 'verkeersbruggen', worden 'verkeersbruggen en viaducten' bedoeld.

Gebruik van hout

In Europa worden regelmatig houten verkeersbruggen gerealiseerd, met name in 'houtlanden' zoals Noorwegen, Zweden, Duitsland en Zwitserland. Vrijwel overal wordt gebruik gemaakt van gelamineerd naaldhout. In Nederland komen houten verkeersbruggen in beperkte mate voor. Er zijn enkele grotere verkeersbruggen in Groningen en Friesland. Verder worden met name fiets- en voetgangersbruggen steeds vaker in hout uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van onder andere gelamineerd naaldhout, gelamineerd Accoya en tropisch hardhout (Innovita 2020)⁶.

RWS werkt met de sector samen aan het verkennen van meer houttoepassingen in bruggen. In 2021 is hiervoor een ketentraject gestart in samenwerking met De Bouwcampus.⁷

Een voorbeeld is de houten boogbrug over de Agger bij Lohmar-Höngersberg (Duitsland) uit 2014. Deze verkeersbrug heeft een lengte van 65 m en een overspanning van 45 m.



Figuur 1 houten boogbrug over de Agger (bron: Miebach⁸)

⁶ Deze studie heeft het de mogelijkheden voor realisatie van een houten verkeersbrug in Nederland verkend. Hiervoor is een tweesporen aanpak gevolgd: het gebruik van houten verkeersbruggen in Europa is verkend. Ook zijn interviews met Nederlandse bruggenbouwers gehouden.

⁷ <https://debouwcampus.nl/trajecten/hout-in-de-gww>

⁸ <https://www.ib-miebach.de/en/projects/timber-bridges/arch-bridges-made-from-timber/long-span-timber-arch-bridge-hoengesberg-de.html>

De 'niche' van houten bruggen

Fiets- en voetgangersbruggen

In Nederland zijn met name fiets- en voetgangersbruggen aangelegd van hout. Voor fietsers- en voetgangersbruggen zijn er geen technische beperkingen voor de gebruikte lengte. Een goed voorbeeld is de Pieter Smidbrug, de langste fietsbrug van Europa, met een lengte van 800 m. Fiets- en voetgangersbruggen vallen buiten het domein van RWS, en worden meestal in opdracht van een regionale overheid aangelegd.

Kleinere en grotere verkeersbruggen

In het buitenland zijn houten bruggen met een vrije overspanning tot minimaal 45 m aanwezig, die al jaren goed functioneren. Een technische beperking voor grotere verkeersbruggen lijkt er dan ook niet te zijn. Er is evenwel geen Nederlandse richtlijn voor de maximale overspanning voor grotere verkeersbruggen.

In Nederland is nauwelijks ervaring met grotere verkeersbruggen. In de SBIR Circulaire viaducten zijn twee consortia die een houten brug hebben aangeboden: Mobilis⁹ en BoLT¹⁰. Mobilis gaat uit van viaducten met een maximale overspanning van 15-35 m en een dekbreedte van 26 m. BoLT heeft een ontwerp gemaakt voor een viaduct met een overspanning van 25 m.



Figuur 2 Een innovatief viaduct met een hout-betonligger (bron: Mobilis)

⁹ <https://www.mobilis.nl/nl/actueel/innovatieve-hout-betonligger-voor-circulair-viaduct>

¹⁰ <https://www.arup.com/nl-nl/news-and-events/arup-consortium-develops-innovative-timber-bridge-design>

2.2 Readiness Level (TRL)

Fiets- en voetgangersbruggen

Voor fiets- en voetgangersbruggen is de TRL 9. Die zijn op vele plekken reeds uitgevoerd.

Kleinere en grotere verkeersbruggen en viaducten

Ook voor houten verkeersbruggen is de TRL 9, die zijn in het buitenland veelvuldig toegepast. Echter, in Nederland is nog beperkte ervaring met grotere verkeersbruggen.

De consortia die een houten viaduct hebben aangeboden binnen de SBIR Circulaire viaducten geven beide aan dat hun houten viaduct in de ontwikkelfase is (TRL 5 – validatie prototype). De onderdelen van het viaduct die gebruikt worden zijn bewezen technieken. De innovatie is het bij elkaar brengen van de technieken en bewijzen dat de combinatie van technieken werkt onder relevante omstandigheden, en dat het aannemelijk is dat de ontwerplevensduur van 100 jaar gehaald wordt.

2.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)

SRL alleen bepaald voor kleinere en grotere verkeersbruggen

RWS beheert niet tot nauwelijks fiets- en voetgangersbruggen. De SRL is daarom alleen bepaald voor verkeersbruggen. In Figuur 3 is een overzicht gegeven van de ingevulde SRL-tool. Onderstaand worden de belangrijkste aandachtspunten toegelicht. Te zien is dat 'Commitment en draagvlak', 'Kosten' en 'Inpasbaarheid' aandacht nodig hebben. De volledige SRL-beoordeling is opgenomen in bijlage 3.

Waarde

- **Positieve bijdrage aan beleidsdoelen KCI**

De meerwaarde van houten bruggen betreft het bijdragen aan de beleidsdoelstellingen voor een klimaat neutrale en circulaire infrastructuur. Voor gebruikers maakt de materialisatie van de brug weinig verschil. Hierbij is een verschil tussen kleinere en grotere bruggen. Uit de SBIR circulaire viaducten blijkt dat de houtconstructie bij viaducten dusdanig dik wordt dat meer grondverzet nodig is voor de aansluiting, waardoor de MKI niet tot nauwelijks lager uitkomt. Bij kleinere bruggen en fiets/voetgangersbruggen is dit niet aan de orde en heeft een houten brug wel een lagere MKI. Opgemerkt wordt dat bij de SBIR Circulaire viaducten nog niet gerekend is met inzet van elektrisch materieel en dat ook CO₂-opslag in hout niet is meegerekend. De berekening van de MKI voor grotere houten bruggen kan daardoor (in de toekomst) anders uitvallen.

Commitment en draagvlak bij RWS

- **Geen 'eigenaar' in organisatie**

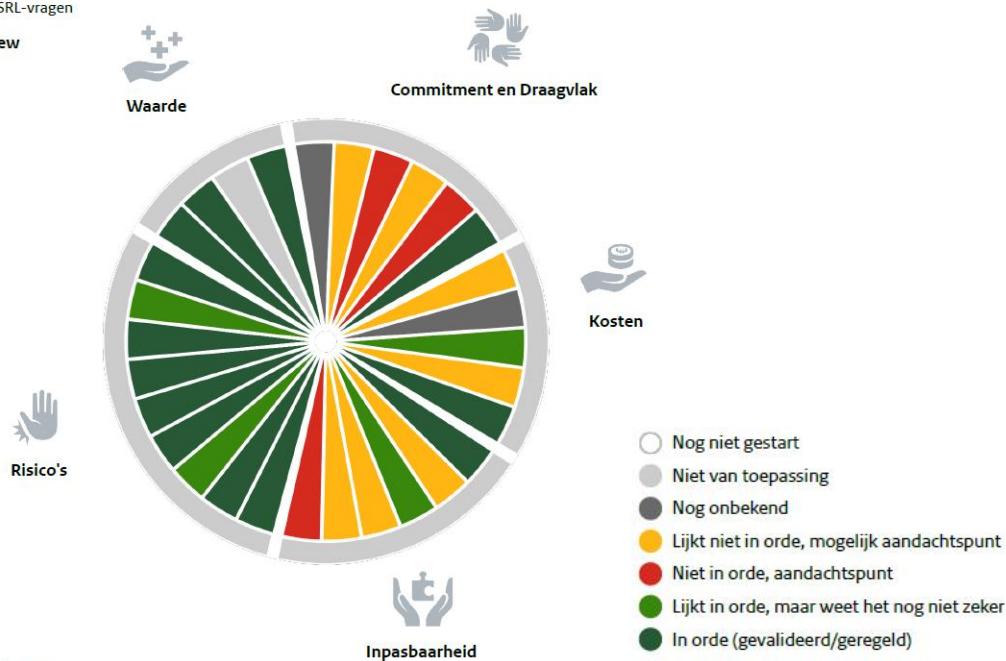
De RWS-afdeling Bruggen en viaducten is globaal rond drie pijlers georganiseerd: stalen bruggen, betonnen bruggen en werktuigbouwkunde. Houten bruggen hebben dan ook geen 'eigenaar' in de organisatie. RWS focust op verkeersbruggen en heeft niet tot nauwelijks fiets- en voetgangersbruggen in beheer.

- **Geen vraag naar houten bruggen**

Er is geen interne opdrachtgever die vraagt om houten bruggen.

Deel 2: SRL-vragen

Overview



Figuur 3 SRL-overzicht houten bruggen

- **Kennis ontbreekt bij projectleiders**

Verder ontbreekt de kennis van hout bij projectleiders. Dit verlaagt het draagvlak: mensen kiezen liever voor een oplossing waarvan ze zelf de kennis hebben om die goed te kunnen beoordelen.

- **Minder goed imago bij assetmanagers: kortere levensduur en meer onderhoud nodig**

In Sneek zijn twee verkeersbruggen uitgevoerd in hout, uit 2008 en 2010. Eén van de bruggen heeft een probleem doordat houtrot is opgetreden. Een RWS-expert geeft aan dat deze problemen komen door problemen met de coating (die om esthetische redenen is toegepast; het Accoya had onbehandeld toegepast kunnen worden) en dat met frequentere inspecties de problemen eenvoudig opgelost hadden kunnen worden. De problemen met de brug in Sneek leiden tot een negatieve beeldvorming rond hout binnen de RWS-organisatie.

Bij assetmanagers heeft hout, mede door de problemen met de brug in Sneek, een minder goed imago. Assetmanagers veronderstellen dat hout een kortere levensduur heeft en meer onderhoud vraagt.

Verschillende experts geven aan dat een levensduur van 80-100 jaar met de juiste detaillering en onderhoud mogelijk is. Het is alleen moeilijker te bewijzen. Het kan zijn dat gedurende de levensduur enkele onderdelen eerder vervangen moeten worden. Dit kan vooraf met de beheerder worden afgestemd (Bouwcampus, 2021).

Kosten

- **Hogere aanschafkosten**

De aanschaf van een houten brug is 10-30% duurder dan een traditionele uitvoering. Een houten brug behoudt volgens inschrijver BoLT een restwaarde van >40% van de waarde aan het einde van de levensduur omdat houten onderdelen opnieuw kunnen worden ingezet (in kleinere bruggen, of in gebouwen). In de SBIR-aanvragen bleek de aanschafprijs ongeveer 25-30% hoger te liggen, maar partijen geven aan dat dit met ontwerptimalisaties en schaalvergroting nog zal dalen. Mogelijk dat CO₂-beprijzing in de toekomst impact gaat hebben op de prijzen van meer traditionele bouwmaterialen als beton en staal.

- **Ontwikkelkosten voor grotere verkeersbruggen**

In het buitenland is veel ervaring met houten verkeersbruggen, maar in Nederland is beperkte kennis beschikbaar. Tegelijkertijd blijkt uit de SBIR Circulaire Viaducten dat in beide consortia ook internationale partners aanwezig zijn met kennis van houten constructies, waardoor gebruik kan worden gemaakt van de kennis die die partners hebben. De ontwikkelkosten zijn dus niet zo zeer nodig voor nieuwe kennisontwikkeling, als wel voor het vertalen van de beschikbare kennis naar de Nederlandse situatie.

Inpasbaarheid

- **Geen Nederlandse norm beschikbaar**

De inpasbaarheid van ontwerp van houten bruggen is een aandachtspunt. In de Eurocode zijn Europese richtlijnen gegeven voor ontwerp met hout. De Eurocode is een richtlijn die geschikt is voor het toetsen van ontwerpen en constructies. Deze Europese norm is echter nog niet vertaald naar de Nederlandse situatie, wat voor staal en beton wel is gedaan. Deze richtlijn uitwerken voor de Nederlandse situatie heeft een meerwaarde, omdat het ontwerp/ de constructie dan makkelijker te toetsen is.

De CUR 213 publicatie 'Duurzaam detailleren in hout' bevat in de versie van 2003 wel rekenregels voor houten bruggen, maar dit is een richtlijn en geen norm. De CUR 213 publicatie geeft inspiratie, voorbeelden en uitleg over een juiste detaillering van hout, maar is ongeschikt om een ontwerp (constructief) aan te toetsen. In de 2021 versie (verwacht februari 2022) zijn de rekenregels geschrapt en ligt de focus meer op voorbeelden.

- **Kennis en opleiding nodig**

De constructieve berekening voor hout is anders dan voor beton en staal, de detaillering vraagt specifieke kennis en ook de voor inspectie voor onderhoud is specifieke kennis van hout nodig. Binnen RWS zullen mensen in verschillende functies opgeleid moeten worden om houten bruggen goed te kunnen ontwerpen, toetsen en inspecteren.

Risico's

- **Geen risico's**

Het gebruik van houten bruggen kent geen grote risico's. Een aandachtspunt is het onderhoud: dit is anders dan bij betonnen en stalen bruggen. Inspecties vormen hiervoor de basis om eventuele knelpunten (houtrot) tijdig te signaleren zodat deze opgelost kunnen worden voordat ze een groot probleem gaan vormen.

2.4 Milieu-impact

Milieu-impact (MKI) kleinere en grotere houten verkeersbruggen niet eenduidig

De milieu-impact van houten bruggen is op basis van verschillende studies niet eenduidig (zie Tabel 1). Uit de studie van de Balgzandburg van NIBE blijkt een duidelijke reductie van de MKI en CO₂-uitstoot.¹¹

De MKI voor het houten viaduct van BoLT uit de SBIR-aanvraag is hoger dan de referentie (een standaard betonnen viaduct). Deze hogere MKI komt doordat het hogere houten brugdek meer grondverzet met zich meebrengt. Wanneer echter als uitgangspunt hergebruik van de houten brugdelen wordt meegenomen (in plaats van het standaard uitgangspunt verbranding bij einde levensduur) dan is de MKI van het viaduct van BoLT ongeveer gelijk aan de referentie en heeft een reductie van 25% CO₂-uitstoot.

¹¹ Meer informatie over de resultaten van de MKI-berekeningen zal worden opgenomen in de nieuwe CUR 213 publicatie (publicatie februari 2022)

Bij de berekening van Mobilis is alleen de materialisatie van het viaduct meegenomen en wordt niets aangegeven over grondverzet. Zij geven een reductie van 30, 41 of 44% aan voor hun hout-betonliggersysteem met verschillende opties met circulair en gerecycled beton, ten opzichte van een vergelijkbaar betonnen viaduct. Bij de reductie van 44% geven ze aan dat het circulaire beton niet voldoet aan de richtlijnen. Dit is pas toepasbaar nadat in overleg met RWS-richtlijnen dusdanig kunnen worden aangepast dat beoogde percentages gerecycled materiaal veilig kunnen worden toegepast.

Tabel 1 MKI en CO2 effect voor verschillende houten brugontwerpen

Brug	Uitvoering	MKI reductiepotentieel	CO2-eq reductiepotentieel
Balgzandbrug	Accoya Azobé	8,4 % 25,6 % t.o.v. stalen brug	24.6 % 32,1 % t.o.v. stalen brug
SBIR 'bridges laminated timber' (BoLT)	Losmaakbaar kruislaaghout (CLT) en gelamineerd hout bovenbouw op conventionele onderbouw	-8 (toename) tot 0%* t.o.v. betonnen viaduct	10 tot 25%* t.o.v. betonnen viaduct
SBIR ViaductBehout (Mobilis)	Hout-beton liggersysteem	30 tot 44% t.o.v. betonnen viaduct	N.B. t.o.v. betonnen viaduct

*afhankelijk van uitgangspunten einde levensduur: hergebruik of verbranding van houten viaductonderdelen

MKI-reductiepotentieel houten verkeersbruggen: toename van 0,6 tot reductie 4,0 miljoen € MKI

Uit een zwaartepuntenanalyse (CE Delft, 2021) blijkt dat aanleg van betonnen bruggen op de tweede plaats staat en de aanleg van stalen bruggen op de zesde plaats binnen de top 10 van milieu-impact van alle kunstwerken binnen het Transitiepad Kunstwerken. Van de milieu-impact van de aanleg van betonnen bruggen wordt ongeveer 85 miljoen € MKI (92%) veroorzaakt door de aanleg van één zeer grote en vier grote bruggen. Deze zullen niet in hout worden uitgevoerd. Echter, de 8% van de MKI die overblijft, is nog steeds een significante hoeveelheid. Bruggen en viaducten hebben een grote milieu-en klimaatimpact binnen het Transitiepad Kunstwerken (zie Tabel 2).

Tabel 2 Milieu- en klimaatimpact opgave bruggen 2021-2030 (CE Delft, 2021)

Objecttype	Onderdeel	MKI (€)	CO2-eq
Betonnen bruggen en viaducten	Vervanging & renovatie	• 5 miljoen	• 53 kton
	Aanleg	• 92 miljoen	• 924 kton
Stalen bruggen en viaducten	Vervanging en renovatie	• 6 miljoen	• 48 kton
	Aanleg	• 21 miljoen	• 164 kton

De potentiële besparing op MKI is bepaald aan de hand van de '8% MKI' die overblijft nadat de milieu-impact van de grote en zeer grote bruggen er af is gehaald. Hierbij zijn de 'kleine bruggen' (<100 m, proxy 50 m) en 'middelgrote bruggen' (10-250 m, proxy 100 m) meegenomen. Op basis hiervan is het reductiepotentieel voor kleine en middelgrote verkeersbruggen en viaducten ingeschat op toename van 0,6 tot reductie 4,0 miljoen € MKI. Dit is aangegeven in Tabel 3. Opgemerkt wordt de indeling in de tabel de indeling is die CE Delft hanteert voor bruggen. Dit is een andere indeling dan die we in de rest van het rapport hanteren voor kleinere en grotere verkeersbruggen.

Tabel 3 Inschatting MKI-reductie voor stalen en betonnen verkeersbruggen

Type	Onderdeel	MKI totaal (€)	MKI (€) Reductiepotentieel
Betonnen bruggen en viaducten	<ul style="list-style-type: none"> V&R kleine en middelgrote bruggen en viaducten 	<ul style="list-style-type: none"> 4,73 miljoen 	-0,85 - 3,17 miljoen*
	<ul style="list-style-type: none"> Aanleg kleine en middelgrote bruggen en viaducten 	<ul style="list-style-type: none"> 5,85 miljoen 	
Stalen bruggen en viaducten	<ul style="list-style-type: none"> V&R kleine en middelgrote bruggen 	<ul style="list-style-type: none"> 2,37 miljoen 	0,26 - 0,81 miljoen
	<ul style="list-style-type: none"> Aanleg kleine en middelgrote bruggen 	<ul style="list-style-type: none"> 0,88 miljoen 	

* het reductiepotentieel MKI varieert van een lichte toename tot een sterke reductie

‘Witte vlekken’ in de bepaling van de impact

De bepaling van de milieu-impact van de bruggen kent een grote onzekerheid, wat zich vertaalt in een brede range met betrekking tot het reductiepotentieel. De belangrijkste onzekerheden en ‘witte vlekken’ zijn onderstaand benoemd.

Impact houten verkeersbruggen verschilt van brug tot brug

Zoals hiervoor beschreven lopen de berekeningen van de milieu-impact van hout uiteen. De belangrijkste reden voor het verschil is de dikte van de constructie, waardoor meer grondverzet nodig is. Het grondverzet verhoogt de milieu-impact, waardoor het voordeel van hout teniet wordt gedaan. Dit is waarschijnlijk vaker het geval bij viaducten, dan bij bruggen, vanwege de vrije ruimte die onder het viaduct vereist is. Daarnaast is elke brug anders en is er geen generiek ontwerp voor een houten brug. De exacte milieu-impact zal dus ook van brug tot brug verschillen.

Onzekerheid in aantal bruggen dat geschikt is voor houtconstructie

De potentiële milieu-impact is gebaseerd op ‘kleine bruggen’ (<100 m, proxy 50 m) en ‘middelgrote bruggen’ (10-250 m, proxy 100 m) en viaducten. Echter de range in bruglengtes en overspanningen is groot. Het is onduidelijk in hoeverre deze bruggen geschikt zijn om uit te voeren in hout. Waarschijnlijk dat bij een nadere beschouwing nog een deel afvalt.

Impact fiets- en voetgangersbruggen niet bekend

Binnen de impactberekeningen die door CE Delft zijn uitgevoerd voor het Transitiepad Kunstwerken zijn geen fiets- en voetgangersbruggen opgenomen. Vanwege het ontbreken van gegevens en beperkt voorkomen van fiets- en voetgangersbruggen binnen het RWS-areaal zijn deze buiten beschouwing gelaten bij de impactberekeningen.

Hout (geen) CO₂-sink

Eén van de consortia die een houten viaduct aanbodt in SBIR geeft een optie aan waarbij hout geen CO₂-emissies heeft bij einde levensduur. Dit wijkt af van de geldende LCA-rekenregels. Daarnaast speelt een discussie over hout als CO₂-sink. Op dit moment wordt hout in een brug niet als ‘sink’ van CO₂ gezien. Mocht hout in de toekomst wel als ‘sink’ worden gerekend, dan zullen de MKI en CO₂-uitstoot van houten bruggen (nog) lager uitvallen.

2.5 Vraag en aanbod hout

Voor het bepalen van het benodigde volume hout is inzicht nodig in de omvang van de vervanging en aanleg van kleine bruggen tot 2030. In het eerdergenoemde onderzoek van CE Delft is een aantal aangehouden van 26 bruggen kleine bruggen (zie Tabel 4). In het onderzoek van CE Delft is een 'kleine brug' kleiner dan 100 m, met een proxy van 50 m. We gaan er voor bepalen van het vraagvolume van uit dat al deze bruggen in hout worden uitgevoerd.

Tabel 4 Overzicht vervanging en aanleg kleine bruggen (<100 m, proxy 50 m) tot 2030 (aantallen uit onderzoek CE Delft, 2021)

Vervanging en aanleg kleine bruggen tot 2030	Aantal	Eenheid
Vervangen kleine bruggen - beton	20	stuks
Vervangen kleine bruggen - staal	27	stuks
Aanleg kleine bruggen staal	3	stuks
Fiets/ voetgangersbruggen	onbekend	

Elke brug is anders wat het lastig maakt om een goede inschatting te maken van de toegepaste hoeveelheid hout in één brug. Volgens de LCA van een houten brug (Beco, 2013) is voor een houten voetgangersbrug van 14 m ongeveer 10 m³ Azobé nodig voor de liggers en een houten brugdek. Een andere referentie van een houten loopbrug bij Zwolle geeft aan dat ongeveer 1000 m³ hout nodig is voor de houten liggers van een loopbrug van 172 m (met betonnen steunpunten). De hoeveelheden gebruikt hout lopen dus behoorlijk uiteen. Voor de berekening van de vraag- en aanbod is uitgegaan van 500 m³ hout per brug (Azobé of Accoya).

Bruggen worden vaak uitgevoerd in gelamineerd hout. Hiervoor worden naaldhout, chemisch gemodificeerd hout (Accoya) en tropisch hardhout gebruikt. Ook CLT is toepasbaar in brugconstructies. Door het lamineren van hout (zoals in CLT-hout) kunnen de overspanningen ook in naaldhout geproduceerd worden (Innovita, 2020).

Houtvraag

De totale houtvraag schatten we in op 25.000 m³ Azobé, Accoya of gelamineerd naaldhout (50 bruggen maal 500 m³). Dit komt neer op 3.125 m³ per jaar.

Aanbod van hout: geen risico, zeker niet bij functioneel uitvragen

Azobé: vraag RWS geen knelpunt

Het jaarlijks verbruik van tropisch gezaagd hout in Nederland is ongeveer 158.000 m³¹². Azobé is één van de bekendste tropische hardhout soorten en heeft een aandeel van ongeveer 82% van het totale volume dat verzaagd wordt in Nederland¹³. Azobé is afkomstig uit tropisch West-Afrika, veelal uit Kameroen. De vraag van Rijkswaterstaat van 3.125 m³ per jaar ongeveer 2% in het totale verbruik van gezaagd tropisch hardhout. Van het hardhout is ongeveer 65-70% gecertificeerd. De houtvraag voor bruggen is naar verwachting ongeveer 3% van het aanbod gecertificeerd tropisch hardhout.

Tropisch hardhout: mogelijk maken inzet andere duurzame houtsoorten door functioneel uitvragen

In een duurzaam beheerd tropisch bos groeit een variëteit aan houtsoorten. Door een eenzijdige vraag naar enkele soorten wordt niet de maximale waarde uit het bos gehaald¹⁴. Het is daarom aan te raden het hout voor de brug functioneel uit te vragen op basis van eigenschappen waardoor het mogelijk is andere houtsoorten toe te passen die ook voldoen aan de eisen, de zogenaamde lesser-known-species¹⁵.

¹² www.bosenhoutcijfers.nl, 2019

¹³ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0071-balans-tropisch-hout-en-houtproducten-voor-nederland>

¹⁴ M. Kemna, Kiezen voor het bos, OTAR nr 4/5 2020

¹⁵ [FSC - Lesser-known Timber Species \(lesserknowntimberspecies.com\)](http://FSC-Lesser-known-Timber-Species)

Accoya of gelamineerd naaldhout: alternatief voor Azobé

Een alternatief voor Azobé bruggen is een brug van (gelamineerd) verduurzaamd naaldhout zoals Accoya hout. De grondstof voor Accoya hout is Radiata pine, dat vervolgens door een acetyleringsproces gaat om de duurzaamheid te verhogen. Door dit levensduurverlengende proces kan dit type naaldhout een alternatief zijn voor hardhout. Accoya hout wordt sinds 2007 geproduceerd door één partij in Nederland en kan bij diverse houtleveranciers gekocht worden. Radiata pine is een houtsoort die voornamelijk aangeplant is in Australië, Chili, Midden-Amerika, Nieuw-Zeeland, Spanje en Zuid-Afrika. Het natuurlijke groeigebied van deze soort beperkt zich tot een smalle strook aan de zuidkust van Californië. In Nederland is het jaarlijkse verbruik van gezaagd naaldhout ongeveer 2,4 miljoen m³¹⁵. Accoya hout heeft een klein aandeel in de markt met een productiecapaciteit van ongeveer 80.000 m³ per jaar¹⁶, waarvan 90% wordt geëxporteerd¹⁷. De levering door één leverancier kan een risico vormen.

Het lijkt erop dat (chemisch gemodificeerd) naaldhout ook een geschikte optie is voor bruggen. Europees naaldhout komt voornamelijk uit Zweden (29%) en Duitsland (21%). Deze twee landen samen leverden in 2019 gezamenlijk ongeveer 1,5 miljoen m³ naaldhout.¹⁸ Met een jaarlijkse vraag van 5.000 m³ (gelamineerd) naaldhout voor houten bruggen worden hier geen problemen in beschikbaarheid verwacht.

Nederlandse houtmarkt afhankelijk van import

Het Nederlandse verbruik van hout en houtproducten kan worden onderverdeeld naar materiaaltoepassing en energetische toepassing. Voor materiaaltoepassing, zoals de kunstwerken in deze studie, was Nederland in 2019 voor 6,5% zelfvoorzienend. Door de bossenstrategie zal het areaal bos en daarmee de zelfvoorzienendheid van hout mogelijk iets toenemen. Nederland zal echter naar verwachting grotendeels afhankelijk blijven van de internationale handel. Zweden, Duitsland en Rusland zijn al jaren de belangrijkste landen van herkomst voor het door Nederland geïmporteerde gezaagd naaldhout. Maleisië, Brazilië, Indonesië en Kameroen zijn de belangrijkste landen van herkomst voor het door Nederland geïmporteerde gezaagd tropisch hardhout¹⁹.

Een belangrijke voorwaarde bij het gebruik van (tropisch hard) hout is dat de chain-of-custody gecontroleerd wordt om te borgen dat het duurzaam hout is. Het aanbod van duurzaam gecertificeerd tropisch hardhout is kleiner dan het totale aanbod tropisch hardhout op de markt. Het percentage van het geïmporteerde hout dat gecertificeerd is groeit. In Nederland was in 2020 65-70% van het geïmporteerde tropisch hardhout gecertificeerd.²⁰

Groeiende wereldwijde vraag naar hout – COVID19 bemoeilijkt aanbod

In Nederland, maar ook wereldwijd, is er een stijgende vraag naar hout door de grotere vraag naar biobased producten. De coronacrisis heeft een grote impact gehad op de houtsector, waardoor de markt instabieler is. COVID19 zorgt voor een groter ziekteverzuim bij, of zelfs stilleggen van, zagerijen waardoor aanvoer bemoeilijkt wordt. Daarnaast heeft de prijsstijging van containervervoer er ook voor gezorgd dat de aanvoer van hout duurder is geworden. Dit betekent dat het aanbod van de Nederlandse houthandel momenteel instabieler is. De effecten van COVID19 worden qua hoeveelheid aanvoer als tijdelijk gezien, maar de wereldwijde grotere vraag zal naar verwachting blijven toenemen.

¹⁶ <https://www.businesswire.com/news/home/20211220005713/nl/>

¹⁷ <https://www.cobouw.nl/duurzaamheid/nieuws/2016/03/fabriek-accoya-verdubbelt-capaciteit-2-101227531>

¹⁸ https://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2020_Rapportage_houtgebruik_in_Nederland_2019.pdf

¹⁹ https://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2020_Rapportage_houtgebruik_in_Nederland_2019.pdf

²⁰ [Timber-11.0.pdf \(idhsustainabletrade.com\)](#)

2.6 Implementatie-advies houten bruggen en viaducten

Op basis van de bevindingen beschreven in voorgaande paragrafen geven we het volgende advies.

Zet in op voorschrijven van houten bruggen en viaducten

Voor houtgebruik in het Transitiepad Kunstwerken wordt geadviseerd in te zetten op houten bruggen en viaducten. De overwegingen daarvoor zijn:

1. De toepassing van hout voor bruggen en viaducten heeft een potentieel grote bijdrage aan het KCI-doel de inzet van primaire schaarse grondstoffen te verlagen.
2. Bruggen en viaducten hebben een grote zichtbaarheid in de openbare ruimte.
3. Het is technisch goed mogelijk hout in te zetten voor bruggen en viaducten.

Implementeer het voorschrijven van hout voor bruggen en viaducten stapsgewijs

Alvorens over te gaan tot het voorschrijven van houten bruggen en viaducten wordt geadviseerd een aantal stappen te doorlopen. Deze zijn beschreven in Tabel 5. De stappen zijn gericht op het wegnemen van belemmeringen ten aanzien van haalbaarheid, draagvlak en organisatorische inbedding zoals voorgaand in dit hoofdstuk beschreven. Het stappenplan is getoetst in een bespreking met medewerkers van RWS.

Aandachtspunten bij implementatie

- De milieu-impact van houten bruggen is niet eenduidig. De MKI van een houten brug kan afhankelijk van het ontwerp (beperkt) hoger of (aanzienlijk) lager uitvallen dan een betonnen of stalen brug. Bij de ontwikkeling van houten bruggen en viaducten kan hier verder op worden geoptimaliseerd.
- Begin met de toepassing van in kleinere bruggen en viaducten (tot 15m) en fiets/voetgangersbruggen. In deze bruggen en viaducten is het toepassen van hout technisch geen probleem. Met het toepassen van hout in grotere bruggen en viaducten is in Nederland weinig ervaring. Technisch hoeft dit evenwel geen probleem te zijn gezien de ervaringen in het buitenland.
- Bij renovatie van grote bruggen en viaducten is aanvullend een optie houten liggers toe te passen.

Tabel 5 Stappenplan toepassing hout in bruggen tot 15 m en in fiets-voetgangersbruggen

Thema	Aanleiding	Handeling	Actor	Instrumentarium
0-2 jaar: 'uniformeren' en 'produceren' kleinere verkeersbruggen (< 15 m)				
Kennis	Kennis en kennisontwikkeling ontwerp houten bruggen niet geborgd.	Aanstellen kennisdragers <ul style="list-style-type: none"> Houtconstructeur /objectdeskundige aanstellen/ opleiden als aanspreekpunt voor houten bruggen. (Aandachtspunt: huidige kennisdrager gaat over aantal jaar met pensioen). Hout in bruggencatalogus <ul style="list-style-type: none"> Opnemen houten brugvarianten in bruggencatalogus. 	*TPKW + afd. Bruggen & viaducten	Intern RWS
Draagvlak	Houten bruggen hebben een minder goed imago bij assetmanagers	Communicatietraject <ul style="list-style-type: none"> Communicatietraject starten gericht op wegnemen koudwatervrees en vooroordelen. Gericht op betrokkenen zoals assetmanagers, duurzaamheidsadviseurs, IPM-teams. 	*TPKW	Intern RWS
	RWS heeft niet tot nauwelijks fiets- en voetgangersbruggen in beheer.	Opschaling bij regionale overheden <ul style="list-style-type: none"> Andere overheden stimuleren/ ondersteunen kleinere houten verkeersbruggen (tot 15 m) en houten voetgangers en fietsbruggen aan te leggen. 	*TPKW, Bouwcampus	Marktinitiatieven samenwerkingsverbanden
Budget	De aanschaf van een houten brug is 10-30% hoger dan een traditionele uitvoering.	Budget en capaciteit vrijmaken <ul style="list-style-type: none"> Budget en capaciteit vrijmaken voor aanleg en onderhoud houten bruggen. 	*TPKW, directie, regio's	Intern RWS
Onderhoud	Extra aandacht nodig voor inspecties en onderhoud	Richtlijnen onderhoud opstellen <ul style="list-style-type: none"> Hout in paragraaf 'ontwikkeling' in OBR Kunstwerken droog. Richtlijn onderhoud en monitoring houten bruggen opstellen, samenhangend met assetmanagement vanuit de ISO 55000 serie. Kennis onderhoud <ul style="list-style-type: none"> Medewerkers informeren/ opleiden gericht op inspecties. 	*OBR-trekker *Specialisten, TPKW, NEN/CROW *TPKW, specialisten	Intern RWS
Hout voor-schrijven	Systematisch toepassen van hout gaat niet 'vanzelf', ook als wordt gestuurd op een lage MKI	Inventariseren geschikte bruggen voor gericht uitvragen <ul style="list-style-type: none"> Inventarisatie van de opgave voor bruggen tot 2030 en selectie geschikte bruggen voor hout (o.a. kleinere bruggen en viaducten, secundair wegennet, auto-afzet bruggen). Inkoopvoorschrift kleinere bruggen (tot 15 m) en houten liggers <ul style="list-style-type: none"> Opstellen inkoopvoorschrift/specificaties/contracteisen houten bruggen tot 15 m en houten liggers. Het toepassen van hout in de richtlijnen over duurzaam inkopen opnemen	*TPKW *TPKW/ Ww inkoop & contract-management *TPKW/ Ww inkoop & contract-management	Intern RWS
	Er is geen vraag van interne opdrachtgever naar 'houten' bruggen.			

Projectgerelateerd



2-5 jaar: 'innoveren' en 'uniformeren' grotere houten verkeersbruggen (> 15 m)				
Kennis	Kennis voor houten verkeersbruggen is beperkt	Leerproject uitvoeren/ leerruimte <ul style="list-style-type: none"> • Leerproject uitvoeren en evalueren door middel van leerruimte in contracten: aanleg houten brug + monitoring (inspecties & vochtsensors gedurende eerste 10 jaar. 	*IPM-teams	Intern RWS
Onderhoud	Extra aandacht nodig inspecties en onderhoud	Richtlijnen onderhoud opnemen in OBR <ul style="list-style-type: none"> • Houten bruggen opnemen in OBR Kunstwerken incl. onderhoudsbudgetten op basis van opgedane kennis en ervaringen. 	*OBR-trekker kunstwerken droog	Intern RWS
Uniformeren	De Eurocode voor ontwerp met hout is niet vertaald naar de Nederlandse situatie	Beschikbaarheid NL-norm <ul style="list-style-type: none"> • 'Nationale bijlage' ontwikkelen bij Eurocode hout (rekenregels om houtconstructies te toetsen). 	*Specialisten	Intern RWS, normalisatie/standaardisatie
Houtvoorschriften	Er is geen vraag van interne opdrachtgever naar 'houten' bruggen.	Inkoopvoorschrift opstellen voor grotere bruggen (> 15 m) Ontwikkelen van inkoopvoorschrift/specificaties/ contracteisen grotere houten verkeersbruggen.	*Contracten-buffet, specialisten	Intern RWS
5-10 jaar: 'produceren' grotere houten verkeersbruggen (> 15 m)				
		Aanbesteding/ realisatie houten verkeersbruggen		Intern RWS

3 Houten damwanden (oevers)

3.1 Algemeen

Functie

Een damwand is een grond- en/of waterkerende constructie die bestaat uit een verticaal in de grond geplaatste wand. Een damwand kan gebruikt worden als oeverbescherming van bijvoorbeeld een kanaal.

Beschrijving

Een damwand bestaat uit losse elementen (planken of panelen) die doormiddel van een grond-dichte (en in sommige gevallen ook waterdichte) messing en groefverbinding met elkaar zijn verbonden. Bij een houten damwand is aan de voorkant een houten gording bevestigd. De damwand wordt vastgezet met ankers. Een damwand wordt aangebracht door heien, trillen of drukken. Damwanden kunnen van (een combinatie van) staal, beton, kunststof of hout worden gemaakt.

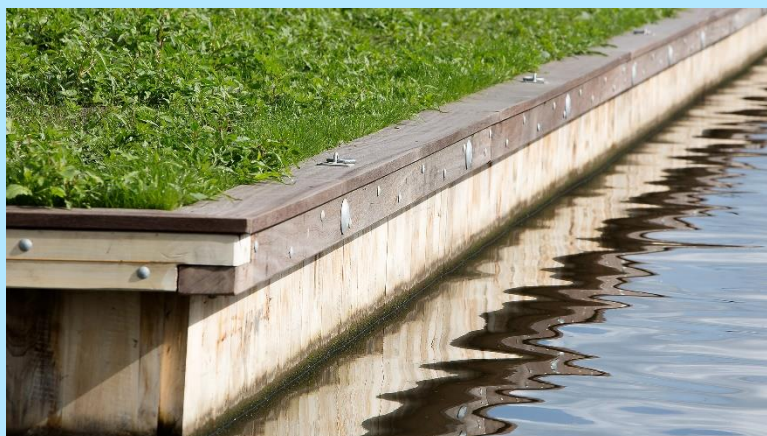
Gebruik van hout

Samengesteld houten damwand

Een damwand kan volledig van hardhout worden gemaakt of van een combinatie van hardhout en naaldhout. Het hout rond de waterlijn is het meest gevoelig voor aantasting. Daarvoor wordt vaak hardhout ingezet, zoals Azobé of Angelim Vermelho. Onder water is geen zuurstof aanwezig en treedt geen houtrot op. Daardoor kan onder water naaldhout worden toegepast. De twee delen worden met een vingerlas aan elkaar bevestigd. Het is een beproefde techniek.

Lengte tot 6 m kan veelal in hout

Vanwege de afmetingen van het hout en de krachten die op de damwand uit worden geoefend, wordt over het algemeen aangehouden dat houten damwanden tot 6 m lengte kunnen worden geplaatst (tot ongeveer 3 m waterdiepte). Dit is momenteel op ongeveer 50% van het RWS-areaal. Damwandvervangingen worden vaak gecombineerd met het verdiepen van de vaarweg voor scheepvaart, wat het areaal dat geschikt is voor hout verkleint.



Figuur 4 Damwand van Accoya hout in het Diepe Dolte Kanaal in Workum (bron: Accoya)

Hout en stortsteen in een hybride oever

Een andere optie om hout toe te passen is een 'hybride oever'. Hierbij is een talud met stortsteen aanwezig boven water en rond de waterlijn en is onder water een verticale damwand toegepast. Onder water kan er

geen zuurstof bij het hout komen, waardoor schimmels (die houtrot veroorzaken) geen kans krijgen. Daardoor is er geen risico op houtrot en heeft hout een langere levensduur, gelijk aan die van staal. De hybride oever vergroot het toepassingsgebied van hout: hout beslaat een kleiner deel van de oever waardoor dezelfde planken bij een grotere waterdiepte gebruikt kunnen worden. Deze oplossing vraagt wel meer ruimte. Gerelateerd aan het ruimtebeslag kunnen bomen die in veel gevallen lang het kanaal staan een mogelijke belemmering vormen voor de aanleg ervan. Echter een hybride oever kan al met een smalle strook talud, waardoor met een ontwerptimalisatie mogelijk de bomen behouden kunnen worden.

3.2 Technology readiness level (TRL)

Een volledig houten damwand is klaar voor toepassing (TRL 9) tot een planklengte van 6 m. Er zijn leveranciers die planklengtes kunnen leveren tot 10 m, bij RWS is hier evenwel weinig ervaring mee. In hoeverre langere damwandplanken kunnen worden toegepast, is maatwerk per locatie. Dit hangt onder ander af van:

- De verankering: houten damwanden worden normaliter met schroefankers of klapankers versterkt. Schroefankers kunnen maar tot een heel korte lengte aangebracht worden.
- De bovenbelasting (bijv. aanwezigheid van weg of dijk) in relatie tot de (lange-termijn) sterkte van de plank;
- De grondslag en benodigde dikte plank (i.v.m. plaatsbaarheid/ heien – dikke planken in harde zandlagen heien is lastiger dan het plaatsen van een veel dunnere stalen damwand);
- De waterdiepte.

Innovatie: Accoya damwand

Traditioneel wordt voor houten damwanden Azobé of Angelim Vermelho gebruikt. De Accoya damwand is een innovatie. Accoya is al toegepast in verschillende damwandoevers. Op Accoya wordt een garantie gegeven van 25 jaar, maar de verwachte levensduur is minimaal 60 jaar (Accoya, 2021b).

Wat is Accoya?

Accoya begint als een naaldboom die in productiebossen groeit. Deze boom wordt na ca. 30 jaar geoogst en doorloopt vervolgens als plank of balk een modificatie-proces, het zogenaamde acetyleren met azijnzuur. Dit proces zorgt voor zeer vormstabiel en rotbestendig hout.

Combinaties damwand van hout en ander materiaal

Versillende leveranciers leveren houten damwanden met aan de bovenzijde een kunststof huls. De huls voorkomt rotting van het hout op de waterlijn. Hierbij wordt Europees naaldhout gebruikt in combinatie met gerecycled plastic. De levensduur die de leveranciers aangeven varieert van minimaal 40 tot minimaal 50 jaar. De combi damwand kunststof/hout is leverbaar tot 6 m planklengte. Een aandachtspunt bij het toepassen van kunststof is uitloging van microplastics, wat voorkomen moet worden. Daarnaast komen in het areaal ook damwanden voor met hout onder water en daarboven oplangers van beton.

3.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)

In Figuur 5 is een overzicht gegeven van de ingevulde SRL-tool. Te zien is dat 'Commitment en draagvlak' en 'Inpasbaarheid' aandacht nodig hebben. Onderstaand worden de belangrijkste aandachtspunten toegelicht. De volledige SRL-beoordeling is opgenomen in bijlage 3.

Waarde

- **Positieve bijdrage aan beleidsdoelen KCI**

De meerwaarde van een houten damwand ligt in het halen van de beleidsdoelen op gebied van klimaat en circulariteit. Voor gebruikers en omgeving is de meerwaarde neutraal.

Commitment en draagvlak

- **Geen 'eigenaar' in organisatie**

Er is op dit moment niemand die actief houten damwanden promoot, ook wordt er door interne opdrachtgevers niet specifiek om gevraagd.

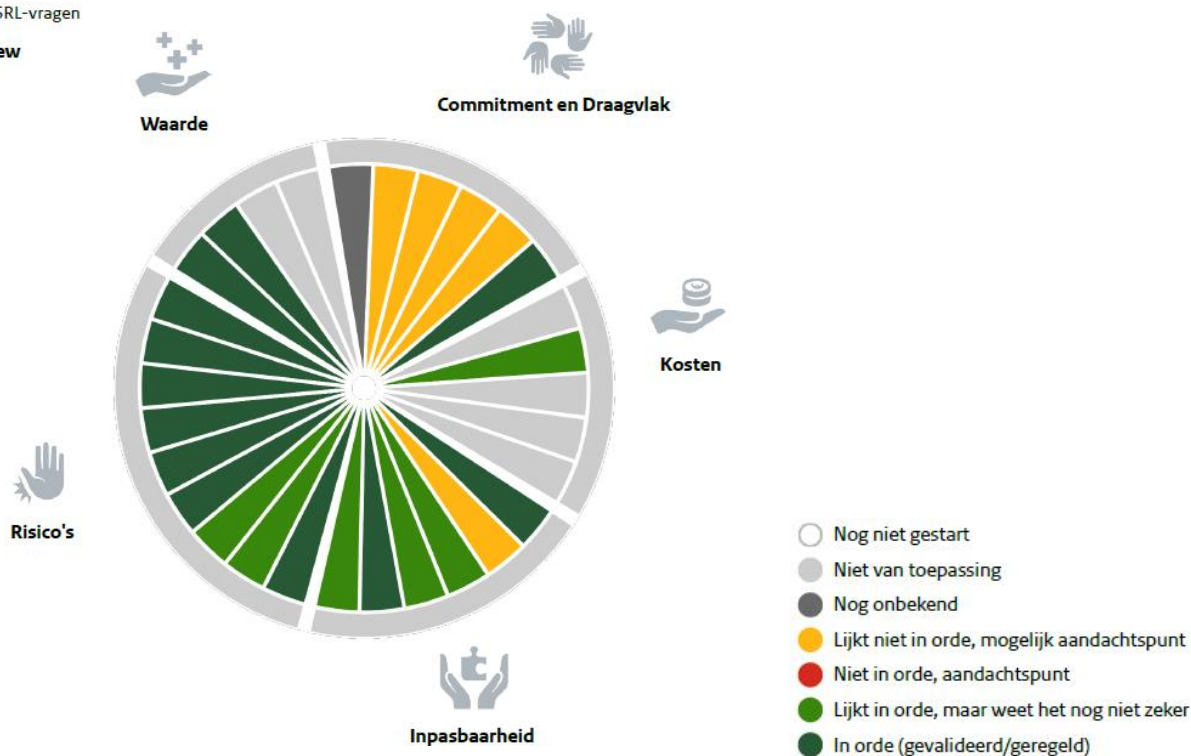
- **Geen houten damwanden vanwege beperktere levensduur**

Assetmanagers vragen een levensduur van 75 jaar en hebben daarmee voorkeur voor stalen damwanden. Hout wordt vanwege een (vermeende) kortere levensduur niet als optie meegenomen in afweging. De levensduur die vaak aangehouden wordt is 20-25 jaar. Dit is ook zo opgenomen in het objectbeheerregime (OBR) oevers. In de praktijk blijken houten damwanden een levensduur van gemiddeld ruim 35 jaar te hebben²¹. De MKI en levensduurkosten vallen daardoor gunstiger uit dan over het algemeen wordt aangenomen. Zie meer hierover onder het kopje 'Kosten'.

Voor hybride oevers geldt overigens dat de levensduur geen belemmering vormt. Wanneer het hout volledig onder water wordt toegepast is er geen risico op houtrot en heeft het hout een lange levensduur.

Deel 2: SRL-vragen

Overview



Figuur 5 Overzicht SRL voor houten damwanden

- **Onduidelijk waar houten damwanden geschikt zijn**

Een overzichtstabel wanneer (in welke situaties) een houten of hybride damwand toepasbaar is, gerelateerd aan bovenbelasting en waterdiepte, is in de interviews genoemd als een maatregel die het draagvlak kan verhogen. Op basis van zo'n tabel kan eenvoudig beoordeeld worden of hout voor de locatie geschikt is. Zo'n overzichtstabel is beschikbaar voor waterdieptes tot 3,5 m door hout in de GWW (Centrum Hout en VVNH, 2017). Voor diepere damwandplanken is geen tabel beschikbaar.

²¹ Bron: <https://www.houtwereld.nl/houtnieuws/houten-damwanden-gaan-langer-mee-dan-gedacht/>

- **Verankering houten damwanden lastig**

Verankering van houten damwanden is lastig. Groutankers zoals worden gebruikt bij stalen damwanden zijn niet mogelijk. Schroefankers kunnen maar tot een beperkte lengte toegepast worden. Met klapankers heeft RWS slechte ervaringen. Beheerders zullen om die reden klapankers uit willen sluiten. Bij verankering van de hybride oever speelt verder dat verankering onder water uitgevoerd moet worden, met duikers. 'Arbo technisch' is dit niet wenselijk.

Kosten

- **Aanlegkosten lager, levensduurkosten hoger**

Specialisten geven aan dat de aanleg van een houten damwand goedkoper is dan die van een stalen damwand, alleen de levensduur is korter; vaak wordt voor damwanden een levensduur van 25-30 jaar voor hout aangehouden tegen 75 jaar voor staal). Uit de LCC-berekening van de Hoofdvaarweg Lemmer-Delfzijl kwam de LCC voor een houten hybride talud iets hoger uit dan een hybride talud met staal. Echter, de staalprijzen zijn sindsdien gestegen.

De levensduur van hout is gebaseerd op eisen in de NEN 5461:1999. Deze norm eist voor het meest duurzame hout (duurzaamheidsklasse 1) een levensduur van minimaal 25 jaar in zoet water bij grondcontact. Echter uit onderzoek blijkt dat de levensduur van een houten damwand in de praktijk gemiddeld 36,6 jaar is, wat verder te verhogen is naar 43 jaar door goede detaillering en het toepassen van een deksloof²². Ook zijn er oplossingen met kunststof rondom het bovenste deel van het hout (rond en boven de waterlijn) waardoor de levensduur verlengd kan worden tot meer dan 50 jaar. Dit heeft een positief effect op de LCC-berekeningen doordat houten damwanden slechts 1x vervangen hoeven te worden gedurende de levensduur van een stalen damwand – terwijl nu vaak uitgegaan wordt van 2 vervangingen.

Hierbij wordt opgemerkt dat het argument voor de levensduur niet geldt voor de hybride oever: omdat hout daar alleen onder water toegepast wordt, is de levensduur vergelijkbaar met de levensduur van staal. Bij een hybride oever kunnen kosten voor grondaankoop nodig zijn, omdat een hybride oever meer ruimte kost dan een verticale oever. Echter de aanlegkosten zijn lager: specialisten geven aan dat deze oplossing vaak goedkoper is dan het plaatsen van een rechte damwandoever.

- **Beperkte ontwikkelkosten**

Houten damwanden worden al jaren toegepast. Houten damwanden worden veel toegepast in lengtes tot 6 m, bij waterdieptes tot ongeveer 3 m. Voor damwanden tot 6 m worden daarom geen ontwikkelkosten verwacht.

Leveranciers kunnen echter damwandplanken tot 10 m lengte leveren. Met toepassing van de langere damwandplanken is nog weinig ervaring. Er zijn damwanden beschikbaar van hout met een kunststof huls. Voor het toepassen van de hybride oplossing of de langere damwandlengtes zijn mogelijk ontwikkelkosten van toepassing, bijvoorbeeld voor het uitvoeren van een pilot.

Inpasbaarheid

- **Levensduureis rond de waterlijn niet haalbaar**

RWS hanteert een levensduur van 75 jaar voor damwanden. Dit vormt een belemmering voor de toepassing van hout, dat een kortere levensduur heeft bij toepassing rond de waterlijn. Voor hybride oevers waarbij een houten damwand onder water wordt toegepast is de levensduureis geen belemmering. In de OBR-oevers wordt voor houten damwanden een levensduur aangehouden van 20-25 jaar. Dit is te conservatief, in werkelijkheid blijkt een gemiddelde levensduur van ruim 36 jaar tot

²² Bron: <https://www.houtwereld.nl/houtnieuws/houten-damwanden-gaan-langer-mee-dan-gedacht/>

meer dan 40 jaar haalbaar. Dit betekent dat een houten damwand in een periode van 75 jaar één keer vervangen hoeft te worden in plaats van de 2 keer waar vaak vanuit wordt gegaan.

- **Markering hybride oever**

Vanuit oogpunt van scheepvaart zijn hybride oevers minder gewenst omdat schippers niet weten in hoeverre het talud van de oever onder water doorloopt. Dit kan opgelost worden door het einde van het talud te markeren door herhaaldelijk een plank omhoog te laten steken.

- **Verandering in programmering nodig**

Gebruik van hout (ter vervanging van staal) heeft impact op de programmering van onderhoud en vervangingen doordat de levensduur afwijkt van die van staal. Voor hybride oevers geldt dit niet omdat deze wel de levensduur eis kunnen halen.

- **Normen voldoende**

RWS heeft al verschillende houten damwanden in het areaal. In de interne documenten van RWS staat als materiaal voor damwanden de keus tussen staal, beton en hout aangegeven. Het toepassen van hout is volgens de interne normen dus mogelijk.

Risico's

- **Hout vraagt meer aandacht in onderhoud**

Een risico is het onderhoud en kortere levensduur, die zorgt (op termijn) voor een grotere vervangingsopgave omdat houten damwanden vaker vervangen moeten worden. Hier moet in de programmering en het budget rekening mee gehouden worden wanneer een significant deel van het areaal in hout wordt uitgevoerd. Tenzij hout onder water in een hybride oever wordt toegepast, omdat de levensduur dan langer is.

- **Beschikbaarheid**

De beschikbaarheid van hardhout en de samengesteld houten damwand is een aandachtspunt. Wanneer oevers van een kanaal vervangen worden gaat het vaak om kilometers damwand. Bij deze hoeveelheden in lange lengtes damwand is beschikbaarheid een risico. De beschikbaarheid wordt met name belemmerd door het productieproces van de samengesteld houten damwand en niet zo zeer door de beschikbaarheid van het hout. Het maken van de vingerglas en het lijmen van de twee houten delen is een proces dat tijd en ruimte vraagt; de delen worden op elkaar geklemd en moeten drogen. Dit beperkt de productiecapaciteit van de samengesteld houten damwand.

3.4 Milieu-impact

Milieu-impact houten damwanden

Voor de berekening van de milieu-impact zijn verschillende rapportages en berekeningen beschikbaar, waar verschillende waardes uit naar voren komen. De verschillen komen onder andere door:

- de gehanteerde levensduur;
- de scope van de LCA – zijn bevestigingsmiddelen, fundering en verankering meegenomen;
- de gebruikte versie van de NMD en DuboCalc. Emissiefactoren worden periodiek geactualiseerd en kunnen dus verschillen afhankelijk van de gebruikte versie in het onderzoek.

Houten damwanden hebben lagere MKI dan stalen damwand: 70-89%

In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de MKI-waardes uit verschillende onderzoeken. Ondanks de verschillen blijkt dat een houten damwand in alle gevallen een significant lagere MKI heeft dan een stalen damwand.

Tabel 6 Overzicht MKI-waardes stalen en houten damwanden uit verschillende onderzoeken (N.B. is niet bepaald)

Product en onderzoek	MKI stalen damwand	MKI houten damwand	MKI reductiepotentieel per m ² damwand	MKI reductiepotentieel % areaal RWS
Damwand, levensduur 30 jaar (NIBE, 2021)	€ 12,2 per m ²	€ 3,70 per m ² (Accoya)	70%	1,5 %
Damwand, levensduur 30 jaar (NIBE, 2021)	€ 12,2 per m ²	€ 1,40 per m ² (Samengesteld houten damwand)	88,6%	2,1 %
Damwand fundering, verankering en bevestigingsmiddelen etc., levensduur 100 jaar (RHDHV, 2020)	€ 15,76 per m ²	€ 0,63 per m ² (Azobé) € 0,67 per m ² (Okan) € 3,73 per m ² (Angelim Vermelho)	N.B.	N.B.
Stalen damwand incl. fundering, verankering en bevestiging. Levensduur 100 jaar (CE Delft, 2020)	€ 73 per m ²	N.B.	N.B.	N.B.

MKI-reductiepotentieel houten damwanden: 4,9 – 6,9 miljoen € MKI

Het onderzoek van het NIBE (2021) is het enige onderzoek dat de potentiële CO₂ en MKI-reductiepotentieel naar het gehele areaal van RWS heeft omgerekend (782 strekkende km damwand). De reductie is, afhankelijk van het type houten damwand 33,3 tot 46,2 miljoen € MKI-besparing en 274,7 tot 383,5 kton CO₂-reductie, ervan uitgaande dat 50% van het areaal geschikt is voor het toepassen van houten damwanden. Dit is uiteraard een theoretisch getal, omdat de komende jaren niet het complete areaal van RWS vervangen zal worden door Accoya of samengesteld houten damwanden. CE Delft (2021) gaat uit van een vervanging- en renovatieopgave van 116 km damwand tot 2030, ongeveer 15 % van het totale RWS-areaal. Voor 15% van het areaal is de potentiële besparing 4,9 tot 6,9 miljoen € MKI en 40,7 tot 56,9 kton CO₂-reductie (= 15% van de reductie die uitgerekend is door het NIBE). Zie ook Tabel 7.

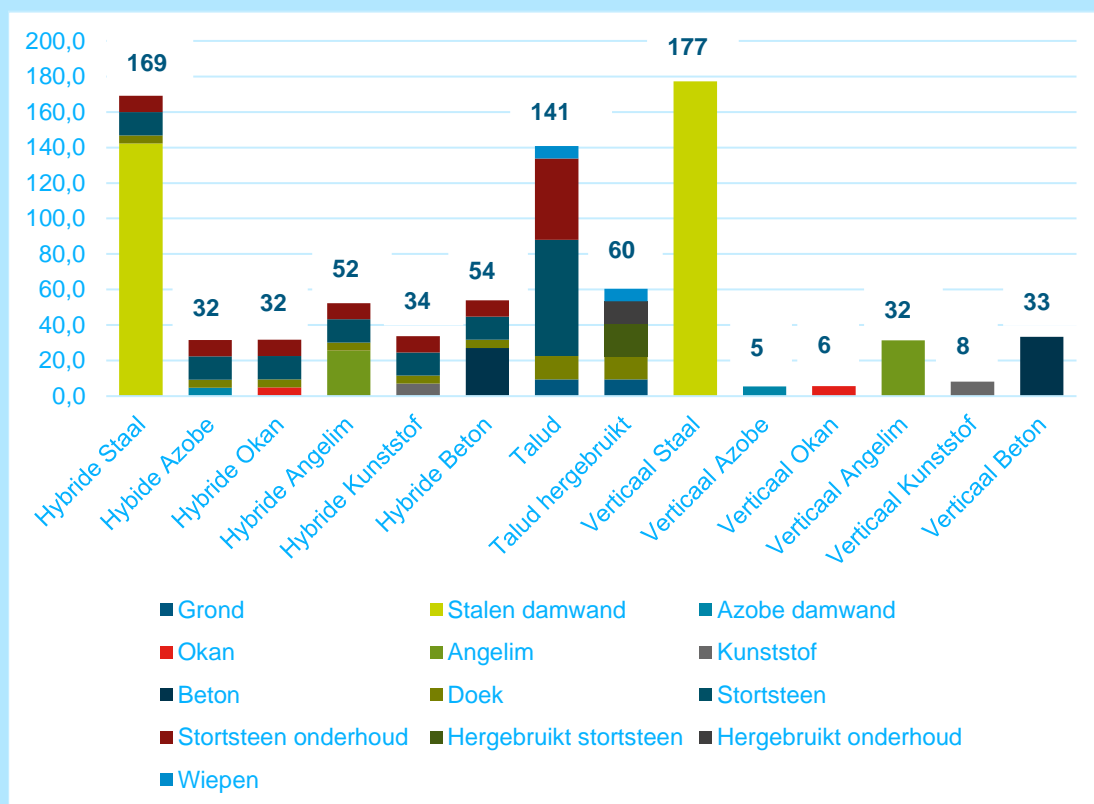
Tabel 7 Overzicht MKI-reductie damwanden

Scope	MKI reductiepotentieel (€)	Uitgangspunten
Theoretische reductie op basis van RWS-areaal	33,3-46,2 miljoen	- 782 km ¹ damwand - 50% geschikt voor houten damwand
Reductie op basis van werkelijke opgave	4,9 – 6,9 miljoen	- 116 km ¹ damwand - 50% geschikt voor houten damwand

Voorbeeld: Lemmer Delfzijl

Uit een studie naar de MKI van verschillende principe oplossingen voor de vervanging van damwanden in de vaarweg Lemmer-Delfzijl komt naar voren dat de MKI van houten damwanden veel lager is dan die van staal. Opgemerkt wordt daarbij wel dat houten damwanden maar over een deel van de vaarweg toegepast kunnen worden, omdat de waterdiepte in een deel van de vaarweg te groot is voor het toepassen van hout.

Opvallend is dat de verticale oplossing (damwand) van Azobé de MKI met een factor 32 verlaagt (van €177 MKI naar €5,4 MKI per strekkende meter). Een hybride oever met Okan of Azobé reduceert de MKI met een factor 5 ten opzichte van een hybride oever met stalen damwand (van €169 naar €32 MKI per strekkende meter). Als een hybride oever met een stalen damwand wordt uitgevoerd is de milieuwinst relatief veel kleiner, zie ook onderstaande figuur (RHDHV, 2020).



Figuur 6 MKI van verschillende principe-oplossingen voor de vaarweg Lemmer-Delfzijl (per strekkende m oever)

Witte vlekken en onzekerheden

Voor damwanden zijn MKI-data voor staal en verschillende soorten hout beschikbaar. De grootste onzekerheid voor de te behalen MKI-reductie is de geschiktheid van het areaal van RWS voor hout. De aanname is dat 50% van het areaal geschikt is voor hout (NIBE, 2021) – als dit lager wordt dat valt de te behalen impact ook lager uit.

3.5 Vraag en aanbod hout

Het benodigde volume hout voor damwanden is gebaseerd op de vervangingsopgave tot 2030: het vervangen van 116 km damwand (zie paragraaf 3.4). Uitgangspunt is dat de helft daarvan geschikt is voor hout (58 km). Voor houten damwanden zijn twee scenario's uitgewerkt:

- De houtvraag bij damwanden, volledig gemaakt van tropisch hardhout;

- De houtvraag bij een samengesteld houten damwand (Europees naaldhout en tropisch hardhout of Accoya).

Tabel 8 Uitgangspunten berekening houtvraag damwanden

Uitgangspunten	Hoeveelheid	toelichting
Uitgangspunten	• 0,42 m ³	hout per m ¹ damwand (6 m lang, 7 cm dik)
	• 0,0225 m ³	gording per m ¹ damwand (0,15 x0,15 m)
	• 0,4425 m ³	hout totaal per m1 damwand
	58000 m1	Opgave vervanging 2021-2030

De houtvraag: 3.208 m³ hardhout of 924 m³ hardhout en 2.284 m³ naaldhout per jaar

Voor damwanden worden veelal de tropisch hardhout soorten Okan, Azobé en Angelim Vermelho gebruikt. Wanneer de damwanden volledig uit tropisch hardhout gemaakt worden, leidt dit tot een verwachte markt vraag van 3.208 m³ tropisch hardhout per jaar tot 2030. Bij een samengesteld houten damwand is de verwachte vraag naar tropisch hardhout 25% daarvan (924 m³) en wordt de rest van de damwand gemaakt van Europees naaldhout, wat leidt tot een vraag van 2.284 m³ naaldhout per jaar tot 2030 (zie Tabel 9).

Tabel 9 Houtvraag voor damwanden in 2 scenario's voor het vervangen van 116 km damwand

Volume (m ³)	Volume hout
Scenario 1: volledig tropisch hardhout	
25.665	m ³ Tropisch hardhout of Accoya periode 2021-2030
3.208	m ³ Tropisch hardhout of Accoya per jaar
Scenario 2: Samengesteld houten damwand (75% Europees naaldhout, 25% tropisch hardhout/ Accoya)	
7.395	m ³ Tropisch hardhout of Accoya periode 2021-2030
18.270	m ³ Europees naaldhout periode 2021-2030
924	m ³ Tropisch hardhout of Accoya per jaar
2.284	m ³ Europees naaldhout per jaar

Aanbod tropisch hardhout en naaldhout geen knelpunt verwacht

In paragraaf 4.5 (vraag en aanbod hout) van bruggen is al beschreven dat Azobé één van de meest bekende hardhoutsoorten is. Het gebruik van alternatieve hardhoutsoorten zoals Okan en Angelim Vermelho zorgt voor minder afhankelijkheid van één houtsoort waardoor risico's in aanvoer verminderd kunnen worden. Ook kan door uitvragen op basis van functionele eisen in plaats van het eisen van een specifieke houtsoort beter ingespeeld worden op de beschikbaarheid van hout bij de houthandels.

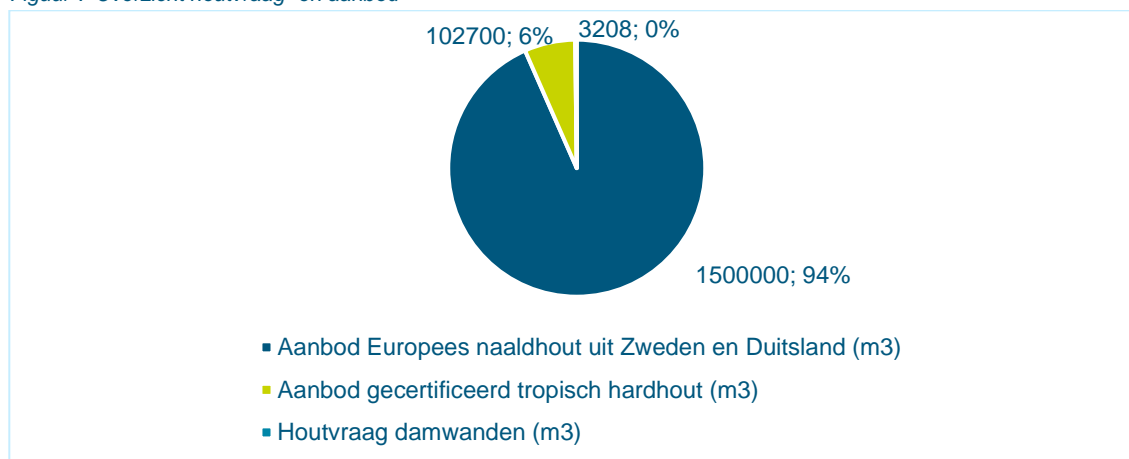
De vraag van RWS naar damwanden (3.208 m³) is relatief klein ten opzichte van het jaarlijks verbruik aan gezaagd tropisch hardhout in Nederland van ongeveer 158.000 m³²³, waarvan ongeveer 65-70% bestaat uit gecertificeerd hout²⁴. Dit is bijna 2% van de totale markt wanneer voor damwanden wordt gekozen die volledig uit hardhout bestaan en ongeveer 3% van de totale hoeveelheid gecertificeerd tropisch hardhout. Bij samengestelde damwanden is dit slechts een half procent. Deze moeten dan aangevuld worden met Europees naaldhout. De import van Europees naaldhout is voornamelijk uit Zweden (29%) en Duitsland (21%). Deze twee landen samen leverden in 2019 gezamenlijk ongeveer 1,5 miljoen m³ naaldhout. Met een jaarlijkse vraag van 2.284 m³ naaldhout voor de samengestelde damwand worden hier geen problemen in

²³ <https://www.bosenhoutcijfers.nl/de-houtmarkt/houtproducten/tropisch-hout/>

²⁴ <https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2021/12/Timber-11.0.pdf>

beschikbaarheid verwacht. De verhouding tussen het aanbod naaldhout, gecertificeerd tropisch hardhout en de vraag naar hout voor damwanden is visueel weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7 Overzicht houtvraag- en aanbod



3.6 Implementatie-advies houten damwanden (oevers)

Op basis van de bevindingen beschreven in voorgaande paragrafen geven we het volgende advies.

Zet in op het voorschrijven van hout voor damwanden

Voor houtgebruik in het Transitiepad Kunstwerken wordt geadviseerd in te zetten op houten damwanden. Overwegingen daarvoor zijn:

1. De toepassing van hout voor damwanden heeft een potentieel grote bijdrage aan het KCI-doel de inzet van primaire schaarse grondstoffen (staal) te verlagen.
2. Uit de berekening van de milieu-impact (MKI) blijkt dat door het gebruik van houten damwanden in plaats van stalen damwanden een relatief grote reductie in milieu-impact te behalen is.
3. RWS kan aanhaken op de lopende inspanningen in projecten gericht op de toepassing van houten damwanden, ook buiten RWS zoals een SBIR-oeverbescherming.
4. De inzet op houten damwanden sluit goed aan bij het lopende ketentraject van de Bouwcampus²⁵.

Implementeer het voorschrijven van hout voor damwanden stapsgewijs

Alvorens over te gaan tot het voorschrijven van houten damwanden wordt geadviseerd een aantal stappen te doorlopen. Deze zijn beschreven in Tabel 10. De stappen zijn gericht op het wegnemen van belemmeringen ten aanzien van haalbaarheid, draagvlak en organisatorische inbedding zoals voorgaand in dit hoofdstuk beschreven. Het stappenplan is getoetst in een bespreking met medewerkers van RWS.

Aandachtspunten bij implementatie

- Bij het vervangen/vernieuwen van oevers onderzoekt RWS in de regel verschillende varianten: talud oevers, hybride oevers en verticale damwanden. Indien de keuze valt op een verticale damwand dan kan – indien constructief mogelijk - een houten damwand voorgeschreven worden. Oplossingen met een aantoonbaar lagere MKI kan alsnog de voorkeur gegeven worden.
- Het toepassen van houten damwanden tot 6 m is gangbaar. Met damwanden van 6-10 m is binnen RWS minder ervaring en is het nodig kennis over de toepassingsmogelijkheden beter te ontsluiten.

²⁵ Het traject 'Materialen met toekomst' van project Hout in de GWW van de Bouwcampus richt zich in 2022 mogelijk op damwanden.

Projectgerelateerd

Tabel 10 Stappenplan houten damwanden

Thema	Aanleiding	Handeling	Actor	Instrum- tarium
0-2 jaar 'uniformeren'				
Kennis over toepassing hout	Kennis over toepassingsmogelijkheden houten damwanden binnen RWS beperkt beschikbaar	Keuzematrix toepassingsmogelijkheden hout <ul style="list-style-type: none"> Opstellen keuzematrix toepassingsmogelijkheden houten damwanden (o.a. constructieve haalbaarheid en aanbrengbaarheid). Kennis daarover b.v. ontlenen aan 'oude' RWS/ CUR richtlijnen (waar hout vaak al in stond). Zicht verkrijgen op omvang areaal geschikt voor houten damwanden Bepalen levensduureis houten damwanden <ul style="list-style-type: none"> Samen met leveranciers bepalen haalbaarheid levensduureis van b.v. 37,5 jaar houten damwanden. Aansluiten bij lopende ontwikkelingen <ul style="list-style-type: none"> Gebruik houten damwanden goed uitwerken in actualisatie publicatie CUR 166 Damwandconstructies (lopend traject) Volgen ontwikkelingen in SBIR-oeverbescherming. Richtlijnen ontwikkelen voor toetsen houtkwaliteit <ul style="list-style-type: none"> Richtlijnen ontwikkelen kwaliteit hout: hoe kwaliteit hout eisen en toetsen (aantonen door aannemer, directievoering). 	*TPKW, specialisten *Idem *TPKW, specialisten, leveranciers *Adv geotechniek, *TPKW, specialisten, Bouwcampus	Intern RWS Samenwerkingsverbanden Normalisatie/standaardisatie
	Beperkt zicht op omvang areaal geschikt voor houten damwanden.			
	Geleverde hout voldoet niet altijd aan gevraagde kwaliteit			
	Huidige levensduur in OBR 20 – 25 jaar			
Budget onderhoud	Huidige levensduur in OBR 20 – 25 jaar	OBR-aanpassen <ul style="list-style-type: none"> Levensduur houten damwand in OBR naar nieuw bepaalde levensduureis en bijbehorende onderhoudsmaatregelen (zoals fijnmazig onderhoud als schoonmaken en vervangen van gordingen) met bijbehorende budgettering en capaciteit gericht op levensduur verlengend onderhoud opnemen. In samenhang met assetmanagement vanuit de ISO 55000 serie. 	*TPKW, OBR-trekker, directie, regio's	Intern RWS
	Budget nodig voor (fijnmazig) onderhoud houten damwanden			
Houtvraag en aanbod	De beschikbaarheid van houten damwand is een aandachtspunt	Beschikbaarheid hout <ul style="list-style-type: none"> Proces inrichten waarbij samengestelde houten damwanden tijdig worden besteld. Inventarisatie uit areaal vrijkomend hout met advies hergebruikstrategie. 	*IPM-teams, Leveranciers *TPKW	Intern RWS, Marktinitiatieven
Hout voor-schrijven	Systematisch toepassen van hout gaat niet 'vanzelf'	Inkoopvoorschrift houten damwanden opstellen <ul style="list-style-type: none"> Opstellen inkoopvoorschrift houten damwand (als constructief mogelijk en geen andere oplossing met een lagere MKI). Samen met een aangepaste levensduureis langer dan de huidige 25 jaar. Het toepassen van houten damwanden opnemen in de richtlijn duurzaam inkopen. Communicatietraject <ul style="list-style-type: none"> Communicatietraject uitvoeren ter toelichting op het inkoopvoorschrift en laten zien van toepassingsmogelijkheden en voorbeelden (aan betrokkenen (zoals assetmanagers, duurzaamheidsadviseurs, IPM-teams). 	*TPKW, directie, Werkwijze inkoop & Contractmanagement *TPKW	Intern RWS
	Systematisch toepassen van hout gaat niet 'vanzelf'			
	Er is geen expliciete vraag naar 'houten' damwanden.			
2 jaar en verder 'produceren'				
Realisatie	Verandering in programmering nodig	Programmering aanpassen <ul style="list-style-type: none"> Programmering en capaciteit afstemmen op voorkeur houten damwanden en levensduur houten damwanden. 	*Regio	

4 Houten geluidsschermen

4.1 Algemeen

Functie

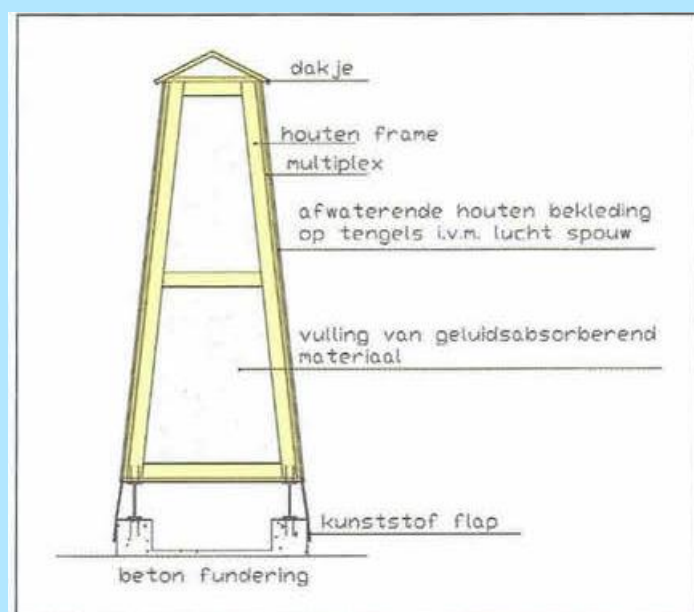
Een geluidsscherm is een constructie die wordt toegepast om het geluid van wegverkeer of railverkeer te verminderen.

Beschrijving

Er zijn 2 types geluidsschermen: reflectieschermen en absorberende schermen. Een reflectiescherm kaatst het geluid van de weg terug, of kaats het naar boven, afhankelijk van de vorm van het scherm. Absorberende geluidsschermen nemen (een deel van) het geluid op. CROW heeft een richtlijn opgesteld met functionele eisen voor geluidsschermen (de richtlijn 'geluidsbepalende constructies langs wegen', of GCW-2012). Vaak worden op een traditionele fundering stalen of betonnen stijlen geplaatst. De vakken ertussen worden gevuld met materialen die het geluid absorberen, bijvoorbeeld aluminium cassettes met een dempend materiaal of (houtvezel)betonplaten.

Gebruik van hout

Hout wordt over het algemeen in een reflectiescherm toegepast als vlakvulling, in combinatie met staanders van beton of staal. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het messinging-en-groef principe, vaak in forse houtmaten. Hardhout wordt in diktes van 35-40 mm toegepast; naaldhout in een dikte van 45 mm, bij een windbelasting van 115 kg/ m². Soms wordt het hout horizontaal gestapeld waarbij de uiteinden van het hout in de staanders, of in een stalen profiel vallen. (CUR213, 2003). Een absorberend houten scherm is mogelijk maar minder gangbaar. In Figuur 8 is een voorbeeld gegeven van een absorberend scherm van houtskeletbouw (ontwerp: CUR 213, 2003) Hierbij wordt gebruik gemaakt van een betonnen fundering met een anker en afstandhouders, om het hout te beschermen tegen grondcontact (en het risico op houtrot).



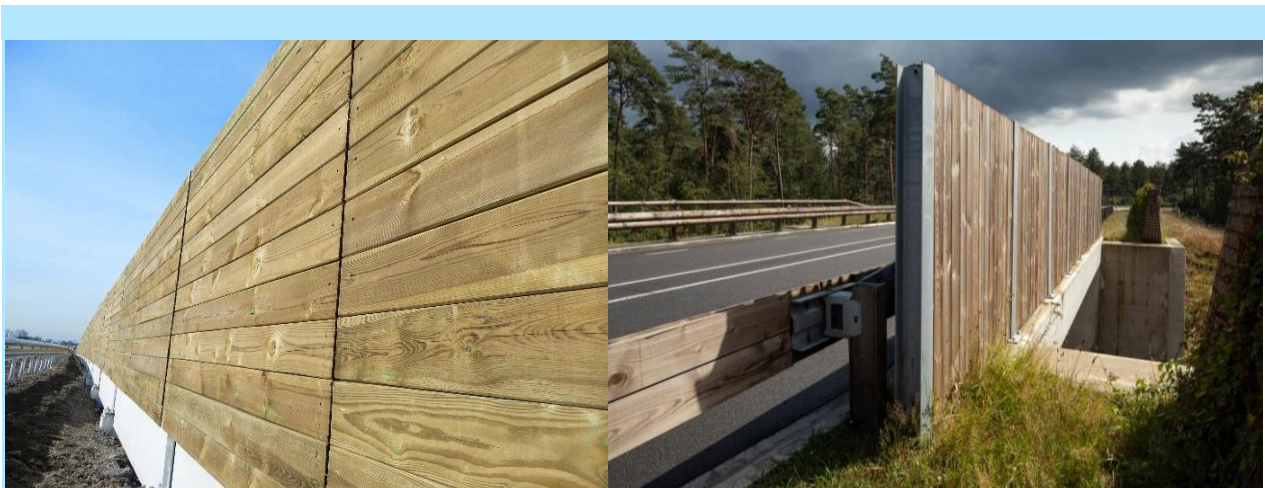
Figuur 8 Geluidsscherm van houtskeletbouw (bron: CUR 213, 2003)

‘Optoppen’ van geluidsschermen beperkt mogelijk

Op veel plekken moeten de komende jaren geluidsschermen opgehoogd worden. Aangezien hout een licht materiaal is, is hout wellicht een geschikte optie om bestaande schermen te verhogen. Geluidstechnisch is dit mogelijk en voldoet een oplossing met hout. Vanuit het MJPG is onderzocht wat de mogelijkheden zijn om schermen op te hogen. Hieruit bleek dat 9 van de 10 locaties niet geschikt zijn voor ophogen van het bestaande scherm vanwege constructieve beperkingen: een scherm wordt ontworpen op windbelasting. Deze neemt toe wanneer het scherm wordt opgehoogd. Vaak is geen informatie beschikbaar over de fundering en sterkte van de staanders. Daarbij is de ervaring dat de meeste schermen zijn ontworpen op de windbelasting van schermhoogte bij plaatsing en er geen marge is opgenomen om het scherm op te hogen.

4.2 Technology Readiness Level (TRL)

Het toepassen van hout als vlakvulling in combinatie met stalen staanders en een betonfundering is goed mogelijk (TRL 9) voor zowel een versie als reflecterend geluidsscherm en een geluidsabsorberende uitvoering.

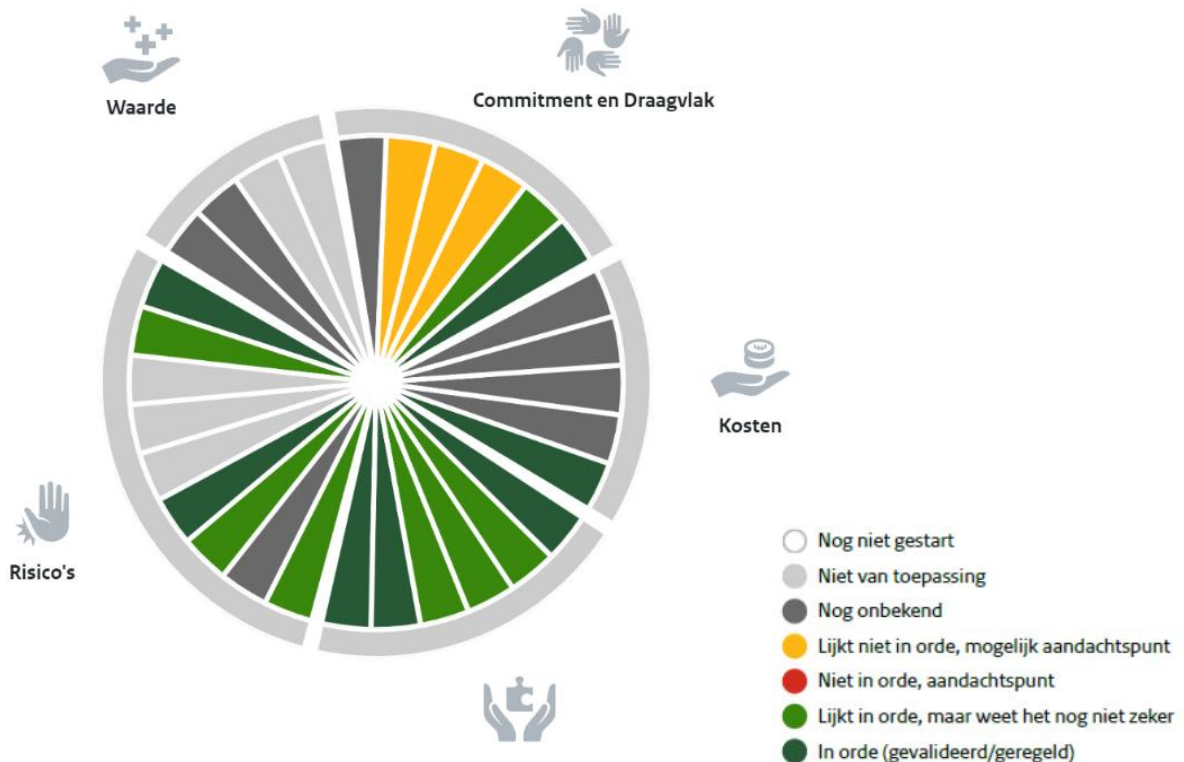


Figuur 9 Voorbeelden van een houten geluidsscherm (bron: Euro rail)

Op dit moment is geen volledig houten geluidsscherm beschikbaar. In de CUR 213 publicatie ‘Hout in de GWW-sector’ (2003) wordt een aantal voorbeelden gegeven van ontwerpen voor houten geluidsschermen (zoals het voorbeeld in Figuur 8). Onduidelijk is in hoeverre dit ontwerp al is toegepast in de praktijk. De TRL wordt daarom geschat op TRL 5 (de voor het prototype benodigde technologieën werken onder relevante omstandigheden).

4.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)

In Figuur 10 is een overzicht gegeven van de ingevulde SRL-tool. Uit de figuur blijkt dat ‘commitment en draagvlak’ aandacht nodig heeft. Onderstaand worden de belangrijkste aandachtspunten toegelicht. De volledige SRL-beoordeling is opgenomen in bijlage 3.



Figuur 10 SRL-overzicht voor houten geluidsschermen

Waarde

- **Positieve bijdrage aan beleidsdoelen KCI**

De meerwaarde van houten geluidsschermen zit vooral in de bijdrage aan circulaire en klimaatdoelen. Daarnaast kan een houten scherm een esthetische meerwaarde hebben.

Commitment en draagvlak

- **Door werking van hout ontstaan kieren**

Voor de technische specialist is het belangrijk dat het geluidsscherm zijn functie goed vervuld en betrouwbaar is tijdens de gehele levensduur. De materialisatie is minder belangrijk. Echter, door de werking van hout kunnen kieren in het scherm ontstaan, waardoor het scherm minder goed werkt. Door dit risico is het draagvlak voor hout lager. Er zijn (gemodificeerde) houtsoorten als CLT en Accoya, die minder werken, deze zijn nog niet gangbaar in geluidsschermen.

- **Geen 'eigenaar' in organisatie**

Er is momenteel (nog) geen opdrachtgever die zich inzet voor houten geluidsschermen, ook is geen projectleider hiervoor aangesteld.

Kosten

- **Kosten houten scherm niet inzichtelijk**

De kosten voor toepassing van houten geluidsschermen zijn niet inzichtelijk.

- **Ontwikkelkosten voor een volledig houten scherm**

Het uitwerken van een volledig houten scherm dat geluid absorbeert kent ontwikkelkosten. De ordegrrootte van deze kosten is niet bekend. Voor het gebruik van hout als vlakvulling zijn geen ontwikkelkosten van toepassing.

Inpasbaarheid

- **Richtlijnen geven houvast voor praktijk**

De belangrijkste richtlijn voor geluidsschermen is de CROW-publicatie 'Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (CGW-2012)'. Hierin is ook informatie over toepassing van hout opgenomen. Toepassen van hout conform deze richtlijn is geen probleem. Binnen RWS zijn ook eisen geformuleerd ten aanzien van de houtkwaliteit. Eisen geven de specialisten houvast voor het toetsen van hout in geluidsschermen.

De CUR-publicatie 213 'duurzaam detailleren in hout' kan gebruikt worden voor informatie over het detailleren van hout om een langere levensduur te behalen. Geluidsschermen worden echter getoetst aan de CGW-2012 en niet aan de CUR 213.

- **MJPG laat weinig ruimte voor houten reflectieschermen**

Vanuit het Meerjarenprogramma Geluidsanering (MJPG) wordt de eis gesteld dat een scherm geluid moet absorberen. Een houten reflectiescherm voldoet dan dus niet. Dat betekent dat in de praktijk dat een cassette wordt gebouwd met een geluidsabsorberend materiaal (bijvoorbeeld steenwol).

Een andere oplossing is dat een houten reflectiescherm 15 graden achterover helt. Deze optie heeft evenwel niet de voorkeur binnen RWS omdat het – zonder aanvullend geluidsonderzoek - geen 100% garantie biedt voor het geluidsniveau aan de andere kant van het scherm. Extra onderzoek middels een geluidsmodel is dan nodig. Een hellend scherm kan ook conflicteren met eisen ten aanzien van vormgeving.

Voor 130 locaties binnen het MJPG zijn reeds ontwerpkeuzes gemaakt voor de geluidsschermen. Het voorschrijven van een houten geluidsscherm is voor deze locaties vrijwel niet meer mogelijk. In de realisatie is nog wel enige ruimte om de keuze die is gemaakt tegen het licht te houden en klanteisen op te halen (bijvoorbeeld van de gemeente of omwonenden).

- **Weinig verandering nodig**

Houten geluidsschermen leiden niet tot significante wijzigingen in de werkprocessen binnen RWS en het werkproces van de aannemer. De veranderdruk is beperkt, kennis van aanleg van houten geluidsschermen binnen RWS en in de markt is voldoende.

Risico's

- **Aandachtspunt bij geluidsschermen is de onderhoudbaarheid**

RWS voert geen periodiek onderhoud uit aan de geluidsschermen. Een houten scherm moet dus zonder onderhoud de levensduur kunnen behalen.

- **Ontstaan van geluidlekken**

Ook het eerdergenoemde risico op het ontstaan van geluidlekken in het scherm, door krimp, vervorming en degradatie van hout in de tijd is een aandachtspunt. Dit risico kan mogelijk worden gecompenseerd met een extra degelijk ontwerp, of mogelijk het gebruik van houtsoorten die minder werken. Het risico is maximaal bij hoge schermen.

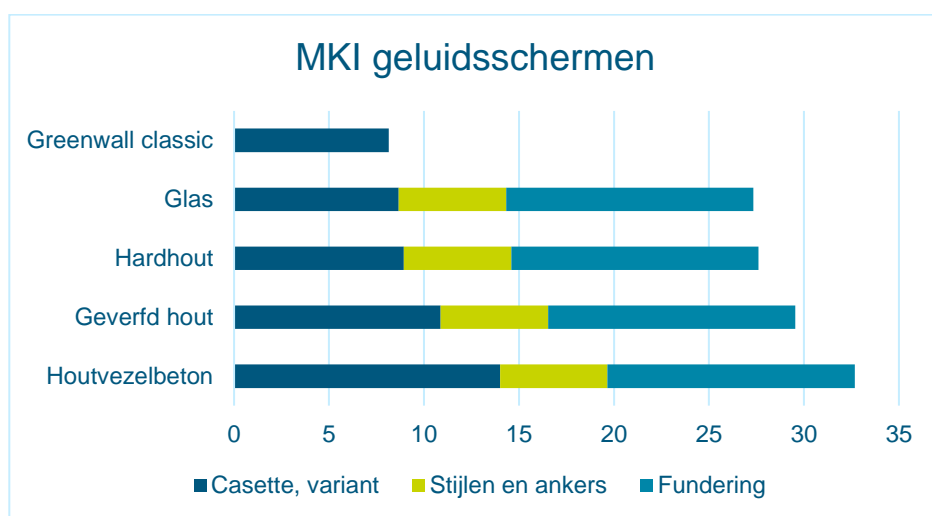
4.4 Milieu-impact

Milieu-impact geluidsscherm

In 2005 heeft RWS het 'modulair geluidsscherm' ontwikkeld, een ontwerp van een geluidsscherm op basis van randvoorwaarden die RWS stelt. Randvoorwaarden zijn bijvoorbeeld standaardmaten, altijd (een veelvoud van) 6 m afstand tussen de staanders. Het modulair geluidsscherm kan ook met houten vlakvulling worden uitgevoerd. Sinds de beleidswijziging om functioneel uit te vragen wordt het modulair geluidsscherm evenwel niet meer voorgeschreven.

In Figuur 11 is een overzicht gegeven van de MKI van verschillende vormen van het 'modulair geluidsscherm' (NMD 2021). Het betreft merk ongebonden, ongetoetste data (categorie 3 data). De variant met geverfd houten vlakvulling heeft een 10% lagere MKI dan het scherm van houtvezelbeton, voor het hardhouten scherm is de reductie 16%. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een reflectiescherm is dat niet voldoet aan de eisen van het MJPG. Wanneer van hout een absorberend scherm wordt gemaakt moet extra materiaal worden toegevoegd (bijvoorbeeld steenwol). Dit is niet meegenomen in de LCA van het hardhouten en geverfd houten scherm in figuur 11.

Meer dan de helft van de MKI wordt bepaald door de fundering en stijlen en ankers van de schermen.



Figuur 11 MKI van modulair geluidsscherm in verschillende uitvoeringen (bron: NMD H36, geluidbeperkende constructies) Het gaat om categorie 3 data, weergegeven zonder de categorie-opslag van 30%.

Milieu-impact RWS-areaal: MKI reductiepotentieel 4,2 miljoen € MKI

Voor het Transitiepad kunstwerken is de opgave voor vervanging van geluidsschermen op het RWS-areaal en de bijbehorende MKI en CO₂-uitstoot bepaald (CE Delft, 2021). Op basis van deze gegevens is een inschatting gemaakt van de potentiële reductie ten opzichte van de referentie (houtvezelbeton) (zie onderstaande tabel).

Tabel 11 Potentiële reductie MKI geluidsschermen

Opgave geluidsschermen	Opgave 2021-2030	MKI (€) opgave 2021-2030	CO ₂ -eq opgave 2021-2030	MKI Reductiepotentieel bij gebruik hout	MKI reductiepotentieel (in €) (tot 2030)
Herstellen/renoveren	153.191 m ²	n.b.	n.b.	22 - 36%*	n.b.
Vervanging	132.766 m ²	19 miljoen	175 kton	10 %	1,9 miljoen
Aanleg	160.000 m ²	23 miljoen	209 kton	10 %	2,3 miljoen

* op basis van alleen vervangen vlakvulling door hout

Witte vlekken en onzekerheden in de impactberekening voor geluidsschermen

De belangrijkste onzekerheid in de berekening van geluidsschermen is dat de MKI-reductie is gebaseerd op de waarden voor een houten reflectiescherm. De MKI-waarde van een absorberend houten geluidsscherm is niet bekend. In een absorberend houten geluidsscherm moet absorberend materiaal

toegevoegd worden, waardoor de MKI-reductie ten opzichte van de referentie van houtvezelbeton (die wel geluid absorbeert) geringer wordt.

Verder is de berekening gebaseerd op de totale opgave voor geluidsschermen. Binnen het MJPG zijn al ontwerpkeuzes gemaakt, waardoor hout toepassen lastig wordt. Hierdoor verkleint het deel van de opgave waar hout werkelijk gerealiseerd kan worden en zal de te behalen reductie ook lager uitvallen. Hoe groot dit effect zal zijn is niet bekend.

4.5 Vraag en aanbod hout

De vraag en naar hout voor gebruik in geluidsschermen is gebaseerd op de opgave vanuit het Transitiepad, zie Tabel 12.

Tabel 12 Opgave voor geluidsschermen

Opgave geluidsschermen	Opgave 2021-2030
Herstellen/ renoveren	153.191 m ²
Vervanging	132.766 m ²
Aanleg	160.000 m ²
Totaal	445.957 m²

Voor geluidsschermen is de houtvraag gebaseerd op de twee types hout die meegenomen zijn in de LCA (Figuur 11):

- Hardhouten panelen (dikte paneel 5,5 cm);
- Panelen van geïmpregneerd grenen (dikte paneel 6,3 cm).

Houtvraag: 3.079 m³ hardhout of 3.537 m³ geïmpregneerd grenen per jaar

Op basis van bovenstaande gegevens is het volgende volume bepaald (Tabel 13):

Tabel 13 Houtvraag voor geluidsschermen

Opgave geluidsschermen	Volume
Hardhouten panelen	<ul style="list-style-type: none"> • 24.631 m³ hardhout 2021-2030 • 3.079 m³ hardhout per jaar
Geïmpregneerd grenen panelen	<ul style="list-style-type: none"> • 28.298 m³ geïmpregneerd grenen 2021-2030 • 3.537 m³ geïmpregneerd grenen per jaar

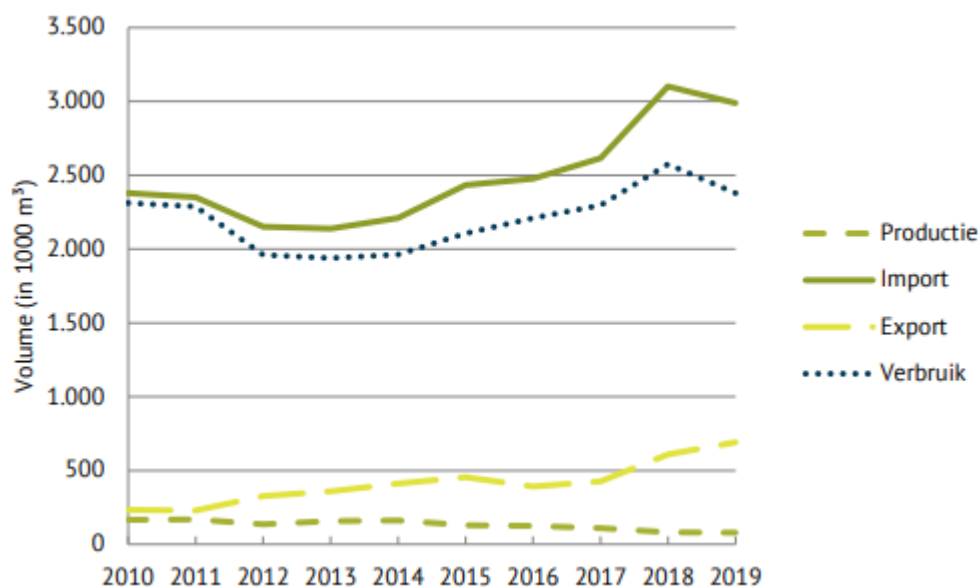
Aanbod hardhouten en grenen panelen geen knelpunt

Voor geluidsschermen is voldoende aanbod voor hardhouten panelen. De vraag van ruim 3.000 m³ hardhout is ongeveer 2% van het totale verbruik per jaar van 158.000 m³ gezaagd tropisch hardhout. Bij de optie voor geïmpregneerde grenen panelen is de vraag iets hoger met 3.537 m³ per jaar. Het aanbod van naaldhout in Nederland is vele malen hoger. Navolgende tabel laat zien dat grote hoeveelheden worden geïmporteerd (zie Figuur 12 en de informatie over naaldhout in het hoofdstuk van bruggen en damwanden).

In de LCA van het geverfde geluidsscherm (zie figuur 9) is uitgegaan van een grenen geluidsscherm. De studie van Probos²⁶ geeft een beeld van de totale hoeveelheid gezaagd naaldhout, maar het aandeel grenen van deze hoeveelheid naaldhout is in de studie van Probos niet aangegeven. De aanname is dat

²⁶ https://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2020_Rapportage_houtgebruik_in_Nederland_2019.pdf

voor geluidsschermen naast grenen ook andere naaldhoutsoorten zoals vuren en lariks geschikt zijn. Door het impregneren van het naaldhout wordt de gewenste duurzaamheidsklasse (levensduurklasse) behaald.



Figuur 12 Productie, import, export en verbruik van gezaagd naaldhout in Nederland in 1.000 m³ (Bron: Rapportage houtgebruik in Nederland 2019, Probos)

4.6 Implementatie-advies houten geluidsschermen

Op basis van de bevindingen beschreven in voorgaande paragrafen geven we het volgende advies.

Blijf voor geluidsschermen sturen op MKI

Voor houtgebruik in het Transitiepad Kunstwerken wordt voor geluidsschermen geadviseerd te blijven sturen op een lage MKI en (vooralsnog) niet in te zetten op het voorschrijven van hout. De overwegingen daarvoor zijn:

1. Voor geluidsschermen zijn de belangrijkste ontwerpkeuzes al gemaakt binnen het MJPG, hierin is geen plaats voor houten reflectieschermen.
2. In het MJPG wordt niet gestuurd op het gebruik van hout als zodanig, maar op een lage MKI.
3. Er zijn biobased alternatieven in ontwikkeling die mogelijk een lagere MKI hebben dan een houten geluidsscherm.
4. Er zijn technische bezwaren samenhangend met krimp en kiervorming in houten reflectieschermen.

Zorg voor een betere positionering van hout voor geluidsschermen

Voor een betere positionering van hout voor geluidsschermen wordt geadviseerd mogelijkheden van (gemodificeerd) hout dat minder werkt te testen, zoals Accoya en CLT. Daarnaast het uitvoeren van een ontwerp- en variantenstudie om meer inzicht te verwerven in de kosten en milieu-impact van houten absorptieschermen.

Volg het volgende stappenplan voor implementatie

Gericht op voorgaande advies is een stappenplan uitgewerkt: zie Tabel 15. Het stappenplan is getoetst in een werkbespreking met medewerkers van RWS.

Tabel 14 Stappenplan hout in geluidsschermen (beperkte uitwerking)

Thema	Aanleiding	Handeling	Actor intern	Instrumentarium
0-2 jaar 'innoveren'				
Kennis	Door de werking van hout kunnen kieren in het scherm ontstaan, waardoor het scherm minder goed werkt	Testen nieuwe houtsoorten <ul style="list-style-type: none"> • Testen (gemodificeerd) hout dat minder werkt, zoals Accoya en CLT. Een mogelijke testlocatie is innovatiestrook Innova58. 	*Innova58, MJPG, TPKW, ProRail	Samenwerkingsverbanden, marktinitiatieven
	Vanuit het MJPG wordt eis gesteld dat een scherm geluid moet absorberen. Een houten reflectiescherm voldoet niet. Over houten absorptieschermen is weinig bekend.	Variantenstudie houten cassettescherm <ul style="list-style-type: none"> • Ontwerp- en variantenstudie cassettescherm met volledig houten bovenbouw (constructieve toepassing hout), met verschillende (bewerkte) houtsoorten (en evt biocomposiet) op basis van het RWS modulaire geluidsscherm. Varianten beoordelen op LCC en LCA (MKI). In voorverkenning bepalen welke materialen mee te nemen. 	*TPKW, MJPG	Intern RWS
	RWS voert geen periodiek onderhoud uit aan geluidsschermen. Een houten scherm moet dus zonder onderhoud de levensduur kunnen behalen.	Testen met (bewerkte) houtsoorten <ul style="list-style-type: none"> • Testen met (bewerkte) houtsoorten die weinig onderhoud vragen, zoals CLT en Accoya. Zie hierboven bij 'Testen nieuwe houtsoorten'. 	*Innova58, MJPG, TPKW, ProRail	Samenwerkingsverbanden, marktinitiatieven

5 Houten geleide- en remmingwerken

5.1 Algemeen

Functie

Een remmingwerk is een constructie waarmee schepen worden afgeremd als ze een kunstwerk zoals een brug of sluis naderen. Remmingwerken (de opstel- en wachtruimte) zijn geschikt om op af te meren, geleidewerken (de fuik) niet.

Beschrijving

Het houten geleide- en remmingwerk is opgebouwd uit verticale palen met boven elkaar geplaatste gordingen en daartussen wrijfstijlen en -klossen. De gordingen fungeren als doorgaande, verend gesteunde liggers. De belasting van een schip dat tegen de constructie aanvaart, wordt door de liggers over meerdere palen verdeeld. Ook de palen buigen uit, zodat de constructie zich als een flexibel systeem gedraagt. Een remmingwerk kan ook gebruikt worden om schepen tijdelijk aan te meren, in dat geval wordt het remmingwerk gecombineerd met een loopsteiger.

Gebruik van hout

Een houten geleide- of remmingwerk is constructief mogelijk tot vaarwegklasse III (CEMT-klasse III). Voor de beroepsvaart, klasse Va geldt dat een houten remmingwerk niet sterk genoeg is om de optredende botskrachten te weerstaan. Veelgebruikte houtsoorten zijn Azobé, Basralocus en eikenhout.

Voor een groter remmingwerk is het mogelijk om de schorten of het wrijfhout volledig in hout uit te voeren (met een hoofdconstructie van een ander materiaal, zoals staal of beton). Hierbij geldt een aantal aandachtspunten:

- Hout op een stalen constructie heeft een groot contactoppervlak en gaat snel rotten, wat de levensduur ernstig verkort. Afstandshouders zijn hiervoor een oplossing, doordat ze ervoor zorgen dat het er lucht tussen het hout en de constructie doorgaat, waardoor hout aan de lucht kan drogen en minder snel rot. Voor wrijfhout zijn afstandshouders geen mogelijkheid, omdat het wrijfhout de belasting door lastafdracht doorgeeft aan de stalen constructie.
- Volledig houten schorten worden volumineus en zwaar. De achterliggende constructie moet sterk genoeg zijn om de houten schorten te dragen.
- Een volledig houten schort neemt meer ruimte in dan de huidige kunststof schort, deels onder water. Dit kan alleen op plekken waar voldoende vrije ruimte is in de vaarweg, volgens de Richtlijn Vaarwegen (dus bij wachtplekken vaak wel, maar in een fuik of sluis niet altijd).

Voor het vergroten van het gebruik van hout in hogere vaarwegklassen dan III zijn 1) de sterkte van het hout en 2) de beperkte beschikbaarheid van het hout in specifieke afmetingen, beperkende factoren. Zo zijn voor remmingwerken vierkant 400 mm palen met een lengte van 18-24 m nodig, waarbij voor één remmingwerk vaak meer dan 10 palen nodig zijn. Grotere afmetingen hout zijn in de praktijk niet haalbaar.

5.2 Technology Readiness Level (TRL)

Geleide- en remmingwerken worden van oudsher uitgevoerd in hout. Houten geleide- en remmingwerken (passend binnen het gebruik zoals hiervoor beschreven) voldoen aan de TRL 9. Eisen aan geleide- en remmingwerken zijn opgenomen in de Richtlijn Vaarwegen (2020). De detaillering bij gebruik van hout is aangegeven in CUR-publicatie 213 'Hout in de GWW-sector'.

Houten geleide- en remmingwerken in kleinere vaarwegen

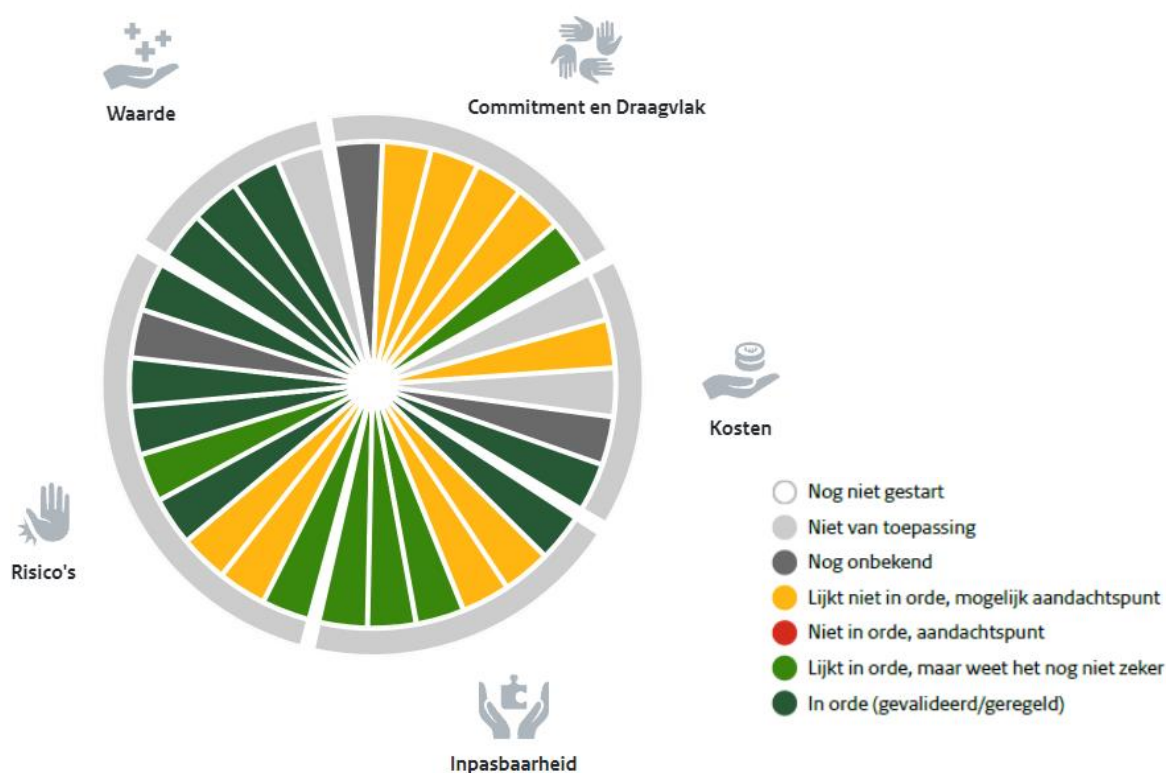
Houten geleide- en remmingwerken kunnen technisch voorgeschreven worden voor kleinere vaarwegen (tot en met vaarwegklasse III).

Houten schort en wrijfhout bij grotere geleide- en remmingwerken:

Bij grotere geleide- en remmingwerken kunnen de schort en het wrijfhout uitgevoerd worden in hout, wanneer de hoofdconstructie en de locatie dit toelaten (voldoende vrije ruimte nodig).

5.3 Stakeholder Readiness Level (SRL)

In Figuur 13 is een overzicht gegeven van de ingevulde SRL-tool. Onderstaand worden de belangrijkste aandachtspunten toegelicht. In de figuur is te zien dat aandacht nodig is voor: 'Commitment en draagvlak', 'Inpasbaarheid' en 'Kosten'. De volledige SRL-beoordeling is opgenomen in bijlage 3.



Figuur 13 SRL-overzicht voor houten remmingwerken

Waarde

- **Positieve bijdrage aan beleidsdoelen KCI**

De meerwaarde van hout zit in de bijdrage aan het behalen van de doelen voor klimaatneutrale en circulaire infrastructuur.

Commitment en draagvlak

- **Geen 'eigenaar' in organisatie**

RWS'ers geven aan geen voorkeur te hebben voor een specifiek materiaal, echter er is dus ook geen voorkeur voor hout. Op dit moment is er niemand intern die hout promoot of als interne opdrachtgever voor houten geleide- en remmingwerken optreedt.

- **Extra aandacht voor detaillering**

De extra aandacht nodig voor de detaillering (zie kopje 'gebruik van hout' in 5.1), zorgen dat beheerders eerder voor andere materialen kiezen.

Kosten

- **Hogere aanschaf- en levensduurkosten**

De aanschaf van hout is duurder, ook is er meer onderhoud nodig. Specialisten geven aan dat hout eerder stuk gaat dan kunststof als er een schip tegen vaart en dat er dus meer onderhoud/ vervangingen nodig zijn.

- **Voor houten geleide- en remmingwerken zijn ontwikkelkosten niet van toepassing.**

Voor de vaarwegklassen waar hout geschikt is zijn houten geleide- en remmingwerken een reeds bestaande toepassing, waar geen ontwikkelkosten van toepassing zijn.

Inpasbaarheid

- **Past niet altijd binnen Richtlijn Vaarwegen**

Geleide- en remmingswerken moeten voldoen aan de Richtlijn Vaarwegen (2020). Dat betekent dat niet in alle gevallen hout kan worden toegepast.

- **Voorschrijven hout past niet goed bij functioneel specificeren**

Het voorschrijven van hout is in strijd met het beleid van functioneel specificeren waarbij materiaalkeuzes aan de markt worden overgelaten.

- **Technische kennis versnipperd aanwezig**

De technische kennis over het toepassen van houten geleide- en remmingwerken is versnipperd over de organisatie, wat het lastiger toe te passen maakt.

- **Kost tijd en geld**

Hout detailleren kost tijd en dus geld. Voor aannemers geldt dat zij vaak vanuit snelheid en kostenoopt punt een ander materiaal dan hout kiezen.

- **Verandering nodig vanwege meer onderhoud**

Wanneer meer hout wordt toegepast is meer onderhoud nodig, bijvoorbeeld voor het herstellen van houten schorten en wrijfhout na aanvaringen. Hiervoor zijn aanpassingen in de organisatie nodig. Beheerders geven aan dat budgetten voor onderhoud lastiger te verkrijgen zijn. Om houten geleide- en remmingwerken goed te onderhouden hebben beheerders een onderhoudsbudget nodig dat ze naar eigen inzicht kunnen inzetten voor fijnmazig levensduur verlengend onderhoud.

- **Normen voldoende**

De CUR-publicatie 213 'duurzaam detailleren in hout' kan gebruikt worden voor informatie over het detailleren van hout om een langere levensduur te behalen. Uit de gehouden interviews kwamen de normen niet als een knelpunt naar voren.

Risico's

- **Houtrot langs waterlijn**

De onderhoudbaarheid is het grootste risico, met name door houtrot langs de waterlijn en aanvaringen van schepen.

5.4 Milieu-impact

Het aantal remmingwerken in het Nederlandse hoofdvaarwegennet en hoofdwatersysteem bedraagt 2780 stuks (bron: OBR nat), in vaarwegen van verschillende vaarwegklassen. Het areaal van RWS bestaat voor het grootste deel uit vaarwegen groter dan klasse III. Kleinere vaarwegen zijn vaak in beheer bij provincies of waterschappen. De opgave voor vervanging en renovatie van geleide- en remmingwerken is niet bekend. Omdat geen gegevens beschikbaar zijn van de MKI voor een gemiddeld geleide- en remmingwerk, en de nieuwe aanleg en vervangingsopgave niet bekend zijn, is de milieu-impact niet te bepalen.

5.5 Vraag en aanbod

Gezien de aard van het product mag verwacht worden dat er zware en duurzame houtsoorten toegepast worden voor dit product zoals Azobé en Basralocus. Voor geleide- en remmingwerken en zijn houten palen nodig. Hiervoor geldt dat standaardmaten goed verkrijgbaar zijn (bijvoorbeeld 300x300mm en 350x350 mm), ook in lengtes van 12-14 m. Grotere maten palen (zoals 400x400 mm) zijn niet standaard en daarom minder goed beschikbaar. Als vuistregel geldt: hoe zwaarder en langer hoe beperkter de beschikbaarheid²⁷. Omdat gegevens over de aanleg- en vervangingsopgave niet bekend zijn, is geen analyse uitgevoerd van vraag en aanbod van hout voor geleide- en remmingwerken.

5.6 Implementatie-advies houten geleide- en remmingwerken

Op basis van de bevindingen beschreven in voorgaande paragrafen geven we het volgende advies.

Zet in op voorschrijven van hout voor geleide- en remmingwerken

Het RWS-areaal dat geschikt is voor houten geleide- en remmingwerken is klein. Daarmee is de potentiële bijdrage van de toepassing van hout aan de KCI-doelen verlagen van de milieu-impact en van de inzet van primaire schaarse grondstoffen (staal) ook klein. Voor houtgebruik in het Transitiepad Kunstwerken wordt toch geadviseerd in te zetten op hout voor geleide- en remmingwerken. De overwegingen daarvoor zijn:

1. Er zijn goede ervaringen met houten geleide- en remmingwerken die bij adequaat onderhoud al lang in gebruik zijn.
2. In de huidige situatie wordt uit geleide- en remmingwerken vrijkomend hout reeds hergebruikt.
3. Het gebruik van hout in geleide- en remmingwerken is eenvoudig te implementeren en op te schalen.

Implementeer het voorschrijven van hout voor geleide- en remmingwerken stapsgewijs

De toepassing van hout in geleide- en remmingwerken is eenvoudig te implementeren. Alvorens over te gaan tot het voorschrijven van hout wordt geadviseerd een beperkt aantal stappen te doorlopen. Deze zijn beschreven in Tabel 15. De stappen zijn gericht op het wegnemen van belemmeringen ten aanzien van haalbaarheid, draagvlak en organisatorische inbedding zoals beschreven in dit hoofdstuk. Het stappenplan is getoetst in een bespreking met medewerkers van RWS.

Aandachtspunten bij implementatie

Bij de inzet op hout voor geleide- en remmingwerken gelden de volgende aandachtspunten:

- Hout kan voorgeschreven worden voor kleinere vaarwegen (tot en met vaarwegklasse III), daar waar dit passend is binnen de Richtlijn Vaarwegen.
- Bij grotere geleide- en remmingwerken kunnen de schort en het wrijfhout uitgevoerd worden in hout, wanneer de hoofdconstructie en de locatie dit toelaten (voldoende vrije ruimte nodig).
- De inzet kan zijn om daar waar hout wordt toegepast, dit bij voorkeur te doen met hergebruik van hout, ter plekke of elders vrijkomend.
- Een duurzame inzet van hout vraagt ook fijnmazige inspectie en onderhoud zoals kleinschalig vervangen van houten schorten en wrijfhout en herstel van aangetast hout rond de waterlijn.

²⁷ Bron: persoonlijke communicatie Foreco.

Tabel 15 Stappenplan hout in remmingwerken

Thema	Aanleiding	Handeling	Actor	Instrum- tarium
0-2 jaar 'uniformeren' en 'produceren'				
Kennis	Houtrot langs waterlijn	Aansluiten bij lopende ontwikkelingen <ul style="list-style-type: none"> Voor levensduurverlening aansluiten bij (lopend) innovatietraject aangetast hout rond waterlijn herstellen met epoxyhars. 	*Specialisten, beheerders	Intern RWS
Onderhoud	Hogere aanschaf- en levensduurkosten (hout eerder stuk dan kunststof als er schip tegen vaart).	Beschikbaar krijgen budget <ul style="list-style-type: none"> Ruimte in beheerbudget opnemen voor fijnmazig onderhoud voor levensduur verlengend onderhoud: inspecteren en kleinschalig vervangen (mogelijk op gespannen voet met versoberen van het onderhoud). 	*WVL, directie, beheerders	Intern RWS
	Verandering nodig vanwege meer onderhoud (zoals herstellen van houten schorten en wrijfhout na aanvaringen)	Aanpassen programmering <ul style="list-style-type: none"> Programmering aanpassen op toename onderhoud. 	*Programming & portfolio-management	
Hout voor- schrijven	Systematisch toepassen van hout gaat niet 'vanzelf', ook al wordt in aanbestedingen gestuurd op een lage MKI.	Inkoopvoorschrift opstellen <ul style="list-style-type: none"> Opstellen inkoopvoorschrift: gebruik houten geleide- en remmingwerken in kleinere vaarwegen en bij grotere werken houten schorten en wrijfhout. Dit gecombineerd met – indien mogelijk - hergebruik vrijkomend hout. Het toepassen van houten geleide- en remmingwerken (met voornoemde voorwaarden) opnemen in de richtlijn duurzaam inkopen. 	*TPKW/ Eisenbuffet, Regio/PPO	Intern RWS
	Er is geen expliciete vraag naar 'houten' geleide- en remmingwerken.	Communicatietraject <ul style="list-style-type: none"> Communicatietraject uitvoeren ter toelichting op het inkoopvoorschrift en laten zien van toepassingsmogelijkheden en voorbeelden aan betrokkenen (zoals assetmanagers, duurzaamheidsadviseurs, IPM-teams). Voor remmingwerken aansluiten bij communicatietraject voor damwanden. 	*TPKW/ Eisenbuffet, Regio/PPO *Regio/ PPO, IPM-teams	

6 Conclusies en advies

Hout kan bijdragen aan KCI-doelen

Uit eerdere onderzoeken blijkt dat het gebruik van hout - ter vervanging van materialen als beton en staal - een substantiële bijdrage kan leveren aan KCI-doelen.

Toepassen hout gaat niet vanzelf

Het toepassen van meer hout gaat, ook bij bewezen bijdragen aan de KCI-doelen en gunningsvoordeel in aanbestedingen niet vanzelf of niet snel genoeg. Een alternatieve route ten opzichte van het 'aan de markt laten', is het gebruik van hout in specifieke toepassingen voor te schrijven. De vraag is in hoeverre dit haalbaar is.

Belemmeringen voor het voorschrijven van hout

Technisch (TRL) zijn er geen belemmeringen hout toe te passen in de verschillende objectgroepen. Iedere object groep kent specifieke toepassing waar hout goed toepasbaar is.

Voor wat betreft de Stakeholder Readiness Level (SRL) zijn er wel belemmeringen hout voor te schrijven. De belangrijkste, die bij iedere objectgroep in verschillende mate terugkomen, zijn:

- beperkte kennis over en richtlijnen voor de toepassing van hout;
- beperkte ervaring met de toepassing van hout en daarmee koudwatervrees;
- werkwijze, budgettering en capaciteit zijn niet ingeregeld voor toepassing en onderhoud van hout;
- geen adequate levensduureisen voor hout in specifieke toepassingen.
- geen interne vraag (voorkeur) hout toe te passen, nadruk op traditionele materialen als beton en staal.

Advies voorschrijven hout

Op basis van de beoordeling van de TRL en SRL wordt voor de objectgroepen bruggen en viaducten, damwanden en geleide- en remmingwerken bruggen geadviseerd in te zetten op het voorschrijven van hout voor specifieke toepassingen (zie Tabel 16). Voor geluidschermen wordt geadviseerd vooralsnog te blijven inzetten op een lage MKI en daarnaast te werken aan een betere positionering van hout voor geluidschermen. Geleiderails zijn niet verder uitgewerkt in dit onderzoek, omdat recent een traject is ingezet dat focust op hergebruik. Op termijn kan de toepassing van hout in geleiderails verder worden onderzocht.

Stapsgewijze implementatie

Alvorens over te gaan tot het voorschrijven van hout wordt evenwel geadviseerd een aantal stappen te doorlopen om voorgaand beschreven belemmeringen weg te nemen. In dit onderzoek is daartoe per objectgroep een stappenplan ontwikkeld. Gezien de omvang van deze stappenplannen zijn deze niet hier opgenomen, zie daarvoor betreffende hoofdstukken.

Bijdrage aan KCI-doelen (doelbereik)

Ook is het doelbereik geformuleerd. Het doelbereik is gebaseerd op de impact die toepassing van hout in de objectgroep potentieel heeft als hout (in de toekomst) wordt ingezet voor de specifieke toepassing waarvoor het geschikt is. Dit doelbereik is in Tabel 16 opgenomen. De verwachting is dat het doelbereik voor damwanden het grootst is. Wanneer een prioritering tussen objectgroepen wenselijk is, adviseren we om te starten met de implementatie van hout in damwanden.

Tabel 16 Objectgroep, specifieke toepassing, doelbereik en stappenplan per objectgroep

Objectgroep	Specifieke toepassing	Doelbereik	Stappenplan
Bruggen en viaducten	Kleinere bruggen (<15 m overspanning) in hout en toepassen houten liggers.	Gemiddeld	Tabel 5 Stappenplan toepassing hout in bruggen tot 15 m en in fiets-voetgangersbruggen
Damwanden	Damwanden tot 10 m: als constructief mogelijk een houten damwand, tenzij een andere oplossing aantoonbaar een lagere MKI heeft.	Groot	Tabel 10 Stappenplan houten damwanden
Geluidsschermen	Blijven sturen op lage MKI, testen alternatieve houtsoorten.	Gemiddeld	Tabel 14 Stappenplan hout in geluidsschermen (beperkte uitwerking)
Geleide- en remmingwerken	In kleinere vaarwegen houten remmingwerken, grotere remmingwerken houten schort en wrijfhout.	Klein	Tabel 15 Stappenplan hout in remmingwerken

7 Bronvermelding

- Accoya, 2021. <https://www.accoya.com/nl/projecten/duurzame-damwanden-h2h-gww-nederland/#project-gallery-1>
- Accoya, 2012b. <https://www.accoya.com/nl/producten/damwand-hout-in-grond-weg-en-waterbouw-gww-stikstof/>
- Arup, Heijmans en Schaffitzel, 2021. Bridges of Laminated Timber BOLT. Eindrapport fase 1 – haalbaarheidsonderzoek SBIR Circulaire viaducten. 16 maart 2021.
- Beco (2013): Vergelijkende LCA studie bruggen. Vaststellen van duurzaamheidscore van bruggen uitgevoerd in staal, beton, composiet en hout. 19 september 2013.
- Bouwcampus, 2021: Verslag houten bruggen – verdiepingssessie #3: ontwerpen/detaileren van een houten brug.
- CE Delft, 2021. Zwaartepuntanalyse MKI en klimaatimpact Transitiepad Kunstwerken RWS 2021-2030, juli 2021
- CUR 213 'Hout in de GWW-sector. Duurzaam detaileren in hout', 2003.
- Eurorail, 2021. [Houten geluidsschermcassettes: bestrijding tegen geluidsoverlast - Eurorail](#)
- Innovata, 2020. Houten verkeersbruggen. Kennis & ervaringen, 26 juli 2020
- LBP| Sight, IV-Infra en Tauw, 2021. NMD rapport H36 Geluidsbeperkende constructies. LCA rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase. 5 maart 2021.
- Miebach, 2020. <https://www.ib-miebach.de/en/projects/timber-bridges/arch-bridges-made-from-timber/long-span-timber-arch-bridge-hoengesberg-de.html>
- Mobilis | TBI, 2021. Viaductbehoud, Eindrapport fase 1 haalbaarheidsonderzoek. SBIR oproep circulaire viaducten Rijkswaterstaat. 16 maart 2021
- NIBE 2021. Circulaire innovaties GWW, 26 mei 2021
- RHDHV, 2020. LCA en LCC-berekening oeverbescherming HLD, 24 januari 2020

Bijlage 1 Onderbouwing selectie objectgroepen

In het transitiepad Kunstwerken zijn meerdere objectgroepen te onderscheiden. In een eerdere verkenning (Twijstra Gudde, 2019) zijn uit gesprekken met stakeholders de volgende toepassingen geschikt benoemd om uit te voeren in hout:

Objectgroepen die geschikt zijn voor toepassing hout	
<ul style="list-style-type: none"> Beschoeïingen Bruggen Damwanden Remmingwerken Palen Sluisdeuren Wrijf hout 	<ul style="list-style-type: none"> Verkeersborden Lichtmasten Portalen Geleiderails Geluidschermen Verzorgingstoestellen (bankjes etc.)

Gezien de omvang van deze lijst, is een nadere selectie voor dit onderzoek een selectie gemaakt van objectgroepen die bij aanleg en/of vervanging een grote impact hebben op klimaat en circulariteit en - binnen die objectgroepen – op houttoepassingen die tot een substantiële verlagings van de impact kunnen leiden.

Uit een analyse van objectgroepen binnen het Transitiepad Kunstwerken (CE Delft, 2021) is een (voorlopige) top 5 van objectgroepen afgeleid met de grootste impact op de MKI en Klimaat: zie tabel hiernaast. De voorlopige bevindingen uit de analyse zijn:

- De top 5 (van de 22) betreft betonnen bruggen en viaducten (aanleg), tunnels en verdiepte wegen (aanleg), damwandovers (vervanging), geleiderails (vervanging), geluidwerende voorzieningen (aanleg).
- De top 5 heeft een aandeel van ongeveer 80% van de totale milieu- en klimaatimpact van het Transitiepad Kunstwerken (RWS);
- Niet alleen 'grote' kunstwerken hebben een hoge impact. Door een grote hoeveelheid vervanging en/of aanleg zijn ook sommige categorieën wegmeubilair en damwandovers belangrijk.

#	MKI	Klimaat
1	Damwandovers (vervanging)	Betonnen bruggen & viaducten (aanleg)
2	Betonnen bruggen & viaducten (aanleg)	Damwandovers (VenR)
3	Tunnels & verdiepte wegen (aanleg)	Tunnels & verdiepte wegen (aanleg)
4	Geleiderails (vervanging)	Geleiderails (vervanging)
5	Geluidwerende voorzieningen (aanleg)	Geluidwerende voorzieningen (aanleg)

In een analyse van circulaire innovaties (NIBE, 2021) zijn binnen voornoemde top 5 drie houttoepassingen benoemd die een substantiële impact hebben op de verlagings van de MKI en CO₂-emissie, het betreft: toepassing van hout voor verkeersbruggen (Accoya en Azobé), voor damwandovers (Accoya en samengesteld) en voor geleiderails.

Op basis van voorgaande is voor dit onderzoek de volgende selectie van objecten gemaakt:

- houten verkeersbruggen
- houten (samengestelde) damwandovers
- geluidwerende voorzieningen (schermen)

Daar is aan toegevoegd de objectgroep remmingwerken vanwege de verwachting dat uitvoering in hout een redelijk eenvoudig te realiseren optie is ('laaghangend fruit') en daarmee een voorbeeld functie kan vervullen.

4. remmingwerken

Ook de objectgroep geleiderails behoort tot de objectgroepen met een grote impact op KCI doelen. Ook geleiderails zijn in principe in hout uitvoerbaar. De verwachting is evenwel dat dit niet op korte termijn een haalbare optie is, is deze niet nader geselecteerd voor dit onderzoek.

Twijnstra Gudde (2019)	CE Delft (2021)	NIBE (2021)		
Toepassingen hout	Onderdeel top 5 objectgroepen TP KW met impact op MKI en CO2	Toepassing hout met substantiële impact op MKI en CO2	Reductie maatregel	Reductie areaal
Bruggen	Betonnen bruggen en viaducten (aanleg)	Verkeersbruggen, variant: <ul style="list-style-type: none"> Accoya Azobé 	Accoya MKI: -8,4% CO2: -24,1% Azobé MKI: -25,6% CO2: -32,1%	-
Beschoeiingen Damwanden	Damwandoevers (vervanging)	Damwand, varianten: <ul style="list-style-type: none"> Accoya combi-wand 	Accoya MKI: -69,9% CO2: -69,3% Combi-wand MKI: -88,6% CO2: -86,8%	Accoya MKI: -1,5% CO2: -1,8% Combi-wand MKI: -2,1% CO2: -2,5%
Remmingwerken				
Palen				
Sluisdeuren				
Wrijfhout				
Geleiderail	Geleiderails (vervanging)	Geleiderail, variant: <ul style="list-style-type: none"> houten geleiderail 	MKI: -56,8% CO2: -35,3%	MKI: -5,1% CO2: -2,4%
Geluidsschermen	Geluidwerende voorzieningen (aanleg)			
Portalen				
Verkeersborden				
Lichtmasten				
Verzorgings-toestellen				

Bijlage 2: Betrokken experts (RWS)

Voor dit onderzoek zijn de volgende experts betrokken door een interview en/of bijdrage in werksessies:

- Jeroen Nagel (begeleidingscommissie)
- Maya Sule (begeleidingscommissie)
- Robert de Roos (begeleidingscommissie)
- Menno Rijkers (damwanden oevers, remmingwerken)
- Henk van der Wal (damwanden oevers, remmingwerken)
- Renger van de Kamp (damwanden oevers, remmingwerken)
- Martijn de Jong (damwanden oevers)
- Bas van Lammeren (damwanden oevers, remmingwerken)
- Robert Saaleman (damwanden oevers, remmingwerken)
- Hennie van Schaik (damwanden oevers, remmingwerken)
- Jos Bomaerts (damwanden oevers)
- Henk Tiemensma (bruggen en viaducten)
- Jan van Asten (bruggen en viaducten)
- Wietse de Jong (bruggen en viaducten)
- Hans Nugteren (bruggen en viaducten)
- Kees Quartel (bruggen en viaducten)
- Willem Jan van Vliet (geluidsschermen)
- Anneke van Leeuwen (geluidsschermen en geleiderails)
- René Uijtenbroek (werkwijze inkoop & contractmanagement)

Bijlage 3 SRL-overzichten

1. Bruggen
2. Damwanden (oeveren)
3. Geluidsschermen
4. Remmingwerken



Stakeholder Readiness Level

<https://srl-tool.nl>

Deel 1: Projectinformatie

Bruggen - hout

Naam van de innovatie:	Bruggen - hout
Naam invuller(s):	Willemijn Drok
Datum van vandaag:	2021-10-14

Hoe ver is de innovatie qua ontwikkeling?

-

Extra informatie

Uw rol(len) in deze innovatie:	
Naam van Rijkswaterstaatproces waar deze innovatie onder valt:	
Startdatum:	

Wat is de innovatie en wat wordt er met de innovatie beoogd? Aan welke RWS-doelen en IenW-doelen draagt de innovatie bij?

-

Waar komt het initiatief vandaan?

-

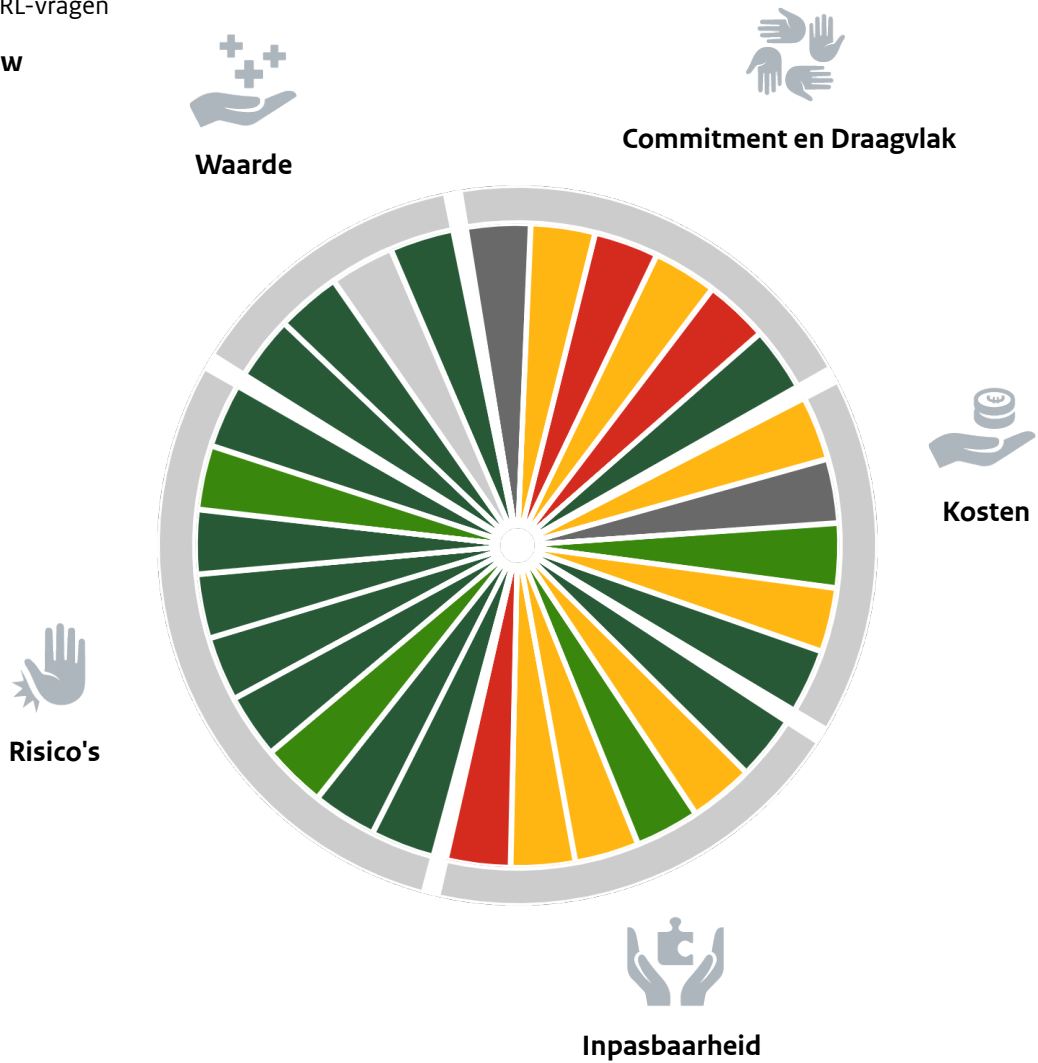
Omschrijving innovatie aanbieder: aard organisatie, omvang, positie in de markt, met wie wordt er samengewerkt (indien van toepassing)?

-

Hoe ziet het tijdpad van deze innovatie eruit?

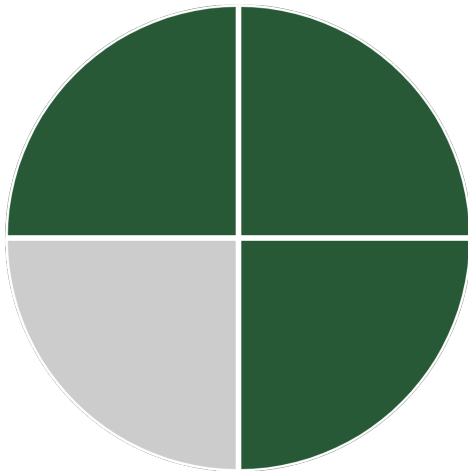
-

Overview



Waarde

De meerwaarde van de innovatie voor Rijkswaterstaat



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Meerwaarde voor RWS (opgaven)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie significante meerwaarde voor de RWS opgaven?

Het gebruik van hout heeft meerwaarde voor de KCI doelen.

Daarnaast kan hout een esthetische meerwaarde hebben.

Meerwaarde voor RWS (focuspunten)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Draagt de innovatie bij aan de focuspunten van RWS?

Ja, aan de KCI doelen

Meerwaarde voor andere gebruikers
Status: Niet van toepassing

Heeft de innovatie ook meerwaarde voor andere gebruikers?

Nee.

Generieke maatschappelijke baten
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heb je in beeld of de innovatie maatschappelijke waarden heeft?

Voor de gebruiker maakt de materialisatie van de brug weinig verschil. Mogelijk esthetische waarde.

Commitment en Draagvlak

Het enthousiasme en commitment binnen de organisatie voor de innovatie en de bereidheid om de innovatie toe te passen.



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Bestuurlijk draagvlak intern RWS
Status: Nog onbekend

Is er bestuurlijk draagvlak?

-

Opdrachtgever intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een opdrachtgever met voldoende doorzetmacht intern en voelt die zich ook echt sponsor?

Er is op dit moment geen duidelijke opdrachtgever die aanzet tot aanleg van houten bruggen.

Projectleider intern RWS
Status: Niet in orde, aandachtspunt

Is er een gedreven interne projectleider met voldoende tijd?

Afdeling bruggen en viaducten leunt globaal op drie pijlers:

- stalen bruggen
- betonnen bruggen
- werktuigbouwkunde

Houten bruggen hebben dus geen eigenaar in de organisatie. Ook ontbreekt de kennis van hout bij projectleiders.

Conditie projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heeft de projectleider een duidelijke opdracht, met bijbehorend mandaat?

-

Draagvlak intern RWS
Status: Niet in orde, aandachtspunt

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie binnen de organisatie?

Binnen de organisatie is een gebrek aan kennis op gebied van houten bruggen. Mensen neigen snel naar het vertrouwde (hout/ staal).

Draagvlak omgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

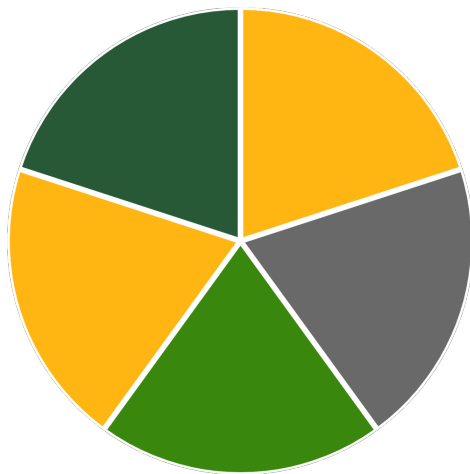
Is er voldoende draagvlak voor de innovatie in de omgeving?

Voor omgeving maakt de materialisatie niet veel uit.

Bouwers hebben expliciet hun bereiktheid aangegeven om mee te doen aan een ontwerp inhoud.

Kosten

De (meer)kosten die met de innovatie gemoeid zijn (voor de ontwikkeling en toepassing) en de dekking van de kosten



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Ontwikkelenkosten
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de ontwikkeling van deze innovatie?

Nog geen data over kosten beschikbaar.

Subvraag 1 Generiek: hoe hoog zijn de (geschatte) ontwikkelkosten voor RWS aan deze innovatie?

-

Subvraag 2 Huidige stap: is in beeld wat de ontwikkeling van de innovatie op korte termijn kost? Hoeveel?

-

Subvraag 3 Doorkijk naar de toekomst: Is er een doorkijk naar de toekomst en is duidelijk wat de ontwikkeling RWS kost? (ordegrootte)

-

Kosten toepassing
Status: Nog onbekend

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de toepassing?

De aanleg van een houten brug is circa 10-20% duurder dan een stalen brug.

Subvraag 1 Aanschaf-kosten: Zijn er meerkosten voor de aanschaf? (ordegrootte)

De aanleg van een houten brug is circa 10-20% duurder dan een stalen brug.

Subvraag 2 Operationele kosten: Zijn er operationele kosten (support, energiekosten, onderhouds- en vervangingskosten) op hoofdlijnen? (ordegrootte)

Belangrijk is om de eerste jaren regelmatig (tweejaarlijks) te inspecteren.

Onderhoudskosten zijn verder niet hoger.

Subvraag 3 Transitiekosten: Zijn er kosten verbonden aan de overstap (bijvoorbeeld omscholing werknemers, training, afkopen van huidige producten/werkwijzen)? (ordegrootte)

Kosten voor:

- opleiding werknemers (constructeurs en ontwerpers)

- opleiding voor inspecteurs van hout

Investeringsbereidheid externe partijen
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is er voldoende investeringsbereidheid bij externe partijen?

-

Subvraag 1 Marktpartijen: Is er investeringsbereidheid van (andere) marktpartijen in de innovatie? Wie zijn deze partijen (innovator zelf, andere marktpartijen / ontwikkelaars)?

Er zijn een beperkt aantal bureaus met kennis van het ontwerp van houten bruggen. Ook bij aannemers is kennis beperkt. Marktpartijen zullen volgen als RWS op hout inzet.

Subvraag 2 Andere afnemers: Is er voldoende (zicht op) investeringsbereidheid van (andere) afnemers in (de ontwikkeling en/of toepassing van) de innovatie? Wie zijn deze partijen (andere overheden/afnemers)?

-



Investeringsbereidheid RWS

Status: *Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt*

Is er voldoende investeringsbereidheid bij RWS?

-



Business model

Status: *In orde (gevalideerd/geregeld)*

Is er een business model voor alle partijen die investeren?

Vergelijkbaar met reguliere bruggen.

Inpasbaarheid

De mate van aanpassing die nodig is om de innovatie in te passen in bestaande (werk)processen en/of om processen aan te passen



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Huidige wet- en regelgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie in de huidige wet- en regelgeving (extern RWS)?
ja

Kaders en richtlijnen intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Past de innovatie binnen de kaders en richtlijnen intern RWS?
Op Europees niveau zijn de eisen voor ontwerpen met hout vastgelegd in de Eurocode hout.

Voor de Eurocodes staal en beton zijn door RWS interne aanvullende richtlijnen opgesteld, voor hout niet.

De CUR-publicatie voldoet deels als richtlijn, maar in de nieuwe publicatie zijn de rekenregels geschrapt. Er is wel behoefte aan een kader met rekenregels om constructies aan te toetsen.

Inkoopstrategie RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Past de innovatie in de inkoopstrategie van RWS?
Binnen de inkoopstrategie wordt duurzaam (FSC) hout gevraagd, daar zijn contractteksten voor.

Bouwers geven aan dat het aanbesteden van een brugontwerp, eventueel in bouwteamverband, essentieel is. In een standaard D&C aanbesteding is het aanbieden van een houten brug een te grote en risicovolle investering. (Innovita, 2020)

Subvraag 1 Aanbesteding: Past de wijze van inkopen/contracteren in de aanbestedingswet? Moet er iets geregeld worden in de inkoopstrategie om deze innovatie rechtmatig in te kunnen kopen? Hoeveel moeite kost het om deze aanpassingen te regelen?
Er is geen belemmering in de aanbestedingswet.

Subvraag 2 Contract: Past de innovatie in de huidige manier van contracteren of moeten er in de contracten aanpassingen gedaan worden om ruimte te geven aan de innovatie of nadrukkelijk aandacht worden besteed aan het marktrijp maken en aan de toepassing van de innovatie (intellectueel eigendom, licenties, gebruikersrecht, etc)? Hoeveel moeite kost het om dit te regelen?

Qua intellectueel eigendom zijn er geen belemmeringen voor inkoop verwacht.

Werkprocessen RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is de innovatie makkelijk inpasbaar in de werkprocessen van RWS? Is de inpasbaarheid in de RWS-werkprocessen besproken met en getoetst bij mensen die in deze werkprocessen werken? Deze opmerking geldt voor alle vragen die gaan over inpasbaarheid in RWS-werkprocessen.

Het gebruik van hout heeft weinig invloed op de werkprocessen.

Subvraag 1 Planning/programmering/budgettering: Heeft de innovatie impact op deze processen? Past de innovatie in plan- nings-processen/programmerings-processen/budgetterings-processen? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

De levensduur van een houten brug is een aandachtspunt. Vaak wordt 50-60 jaar gehanteerd voor een brug. Wat RWS vraagt is vaak langer dan dat (75-100 jaar). Marktpartijen geven aan dat een levensduur van 80-100 jaar ook mogelijk is maar dit is lastig te bewijzen.

Subvraag 2 Beheer en onderhoud: Heeft de innovatie impact op beheer en onderhoud? Past de innovatie in beheers- en onderhoudsactiviteiten? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

In de eerste jaren is regelmatig inspectie nodig (tweejaarlijks). Dit betekent een aanpassing op het inspectieregime. Voor inspectie van hout is specialistische kennis nodig. Die kennis is extern in te huren.

Monitoring door middel van vochtsensors is ook een optie. Dit is voor wegportalen ook gedaan.

Subvraag 3 ICT systemen: Heeft de innovatie impact op ICT-systemen? Past de innovatie binnen de huidige ICT-systemen van RWS? Zijn de aanpassingen te regelen?

Geen impact verwacht.

Subvraag 4 Andere werkprocessen dan bovenstaande: Zijn er andere werkprocessen waar de innovatie impact op heeft? Zijn daarbij nog aanpassingen nodig die te regelen zijn?

N.v.t.



Werkprocessen aannemer

Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is de innovatie makkelijk in te passen voor de aannemer?

Bij aannemers is ook beperkte kennis over bouwen met hout. Met fiets- en voetgangersbruggen wordt steeds meer ervaring opgedaan.



Veranderdruk

Status: Niet in orde, aandachtspunt

Is de veranderdruk voor het werk van RWS'ers beperkt?

-

Subvraag 1 Werkzekerheid: Beïnvloedt de innovatie de werkzekerheid van mensen? Is de inpassing qua werkzekerheid lastig?

Geen impact op werkzekerheid verwacht.

Subvraag 2 Aard van de werkzaamheden: Heeft de innovatie impact op de aard van de werkzaamheden van werknemers? Is de inpassing qua aard van de werkzaamheden lastig (bijvoorbeeld d.m.v. extra opleiding)?

Kennis van hout is beperkt. Denk aan kennis over construeren met hout, detaillering, houtsoorten, inspectie van hout etc.

Opleidingen in NL zijn hiervoor beperkt. Alleen de TU Delft biedt een vak houtconstructies aan. In het buitenland is meer expertise op dit vlak.

Risico's

De risico's waar rekening mee gehouden moet worden bij de toepassing van de innovatie



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Betrouwbaarheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is de innovatie betrouwbaar qua functioneren onder alle mogelijke omstandigheden?

Bij een goed ontwerp functioneert een houten brug gelijkwaardig aan een reguliere brug.

Beschikbaarheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Brengt de innovatie risico's voor de beschikbaarheid van netwerken of dienstverlening met zich mee?

Geen risico's verwacht.

Onderhoudbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Kan het onderhoud worden uitgevoerd onder de gestelde randvoorwaarden qua beschikbare tijd?

Het inspectieregime voor hout is anders.

Onderhoud is minder dan een stalen brug (die moet elke 15-20 jaar gecoat worden, bij hout hoeft dat niet). Het is wel belangrijk om de brug goed te inspecteren en eventuele zwakke plekken (houtrot) snel in kaart te hebben en dit te herstellen.

Door bij het ontwerp een onderhoudsplan te leveren kan dit worden geborgd.

Securiteit (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is het systeem gevoelig voor verstoringen van buitenaf (zoals vandalisme of diefstal)?

Nee.

Geborgenheid (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Voldoet de innovatie aan de geldende veiligheidseisen of kunnen er onacceptabele veiligheidsrisico's optreden?

Voldoet aan geldende veiligheidseisen.

Gezondheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op de (gezondheid van) gebruikers, omwonenden en werknemers?

Nee.



Milieu/omgeving

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op natuur en leefomgeving?

Nee.



Economie

Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Heeft de innovatie meerwaarde in de vorm van een gunstige prijs-kwaliteitverhouding?

De aanschafprijs is hoger. Qua kwaliteit is de brug minimaal gelijkwaardig. Aan het einde van de levensduur houdt hout een restwaarde.



Politiek

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie binnen de context van politiek en beleid?

Houten bruggen passen binnen KCI doelen.

Deel 3: Reflectie

Zijn er andere belemmeringen/uitdagingen die hiervoor nog niet aan de orde zijn geweest?

-

Wat is uw grootste eigen zorg of uitdaging?

-

Wat zijn de belangrijkste acties die u na het invullen van deze tool gaat ondernemen?

-



Stakeholder Readiness Level

<https://srl-tool.nl>

Deel 1: Projectinformatie

Damwanden Oevers - hout

Naam van de innovatie:	Damwanden Oevers - hout
Naam invuller(s):	Willemijn Drok
Datum van vandaag:	2021-07-10

Hoe ver is de innovatie qua ontwikkeling?

-

Extra informatie

Uw rol(len) in deze innovatie:	
Naam van Rijkswaterstaatproces waar deze innovatie onder valt:	
Startdatum:	

Wat is de innovatie en wat wordt er met de innovatie beoogd? Aan welke RWS-doelen en IenW-doelen draagt de innovatie bij?

-

Waar komt het initiatief vandaan?

-

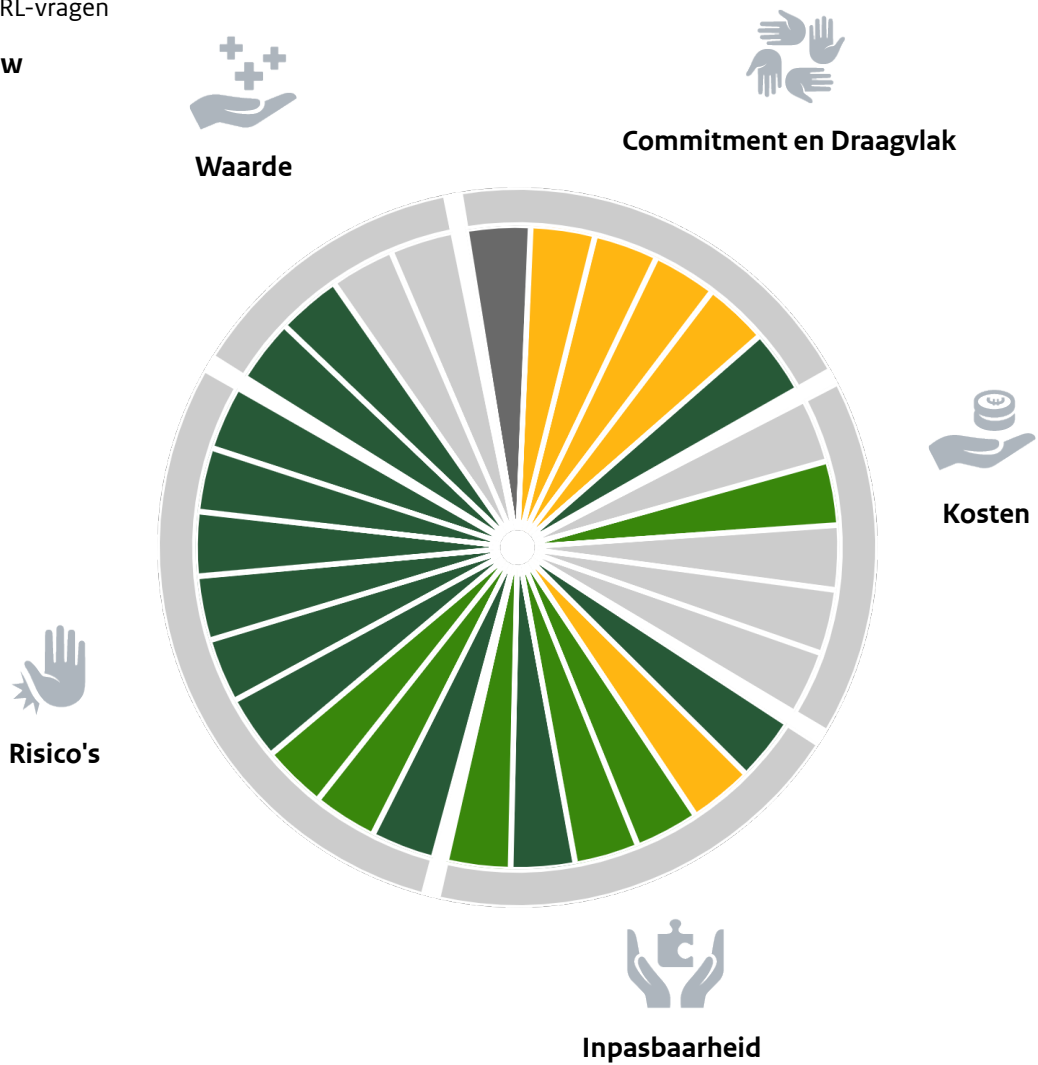
Omschrijving innovatie aanbieder: aard organisatie, omvang, positie in de markt, met wie wordt er samengewerkt (indien van toepassing)?

-

Hoe ziet het tijdpad van deze innovatie eruit?

-

Overview



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Waarde

De meerwaarde van de innovatie voor Rijkswaterstaat



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Meerwaarde voor RWS (opgaven)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie significante meerwaarde voor de RWS opgaven?

De meerwaarde van hout zit met name in de bijdrage aan de KCI doelen.

Daarnaast zit er een esthetisch aspect aan, sommige mensen vinden houten damwanden mooier dan stalen damwanden.

Meerwaarde voor RWS (focuspunten)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Draagt de innovatie bij aan de focuspunten van RWS?

Houten damwanden dragen bij aan de KCI doelen.

Meerwaarde voor andere gebruikers
Status: Niet van toepassing

Heeft de innovatie ook meerwaarde voor andere gebruikers?

-

Generieke maatschappelijke baten
Status: Niet van toepassing

Heb je in beeld of de innovatie maatschappelijke waarden heeft?

-

Commitment en Draagvlak

Het enthousiasme en commitment binnen de organisatie voor de innovatie en de bereidheid om de innovatie toe te passen.



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Bestuurlijk draagvlak intern RWS
Status: Nog onbekend

Is er bestuurlijk draagvlak?

-

Opdrachtgever intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een opdrachtgever met voldoende doorzetmacht intern en voelt die zich ook echt sponsor?

Er is op dit moment niemand die houten damwanden intern promoot.

Projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een gedreven interne projectleider met voldoende tijd?

Op dit moment is die projectleider er niet.

Conditie projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heeft de projectleider een duidelijke opdracht, met bijbehorend mandaat?

Op dit moment is er geen projectleider die de opdracht heeft om te zorgen voor houten damwanden.

Draagvlak intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie binnen de organisatie?

Bij assetmanagers ligt er mogelijk een probleem qua draagvlak, vanwege de levensduur van hout (25-30 jaar) die korter is dan die van staal (75 jaar). Dit betekent dat vaker vervanging nodig is. Assetmanagers hebben een voorkeur voor een langere levensduur (en daar is RWS momenteel ook op ingericht).

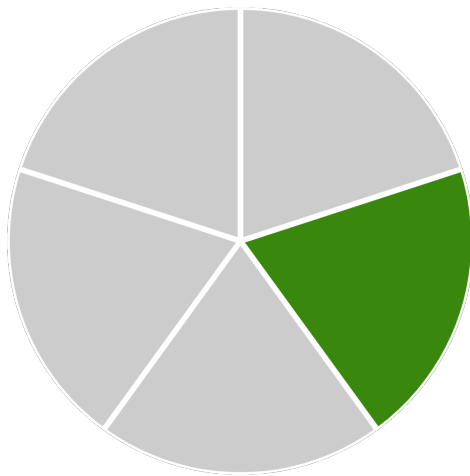
Draagvlak omgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie in de omgeving?

Voor de omgeving maakt het type damwand geen verschil.

Kosten

De (meer)kosten die met de innovatie gemoeid zijn (voor de ontwikkeling en toepassing) en de dekking van de kosten



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

■ Ontwikkelkosten
Status: Niet van toepassing

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de ontwikkeling van deze innovatie?

Houten damwanden zijn bestaande techniek, ontwikkelkosten zijn niet aan de orde.

Subvraag 1 Generiek: hoe hoog zijn de (geschatte) ontwikkelkosten voor RWS aan deze innovatie?

N.v.t.

Subvraag 2 Huidige stap: is in beeld wat de ontwikkeling van de innovatie op korte termijn kost? Hoeveel?

N.v.t.

Subvraag 3 Doorkijk naar de toekomst: Is er een doorkijk naar de toekomst en is duidelijk wat de ontwikkeling RWS kost? (ordegrootte)

N.v.t.

■ Kosten toepassing
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de toepassing?

De aanleg van houten damwanden is goedkoper dan stalen damwanden. Omdat de levensduur korter is zijn er op termijn (na 25-30 jaar) kosten te verwachten voor vervanging.

Subvraag 1 Aanschaf-kosten: Zijn er meerkosten voor de aanschaf? (ordegrootte)

Nee, de aanleg is goedkoper.

Subvraag 2 Operationele kosten: Zijn er operationele kosten (support, energiekosten, onderhouds- en vervangingskosten) op hoofdlijnen? (ordegrootte)

De ontwikkeling zorgt er voor dat damwanden vaker vervangen moeten worden (levensduur 25-30 jaar in plaats van 75 jaar). Wanneer hout meer toegepast wordt zorgt dit voor meer vervangingen in de toekomst. Het is nog niet duidelijk wat de meerkosten hier van zijn.

Subvraag 3 Transitiekosten: Zijn er kosten verbonden aan de overstap (bijvoorbeeld omscholing werknemers, training, afkomen van huidige producten/werkwijzen)? (ordegrootte)

N.v.t. Kennis met betrekking tot houten damwanden in de organisatie is voldoende, omdat ze van oudsher al worden toegepast.

■ Investeringsbereidheid externe partijen
Status: Niet van toepassing

Is er voldoende investeringsbereidheid bij externe partijen?

N.v.t.

Subvraag 1 Marktpartijen: Is er investeringsbereidheid van (andere) marktpartijen in de innovatie? Wie zijn deze partijen (innovator zelf, andere marktpartijen / ontwikkelaars)?

-

Subvraag 2 Andere afnemers: Is er voldoende (zicht op) investeringsbereidheid van (andere) afnemers in (de ontwikkeling en/of toepassing van) de innovatie? Wie zijn deze partijen (andere overheden/afnemers)?

-



Investeringsbereidheid RWS
Status: Niet van toepassing

Is er voldoende investeringsbereidheid bij RWS?

-



Business model
Status: Niet van toepassing

Is er een business model voor alle partijen die investeren?

-

Inpasbaarheid

De mate van aanpassing die nodig is om de innovatie in te passen in bestaande (werk)processen en/of om processen aan te passen



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Huidige wet- en regelgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie in de huidige wet- en regelgeving (extern RWS)?

Houten damwand past binnen wetgeving.

Kaders en richtlijnen intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Past de innovatie binnen de kaders en richtlijnen intern RWS?

Qua technische eisen zijn er geen belemmeringen voor damwanden tot ca 6 m planklengte.

De enige belemmering is de eis voor 75 jaar levensduur, die niet in alle gevallen gehaald kan worden. Hout rond de waterlijn gaat vaak 25-30 jaar mee. Al zijn er leveranciers die aangeven dat ze houten damwanden met een levensduur van 40 jaar kunnen leveren.

Inkoopstrategie RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Past de innovatie in de inkoopstrategie van RWS?

Het voorschrijven van houten damwanden is tegen het beleid RWS in. Echter, wanneer de MKI gebruikt wordt in de aanbesteding en houten damwanden worden genomen als referentie, dan zal de markt ook met een houten damwand als oplossing komen. Op die manier is het in te passen in de inkoopstrategie.

Subvraag 1 Aanbesteding: Past de wijze van inkopen/contracteren in de aanbestedingswet? Moet er iets geregeld worden in de inkoopstrategie om deze innovatie rechtmatig in te kunnen kopen? Hoeveel moeite kost het om deze aanpassingen te regelen?
Geen aanpassingen nodig.

Subvraag 2 Contract: Past de innovatie in de huidige manier van contracteren of moeten er in de contracten aanpassingen gedaan worden om ruimte te geven aan de innovatie of nadrukkelijk aandacht worden besteed aan het marktrijp maken en aan de toepassing van de innovatie (intellectueel eigendom, licenties, gebruikersrecht, etc)? Hoeveel moeite kost het om dit te regelen?

Voor damwanden binnen de TRL9 geen aanpassingen nodig. Voor langere damwanden / diepere vaarwegen is ruimte voor innovatie (proefvakken) zinvol.

Werkprocessen RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie makkelijk inpasbaar in de werkprocessen van RWS? Is de inpasbaarheid in de RWS-werkprocessen besproken met en getoetst bij mensen die in deze werkprocessen werken? Deze opmerking geldt voor alle vragen die gaan over inpasbaarheid in RWS- werkprocessen.

De innovatie is inpasbaar.

Subvraag 1 Planning/programmering/budgettering: Heeft de innovatie impact op deze processen? Past de innovatie in plan- nings-processen/programmerings-processen/budgetterings-processen? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

Planning: geen impact

Budget: aanschaf goedkoper

Programmering: moet aangepast worden op de levensduur van houten damwanden ipv de levensduur van stalen damwanden. Dit heeft impact op de programmering.

Subvraag 2 Beheer en onderhoud: Heeft de innovatie impact op beheer en onderhoud? Past de innovatie in beheers- en onderhoudsactiviteiten? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

Beheer- en onderhoud van een houten damwand is anders dan van staal. Een groot deel van het areaal van RWS heeft nog houten damwanden, dit is niet wezenlijk anders.

Subvraag 3 ICT systemen: Heeft de innovatie impact op ICT-systemen? Past de innovatie binnen de huidige ICT-systemen van RWS? Zijn de aanpassingen te regelen?

Geen impact voorzien.

Subvraag 4 Andere werkprocessen dan bovenstaande: Zijn er andere werkprocessen waar de innovatie impact op heeft? Zijn daarbij nog aanpassingen nodig die te regelen zijn?

Geen impact voorzien.



Werkprocessen aannemer

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is de innovatie makkelijk in te passen voor de aannemer?

Voor de aannemer levert dit geen probleem op. Doordat houten damwanden wat breder zijn, kan de uitvoeringsduur iets langer zijn dan bij stalen damwanden.



Veranderdruk

Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de veranderdruk voor het werk van RWS'ers beperkt?

-

Subvraag 1 Werkzekerheid: Beïnvloedt de innovatie de werkzekerheid van mensen? Is de inpassing qua werkzekerheid lastig?

Geen invloed verwacht.

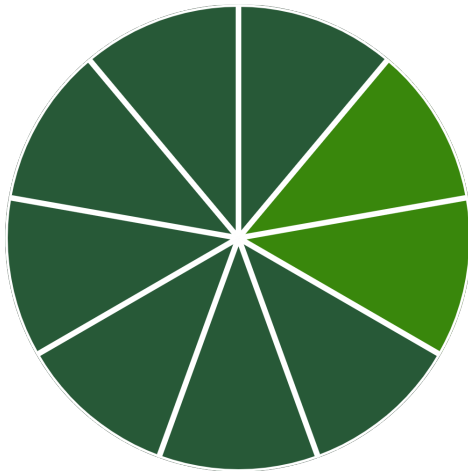
Subvraag 2 Aard van de werkzaamheden: Heeft de innovatie impact op de aard van de werkzaamheden van werknemers? Is de inpassing qua aard van de werkzaamheden lastig (bijvoorbeeld d.m.v. extra opleiding)?

Voor verkenning, planvorming en uitvoering is er een verandering op de aard van de werkzaamheden.

Voor de assetmanager en programmering moet rekening gehouden worden met een kortere levensduur van de damwand.

Risico's

De risico's waar rekening mee gehouden moet worden bij de toepassing van de innovatie



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Betrouwbaarheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is de innovatie betrouwbaar qua functioneren onder alle mogelijke omstandigheden?

Ja, voor de lengtes binnen de TRL.

Grotere lengtes moet onderzocht worden.

Beschikbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Brengt de innovatie risico's voor de beschikbaarheid van netwerken of dienstverlening met zich mee?

Wordt meegenomen in onderzoek.

Onderhoudbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Kan het onderhoud worden uitgevoerd onder de gestelde randvoorwaarden qua beschikbare tijd?

Onderhoud kost niet meer, alleen eerder vervangen door kortere levensduur.

Securiteit (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is het systeem gevoelig voor verstoringen van buitenaf (zoals vandalisme of diefstal)

Nee.

Geborgenheid (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Voldoet de innovatie aan de geldende veiligheidsseisen of kunnen er onacceptabele veiligheidsrisico's optreden?

Nee.

Gezondheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op de (gezondheid van) gebruikers, omwonenden en werknemers?

Nee.

Milieu/omgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op natuur en leefomgeving?

Nee.



Economie

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie meerwaarde in de vorm van een gunstige prijs-kwaliteitverhouding?

Ja, aanschaf hout is goedkoper dan staal.



Politiek

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie binnen de context van politiek en beleid?

Ja, binnen het transitiepad en doelstellingen klimaat en circulariteit.

Deel 3: Reflectie

Zijn er andere belemmeringen/uitdagingen die hiervoor nog niet aan de orde zijn geweest?

-

Wat is uw grootste eigen zorg of uitdaging?

-

Wat zijn de belangrijkste acties die u na het invullen van deze tool gaat ondernemen?

-



Stakeholder Readiness Level

<https://srl-tool.nl>

Deel 1: Projectinformatie

Transitiepad Kuntswerken hout - Geluidsschermen

Naam van de innovatie:	Transitiepad Kuntswerken hout - Geluidsschermen
Naam invuller(s):	Willemijn Drok
Datum van vandaag:	2021-10-19

Hoe ver is de innovatie qua ontwikkeling?

-

Extra informatie

Uw rol(len) in deze innovatie:	
Naam van Rijkswaterstaatproces waar deze innovatie onder valt:	
Startdatum:	

Wat is de innovatie en wat wordt er met de innovatie beoogd? Aan welke RWS-doelen en IenW-doelen draagt de innovatie bij?

-

Waar komt het initiatief vandaan?

-

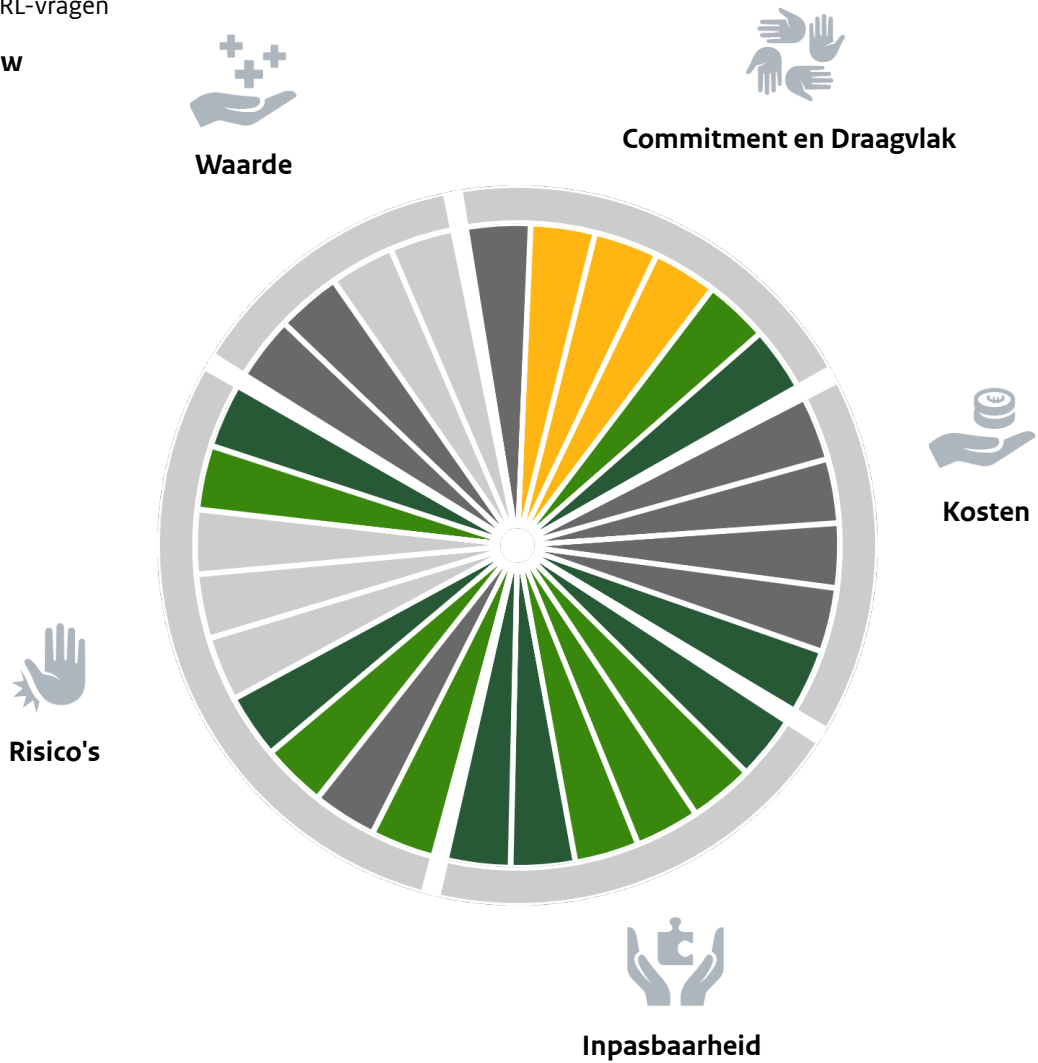
Omschrijving innovatie aanbieder: aard organisatie, omvang, positie in de markt, met wie wordt er samengewerkt (indien van toepassing)?

-

Hoe ziet het tijdpad van deze innovatie eruit?

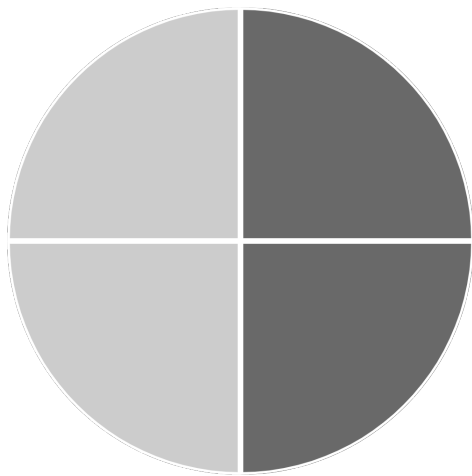
-

Overview



Waarde

De meerwaarde van de innovatie voor Rijkswaterstaat



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Meerwaarde voor RWS (opgaven)
Status: Nog onbekend

Heeft de innovatie significante meerwaarde voor de RWS opgaven?

De meerwaarde voor RWS zit in het halen van de doelen op klimaat en circulariteit.

Meerwaarde voor RWS (focuspunten)
Status: Nog onbekend

Draagt de innovatie bij aan de focuspunten van RWS?

Draagt bij aan focuspunt Duurzame Leefomgeving.

Meerwaarde voor andere gebruikers
Status: Niet van toepassing

Heeft de innovatie ook meerwaarde voor andere gebruikers?

N.v.t.

Generieke maatschappelijke baten
Status: Niet van toepassing

Heb je in beeld of de innovatie maatschappelijke waarden heeft?

Niet anders dan de reeds genoemde meerwaarde op gebied van klimaat en circulariteit.

Commitment en Draagvlak

Het enthousiasme en commitment binnen de organisatie voor de innovatie en de bereidheid om de innovatie toe te passen.



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Bestuurlijk draagvlak intern RWS
Status: Nog onbekend

Is er bestuurlijk draagvlak?

-

Opdrachtgever intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een opdrachtgever met voldoende doorzetmacht intern en voelt die zich ook echt sponsor?

Op dit moment is er geen interne opdrachtgever die hout in geluidsschermen stimuleert.

Projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een gedreven interne projectleider met voldoende tijd?

Geen projectleider die belast is met hout in geluidsschermen bekend.

Conditie projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heeft de projectleider een duidelijke opdracht, met bijbehorend mandaat?

-

Draagvlak intern RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie binnen de organisatie?

Als voldoende onderbouwd wordt dat de levensduur en akoestische eisen gehaald worden vindt men het verder prima.

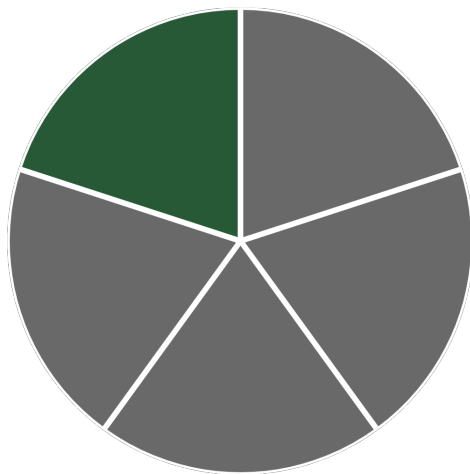
Draagvlak omgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie in de omgeving?

Voor omgeving maakt het weinig verschil. De uitstraling van een houten scherm wordt over het algemeen al positief gezien (natuurlijk, duurzaam).

Kosten

De (meer)kosten die met de innovatie gemoeid zijn (voor de ontwikkeling en toepassing) en de dekking van de kosten



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Ontwikkelkosten
Status: Nog onbekend

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de ontwikkeling van deze innovatie?

Ontwikkelkosten zijn onbekend.

Nu nog weinig ervaring met een houten geluidsscherm. Ontwikkelkosten mogelijk voor modulair geluidsscherm - hout & biobased versie.

Subvraag 1 Generiek: hoe hoog zijn de (geschatte) ontwikkelkosten voor RWS aan deze innovatie?

-

Subvraag 2 Huidige stap: is in beeld wat de ontwikkeling van de innovatie op korte termijn kost? Hoeveel?

-

Subvraag 3 Doorkijk naar de toekomst: Is er een doorkijk naar de toekomst en is duidelijk wat de ontwikkeling RWS kost? (ordegrootte)

-

Kosten toepassing
Status: Nog onbekend

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de toepassing?

Afhankelijk of gekozen wordt voor de Greenwall of dat een biobased versie van het modulair geluidsscherm wordt gevraagd. Kosten nog niet inzichtelijk.

Subvraag 1 Aanschaf-kosten: Zijn er meerkosten voor de aanschaf? (ordegrootte)

-

Subvraag 2 Operationele kosten: Zijn er operationele kosten (support, energiekosten, onderhouds- en vervangingskosten) op hoofdlijnen? (ordegrootte)

-

Subvraag 3 Transitiekosten: Zijn er kosten verbonden aan de overstap (bijvoorbeeld omscholing werknemers, training, afkomen van huidige producten/werkwijzen)? (ordegrootte)

-

Investeringsbereidheid externe partijen
Status: Nog onbekend

Is er voldoende investeringsbereidheid bij externe partijen?


-

Subvraag 1 Marktpartijen: Is er investeringsbereidheid van (andere) marktpartijen in de innovatie? Wie zijn deze partijen (innovator zelf, andere marktpartijen / ontwikkelaars)?

-


Subvraag 2 Andere afnemers: Is er voldoende (zicht op) investeringsbereidheid van (andere) afnemers in (de ontwikkeling en/of toepassing van) de innovatie? Wie zijn deze partijen (andere overheden/afnemers)?

-

 Investeringsbereidheid RWS
Status: *Nog onbekend*

Is er voldoende investeringsbereidheid bij RWS?

-

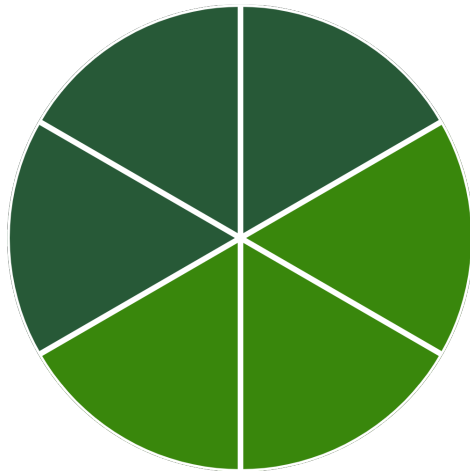
 Business model
Status: *In orde (gevalideerd/geregeld)*

Is er een business model voor alle partijen die investeren?

Het businessmodel kan volgens het reguliere model voor geluidsschermen (aanschaf door RWS).

Inpasbaarheid

De mate van aanpassing die nodig is om de innovatie in te passen in bestaande (werk)processen en/of om processen aan te passen



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Huidige wet- en regelgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie in de huidige wet- en regelgeving (extern RWS)?

Houten geluidsschermen passen binnen de geldende wet- en regelgeving.

Kaders en richtlijnen intern RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Past de innovatie binnen de kaders en richtlijnen intern RWS?

Vanuit het Meerjarenprogramma Geluidsanering (MJP) wordt de eis gesteld dat een scherm geluid moet absorberen. Een houten reflectiescherm voldoet dan dus niet. Dat betekent dat in de praktijk dat er een cassette wordt gebouwd met een geluidsabsorberend materiaal er in (bijvoorbeeld steenwol). Voor 130 locaties binnen het MJP zijn al ontwerpkeuzes gemaakt voor de geluidsschermen. Het voorschrijven van een houten geluidsscherm is voor deze locaties niet mogelijk. In de realisatie is nog wel enige ruimte om de keuze die is gemaakt tegen het licht te houden en klanteisen op te halen (bijvoorbeeld van de gemeente of omwonenden).

In 2005 heeft RWS het 'modulair geluidsscherm' ontwikkeld, een ontwerp van een geluidsscherm op basis van randvoorwaarden die RWS stelt. Randvoorwaarden zijn bijvoorbeeld standaard maten, altijd (een veelvoud van) 6 m afstand tussen de standers. Het modulair geluidsscherm kan ook met houten vlakvulling worden uitgevoerd. Sinds de beleidswijziging om functioneel uit te vragen wordt het modulair geluidsscherm niet meer voorgeschreven.

Inkoopstrategie RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Past de innovatie in de inkoopstrategie van RWS?

Het voorschrijven van hout past niet binnen de kaders van het inkoopbeleid. In de uitvraag kan met gunningscriteria zoals MKI wel gestuurd worden op inkoop van hout.

Subvraag 1 Aanbesteding: Past de wijze van inkopen/contracteren in de aanbestedingswet? Moet er iets geregeld worden in de inkoopstrategie om deze innovatie rechtmatig in te kunnen kopen? Hoeveel moeite kost het om deze aanpassingen te regelen?

-

Subvraag 2 Contract: Past de innovatie in de huidige manier van contracteren of moeten er in de contracten aanpassingen gedaan worden om ruimte te geven aan de innovatie of nadrukkelijk aandacht worden besteed aan het marktrijp maken en aan de toepassing van de innovatie (intellectueel eigendom, licenties, gebruikersrecht, etc)? Hoeveel moeite kost het om dit te regelen?

-

Werkprocessen RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie makkelijk inpasbaar in de werkprocessen van RWS? Is de inpasbaarheid in de RWS-werkprocessen besproken met en getoetst bij mensen die in deze werkprocessen werken? Deze opmerking geldt voor alle vragen die gaan over inpasbaarheid in RWS- werkprocessen.

Geen impact op werkprocessen verwacht.

Subvraag 1 Planning/programmering/budgettering: Heeft de innovatie impact op deze processen? Past de innovatie in planings-processen/programmerings-processen/budgetterings-processen? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

De levensduur eis voor geluidsschermen is 30 jaar. Instandhouding voor hout vraagt mogelijk om frequenter inspectie.

Al wordt in het LCA-rapport aangegeven dat de opties met houten vlakvulling ook zonder onderhoud de vereiste levensduur haalt.

Subvraag 2 Beheer en onderhoud: Heeft de innovatie impact op beheer en onderhoud? Past de innovatie in beheers- en onderhoudsactiviteiten? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?

Volgens de LCA is geen onderhoud nodig om de houten geluidsschermen in stand te houden. Voor het geleverde geluidsscherm zou om de kleur te behouden het scherm na 10 jaar overgeschilderd moeten worden. Na deze periode dient het geïmpregneerde hout weerstand te bieden tegen aantasting.

Subvraag 3 ICT systemen: Heeft de innovatie impact op ICT-systemen? Past de innovatie binnen de huidige ICT-systemen van RWS? Zijn de aanpassingen te regelen?

Geen impact specifiek voor hout. Algemeen geldt dat de geluidswerende functie van een scherm niet goed opgenomen kan worden in BIM air.

Subvraag 4 Andere werkprocessen dan bovenstaande: Zijn er andere werkprocessen waar de innovatie impact op heeft? Zijn daarbij nog aanpassingen nodig die te regelen zijn?

N.v.t.



Werkprocessen aannemer

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is de innovatie makkelijk in te passen voor de aannemer?

Geen problemen voorzien.



Veranderdruk

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is de veranderdruk voor het werk van RWS'ers beperkt?

Ja, er is voldoende kennis in de organisatie.

Subvraag 1 Werkzekerheid: Beïnvloedt de innovatie de werkzekerheid van mensen? Is de inpassing qua werkzekerheid lastig?

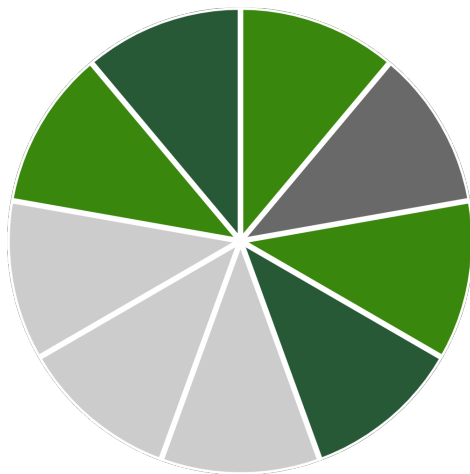
Geen invloed verwacht.

Subvraag 2 Aard van de werkzaamheden: Heeft de innovatie impact op de aard van de werkzaamheden van werknemers? Is de inpassing qua aard van de werkzaamheden lastig (bijvoorbeeld d.m.v. extra opleiding)?

Geen invloed verwacht.

Risico's

De risico's waar rekening mee gehouden moet worden bij de toepassing van de innovatie



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Betrouwbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie betrouwbaar qua functioneren onder alle mogelijke omstandigheden?

Er is een risico op optreden van geluidlekken vanwege krimp, vervorming of degradatie van het hout. Het geluidscherm voldoet dan niet meer, met als gevolg dat de geluidhinder zal toenemen. Kan mogelijk worden gecompenseerd door extra degelijk ontwerp. Het risico is het grootst bij hoge schermen.

Beschikbaarheid
Status: Nog onbekend

Brengt de innovatie risico's voor de beschikbaarheid van netwerken of dienstverlening met zich mee?

N.v.t.

Onderhoudbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Kan het onderhoud worden uitgevoerd onder de gestelde randvoorwaarden qua beschikbare tijd?

RWS neemt geen onderhoud op. Hardhouten schermen of geïmpregneerd grenen moeten hier tegen kunnen.

Securiteit (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is het systeem gevoelig voor verstoringen van buitenaf (zoals vandalisme of diefstal)?

Vergelijkbaar met reguliere schermen.

Geborgenheid (veiligheid)
Status: Niet van toepassing

Voldoet de innovatie aan de geldende veiligheidseisen of kunnen er onacceptabele veiligheidsrisico's optreden?

Niet van toepassing.

Gezondheid
Status: Niet van toepassing

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op de (gezondheid van) gebruikers, omwonenden en werknemers?

Nee.

Milieu/omgeving
Status: Niet van toepassing

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op natuur en leefomgeving?

Nee.



Economie

Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Heeft de innovatie meerwaarde in de vorm van een gunstige prijs-kwaliteitverhouding?

Wanneer een extra hoge eis aan de geluidsisolatie gesteld wordt om degradatie te compenseren werkt dit kosten verhogend.

De meerkosten van hout zijn nog onbekend.



Politiek

Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie binnen de context van politiek en beleid?

Ja, past in de duurzaamheidsdoelen (klimaat en circulaair).

Deel 3: Reflectie

Zijn er andere belemmeringen/uitdagingen die hiervoor nog niet aan de orde zijn geweest?

-

Wat is uw grootste eigen zorg of uitdaging?

-

Wat zijn de belangrijkste acties die u na het invullen van deze tool gaat ondernemen?

-



Stakeholder Readiness Level

<https://srl-tool.nl>

Deel 1: Projectinformatie

Remmingwerken - hout

Naam van de innovatie:	Remmingwerken - hout
Naam invuller(s):	Willemijn Drok
Datum van vandaag:	2021-10-20

Hoe ver is de innovatie qua ontwikkeling?

-

Extra informatie

Uw rol(len) in deze innovatie:	
Naam van Rijkswaterstaatproces waar deze innovatie onder valt:	
Startdatum:	

Wat is de innovatie en wat wordt er met de innovatie beoogd? Aan welke RWS-doelen en IenW-doelen draagt de innovatie bij?

-

Waar komt het initiatief vandaan?

-

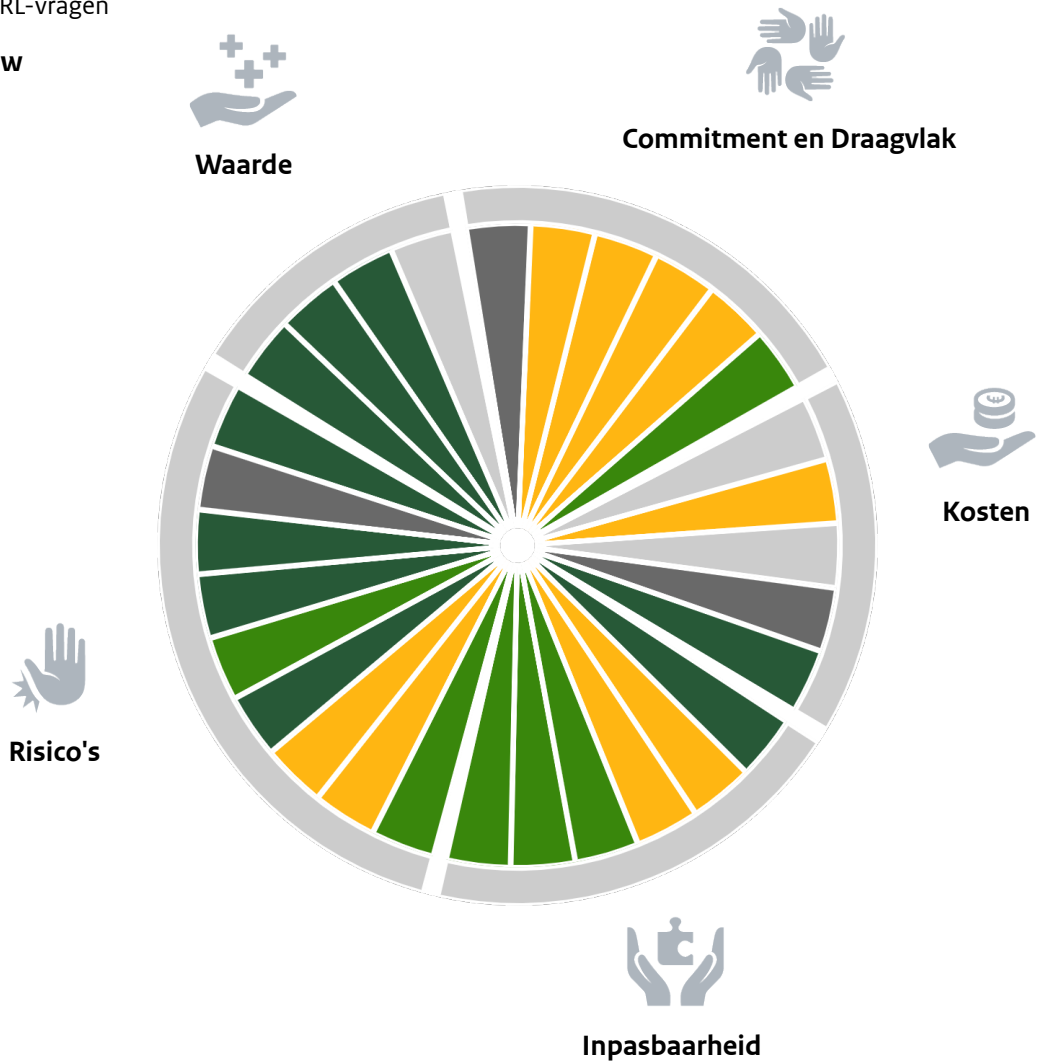
Omschrijving innovatie aanbieder: aard organisatie, omvang, positie in de markt, met wie wordt er samengewerkt (indien van toepassing)?

-

Hoe ziet het tijdpad van deze innovatie eruit?

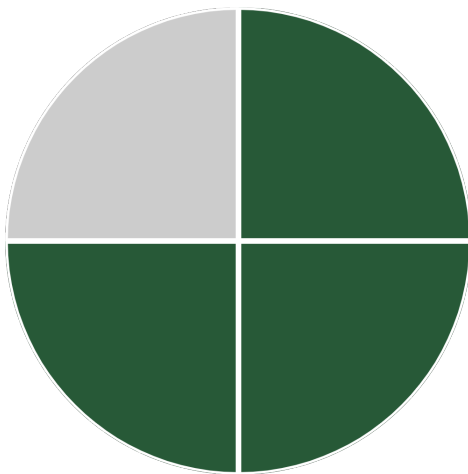
-

Overview



Waarde

De meerwaarde van de innovatie voor Rijkswaterstaat



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Meerwaarde voor RWS (opgaven)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie significante meerwaarde voor de RWS opgaven?

De meerwaarde van hout zit in de bijdrage aan het behalen van de doelen voor klimaatneutrale en circulaire infrastructuur.

Meerwaarde voor RWS (focuspunten)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Draagt de innovatie bij aan de focuspunten van RWS?

Hout kan een bijdrage leveren aan focuspunt 'duurzame leefomgeving'.

Meerwaarde voor andere gebruikers
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie ook meerwaarde voor andere gebruikers?

Voor eigenaren van schepen is een voordeel dat hout een zacht materiaal is dat bij een aanvaring minder schade aan het schip aanbrengt.

Generieke maatschappelijke baten
Status: Niet van toepassing

Heb je in beeld of de innovatie maatschappelijke waarden heeft?

Geen andere dan al benoemd.

Commitment en Draagvlak

Het enthousiasme en commitment binnen de organisatie voor de innovatie en de bereidheid om de innovatie toe te passen.



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Bestuurlijk draagvlak intern RWS
Status: Nog onbekend

Is er bestuurlijk draagvlak?

-

Opdrachtgever intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een opdrachtgever met voldoende doorzetmacht intern en voelt die zich ook echt sponsor?

Geen opdrachtgever bekend momenteel.

Projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er een gedreven interne projectleider met voldoende tijd?

Geen projectleider bekend.

Conditie projectleider intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heeft de projectleider een duidelijke opdracht, met bijbehorend mandaat?

Geen projectleider bekend, dus ook geen duidelijke opdracht of mandaat.

Draagvlak intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie binnen de organisatie?

Draagvlak is een aandachtspunt. Beheerders willen het meest geschikte materiaal, en laten dat graag aan de markt over. Hout heeft niet zo'n goed imago vanwege onderhoudbaarheid en beschikbaarheid.

Draagvlak omgeving
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is er voldoende draagvlak voor de innovatie in de omgeving?

Hier wordt geen probleem voorzien. Voor gebruiker maakt het waarschijnlijk weinig verschil.

Kosten

De (meer)kosten die met de innovatie gemoeid zijn (voor de ontwikkeling en toepassing) en de dekking van de kosten



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Ontwikkelkosten
Status: Niet van toepassing

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de ontwikkeling van deze innovatie?

Geen ontwikkelkosten van toepassing.

Subvraag 1 Generiek: hoe hoog zijn de (geschatte) ontwikkelkosten voor RWS aan deze innovatie?

-

Subvraag 2 Huidige stap: is in beeld wat de ontwikkeling van de innovatie op korte termijn kost? Hoeveel?

-

Subvraag 3 Doorkijk naar de toekomst: Is er een doorkijk naar de toekomst en is duidelijk wat de ontwikkeling RWS kost? (ordegrootte)

-

Kosten toepassing
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Heb je in beeld wat de kosten zijn voor RWS verbonden aan de toepassing?

Geen exacte kosten in beeld, specialisten geven aan dat hout duurder is.

Subvraag 1 Aanschaf-kosten: Zijn er meerkosten voor de aanschaf? (ordegrootte)

Hout is duurder, ordegrootte niet bekend.

Subvraag 2 Operationele kosten: Zijn er operationele kosten (support, energiekosten, onderhouds- en varvangingskosten) op hoofdlijnen? (ordegrootte)

Onderhoudskosten naar verwachting hoger, ordegrootte niet bekend.

Subvraag 3 Transitiekosten: Zijn er kosten verbonden aan de overstap (bijvoorbeeld omscholing werknemers, training, afkomen van huidige producten/werkwijzen)? (ordegrootte)

N.v.t.

Investeringsbereidheid externe partijen
Status: Niet van toepassing

Is er voldoende investeringsbereidheid bij externe partijen?

Onbekend. Voor toepassing binnen RWS is deze investeringsbereidheid trouwens niet van toepassing, omdat geen ontwikkelkosten aanwezig zijn.

Subvraag 1 Marktpartijen: Is er investeringsbereidheid van (andere) marktpartijen in de innovatie? Wie zijn deze partijen (innovator zelf, andere marktpartijen / ontwikkelaars)?

Andere partijen die interesse kunnen hebben zijn gemeentes, provincies en waterschappen die kleinere wateren beheren. Geen inzicht in hun interesse in houten remmingwerken.

Subvraag 2 Andere afnemers: Is er voldoende (zicht op) investeringsbereidheid van (andere) afnemers in (de ontwikkeling en/of toepassing van) de innovatie? Wie zijn deze partijen (andere overheden/afnemers)?

Geen zicht op.



Investeringsbereidheid RWS
Status: *Nog onbekend*

Is er voldoende investeringsbereidheid bij RWS?

Onduidelijk wat de investeringsbereidheid is.



Business model
Status: *In orde (gevalideerd/geregeld)*

Is er een business model voor alle partijen die investeren?

Traditioneel model van aankoop van remmingwerk.

Inpasbaarheid

De mate van aanpassing die nodig is om de innovatie in te passen in bestaande (werk)processen en/of om processen aan te passen



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Huidige wet- en regelgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Past de innovatie in de huidige wet- en regelgeving (extern RWS)?
Geen belemmeringen verwacht.

Kaders en richtlijnen intern RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Past de innovatie binnen de kaders en richtlijnen intern RWS?
Richtlijn Vaarwegen (2020) belemmert toepassing van hout in sommige gevallen.

Inkoopstrategie RWS
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Past de innovatie in de inkoopstrategie van RWS?
Het beleid van RWS is om geen materiaal voor te schrijven.

Subvraag 1 Aanbesteding: Past de wijze van inkopen/contracteren in de aanbestedingswet? Moet er iets geregeld worden in de inkoopstrategie om deze innovatie rechtmatig in te kunnen kopen? Hoeveel moeite kost het om deze aanpassingen te regelen?
Het moet kunnen binnen de aanbestedingswet wanneer uitgevraagd wordt op de MKI.

Subvraag 2 Contract: Past de innovatie in de huidige manier van contracteren of moeten er in de contracten aanpassingen gedaan worden om ruimte te geven aan de innovatie of nadrukkelijk aandacht worden besteed aan het marktrijp maken en aan de toepassing van de innovatie (intellectueel eigendom, licenties, gebruikersrecht, etc)? Hoeveel moeite kost het om dit te regelen?
Past binnen huidige manier van contracteren.

Werkprocessen RWS
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie makkelijk inpasbaar in de werkprocessen van RWS? Is de inpasbaarheid in de RWS-werkprocessen besproken met en getoetst bij mensen die in deze werkprocessen werken? Deze opmerking geldt voor alle vragen die gaan over inpasbaarheid in RWS-werkprocessen.
Onbekend.

Subvraag 1 Planning/programmering/budgettering: Heeft de innovatie impact op deze processen? Past de innovatie in planings-processen/programmerings-processen/budgetterings-processen? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?
De aanschafprijs is hoger, dit heeft invloed op de budgettering.

Subvraag 2 Beheer en onderhoud: Heeft de innovatie impact op beheer en onderhoud? Past de innovatie in beheers- en onderhoudsactiviteiten? Zijn de aanpassingen die nodig zijn te regelen?
Beheerskosten zijn mogelijk hoger door kortere levensduur van hout, gevoeligheid van hout rond de waterlijn voor houtrot en risico op beschadigen wrijf hout bij aanvaringen. Echter, onderhoud van staal met actieve kathodische bescherming vraagt ook veel. Hoe hout precies uit dit vergelijk komt is niet bekend.

Subvraag 3 ICT systemen: Heeft de innovatie impact op ICT-systemen? Past de innovatie binnen de huidige ICT-systemen van RWS? Zijn de aanpassingen te regelen?

Geen invloed.

Subvraag 4 Andere werkprocessen dan bovenstaande: Zijn er andere werkprocessen waar de innovatie impact op heeft? Zijn daarbij nog aanpassingen nodig die te regelen zijn?

Geen.



Werkprocessen aannemer

Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie makkelijk in te passen voor de aannemer?

Een houten paal de bodem in trillen/drukken is lastiger dan een stalen buispaal plaatsen, maar kan wel. Detaillering van hout duurt ook langer.



Veranderdruk

Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de veranderdruk voor het werk van RWS'ers beperkt?

Ja.

Subvraag 1 Werkzekerheid: Beïnvloedt de innovatie de werkzekerheid van mensen? Is de inpassing qua werkzekerheid lastig?

Geen invloed.

Subvraag 2 Aard van de werkzaamheden: Heeft de innovatie impact op de aard van de werkzaamheden van werknemers? Is de inpassing qua aard van de werkzaamheden lastig (bijvoorbeeld d.m.v. extra opleiding)?

Geen extra opleiding nodig.

Risico's

De risico's waar rekening mee gehouden moet worden bij de toepassing van de innovatie



- Nog niet gestart
- Niet van toepassing
- Nog onbekend
- Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt
- Niet in orde, aandachtspunt
- Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker
- In orde (gevalideerd/geregeld)

Betrouwbaarheid
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Is de innovatie betrouwbaar qua functioneren onder alle mogelijke omstandigheden?

Voor de kleinere vaarwegen wel. Bij grotere vaarwegen niet.

Beschikbaarheid
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Brengt de innovatie risico's voor de beschikbaarheid van netwerken of dienstverlening met zich mee?

Geen risico op beschikbaarheid dienstverlening. Beschikbaarheid van het hout is wel een aandachtspunt.

Onderhoudbaarheid
Status: Lijkt niet in orde, mogelijk aandachtspunt

Kan het onderhoud worden uitgevoerd onder de gestelde randvoorwaarden qua beschikbare tijd?

Onderhoudbaarheid is een aandachtspunt. Waarschijnlijk vaker vervangen wrijfhouw na aanvaring, mogelijk kortere levensduur remmingwerk.

Securiteit (veiligheid)
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Is het systeem gevoelig voor verstoringen van buitenaf (zoals vandalisme of diefstal)?

Nee.

Geborgenheid (veiligheid)
Status: Lijkt in orde, maar weet het nog niet zeker

Voldoet de innovatie aan de geldende veiligheidseisen of kunnen er onacceptabele veiligheidsrisico's optreden?

Aandachtspunt wanneer een remmingwerk als aanmeersteiger gebruikt wordt, dat een anti-slipmiddel wordt toegepast op het beloopbaar oppervlak, want nat hout wordt snel glad.

Gezondheid
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op de (gezondheid van) gebruikers, omwonenden en werknemers?

Nee.

Milieu/omgeving
Status: In orde (gevalideerd/geregeld)

Heeft de innovatie een (negatieve) impact op natuur en leefomgeving?

Nee.



Economie

Status: *Nog onbekend*

Heeft de innovatie meerwaarde in de vorm van een gunstige prijs-kwaliteitverhouding?

Waarschijnlijk iets duurder. Ordegrootte onbekend.



Politiek

Status: *In orde (gevalideerd/geregeld)*

Past de innovatie binnen de context van politiek en beleid?

Ja, past goed binnen transitiepad kunstwerken.

Deel 3: Reflectie

Zijn er andere belemmeringen/uitdagingen die hiervoor nog niet aan de orde zijn geweest?

-

Wat is uw grootste eigen zorg of uitdaging?

-

Wat zijn de belangrijkste acties die u na het invullen van deze tool gaat ondernemen?

-