

# VERSLAG THEMASESSIE 'DOELSTELLINGEN BIJ DE V&R OPGAVE' | GEMEENTE ROTTERDAM

5 juli 2022

Gemeente Rotterdam heeft diverse ambitieuze beleidsdoelen voor de opgave van de beweegbare bruggen concreter gemaakt, bijvoorbeeld op het gebied van energie, circulariteit en schaarste aan mensen. Deze doelstellingen worden gebruikt voor de marktbenadering en door marktpartijen ingevuld tijdens de aanbesteding en uitvoering. In deze themasessie dagen we deelnemers uit om met elkaar en met Rotterdam van gedachten te wisselen over mogelijk gemiste kansen die bijdragen aan, of in elk geval niet strijdig zijn met, de doelstellingen van de gemeente.

Nathalie van Dalen en Harald Versteeg openen de themasessie. Harald licht kort het idee rondom seriematig werken toe, zoals dat ook tijdens de sessie 31 maart is gepresenteerd. ([PDF - analyse in het V&R Transitie Dashboard](#)). De eerste stap richting de ideale manier van seriematig werken is dat opdrachtgevers helder moeten zijn in hun doelstellingen en de prioritering hiervan. Hoe concreter, hoe beter. Als opdrachtgevers niet helder zijn in hun prioriteiten, kan de markt niet meedenken en zal dan ook niet investeren.

Uit de online survey die wij hebben uitgezet onder deelnemers, blijkt dat veel mensen “toekomstbestendigheid” een belangrijk aandachtspunt vinden in de V&R-opgave. In deze sessie zal aan de hand van de casus van de gemeente Rotterdam dit begrip “toekomstbestendigheid” verder worden uitgewerkt. Hierbij is een voorzet van de gemeente Rotterdam het startpunt. Met de deelnemers aan de sessie wordt verkend of de beelden van Rotterdam worden gedeeld en waar Rotterdam eventueel kansen laat liggen en waarom. Hoewel de casus gaat over beweegbare bruggen is de manier van denken ook toepasbaar op andere kunstwerken.

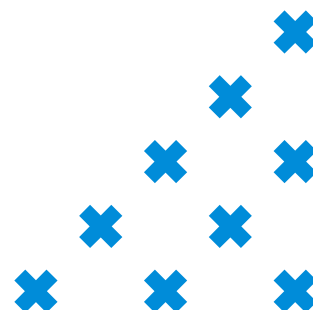
## Plenaire presentatie Gemeente Rotterdam – Diederik van Zanten

([Presentatie Gemeente Rotterdam](#))

Rotterdam heeft 61 beweegbare objecten, waarvan een groot aantal gerenoveerd moet worden en anderen deels vervangen. De bruggen hebben verschillende kenmerken en een aantal is niet meer beweegbaar gemaakt. De gemeente moet nog verder kijken naar de scope van de V&R-opgave voor de beweegbare bruggen. De bruggen staan niet op zichzelf. Ze zijn onderdeel van de stad en van het transportnetwerk. De toekomst van de stad is dus relevant voor de toekomst van de bruggen. Diederik presenteert daarom vijf richtinggevende perspectieven voor de toekomst van Rotterdam: compacte, inclusieve, duurzame, gezonde en productieve stad.

Binnen Rotterdam is een survey uitgevoerd naar de prioritering van mogelijke doelstellingen voor de V&R-opgave van de bruggen. Hier stond beschikbaarheid van objecten en tijdig opleveren van projecten bovenaan. Overlast beperken en toekomstbestendigheid worden daarna genoemd als belangrijkste doelen bij de V&R-opgave. Rotterdam heeft onder de noemer van toekomstbestendigheid naar een vijftal elementen gekeken: functionaliteit (en wijzigingen daarvan in de tijd), circulair ontwerpen (10 r-model, focussen op refuse, rethink, repair and recycle), klimaatverandering (hitte, wind en neerslag), energieverbruik (in de bouw) en onderhoudsarm (goed ontwerp, voorspellend onderhoud, onderzoek).

Diederik geeft aan dat het een kwestie is van de balans vinden tussen de verschillende doelstellingen, die mogelijk strijdig met elkaar zijn. De input van de sessie van vandaag is input voor het besluitvormingsproces om te komen tot concreet geformuleerde en geprioriteerde doelstellingen.



## Breakout-rooms

De sessie wordt vervolgens gesplitst in twee break-out rooms. In beide break-out rooms wordt gesproken over mogelijke veranderingen in functionaliteit in de toekomst. Vervolgens wordt in de ene ingegaan op Energie en Onderhoud, terwijl in de andere wordt gesproken over de aspecten Klimaatadaptatie en Circulariteit.

### Welke toekomstige veranderingen kunnen effect hebben op de functionaliteit van beweegbare bruggen? En wat betekent dit voor de scope van de V&R-opgave?

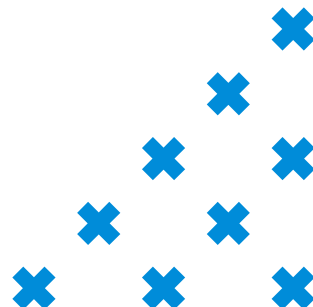
- Veel onzekerheid ten aanzien van de mobiliteitsvraag is een gegeven.
  - Functies van bruggen veranderen wanneer de omgeving verandert, zoals bijvoorbeeld wanneer een grote woonwijk wordt aangelegd. Het stedenbouwkundigvraagstuk is net zo groot. De discussie moet je dus breder trekken.
  - De veranderende verkeersintensiteit op zowel de weg als de vaarweg kan invloed hebben op de functionaliteit van beweegbare bruggen. Een route zou in de toekomst een ander soort vaarweg kunnen worden met andere eisen.
  - Een voorbeeld is dat andere verkeersstromen kunnen ontstaan door toenemend gebruik van mobiliteitshubs. Dit leidt mogelijk tot hogere of juist lagere belasting van het verkeer.
  - Ook moet bij de functionaliteit van beweegbare bruggen gelet worden op veranderende vormen van mobiliteit, bijvoorbeeld self driving vehicles en zwaardere accu's van elektrische vrachtwagens.
  - Hoe je het ook organiseert, er blijft onzekerheid ten aanzien van mobiliteitsbehoeften in de toekomst. Ingenieurs/bouwers verwachten dat de opdrachtgever (bv binnen de gemeente Rotterdam) visies heeft ten aanzien van de ontwikkeling van toekomstige mobiliteit. En dat een heldere realisatieopdracht wordt geformuleerd met functionele eisen, zodat de verantwoordelijkheid hoe wordt omgegaan met de onzekerheid niet bij de assetmanagementafdelingen ligt.
- Andere onderwerpen ten aanzien van veranderende functionaliteit die genoemd zijn:
  - Het toekomstige materiaalgebruik kan ook van invloed zijn, bijvoorbeeld het gebruik van opkomend materiaal vezel versterkt kunststof. Daarnaast kan schaarste van materiaal ook een effect gaan hebben.
  - Het verwachte tekort aan bedienings- en onderhoudspersoneel kan een cruciale rol gaan spelen.
  - Ook (maatschappelijke) eisen ten aanzien van duurzaamheid gaan bepalend zijn voor de functionaliteiten van de beweegbare bruggen. Genoemd wordt het voorbeeld van het streven naar energieneutrale bruggen in de gebruiksfase door de terugwinning van energie tijdens het sluiten van de brug.
  - Verder worden door verschillende deelnemers meerdere klimaatgerelateerde veranderingen benoemd die effect kunnen hebben op de functionaliteit van beweegbare bruggen, zoals veranderende waterstand en temperatuurontwikkeling.
  - Bestand zijn tegen aanvaringen en andere calamiteiten wordt genoemd, net als eventueel aanpassing van veiligheidseisen in het algemeen.

Deelnemers geven aan dat met een aantal onzekerheden rekening gehouden moet worden bij de V&R opgave voor beweegbare bruggen:

1. Veranderende mobiliteitsvraag van wegverkeer en scheepvaart;
2. Tekorten aan zowel onderhoudspersoneel als bedienpersoneel;
3. Duurzaamheidseisen vanuit de samenleving, bv energiegebruik.

De laatste twee komen terug bij de specifieke onderwerpen.

Specifiek ten aanzien van de scope van de V&R-opgave wordt benadrukt dat de gevraagde **levensduur** van de objecten van groot belang is en goed doordacht moet worden.



- De standaard eis is dat staalconstructies een levensduur van 100 jaar moeten hebben, we merken echter dat ze vaak niet de 100 jaar halen, want we worden ingehaald door ontwikkelingen; zwaarder en langer vrachtvervoer en veranderend gebruik. Bij aanpassingen worden de stalen frames een stuk zwaarder, wat een grote belasting is op de gehele constructie. Gaan we i.v.m. de stikstofcrisis niet anders vervoeren, bijvoorbeeld meer over water? De functionaliteit van bruggen verandert over tijd, hier moeten we rekening mee houden.
- Nicolay Vronik geeft aan in de gemeente Pekela met een vergelijkbaar vraagstuk te maken te hebben, maar met andere dynamiek en andere afwegingen. Het is belangrijk om continu te kijken hoe een object bijdraagt aan de verkeersstromen. Hoeveel objecten die we 20/30 jaar geleden hebben gebouwd voldoen nog aan de functionaliteiten? Past het wel om objecten voor 100 jaar te bouwen bij de vooruitgang? Bij objecten met een kortere levensduur investeer je veel geld voor korte tijd, maar objecten worden ook vaak eerder afgeschreven. Hoe ziet de wereld er over 10 jaar uit, kunnen we voldoende vooruitkijken en de infrastructuur hierop aanpassen?

Naast de levensduur is het belangrijk dat bij de doelstellingen van de V&R-opgave helder wordt gemaakt welke **mate van flexibiliteit** wordt gevraagd in het ontwerp. Daarbij moet expliciet gedacht worden aan overdimensionering en aanpasbaarheid.

- Het gepresenteerde standpunt van Rotterdam, dat een brug over de gehele breedte een uniforme constructie moet hebben, wordt bekritiseerd, omdat het een vorm van overdimensionering is en dat veel materiaal vergt.
- Opgemerkt wordt dat het lastig is om gewenste functionaliteit voor langere perioden te voorspellen. Aanpasbaarheid meenemen in het ontwerp is daarom een strategie om hiermee om te gaan. Bestaande bruggen kunnen dan aangepast worden.
- Je zou een brug voor lage belastingen kunnen ontwerpen met als optie om later extra voorspanning toe te voegen voor de toekomstige eventuele hogere belastingen.
- Rotterdam moet goed kijken hoe robuust je een brug wilt hebben, zodat aanpassing van gebruik mogelijk is in de toekomst. Daarbij is het verstandig om onderscheid te maken in de hoofdstructuur en de overige infrastructuur. De hoofdstructuren van een stad als Rotterdam zullen namelijk minder snel veranderen. In Pekela zal dat anders kunnen zijn.

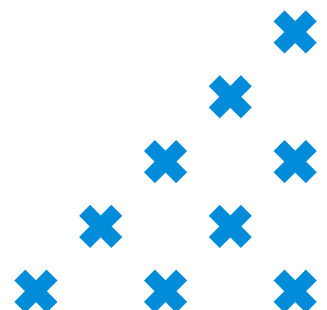
## Energie

Wat betreft energie stelt Rotterdam nu voor te kijken naar onderstaande punten:

- Energieverbruik van de bruggen juist in de bouw-, renovatie en sloopfase.
- Energieverbruik van de brug in de gebruiksfase zelf wordt als beperkt beschouwd: openen en sluiten, conditioneren van een ruimte.
- Centraal opwekken of inkopen van duurzame energie voor de beweegbare bruggen voorkomt complexe oplossingen bij de beweegbare bruggen: een beweegbare brug is in de basis al een zeer complex object, het toevoegen van installaties om energie op te wekken maakt het beheer en onderhoud van het object nog lastiger.

Aan de deelnemers in de sessie is gevraagd wat ze willen toevoegen aan deze punten of willen weghalen.

- Energiezuinigheid is wel genoemd als aspect waar aandacht voor moet zijn.
- Het energieverbruik van een brug is niet heel groot, bv ten opzichte van woonhuizen. Om dit aan te passen of om lokaal energie op te wekken is een grote investering nodig. Als hierdoor de installatie complexer en mogelijk minder betrouwbaar wordt, is dat onwenselijk. We moeten eerder kijken naar het grondstoffengebruik en de aanleg en onderhoud van de brug. Verwarming van bruggen kan wel efficiënter.
- Specifieke aandacht wordt gevraagd voor de elektrische systemen die geconditioneerd moeten worden, wat voor een relatief hoog energieverbruik zorgt. Conditioneringen van onderdelen vraagt veel energie. De gebruikte elektronische componenten moeten beter bestand zijn tegen een vochtig en kouder klimaat, zodat minder conditionering nodig is.
- We zouden moeten kijken naar verwacht gebruik, hoe vaak per dag de brug opengaat bepaalt wat voor type bewegingswerk je erin zet. Het is een afweging tussen energie besparen bij de aanleg van een brug die bijna nooit opengaat. Als een brug veelvuldig opengaat, is het effectief om hierbij te



kijken naar energiebesparingsmogelijkheden. Ook kan gekeken worden naar de windbelasting; een brug die alleen voor recreatie wordt gebruikt, hoeft misschien niet open te kunnen gaan bij windkracht 7, maar alleen tot windkracht 5.

- Energie opwekken en opslaan in een object maakt het object onderhoudsgevoeliger. Het is beter om dit centraal te regelen, daardoor blijf je flexibeler.
- Investeer in robuuste materialisering van niet vervangbare onderdelen. Dit geeft eenmalig een grote operatie bij de realisatie en geen lastige toekomstige wijzigingen die veel energie kosten (ontgravingsnetwerk, grondwerken, betonaanpassingen).
- Ontwerp een modulair systeem waarbij het energieverbruik ook aanpasbaar is.
- In de productie van de materialen naar de juiste oplossingen zoeken, bijvoorbeeld staalproductie met groene energie. Kijken naar wat voor alternatieve materialen er zijn en waar de meeste winst te behalen valt.
- Indien gebruik wordt gemaakt van lokaal opgewekte energie dan moet je het omvormen van energie beperken door directe levering uit de bron gelijk te schakelen.

Er is niet gesproken over eventuele invloed op het energieverbruik van scheepvaart en/of wegverkeer.

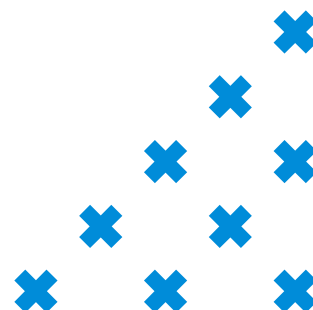
### Onderhoud

Wat betreft onderhoud kijkt Rotterdam nu naar onderstaande punten:

- Een goed ontwerp houdt rekening met onderhoud. Een ontwerp met een kleinere onderhoudsvraag is wenselijk. Voor bestaande bruggen is het ontwerp en de daarbij behorende onderhoudsvraag meestal een gegeven. Belangrijk is dat in beide gevallen voldoende onderhoud gedaan wordt.
- Voorspellend onderhoud kan kosten besparen, omdat het onderhoud op de juiste momenten gedaan wordt. Echter hebben tot op heden de pilots nog niet geleid tot voorspellingen die voldoende nauwkeurig waren. Voorspellend onderhoud kan ook door al aanwezige data specifiek te analyseren. Op deze wijze wordt geleerd en kan het moment van onderhoud geoptimaliseerd worden.
- Onzeker is of kwalitatief hoogwaardig voorspellend onderhoud voor beweegbare bruggen (die in tegenstelling tot veel bewegende objecten relatief weinig bewegen) mogelijk is. Onderzoek naar kansen van voorspellend onderhoud voor beweegbare bruggen is wenselijk om te bepalen of Rotterdam hierop moet inzetten.
- Het toevoegen van sensoren dient altijd doelmatig te gebeuren.

Aan de deelnemers in de sessie is gevraagd wat ze willen toevoegen aan deze punten of willen weghalen. Dat leverde de volgende reacties op:

- Het gebruik van standaardcomponenten zou het uitgangspunt moeten zijn bij nieuwbouw en bij vervanging. Bouw uniform/gebruik modulaire onderdelen en standaardiseer het ontwerp van meerdere gelijksoortige bruggen en pas daarna pas het architectonische deel toe.
- Er wordt vaak eerst een ontwerp gemaakt, later komt er pas een beheer- en onderhoudsplan bij. Hier zou vanaf het begin rekening mee moeten worden gehouden. Door standaardbeheer en onderhoud vanaf de voorkant helder te hebben, kun je ook betere keuzes maken. Kijk in hoeverre je (het minimaliseren en voorspelbaar maken van) de onderhoudscyclus al in het ontwerp kunnen meenemen en maak benodigde budgetten inzichtelijk zodat voor de lange termijn geld beschikbaar is wanneer dat nodig is voor doelmatig onderhoud. Bij de kleinere beheerders is onderhoud vaak een lastig punt.
- Onderhoud heeft veel te maken met gebrek aan inzicht: wanneer, hoe vaak, de juiste maatregelen en geld. Onderhoud moet een hoofdzaak worden i.p.v. een bijzaak, daarbij is seriematig onderhoud goedkoper.
- Sinds bruggen op afstand bediend worden zien we een stuk minder wat er aan de hand is met de brug. Brugwachters zagen dit vroeger continu. Werk samen met onderhoudsexperts en zet in op digitalisering om te komen tot onderhoudsarme bruggen. Sensortechnologie is een optie om dat te ondervangen, maar moet zich nog bewijzen en is niet op alle onderdelen toe te passen om echt inzicht te krijgen.



- Langjarig onderhoud contractueel regelen kan zorgen dat een zelflerend vermogen ontstaat.
- Onderhoud kost geen geld, het bespaart geld.
- Denk bij het ontwerp al na of onderhoud veilig uitgevoerd kan worden.
- Stem de onderhoudscyclus van verschillende onderdelen op elkaar af, zodat dit gecombineerd uitgevoerd kan worden en houd hier bij het ontwerp al rekening mee. En werk samen met aangesloten partijen om onderhoud te clusteren.
- Conservering is een grote kostenpost in onderhoud, schoonmaken verlengt de levensduur van conservering, maar wordt vaak niet uitgevoerd.
- Breng de kritieke punten in onderhoud bij de verschillende type bruggen in kaart en doe daar in de studiefase wat mee.
- Duurzaam en circulair onderhoud als speerpunt.

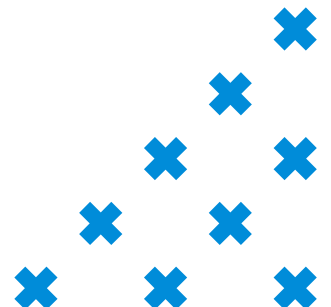
### Circulariteit

Betreft circulariteit kijkt Rotterdam nu naar onderstaande punten:

- *Refuse*: bruggen alleen daar toepassen waar echt nodig; 'refuse' indien mogelijk. Een alternatief voor een beweegbare brug kan een iets hogere vaste brug zijn met wellicht een licht uitneembaar dek voor incidentele openingen.
- *Rethink*: hierbij gaat het om het nastreven van uniformiteit van deelsystemen en het maken van constructies die lang mee kunnen gaan; dus het bewust robuuster maken van constructies om de levensduur te verlengen.
- *Repair*: maximaliseren van de levensduur van bestaande constructies.
- *Recycle*: Maak van oud staal weer nieuw staal en maak de transitie om hierbij gebruik te maken van groene energie. Zorg voor goed bouw informatiemanagement/objectinformatie.

Aan de deelnemers in de sessie is gevraagd wat ze willen toevoegen aan deze punten of willen weghalen. Dat leverde de volgende reacties op:

- 'refuse' is geen optie als er wel behoefte is.
- 'refuse and rethink' kunnen vooral op netwerkniveau, daarna komt pas 'repair' per project.
- 'recycle' vind ik niet sterk. In plaats daarvan zou ingezet moeten worden op toevoeging van 're-use' van elementen, want hierbij hoef je geen staal en beton te recyclen, wat enorm veel energie kost.
- 'reduce' is de belangrijkste van de 4 R-en. Minder grondstoffen en materiaal gebruiken maakt direct al impact op de Global Warming Potential.
- 'repair' waarbij levensduren van verschillende componenten beter op elkaar af kunnen worden gestemd.
- 'repair' is een goede optie, maar niet altijd de goedkoopste oplossing op langere termijn.
- 'rethink', en focus op uniformiteit
  - de uniformiteit en toegankelijkheid van een object/asset gedurende de levenscyclus levert ook wat op.
  - Doe inspiratie op bij andere gemeenten of brugbeheerders wat betreft 'rethink', hoe komen zij tot uniformiteit? En tot samenwerking?
- 'recycle' ook interpreteren op niveau van de gehele brug, die elders misschien beter past. Kijk bij het hergebruik van bruggen en bestaande bruggen naar bruggen die binnenkort beschikbaar komen en wellicht in deze situatie te gebruiken zijn. Opgemerkt wordt, dat in een stedelijke omgeving ruimtegebruik en de functionaliteit van een kruising absoluut leidend zijn ten opzichte van het onderwerp circulariteit. Het op systeemniveau zoeken naar een standaard circulariteitsoplossing is zinloos, het is altijd maatwerk.
- Bekijk ook de oplossing van een nieuwe brug als reële optie.
- Opgemerkt wordt dat losmaakbaarheid van de constructie wenselijk is, zowel op niveau van elementen als van individuele materialen. Ontwerpers geven aan dat dat wel vaak leidt tot extra materiaalgebruik (tot wel 30%) en dat elke losmaakbare verbinding in de meeste gevallen extra aandacht vergt qua onderhoud. Losmaakbaarheidseis op niveau van grotere bouwelementen wordt wel breed omarmd.



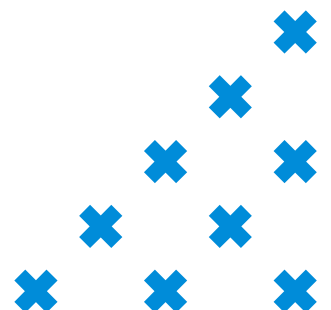
## Klimaat

Wat betreft klimaat kijkt Rotterdam nu naar onderstaande punten:

- Hitte: uitzetting brugdek wordt meegenomen in het ontwerp. Echter zien we vervormingen van de aanliggende kades, door (zwaarder) verkeer en bouwwerkzaamheden.
- Wind: rekening houden met lokale omstandigheden, bestaande bouw.
- Neerslag: effect op de bruggen beperkt.

Aan de deelnemers in de sessie is gevraagd wat ze willen toevoegen aan deze punten of willen weghalen. Dat leverde de volgende reacties op:

- De punten van Rotterdam worden grotendeels herkend.
  - Hitte is ontwerptechnisch oplosbaar, maar niet altijd simpel.
  - Wind is naar verwachting extremer in de toekomst, maar door opening te beperken bij verwachte sterke winden is impact op ontwerp beperkt.
- Langdurige droogte mist nog in het rijtje.
- Ook waterhuishouding; waterstanden, debieten missen nog. Waterstand veranderingen, zowel door langdurige droogte als plotselinge stijging van waterstanden, ontbreken nog. Opgemerkt wordt dat deze waterstandveranderingen ongewenste zettingen als gevolg kunnen hebben.
- Ten aanzien van veranderende waterstanden is zeespiegelstijging relevant voor een deel van Rotterdam als je een brug voor 100 jaar maakt. Rotterdam moet hier goed naar kijken: nu al een hogere brug of een brug die op te hogen is in de gebruiksfase?
- We gaan vaker extreme periodes van zware regen zien en daarmee ook overstromingen. Het ontwerp moet rekening houden met (veel) hogere waterstanden. Er kan effect zijn op de belastingen van landhoofden.
- Mogelijk veranderende chemische invloeden missen nog in de punten van Rotterdam, deze zou ik toevoegen. Bijvoorbeeld extra zoutbelasting of de verzuring van water.





## Take-aways

### Functionaliteit

Omgaan met de genoemde mogelijke veranderingen in functionaliteit en de onzekerheden daaromheen.

Deelnemers geven aan dat extra rekening gehouden moet worden met een aantal onzekerheden bij de V&R-opgave voor beweegbare bruggen:

1. Veranderende mobiliteitsvraag van wegverkeer en scheepvaart;
2. Tekorten aan zowel onderhoudspersoneel en bedienpersoneel;
3. Duurzaamheidseisen vanuit de samenleving, bv energiegebruik.

Belangrijke aspecten zijn de levensduur die Rotterdam vraagt van de markt. Daarnaast is van belang of Rotterdam op specifieke functiewijzigingen voorbereid wil zijn, wat dan vertaald kan worden naar overdimensionering en/of aanpasbaarheid van het ontwerp.

### Energieverbruik

Naast de door Rotterdam genoemde onderwerpen is opgeroepen energieverbruik te minimaliseren.

### Onderhoud

Vooral veel herkenning ten aanzien van de door Rotterdam genoemde onderwerpen. Gebruikmaken van zoveel mogelijk standaardcomponenten is een oproep vanuit de markt. Ten aanzien van sensing wordt opgemerkt dat dit zeker kansen biedt en dat het loont om kunstwerken bij V&R-werkzaamheden in elk geval voor te bereiden op uitrusting met sensoren.

### Circulariteit

Hier zijn veel ideeën over onder de deelnemers. Het is belangrijk dat Rotterdam een expliciete uitspraak doet over de circulaire ambities en hoe die zich verhouden tot bijvoorbeeld onderhoudsinspanningen.

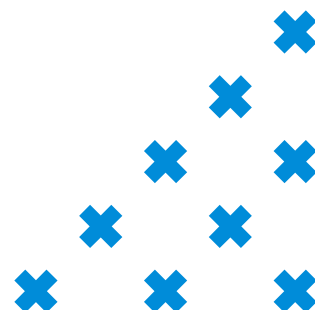
### Klimaatadaptatie

Bij dit onderwerp werd vooral het stuk over veranderende waterstanden gemist, zowel langdurige droogte als stijging van waterstanden ontbreken nog in de punten van Rotterdam terwijl deze van grote invloed kunnen zijn, bijvoorbeeld voor de gevraagde doorvaarthoogte.

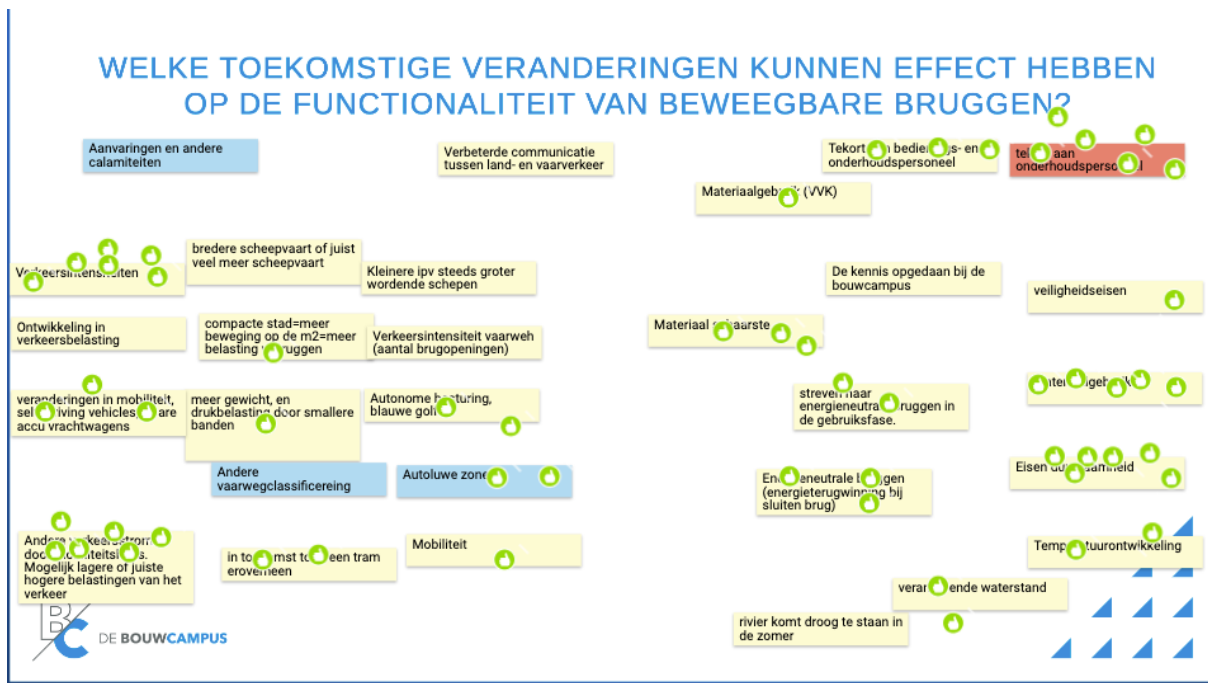
Hartekreet van een aantal deelnemers is dat een brug altijd passend moet zijn in de omgeving. Opgeroepen wordt tot passende en aansprekende ontwerpen.

### Prioritering van doelen onderling

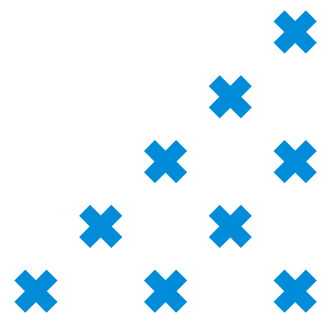
De oproep wordt gedaan om voor mogelijk tegenstrijdige doelen aan te geven waar de prioriteit ligt.



Bijlage: screenshots van de online VITERO sessie



Groene stickers voor de onderwerpen waarop Rotterdam zou moeten anticiperen bij de V&R-opgave





## ENERGIE: WAT ZOU JE WILLEN TOEVOEGEN OF WEGHALEN?

Afweging maken waar energie te besparen, bij de aanleg of in het gebruik.

Energie opwekken en opslaan in een object, maakt het object onderhoudsvoeliger. Beter is het om centraal dit te regelen, daardoor blijf je flexibeler

Gebruiksfasen. Conditioneren neemt wel veel energie

omvormen van energie beperken door directe levering uit de bron gelijk te schakelen

Optie 1 en 2 zijn het meest kansrijk

is het inzichtelijk te maken welke hoeveelheid energie er in welke fase gebruikt wordt en doen we hier ook iets mee? Of is het alleen voor de Buhne?

Wat zijn de effecten van het al overbelaste energie netwerk?

Wat voor alternatieve zijn er voor de belastende materialen zoals beton, staal en asfalt? Waar valt de meeste winst te behalen?

In productie van de materialen naar goede oplossingen zoeken (bv. staalproductie met groene energie)

Energierugwinning bij brugbeweging vraagt een investering die mogelijk niet rendabel is

Centraal opwekken/inkopen van energie om afhankelijkheid te beperken, kosten te beheersen.

Investeer in robuuste materialisering van niet vervangbare onderdelen. Dit geeft eenmalig een grote operatie bij de realisatie en geen lastige toekomstige wijzigingen die veel energie kosten (ontgravingswerk, grondwerken, betonaanpassingen, etc)

ontwerp modulaire systeem waarbij energiegebruik ook aanpasbaar is

verzorg energie centraal. Dit is goedkoper en beheersbaarder



- Energieverbruik van de bruggen juist in de bouw-, renovatie en slooffase.**
- Energieverbruik in de gebruiksfase beperkt.** Openen en sluiten, conditioneren van een ruimte.
- Centraal opwekken of inkopen van duurzame energie voor de beweegbare bruggen voorkomt complexe oplossingen bij de beweegbare bruggen.** Een beweegbare brug is in de basis al een zeer complex object, het toevoegen van installaties om energie op te wekken maakt het beheer en onderhoud van het object nog lastiger.

## ONDERHOUD: WAT ZOU JE WILLEN TOEVOEGEN OF WEGHALEN?

Eerst de functionaliteit en risico's goed omschrijven, daarna het onderhoud in de toekomst plannen

Onderhoud kost geen geld, het bespaart geld

Bij het ontwerp ook nadenken of onderhoud veilig uitgevoerd kan worden. (bereikbaarheid, steigers, afzettingen)

zorg dat je onderhoud uitvoert op het moment dat dat noodzakelijk is, niet eerder of later

bouw uniform / gebruik modulaire onderdelen en daarna pas het architectonisch deel

standaardiseer het ontwerp van meerdere gelijksoortige bruggen

De onderhoudscyclus van verschillende onderdelen op elkaar afstemmen zodat dit gecombineerd kan worden uitgevoerd.

We lezen vaak onderhoudsarm eventueel met automatische systemen. Handmatig onderhoud is gelijk inspecteren. Dit betekent dat kleine schades kunnen worden hersteld voordat deze groot worden

werk samen met onderhoudsexperts om te komen tot onderhoudsarme bruggen

Onderhoud dient simpel te zijn en uitlegbaar. Het wordt soms te ingewikkeld gemaakt. Doel en risico's van onderhoud omschrijven waardoor het meetbaar wordt.

Vooraf risico's (beschikbaarheid van systeem) inzichtelijk maken. Dan kan er een verantwoorde keuze gemaakt worden welke onderhoudsvorm optimaal is. Dus beschikbare data koesteren, modelleren en gr

Duurzaam en circulair onderhoud als speerpunt

- Een **goed ontwerp** houdt rekening met onderhoud. Een ontwerp met een kleinere onderhoudsvraag is wenselijk. Voor bestaande bruggen is het ontwerp en de daarbij behorende onderhoudsvraag meestal een gegeven. Belangrijk is dat in beide gevallen er **voldoende onderhoud** gedaan wordt.

langjarig onderhoud kan zorgen dat er een zelflerend vermogen ontstaat

Let op detaillering van het ontwerp van bruggen om ze onderhoudsarm te maken

Doordat de brugwachters op een centrale post zitten, is er minder zicht op de brug gekomen en is er minder zicht op een brug dan in het verleden. Hier een oplossing voor vinden.

Samenwerking van de aangesloten partijen om onderhoud te clusteren

- Voorspellend onderhoud kan kosten besparen, omdat op de juiste momenten het onderhoud gedaan wordt. Echter hebben tot op heden de pilots nog niet geleid tot voorspelling die voldoende nauwkeurig waren. Voorspellend onderhoud kan ook door **al aanwezige data** geoptimaliseerd worden.

zorg dat je een goed beheersysteem en onderhoudsprogramma krijgt (inzicht in kosten en opgave)

Standaardiseren van ontwerpen en gebruik van materiaal

Conservatie is een grote kostenpost in onderhoud. Schoon maken verlengt de levensduur van de conservatie. Vaak niet uitgevoerd.

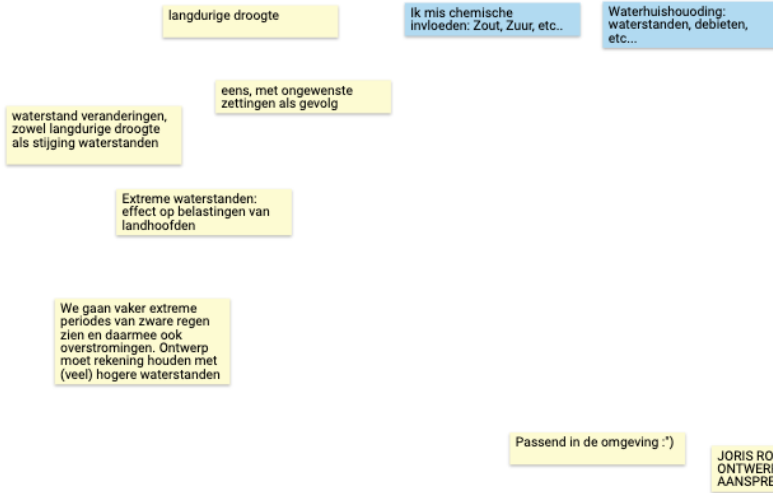
- Onzeker is of kwalitatief hoogwaardig onderhoud voor beweegbare bruggen mogelijk is. Onderzoek naar kansen van voorspellend onderhoud voor beweegbare bruggen is wenselijk om te bepalen of Rotterdam hierop moet inzetten.



in kaart brengen waar de kritieke punten in onderhoud zijn bij de verschillende types bruggen en daar wat mee doen in studiefase

sensoren dient altijd te worden.

## KLIMAAT: WAT ZOU JE WILLEN TOEVOEGEN OF WEGHALEN?



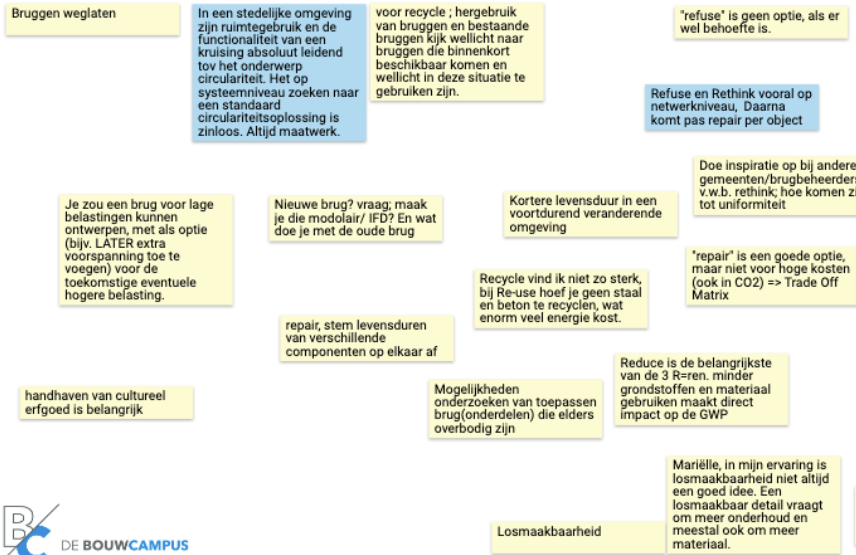
**1. Hitte**  
Uitzetting brugdek wordt meegenomen in het ontwerp. Echter we zien vervormingen van de aanliggende kades, door (zwaarder) verkeer en bouwwerkzaamheden.

**2. Wind**  
Rekening houden met lokale omstandigheden, bestaande bouw.

**3. Neerslag**  
Effect op de bruggen beperkt.



## CIRCULARITEIT: WAT ZOU JE WILLEN TOEVOEGEN OF WEGHALEN?



**10. Refuse:** Bruggen alleen daar toepassen waar echt nodig; 'refuse' indien mogelijk. Een tegenhanger voor een beweegbare brug kan een iets hogere vaste brug zijn met wellicht een licht uitneembaar dek.

**8. Rethink:** Hierbij gaat het om het nastreven van uniformiteit van deelsystemen en het maken van constructies die lang mee kunnen gaan; dus het bewust robuuster maken van constructies om de levensduur te verlengen.

**6. Repair:** Maximaliseren van de levensduur van bestaande constructies.

**2. Recycle:** Maak van oud staal weer nieuw staal, en maak de transitie om hierbij gebruik te maken van groene energie. Zorg voor goed bouw informatiemanagement/objectinformatie.

