



Stieltjesweg 1
2628 CK DELFT
Postbus 155
2600 AD DELFT

www.tno.nl

T +31 88 866 20 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10440A

Instandhouding civiele infrastructuur Proeve van landelijk prognoserapport vervanging en renovatie

Datum	29 april 2021
Auteur(s)	Ir. A.N. Bleijenberg
Aantal pagina's	37 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	De Bouwagenda
Projectnaam	Landelijk prognoserapport civiele infrastructuur
Projectnummer	060.45164

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

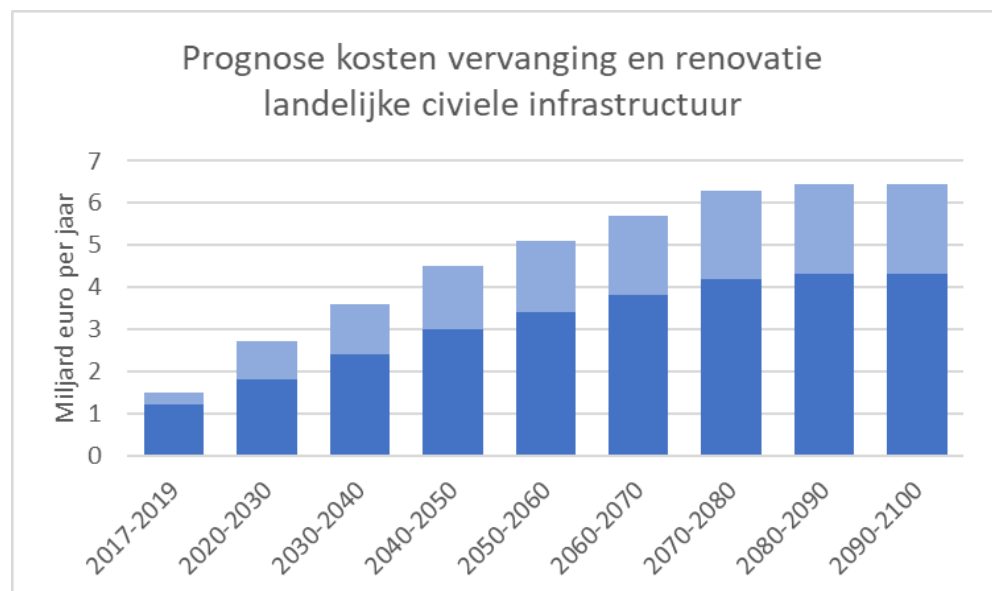
© 2021 TNO

Samenvatting

De civiele infrastructuur in ons land is meer dan 300 miljard euro waard. Deze infrastructuur veroudert en er rijden meer en zwaardere vrachtwagens over dan waarop destijds was gerekend. Hoe lang gaan onze bruggen, viaducten, sluisen, stuwen en kades nog mee?

De kosten voor instandhouding van de bestaande infrastructuur gaan de komende decennia flink stijgen. Een betrouwbare voorspelling hiervoor maken is lastig, omdat we veel niet weten. Hoeveel civiele kunstwerken zijn er? Wat is de kwaliteit ervan? Zijn er verborgen gebreken? Hoe lang kunnen ze technisch nog mee? Hoeveel stremmingen staan ons te wachten? Het is inderdaad erg ingewikkeld om te voorspellen hoe lang civiele kunstwerken, met een geplande levensduur van 60 tot 120 jaar, vanaf nu nog meegaan. Hierom wagen maar weinig beheerders zich aan een prognose voor vervanging en renovatie van hun hele areaal. Onbekend maakt onbemind. Toch is het nodig om meer zicht te krijgen op de toekomst van onze infrastructuur. Dit voorkomt onvoorziene kosten en stremmingen van verkeer en scheepvaart.

Ondanks de vele onzekerheden, geeft de voorliggende studie voor het eerst een landelijke prognose voor de vervanging en renovatie van de totale civiele infrastructuur. Dit is een 'proeve' met de uitnodiging om die periodiek te herhalen. Elke keer een stukje completer en nauwkeuriger. Figuur S.1 geeft het resultaat weer.



Figuur S.1: Prognose vernieuwingskosten civiele infrastructuur met onzekerheidsmarge.

Nu geven we ruim 1 miljard euro per jaar uit aan vernieuwing van civiele infrastructuur en dit bedrag gaat geleidelijk stijgen naar 3 à 4 miljard in 2040-2050

en tot 4 à 6 miljard per jaar daarna.¹ De piek in kosten ligt ergens rond 2080. Hier bovenop komen voor instandhouding van de bestaande infrastructuur kosten voor beheer en onderhoud van circa 7 miljard euro per jaar.

Aan de basis van deze voorspelling liggen bestaande prognoses van Rijkswaterstaat tot 2050, van de gezamenlijke provincies tot 2060, en van Amsterdam voor bruggen en kades. De voorliggende studie voegt daaraan een nieuwe prognose toe, voor de vernieuwingskosten van alle civiele kunstwerken de komende honderd jaar. Het resultaat uit figuur S.1, is een extrapolatie van deze vier prognoses naar de totale civiele infrastructuur. De tijdshorizon is eind van de eeuw.

Om de vervangingsopgave in goede banen te leiden, is niet alleen geld nodig. Vier belangrijke aanbevelingen voor een effectieve en efficiënte aanpak zijn:

- Maak periodiek een landelijk prognoserapport, waarin de nu nog grote onzekerheden stapsgewijs kleiner zijn.
- Professionaliseer het assetmanagement op areaalniveau en richt hiervoor onder meer een centrale organisatie-eenheid in bij elke beheerder of voor een groep kleine beheerders samen.
- Zet het assetmanagement op grotere afstand van de politiek, om continuïteit in budgetten en planning mogelijk te maken. De politiek stuurt op de kaders en op de afweging kwaliteit-budget.
- Verbeter de samenwerking tussen beheerders, deel kennis en ervaring met elkaar en geef samen sturing aan programma's voor kennisontwikkeling en innovatie.

¹ Alleen vervanging en renovatie, exclusief regulier onderhoud.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	5
2	Ruim 300 miljard euro	6
3	Drie prognoses	8
4	Prognose vervanging en renovatie civiele constructies	12
5	Proeve landelijke prognose civiele infrastructuur	16
6	Onvoldoende prioriteit vernieuwingsopgave	18
7	Nationale opgave vervanging en renovatie	21
8	Circulair en duurzaam	25
9	Ondertekening	27
	Bijlage A Waarde en kosten civiele infrastructuur	28
	Bijlage B Circulariteit en CO2-uitstoot civiele infrastructuur	30
	Bijlage C Geraadpleegde bronnen	35

1 Inleiding

In Nederland liggen 85.000 bruggen en viaducten, 83.000 duikers, 2.400 km kades en 7.800 gemalen zorgen voor droge voeten. Ons land heeft veel water en wegen en daardoor ook veel civiele constructies op de kruisingen. Alle civiele infrastructuur samen is meer dan 300 miljard euro waard. Dit is verreweg het grootste publieke bezit en groter dan de totale overheidsschuld (paragraaf 2).

Onze civiele infrastructuur veroudert. Veel is aangelegd vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw, samen met opkomst van de auto. Een flink deel is nog ouder. Naast de veroudering is de belasting op de constructies groter dan waarmee destijds is gerekend. De sterke groei van het vrachtverkeer in aantal en gewicht, was niet voorzien. Door klimaatverandering zijn de golven hoger. Een belangrijke vraag is, hoe lang onze infrastructuur nog mee kan, zonder renovatie of vervanging.

Eerdere studies laten zien dat de kosten voor instandhouding van de bestaande infrastructuur gaan stijgen en dat er een piek in vernieuwingskosten aankomt (paragraaf 3). Deze eerdere studies geven echter nog geen beeld van wat ons landelijk te wachten staat. Hierom heeft de Kerncoalitie Bruggen en Sluizen van de Bouwagenda² initiatief genomen om een 'proeve' van een landelijk prognoserapport te laten maken. Het resultaat ligt voor u en geeft cijfers over de vernieuwingsopgave tot het eind van deze eeuw. Voor deze vooruitblik, is voor het eerst een goed overzicht gemaakt van het totale aantal civiele constructies in Nederland, verdeeld naar hoofdtypen.³ Met informatie over het bouwjaar en aannames over de technische levensduur, is een prognose voor de olopende vervangingskosten van deze civiele kunstwerken gemaakt (paragraaf 4).

De landelijke prognose voor de vervangingsopgave van de civiele infrastructuur is een extrapolatie van de vier beschikbare prognoses, elk voor een deel van het areaal (paragraaf 5). Het resultaat is niet meer dan een globale schatting.

Momenteel staat de vervangingsopgave onvoldoende op de politieke en maatschappelijke agenda. Redenen hiervan zijn gebrek aan kennis, gebrek aan politieke prioriteit voor de bestaande infrastructuur en een sterk versnipperd beheer (paragraaf 6). Vier flinke verbeteringen in het beheer van de infrastructuur zijn nodig om de vervangingsopgave in goede banen te leiden (paragraaf 7). Uiteraard zal de vernieuwing circulair, klimaatneutraal en duurzaam worden aangepakt (paragraaf 8).

² Samenstelling zomer 2020: Koene Talsma (Taskforce Bouwagenda), Anita Baas (RWS), Marco Hofman (Bouwcampus), Marten Klein (Amsterdam), Lindy Molenkamp (Noord-Holland) en Arie Bleijenbergh (TNO).

³ Zie Bloksma en Westenberg (2021), op verzoek van en mede gefinancierd door de Bouwagenda.

2 Ruim 300 miljard euro

De waarde van alle civiele infrastructuur in Nederland is geraamd op 318 miljard euro.⁴ Dit zijn wegen, spoorwegen, dijken, vaarwegen, riolen en alle bijbehorende civiele constructies als bruggen, tunnels, sluizen en stuwen.

Deze civiele infrastructuur is vrijwel volledig in eigendom en beheer van overheden – gemeenten, provincies, waterschappen, RWS en ProRail – en van semioverheidsbedrijven, vooral Schiphol en de havens. De ruim 300 miljard euro is verreweg het grootste publieke bezit, zoals blijkt uit de overheidsbalans van Nederland (tabel 1). De waarde van de civiele infrastructuur is groter dan de totale financiële schuld van de overheden (voor Corona).

Overheidsbalans 2018	Miljard euro
Niet-financiële activa	490
Civiele infrastructuur in beheer bij overheden	283
Civiele infrastructuur in beheer bij semioverheidsbedrijven	35
Bedrijfsgebouwen	90
Grond	37
Olie- en gasreserves	19
Overig	58
Financiële schuld (passiva min activa)	-300
Vermogenssaldo	225

Tabel 1: Overheidsbalans 2018 (bron: CBS Nationale Rekeningen; eigen bewerking bijlage A).

Dit grote publieke vermogen vergt een zorgvuldig beheer. Voor instandhouding van de functies van de bestaande infrastructuur is onderhoud nodig en aan het eind van de levensduur renovatie of vervanging. Bij een gemiddelde technische levensduur van 80 jaar is elk jaar *gemiddeld* 4 miljard euro nodig voor vernieuwing. De huidige uitgaven voor vernieuwing zijn 1,2 à 1,5 miljard⁵ en zitten flink onder het meerjarige gemiddelde van 4 miljard.

Voor beheer en onderhoud komt daar jaarlijks circa 7 miljard bij.⁶ Met deze ruwe kentallen bedragen de kosten voor instandhouding *gemiddeld* 11 miljard euro per jaar. Momenteel wordt naar schatting 8 miljard euro per jaar uitgegeven aan instandhouding.⁷

Deze globale cijfers bevestigen de verwachting dat de instandhoudingskosten gaan stijgen. De toename heeft twee oorzaken. Ten eerste zijn mogelijk achterstanden opgelopen in regulier onderhoud en in tijdige vernieuwing. Ten tweede komt er een

⁴ Op basis van CBS-cijfers. Zie bijlage A.

⁵ Raming EIB 2020.

⁶ Bij onderhoudskosten van jaarlijks 2,1 % van de vervangingswaarde (gebaseerd op Bloksma en Westenberg, 2021) en overeenkomend met EIB (2020).

⁷ Raming EIB 2020.

piek in vervangingskosten aan, als gevolg van een eerdere piek in nieuwbouw. Bij verkeersinfrastructuur is er een aanlegpiek geweest tussen 1960 en 1980, waardoor ongeveer 80 jaar later een piek in vernieuwingskosten optreedt. De volgende paragrafen schatten wanneer de piek optreedt en hoe hoog die zal zijn.

3 Drie prognoses

Van drie beheerders zijn er lange termijn prognoses voor de instandhoudingskosten bekend: de gezamenlijke provincies, Rijkswaterstaat en Amsterdam. Deze prognoses geven een eerste inzicht in omvang van de kostenstijgingen en wanneer die is te verwachten.

Provincies

In opdracht van het Interprovinciaal Overleg is een raming gemaakt van de 'Financiële omvang instandhouding provinciale infrastructuur'.⁸ Instandhouding omvat zowel beheer en onderhoud als vervanging en renovatie. Tabel 2 geeft een overzicht van het areaal aan wegen, vaarwegen en kunstwerken in beheer bij de provincies.

Infrastructuur	Areaal	Bron
Wegen	7817 km	2020, CBS
Vaarwegen	1487 km	2018, CBS
Bruggen en viaducten	2882	2020, Bloksma en Westenberg 2021
Tunnels en onderdoorgangen	667	"
Sluizen	214	"
Stuwen	279	"
Gemalen	52	"
Duikers	5586	"

Tabel 2: *Infrastructuur in beheer bij provincies.*

De raming van de instandhoudingskosten staat in tabel 3.9. Uit de tabel blijkt dat de kosten voor beheer en onderhoud vrij constant blijven, zoals is te verwachten als er niet veel nieuwe infrastructuur bijkomt. De benodigde uitgaven voor vervanging en renovatie stijgen daarentegen en zijn in de periode vanaf 2030 ongeveer 120 miljoen euro per jaar hoger dan nu (2015-2020). Dit is een stijging van bijna 60%. Na 2030 blijven de kosten voor vervanging en renovatie ongeveer op hetzelfde hogere niveau.

⁸ MuConsult (2015). De raming van de toekomstige instandhoudingskosten is gebaseerd op informatie van de provincies, aangevuld met algemene gegevens om extrapolaties te maken. Zes van de twaalf provincies gaven destijds aan dat ze de vervangingsopgave in beeld hebben, de andere deels of niet.

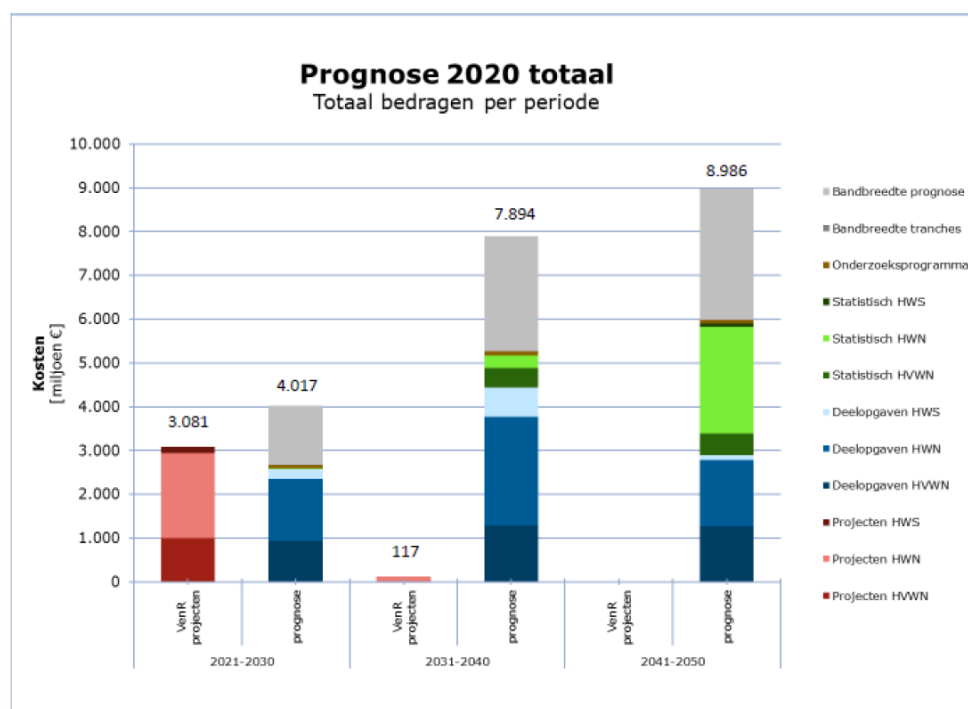
⁹ 'Raming 2' die als meest waarschijnlijk wordt gezien door de onderzoekers.

Miljoen euro per jaar Prijspeil 2015	2015- 2020	2020- 2030	2030- 2040	2040- 2050	2050- 2060
Beheer en onderhoud	341	371	380	370	373
Vervanging en renovatie	212	284	334	327	328
Totaal instandhoudingskosten	553	655	714	697	701

Tabel 3: Raming instandhoudingskosten provinciale infrastructuur (MuConsult 2015).

Rijkswaterstaat

RWS raamt de kosten voor vervanging en renovatie van de bestaande infrastructuur in periodieke 'prognoserapporten'. Figuur 2 geeft het recentste resultaat. Deze prognoses van RWS laten ook zien dat de uitgaven voor vervanging en renovatie gaan oplopen. Ten opzichte van nu¹⁰ is er jaarlijks 400 tot 600 miljoen euro extra nodig in de periode 2041-2050. RWS hanteert een bandbreedte van 50% in de lange termijn prognose, om rekening te houden met de grote onzekerheden over de technische levensduur van de bestaande infrastructuur en over de kosten van renovatie en vervanging.



Figuur 2: Prognose kosten Rijkswaterstaat voor vervanging en renovatie per periode van tien jaar (RWS 2020).

¹⁰ 200 tot 300 miljoen euro voor vervanging in de jaren 2019 en 2020 volgens het Infrastructuurfonds en het Deltafonds.

Voor instandhouding van de bestaande infrastructuur is naast vervanging en renovatie ook regulier beheer en onderhoud nodig. Voor dit laatste is jaarlijks 1,5 tot 1,8 miljard euro nodig.¹¹ In april 2020 was er 1,5 miljard euro uitgesteld onderhoud, wat alsnog nodig is.¹² De totale budgetbehoefte voor instandhouding ligt in de periode 2022–2035 op 2,6 tot 3,2 miljard euro per jaar. Dit is in de orde van gemiddeld € 1 miljard per jaar hoger dan het nu beschikbare budget voor RWS.¹³

Infrastructuur	Areaal
Rijbanen	7588 km
Vaarwegen (binnenvaart)	3437 km
Primaire waterkeringen (dijken, dammen, duinen)	198 km
Beweegbare bruggen	168
Vaste bruggen	977
Viaducten	2894
Tunnels	27
Aquaducten	17
Sluizen	215
Stuwen en stormvloedkeringen	19
Gemalen	20
Sifons, duikers, hevel	759

Tabel 4: *Infrastructuur in beheer bij Rijkswaterstaat (Tweede Kamer 2020).*

Tabel 4 geeft een overzicht van het areaal aan civiele infrastructuur waarvoor de vernieuwingskosten zijn geraamd. De vervangingswaarde is door RWS (2020) becijferd op 58 miljard euro. De geraamde vervangingskosten bedragen nu dus 0,3 à 0,5% van de vervangingswaarde en stijgen in 2040-2050 naar 1,0 tot 1,5% per jaar. Bij een *gemiddelde* technische levensduur van 80 jaar horen jaarlijkse vervangingskosten van 1,25%. Om de opgelopen achterstand ten opzichte van het langjarig gemiddelde in te lopen, zullen de vervangingskosten van RWS na 2050 waarschijnlijk verder moeten stijgen dan de weergegeven prognose voor 2040-2050. De piek komt pas na 2050.

Amsterdam

De door de gemeente Amsterdam ingestelde Commissie Civiele Constructies constateert dat er achterstanden zijn opgelopen bij het beheer en onderhoud van bruggen en kademuuren.¹⁴ Het huidige tempo van vervanging en renovatie moet met een factor 20 omhoog om over 20 jaar de achterstanden te hebben weggewerkt. In reactie hierop zegt het College van B&W dat de bruggen en kades zijn verwaarloosd. Het college heeft geld en menskracht beschikbaar gemaakt om de achterstanden in te lopen.¹⁵ Tabel 5 geeft cijfers over het Amsterdamse areaal.

¹¹ PWC|Rebel 2020 voor de periode 2022-2030.

¹² PWC|Rebel 2020.

¹³ I&W 2020^e.

¹⁴ Cloo e.a. 2019.

¹⁵ B&W Amsterdam 2019.

Infrastructuur	Areaal	Bron
Verkeersbruggen	850	B&W Amsterdam 2019
Overige bruggen	750	“
Gemetselde kademuren	200 km	“
Overige kades en oevers	600 km	“
Verkeerstunnels	5	“
Wegen	1792 km	Amsterdam 2019
Tram en metro	152 km	“

Tabel 5: Infrastructuur in beheer bij de gemeente Amsterdam.

Fragmentarisch beeld

De prognoses van Amsterdam, Rijkswaterstaat en de provincies bevestigen het beeld dat de vernieuwingskosten de komende decennia omhooggaan. Bij Amsterdam met een factor 20, bij RWS met 3 en bij de provincies met 1,6. Deze drie prognoses geven samen niet meer dan een fragmentarisch beeld van de komende vernieuwingsopgave. De Amsterdamse bruggen en kades zijn niet representatief voor heel Nederland. Hoewel de prognoses voor RWS en de provincies wel betrekking hebben op alle civiele infrastructuur, ontstaat hieruit toch nog onvoldoende inzicht in de totale omvang en timing van de vernieuwingsopgave in Nederland.

Om extra informatie te krijgen, is een aanvullende prognose gemaakt van de vervangingskosten van alle civiele kunstwerken in Nederland, over de komende honderd jaar.

4 Prognose vervanging en renovatie civiele constructies

Om twee redenen is een prognose gemaakt voor civiele constructies en niet voor bijvoorbeeld wegverhardingen, spoorlijnen of dijken. Ten eerste is de kans op een piek in vervanging en renovatie van kunstwerken groter dan voor andere civiele infrastructuur. Dit komt door de lange levensduur. Een civiel kunstwerk gaat 60 tot 120 jaar mee. Wegverhardingen en spoorrails worden vaker vernieuwd.¹⁶ De tweede reden om een prognose te maken voor civiele constructies is dat er relatief weinig bekend is over aantal, leeftijd en staat ervan. Hierdoor zijn ook de komende vervangingskosten niet in beeld. Op initiatief van de Bouwagenda is voor het eerst een betrouwbaar overzicht gemaakt van de aantallen kunstwerken per type.

Areaal civiele constructies

iASSET en Bureau Westenberg hebben een overzicht gemaakt van alle civiele constructies in Nederland¹⁷. De gegevens zijn afgeleid van de Basisregistratie Grootchalige Topografie. Het totaal aantal kunstwerken telt op tot 213.000. Dit varieert van hele grote constructies zoals de Van Brienoordbrug tot een kleine duiker onder een landweg. Tabel 6 geeft het totale aantal per type, met ook de geraamde vervangingswaarde.

Infrastructuur	Areaal	Vervangingswaarde miljoen euro
Beweegbare brug	8.457	14.226
Vaste Brug Beton	34.389	19.283
Vaste Brug Staal	10.034	13.538
Vaste Brug Hout	31.693	8.885
Tunnels en onderdoorgangen	3.042	9.119
Duikers	82.642	2.108
Damwanden	779 km	2.961
Sluizen	2.011	239
Gemalen	7.792	448
Kades en steigers	2.423 km	1.939
Stuwen	33.154	249
Overkluizing	182	55
Totaal		73.049

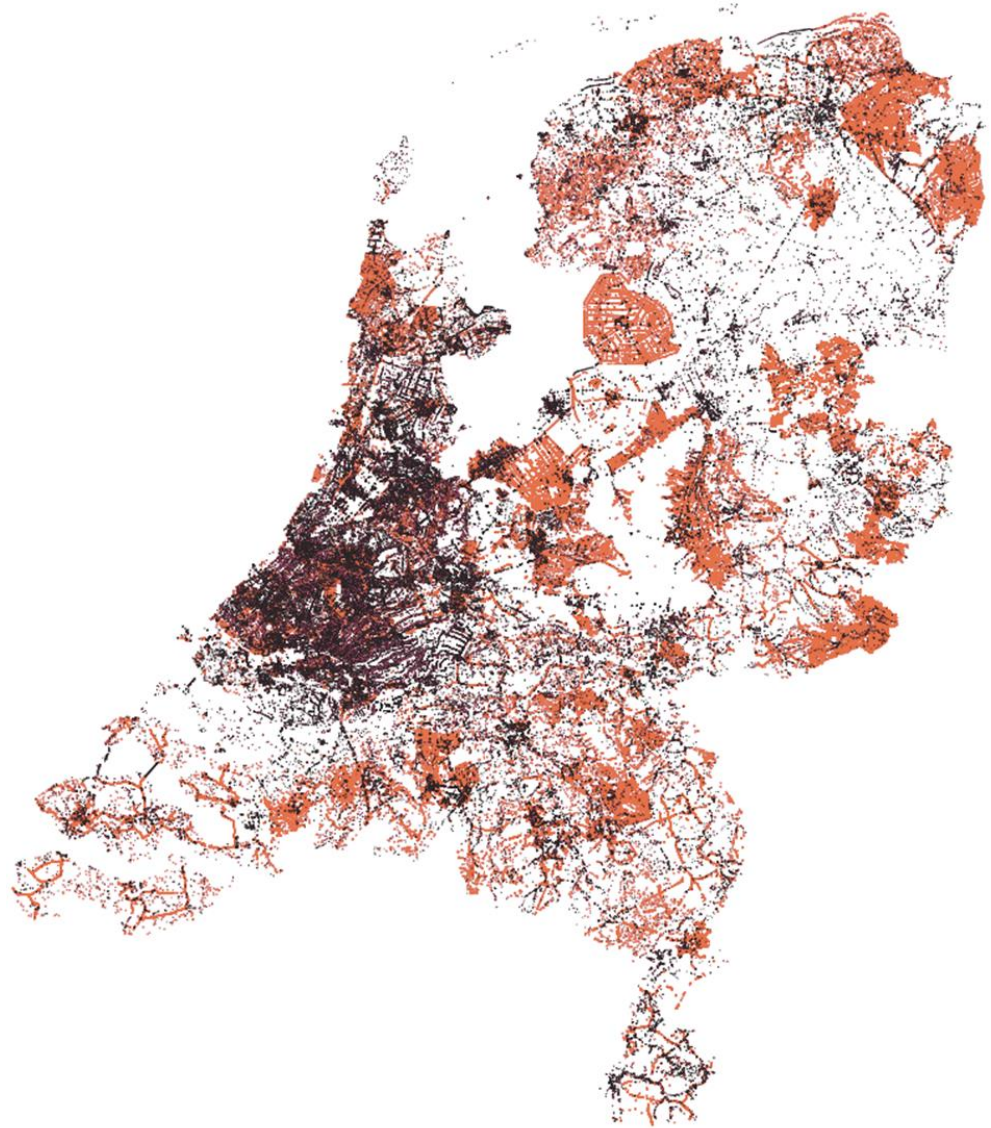
Tabel 6: *Areaal en vervangingswaarde civiele constructies in Nederland (Bloksma en Westenberg 2021; tabel 51 en 52).*

¹⁶ De fundering van weg en spoor heeft een technische levensduur vergelijkbaar met die van kunstwerken.

¹⁷ Bloksma en Westenberg 2020.

De gezamenlijke vervangingswaarde van alle kunstwerken telt op tot 73 miljard euro. Dit is bijna een kwart van de waarde van de totale civiele infrastructuur.

In de kaart van Nederland zijn alle kunstwerken geplot (figuur 3). Duidelijk blijkt dat civiele constructies niet gelijkmatig over het land zijn verdeeld. De geografische spreiding komt voor een groot deel door de bevolkingsdichtheid en de hoeveelheid oppervlaktewater. Het verschil in aantallen kunstwerken tussen Drenthe en Zuid-Holland is bijvoorbeeld enorm.¹⁸



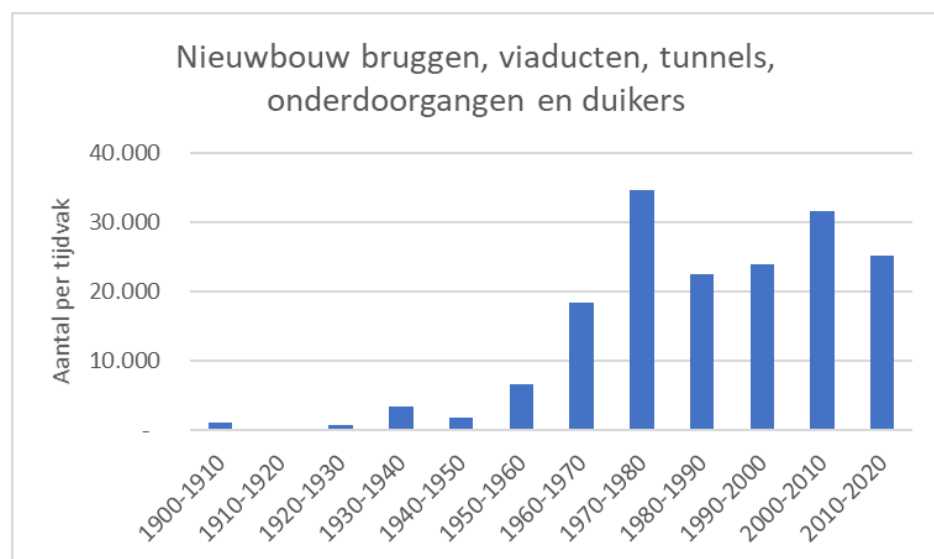
Figuur 3: Geografische spreiding van civiele constructies¹⁹ (Bloksma en Westenberg 2021).

¹⁸ In het rapport *Civiele kunstwerken in Nederland* zijn veel meer data per type constructie en soort beheerder opgenomen (Bloksma en Westenberg 2020).

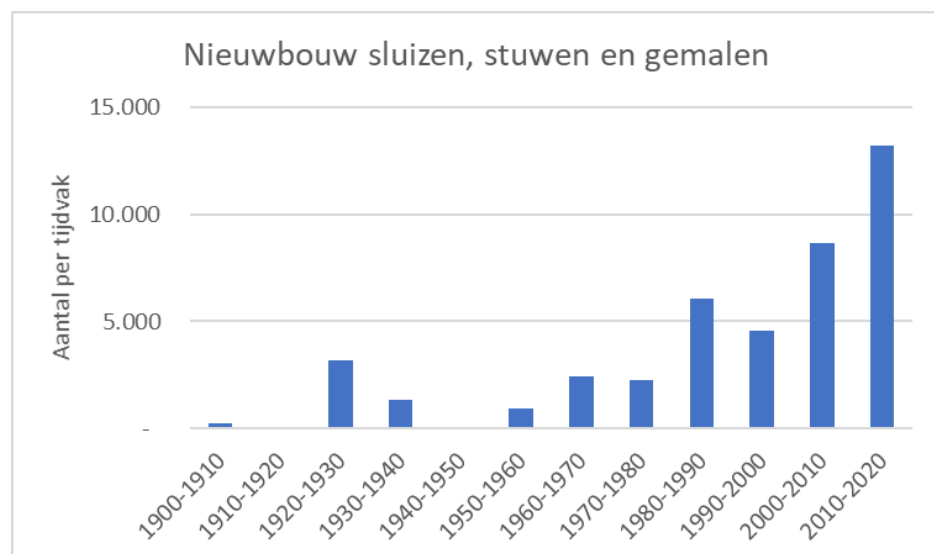
¹⁹ Bruggen, viaducten en grote stuwen en keringen in zwart, overige civiele constructies in bruin.

Leeftijd

Om met deze areaalgegevens een prognose te maken voor de komende vervangingen en renovaties, is informatie nodig over de huidige leeftijd van de constructies en de verwachte technische levensduur. In de Basisregistratie Grootschalige Topografie zijn geen bouwjaren opgenomen. Deze zijn per type constructie ontleend aan de database van iASSET en vervolgens geëxtrapoleerd naar het hele areaal. Hiermee ontstaat inzicht in de leeftijdsopbouw van de civiele constructies. De figuren 4 en 5 geven het resultaat voor respectievelijk de 'droge' en 'natte' kunstwerken. Bij aanleg van verkeersinfrastructuur is er is een duidelijke piek tussen 1970 en 1980. Deze komt door de sterke groei van het wegverkeer tussen 1960 en 1980. Hierna nam de groei van de automobilititeit weliswaar af, maar nam het belang van een goede inpassing juist toe. Meer tunnels en complexe verkeersknooppunten zorgden voor de tweede aanlegpiek tussen 2000 en 2010.



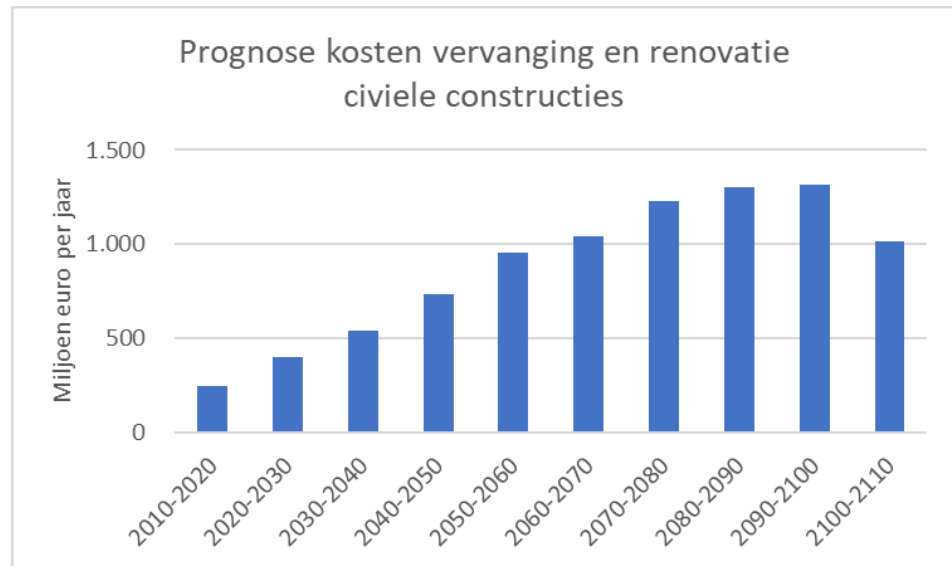
Figuur 4: Aanleg van kunstwerken voor weg- en spoorverkeer (Bloksma en Westenberg 2021).



Figuur 5: Aanleg van natte kunstwerken (Bloksma en Westenberg 2021).

Prognose vervanging en renovatie

Met aannames voor de gemiddelde technische levensduur is vervolgens een prognose gemaakt voor de vervangingskosten van civiele constructies.²⁰ Figuur 6 laat het resultaat zien. Een vervijfvoudiging van de kosten is te verwachten tussen nu en 2080. Dit is een stijging van 250 naar 1.250 miljoen euro per jaar. Behalve de bevestiging dat de vernieuwingskosten op korte termijn al flink stijgen, laat deze prognose ook zien dat het nodig is verder vooruit te kijken dan 2050. De piek komt pas daarna.



Figuur 6: Prognose vernieuwingskosten civiele constructies.

Kanttekeningen

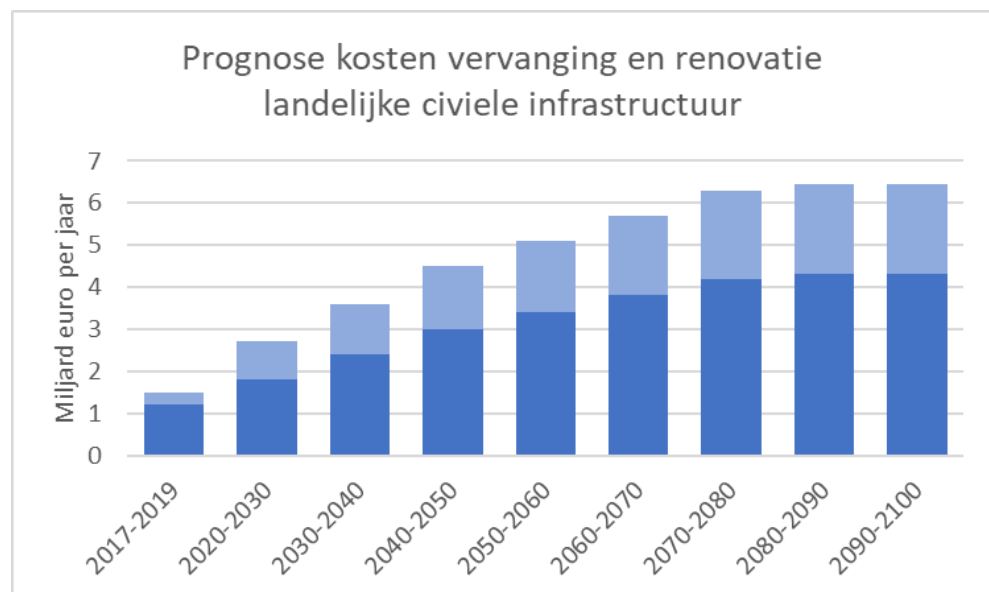
De gemaakte prognose voor de vernieuwingskosten geeft niet meer dan een indicatie. Er zijn onzekerheden in de gebruikte cijfers voor het areaal, de leeftijdsopbouw, de eenheidskosten van vervanging en de technische levensduur. De vernieuwingskosten van nog te bouwen nieuwe kunstwerken zijn niet in de prognose opgenomen. Er is ook verondersteld dat er geen achterstanden zijn opgelopen bij de vernieuwing van de oudste kunstwerken.

²⁰ Areaal en vervangingswaarde volgens tabel 6. Aangehouden technische levensduren op basis van Bloksma en Westenberg (2021): beweegbare brug 70 jaar, vaste brug beton 120, vaste brug staal 80, vaste brug hout 40, tunnels, onderdoorgangen en duikers 100, damwanden 60, sluizen 80, gemalen, stijgers, kades, stuwen en overkluizingen 50.

5 Proeve landelijke prognose civiele infrastructuur

De vorige paragrafen gaven informatie over delen van de komende vervangingsopgave. Veel is nog onbekend. Op basis van de beperkte kennis volgt een 'proeve' van een landelijke prognose voor de vernieuwingskosten van de totale civiele infrastructuur. Dit als uitnodiging om elke paar jaar een landelijk prognoserapport te maken, dat elke keer nauwkeuriger is en beter onderbouwd.

Figuur 7 geeft de landelijke prognose. De kosten voor vervanging en renovatie van de bestaande civiele infrastructuur zullen stijgen van ruim 1 miljard euro per jaar nu²¹ naar 4 tot 6 miljard tegen het einde van deze eeuw. De prognose voor de periode 2040-2050 is 3 tot 4 miljard per jaar. Deze bedragen zijn exclusief de jaarlijkse kosten voor beheer en onderhoud van circa 7 miljard per jaar.



Figuur 7: Prognose vernieuwingskosten civiele infrastructuur met onzekerheidsmarge.

Deze proeve is een extrapolatie van beschikbare prognoses voor een deel van het areaal naar alle civiele infrastructuur, met een vooruitblik tot het einde van deze eeuw. Basis hiervoor zijn prognoses van Rijkswaterstaat tot 2050, van de gezamenlijke provincies tot 2060, van Amsterdam voor de bruggen en kades (paragraaf 3) en de nieuw gemaakte prognose voor de vernieuwingskosten van alle civiele kunstwerken de komende honderd jaar (paragraaf 4). De groeifactor tot 2050 is met 2,5 iets lager dan de prognose van RWS en die voor de civiele constructies; beide stijgen met een factor 3,0 tot 2050. Reden voor deze wat lagere groei in de vernieuwingskosten is dat vervanging van civiele kunstwerken vanwege de lange leeftijd meer in een piek komt dan van wegverhardingen. De groeifactor in de prognose voor de provinciale infrastructuur is maar 1,6, waarschijnlijk omdat wegen

²¹ Het EIB (2020) raamt de vervangingskosten civiele infrastructuur op 1,2 tot 1,5 miljard euro per jaar over de periode 2017-2019.

een relatief groot deel van de provinciale infrastructuur uitmaken. De prognose na 2050 hanteert om dezelfde reden een groeifactor die bijna de helft is van die van de civiele constructies. Een onzekerheidsmarge naar boven van 50% is aangehouden, zoals Rijkswaterstaat ook doet.

Bij de lage prognose zijn de jaarlijks vernieuwingskosten *gemiddeld* 3,0 miljard euro en bij de hoge prognose 4,3 miljard. Bij een gemiddelde levensduur van 80 jaar horen *gemiddelde* vernieuwingskosten van 4,0 miljard. De lage prognose zit daar onder en de hoge prognose juist wat boven.²²

De prognoses houden geen rekening met eventueel bestaande achterstanden in vervanging en renovatie. Als deze er wel zijn, dan stijgen de kosten sneller.

De volgende paragraaf bespreekt wat de redenen zijn dat er nog zo weinig bekend is over de vervangingsopgave van de civiele infrastructuur.

²² Al deze bedragen zijn exclusief regulier beheer en onderhoud.

6 Onvoldoende prioriteit vernieuwingsopgave

Het verbaast hoe weinig er bekend is over de komende vernieuwingsopgave van de civiele infrastructuur. Voor het eerst weten we nu redelijk nauwkeurig hoeveel civiele kunstwerken Nederland telt en hoe oud die ongeveer zijn. Er bestaat echter geen overzicht van de technische staat van al deze constructies. Verder wordt de verwachte technische levensduur door experts verschillend ingeschat. Ook over de eenheidskosten van nieuw te bouwen infrastructuur lopen de cijfers van deskundigen uiteen. Er ontbreekt dus een voldoende harde prognose. Dit is een van de redenen dat er weinig politieke prioriteit bestaat voor de vernieuwingsopgave. Alleen acute problemen met de veiligheid of stremmingen krijgen aandacht. De onuitgesproken verwachting is dat het wel goed zal blijven gaan. Deze lakse aanpak contrasteert met de grote financiële en economische waarde van de civiele infrastructuur.

Drie hardnekkige oorzaken leiden tot de geringe aandacht voor instandhouding van de infrastructuur:

- Gebrek aan kennis van verouderende infrastructuur
- Weinig politieke prioriteit voor bestaande infrastructuur
- Een versnipperd beheer van de infrastructuur

Deze drie belemmeringen versterken elkaar.

Kennis van oude infrastructuur

Doorgronden van een 60 of 100 jaar oude constructie is moeilijker dan het ontwerpen van een nieuwe constructie. Veel niet bekend van een oud kunstwerk. Soms zijn de tekeningen en ontwerpberoeeningen onvindbaar en is onbekend welke kwaliteit materiaal is gebruikt. Kennis van degradatiemechanismen, zoals vermoeiing van stalen onderdelen en 'betonrot', is nog onvoldoende om goede schattingen van de restlevensduur te maken. In de praktijk komen 'nieuwe' degradatiemechanismen boven tafel, zoals specifieke verbindingen bij de Merwedeburg. Ook bestaat onzekerheid over de belastingen die in de loop van decennia op de constructie hebben ingewerkt. Zijn er incidenten geweest, zoals aanvaringen, en hoe zijn reparaties uitgevoerd? Hoeveel zware vrachtwagens rijden er per jaar over elke brug? Al deze factoren beïnvloeden de levensduur van de constructie.

Met deze onzekerheden berekenen specialisten of de constructie nog veilig is. Omdat de veiligheid voorop staat, wordt bij elke onzekerheid een veilige aanname gedaan. Veel van deze veilige aannames samen resulteren in een zeer conservatieve beoordeling. Regelmatig komt het voor dat door gebrek aan kennis een constructie niet voldoet aan de voorschriften, terwijl die feitelijk wel veilig is. Om dit ook aan te tonen is meer kennis nodig van de constructie, de materialen en de belastingen. Nieuwe meet- en rekentechnieken zijn in ontwikkeling om dit soort kennislacunes op te vullen. Hiermee zijn vroegtijdige vervangingen te voorkomen van constructies die alleen op papier niet meer voldoen.

Met de huidige kennis is het niet mogelijk de restlevensduur van een heel areaal aan constructies te voorspellen. Hierdoor is niet hard te maken wanneer welk kunstwerk aan de beurt is en dus ook niet wanneer er hoeveel geld nodig is. De toename van het aantal ongeplande afsluitingen is evenmin te voorzien. Dit gebrek aan harde cijfers belemmert dat voldoende politieke prioriteit ontstaat. Omgekeerd leidt dit gebrek aan prioriteit ertoe dat er onvoldoende investeringen plaats vinden in kennisontwikkeling waarmee wel nauwkeuriger schattingen van levensduren en storingen mogelijk zijn.

Politieke prioriteit

De civiele infrastructuur is grotendeels in beheer bij overheden. Vanuit de politiek is er vaak weinig prioriteit voor instandhouding van wat er al is. Een nieuwe brug openen heeft meer uitstraling dan het voorkomen dat een bestaande brug dicht moet. Instandhouding van het bestaande heeft een tijdshorizon van meerdere decennia, wat veel langer is dan de blik van veel politici. Budgetten voor beheer en onderhoud en zeker reserveringen voor vervanging, staan vaak vooraan bij bezuinigingsrondes. Dit bleek ook weer na de financiële crisis van 2008. De mentale afstand tussen politiek en instandhouding van infrastructuur is groot. Assetmanagement is technisch specialistisch en staat ver af van politici en burgers.

Vaak is een ongeval of incident aanleiding om wel prioriteit te geven aan instandhouding. Na het ongeval in 2006 met een werftrap in Utrecht – één slachtoffer en twintig gewonden – heeft de gemeente besloten alle werftrappen te vervangen en structureel meer geld beschikbaar te maken voor beheer en onderhoud van alle infrastructuur.

Aan de abrupte afsluiting van de Julianabrug in Alphen aan den Rijn, zijn meerdere zorgwekkende adviezen van inspecteurs voorafgegaan, waarvan de aanbevelingen slechts deels werden opgevolgd. Meer dan een jaar voor de feitelijke afsluiting in 2011 werd geadviseerd direct aslastbeperkingen in te stellen. Dit advies is niet overgenomen. Pas nadat een inspectiebedrijf concludeerde dat de brug onveilig was, werd die kort daarna afgesloten.²³

De plotselinge afsluiting van de Merwedeburg voor zwaar verkeer in 2016, is aanleiding geweest om innovatieve inspectietechnieken toe te passen, onderzoek te starten naar mogelijke degradatie van specifieke verbindingen en een quick scan te ontwikkelen om alle stalen bruggen van RWS opnieuw door te lichten. Het omvangrijke programma Bruggen en Sluizen van Amsterdam is opgezet na onder meer een kritisch rapport van de Rekenkamer Amsterdam en de eerdergenoemde audit van de Commissie Civiele Constructies.

Door de lage politieke prioriteit is het beheer van kunstwerken vooral reactief. Pas nadat er iets misgaat wordt actie ondernomen. Hierdoor zijn er ook onvoldoende gereedschappen en technieken ontwikkeld om de veilige restlevensduur van civiele constructies te voorspellen. Het gebrek aan dergelijke tools maakt het vervolgens lastig om proactief te gaan beheren. Dit maakt de cirkel rond.

²³ Bijlaard en ten Heuvelhof 2012.

Versnipperd beheer

Er is weinig technisch-inhoudelijke samenwerking tussen de bijna 400 beheerders van civiele constructies.²⁴ Kleine gemeenten hebben zelden de benodigde expertise in huis en leunen op externe adviseurs. Soms worden experts van de grote beheerders ingeschakeld als probleemoplosser. Positieve en negatieve ervaringen met specifieke constructies of onderdelen worden niet systematisch gedeeld. De bestaande versnippering belemmert het leervermogen rond instandhouding van de bestaande civiele infrastructuur.

Ook ontbreekt een gezamenlijk programma voor ontwikkeling van kennis en innovaties. Alleen enkele grote beheerders in Nederland hebben de deskundigheid en financiën om hierin te investeren.

²⁴ Per januari 2021: 347 gemeenten, 21 waterschappen, 12 provincies, Rijkswaterstaat en ProRail.

7 Nationale opgave vervanging en renovatie

Deze 'proeve' van een landelijk prognoserapport vervanging en renovatie bevestigt dat de kosten voor instandhouding van de bestaande civiele infrastructuur flink gaan stijgen: van nu jaarlijks ruim 1 naar 3 à 4 miljard euro in 2040-2050 en daarna verder tot 4 à 6 miljard euro per jaar. De waarde van de bestaande civiele infrastructuur bedraagt meer dan 300 miljard euro en vraagt de zorg die past bij een dergelijk vermogen. Hierna volgen vier aanbevelingen om deze nationale opgave aan te pakken.

Periodiek landelijk prognoserapport

Deze 'proeve' is een aanzet om periodiek een landelijke prognoserapport vervanging en renovatie te maken, zoals Rijkswaterstaat doet. Stapsgewijs zal de betrouwbaarheid van de ramingen verbeteren. Uiteraard zullen de prognoses nauwkeuriger zijn voor de nabije decennia dan voor 2050 en verder.

Een voldoende nauwkeurige prognose geeft onderbouwing aan de benodigde budgetten voor instandhouding van de bestaande infrastructuur. De meerjarenprogramma's van de afzonderlijke infrabeheerders kunnen met het landelijke overzicht onderling worden afgestemd, waardoor besparingen bij de uitvoering mogelijk zijn. Ook krijgen bedrijven beter inzicht in het volume aan werkzaamheden dat is te verwachten. Hierop kunnen ze dan hun capaciteit aanpassen.

Het periodiek opstellen van een landelijk prognoserapport, zal ook inzicht geven in de grootste onzekerheden en de grootste kostenposten. Gerichte kennisontwikkeling zal de onzekerheidsmarges verkleinen en innovaties worden gericht op verlaging van de grootste kostenposten.

Assetmanagement op areaalniveau

Om de vernieuwingsopgave efficiënt aan te pakken is verdere verbetering van het assetmanagement nodig. Tabel 7 vat de veranderingen samen.

Beter assetmanagement maakt een betere timing mogelijk en dit bespaart geld. Te vroeg vervangen of renoveren is een vorm van kapitaalvernietiging en te laat geeft onnodig hoge kosten door de spoed en onvoorziene hinder voor het verkeer. Te vroeg vernieuwen draagt ook niet bij aan de circulariteit van de bouw. Tijdige planning van werkzaamheden geeft juist mogelijkheden om werk-met-werk te combineren en leidt vaak tot een lagere aanneemsom.

Van	Naar
Incident gestuurd	Anticiperen op basis van voorspellingen
Vuistregels	Werkelijke conditie, monitoring
Per kunstwerk	Op areaal niveau
Afzonderlijke databases	Big data en landelijk overzicht
Onduidelijkheid over achterstanden	Achterstanden afwezig of bekend
Budget gestuurd	Politieke afweging kwaliteit-kosten
Tijdelijke projectorganisaties	Permanente beheersorganisatie

Tabel 7: Overzicht veranderingen in assetmanagement.

Naast de juiste timing, is de keuze tussen vervangen of renoveren belangrijk. Dit heeft grote gevolgen voor de levensduurkosten en de milieueffecten. Voor deze vaak terugkerende keuze is een goed afweegkader nodig. Kosten, milieueffecten, verkeershinder en overlast van alternatieven moeten systematisch worden vergeleken. Een goed afweegkader legt de basis voor consistente besluiten over vervangen of renoveren. Momenteel gebeurt dit vaak ad hoc en met gelegenheidsargumenten.

Om meerjarenplannen te kunnen maken, moet van alle constructies in het areaal een schatting van de technische restlevensduur bekend zijn. Zonder alle duizenden kunstwerken elk afzonderlijk te bemeten en door te rekenen, is het toch mogelijk om voldoende inzicht in het hele areaal te krijgen. Hiervoor moeten de inzichten uit detailanalyses gecombineerd worden met kentallen van het hele areaal. Kritische typen constructies en onderdelen komen dan in beeld, die vervolgens nauwkeuriger worden onderzocht. Dit vergroot vervolgens het inzicht in de staat van het hele areaal. Laveren tussen object en areaal is de sleutel om voldoende grip op het geheel te krijgen. Deze vorm van assetmanagement op areaalniveau staat bij civiele constructies nog in de kinderschoenen.

Beslissingen over instandhouding van bestaande infrastructuur – timing, vervangen of renoveren – moeten worden voorbereid door een centrale eenheid bij de infrabeheerder. Nu gebeurt dit vaak door een projectorganisatie die al is ingericht voor de uitvoering. De centrale eenheid assetmanagement zal op areaal niveau afwegingen maken en daarmee richting geven aan de opdrachten voor de projecten. Richting de politiek verantwoordelijken zal deze centrale eenheid goedkeuring van het afweegkader willen krijgen, waardoor consistentie in de aanpak van de verschillende projecten ontstaat. De eenheid assetmanagement is inhoudelijk specialistisch. Het opzetten van een dergelijke centrale eenheid assetmanagement en het ontwikkelen van de werkwijzen, zal meerdere jaren vergen.

Assetmanagement op grotere afstand van de politiek

De kosten voor instandhouding van de bestaande infrastructuur zijn onderdeel van het reguliere begrotingsproces van de beherende overheden. Hierdoor bestaat

weinig zekerheid over de beschikbare budgetten op langere termijn. In de praktijk blijkt dat het in tijden van bezuinigingen populair is om te korten op de uitgaven voor instandhouding. De negatieve gevolgen hiervan komen immers pas later. Op termijn nemen de kosten zelfs sterker toe dan de gerealiseerde besparing, omdat de maatregelen voor instandhouding minder optimaal zijn gepland en uitgevoerd. Vaak komen de budgetten voor instandhouding pas weer op het benodigde niveau na een incident of ongeval.

Budgetten voor instandhouding horen geen speelbal van korte termijn afwegingen te zijn. De gunstige effecten van lange termijn kaders bleek onder meer bij invoering van de zorgplicht voor rioleringen in de jaren negentig van de vorige eeuw (Spruit, 2021). Meer rust in de beheersorganisatie, grotere efficiëntie bij de werkzaamheden, minder incidenten en meer continuïteit voor de bedrijven, zijn belangrijke voordelen. De politiek kan zich dan richten op de grote lijnen en vooral de afweging tussen gewenste kwaliteit en beschikbaar budget. Politieke micro-sturing op keuzes voor elke brug of kade afzonderlijk is dan niet meer nodig.

Gezamenlijke kennis en innovatie droge kunstwerken

Het beheer van de civiele infrastructuur is in handen van bijna 400 verschillende beheerders, vooral gemeenten. Het CROW zorgt dat er algemene normen en standaarden zijn. Er zijn meerdere organisaties voor overleg en kennisuitwisseling. Bijvoorbeeld WoW (Wegbeheerders ontmoeten Wegbeheerders), CROW, COB, iAMPro, Stadswerk en de Bouwcampus. Ingenieursbureaus adviseren veel beheerders en uiteraard hebben ook de bouwbedrijven zelf veel kennis en ervaring in huis.

Vanwege het grote belang van constructieve veiligheid en de technische complexiteit bij het beoordelen van bestaande kunstwerken, is versterking en bundeling van kennis en ervaring wenselijk. Vier suggesties hiervoor zijn:

- **Landelijk overzicht** bijhouden van storingsgevoeligheid, levensduur, reparaties en optredende degradatie van veel voorkomende typen civiele constructies. Dit vormt een basis om meer met en van elkaar te leren en oplossingen te delen.
- Versterking van de **publieke borging van de constructieve veiligheid** van bestaande constructies. Veel gemeenten en andere beheerders hebben uiteraard niet de experts in dienst om dit zelf te kunnen beoordelen en vaak ook niet om deskundig opdrachtgever te kunnen zijn. Een landelijke of regionale gemeenschappelijke dienst kan hierin voorzien, vergelijkbaar met de veiligheidsregio's. Deze kan voor een deel van de beheerders de rol van centrale eenheid assetmanagement (zie hiervoor) vervullen en kan bij incidenten de inhoudelijke expertise inbrengen.
- **Gebundelde ontwikkeling van kennis en innovaties**. Nu hebben de grotere beheerders elk hun eigen koers en laten de kleinere beheerders vernieuwingen over aan de groten. Het opzetten van een gezamenlijk meerjarenprogramma voor kennisontwikkeling en innovatie vergroot de efficiency en de kwaliteit ervan. Samenwerking in de 'gouden driehoek' (overheden, bedrijven en kennisinstellingen) is gewenst, zoals ook gebeurt in de topsectoren. Voor vier constructietypen bestaat al een gezamenlijke landelijke aanpak:

- Het COB voor ondergrondse infrastructuur
- De Asphalt-Impuls voor wegverhardingen
- Het kennisprogramma Natte Kunstwerken voor sluisen, stuwen, waterkeringen en damwanden (Deltares, Marin, RWS en TNO)
- Stichting RIONED voor riolen en stedelijk waterbeheer

Een soortgelijke aanpak ontbreekt voor bruggen, viaducten en kademuren. Het Bouw en Techniek Innovatiecentrum neemt initiatief om dit op te zetten vanuit de 'gouden driehoek'.²⁵

- **Opleiden** van veel meer ingenieurs die expert zijn in het beoordelen van bestaande civiele constructies en die het assetmanagement op areaal niveau op een hoger plan gaan brengen. In de huidige curricula is onvoldoende aandacht voor vervanging en renovatie. Het aantal experts in Nederland op dit specialisme moet waarschijnlijk vertienvoudigen, van 20 naar 200.

²⁵ In het BTIC werken samen de Ministeries van EZK, BZK en I&W, Bouwend Nederland, NLIngenieurs, Techniek Nederland, TNO, 4TU.Bouw en de Vereniging van Hogescholen.

8 Circulair en duurzaam

De vervangingsopgave moet circulair en CO₂-arm zijn. Nederland heeft immers ambitieuze doelen om de CO₂-emissies te verminderen met 49% in 2030 en met 95% in 2050²⁶. Ook willen we het gebruik van primaire grondstoffen in 2030 halveren en wil Nederland in 2050 een volledig circulaire economie hebben. Infrastructuur zal hier uiteraard ook aan bijdragen.

Circulariteit heeft twee achterliggende doelen:²⁷

- Leveringszekerheid van grondstoffen en materialen
- Minder milieudruk afkomstig van het gebruik van materialen

Voor de leveringszekerheid van materialen en grondstoffen voor de civiele infrastructuur, is alleen schaarste aan sommige kritieke metalen een reëel risico. Dit is kort samengevat de uitkomst van een studie voor Rijkswaterstaat naar de leveringszekerheid van hun grondstoffen en materialen.²⁸ Gebrek aan sommige kritieke metalen kan gevolgen hebben voor de productie en kwaliteit van staal, metalen constructieonderdelen en elektrische apparaten. Deze risico's zijn overigens niet specifiek voor civiele infrastructuur.

Tweede doel van circulariteit is minder milieuvuiling. Bij Rijkswaterstaat komt 95% van de milieudruk van materiaalgebruik door vier toepassingen: asfalt, beton, vangrails en lichtmasten.²⁹ De grootste bijdrage aan de milieudruk komt door de uitstoot van CO₂, dat bij infraprojecten meestal de helft of meer van de totale milieudruk veroorzaakt.

De civiele infrastructuur stoot jaarlijks ongeveer 2 tot 3 megaton CO₂ uit voor aanleg, beheer en onderhoud.³⁰ Dit is één à anderhalf procent van het landelijk totaal. De grootste bronnen van CO₂ zijn de brandstof voor bouwwerktuigen, elektriciteitsverbruik, asfalt en cement. Samen zorgen ze voor meer dan 90% van de uitstoot van broeikasgassen door de infrasector.

Het bruist van ideeën, pilots en samenwerkingsverbanden voor circulaire en klimaat neutrale infrastructuur.³¹ Deze creatieve fase is het goede begin van elk innovatieproces. De tweede fase loopt nu ook. Hierin ligt het accent op selectie van

²⁶ Ten opzichte van 1990. Waarschijnlijk gaat het reductiedoel voor 2030 omhoog naar 50 of 55% als gevolg van de Europese Green Deal.

²⁷ Onder andere *Doelstelling circulaire economie 2030* van PBL, TNO en CBS (Kishna et al 2019).

²⁸ Levels-Vermeer en Simons 2018. Zie ook bijlage B.

²⁹ Levels-Vermeer en Simons 2018. Zie ook bijlage B. De milieudruk is bepaald met de milieukostenindicator (MKI), waarin 11 milieueffecten meetellen. Direct energiegebruik valt hierbuiten.

³⁰ Bijlage B.

³¹ Van bedrijven, beheerders, kennisinstellingen en intermediaire organisaties zoals de Bouwcampus, GreenDeal Duurzaam GWW, Betonakkoord, MVO Nederland, Bouwend Nederland, WoW, CROW, Pianoo, BTIC en de Bouwagenda. Zie voor een inhoudelijk overzicht I&W 2020a.

de meest kansrijke opties, dus bij praktijktesten en evaluaties. Het is nodig het kaf van het koren te gaan scheiden.³²

Nu komt de derde stap naar opschaling en het standaard gaan toepassen van duurzame innovaties. De sleutel hiervoor ligt bij de infrabeheerders die hun eigen werkwijzen moeten vernieuwen en circulariteit en duurzaamheid systematisch moeten gaan voorschrijven en belonen bij aanbestedingen. Duurzaam aanbesteden zal minimaal een aantal jaren consequent de norm moeten zijn.³³ Alleen bij een concreet marktperspectief kunnen bedrijven gaan investeren in bijvoorbeeld elektrische bouwmachines en circulair beton. Het transparant en voorspelbaar belonen van duurzaamheid bij aanbestedingen is het noodzakelijke sluitstuk van het innovatieproces voor circulaire en klimaat neutrale infrastructuur. Door de marktwerking die dan ontstaat, komen de beste innovaties boven drijven en ontstaan prikkels voor verdere kennisontwikkeling en innovaties.

De eerste trede van circulaire bouw is het langer gebruiken van bestaande infrastructuur. Dit spaart grondstoffen en energie uit en is meestal ook goedkoper. Om deze reden is het bepalen van de technische levensduur ook een prioriteit bij verduurzaming van de infrastructuur: voorkom voortijdige vervanging. Een voorbeeld is de vernieuwing van de Keizersveerbruggen in de A27. Nu wordt gezocht naar mogelijkheden om deze bruggen op een andere locatie een tweede leven te geven. Waarschijnlijk is het meer circulair en ook goedkoper om de bestaande bruggen op hun huidige plek langer te blijven gebruiken.

³² Bijlage B geeft een overzicht van de belangrijkste manieren om de infrastructuur te verduurzamen.

³³ De Stuurgroep van de GreenDeal Duurzaam GWW 2.0 heeft de hoofdlijnen uitgewerkt in [een praktisch voorstel](#).

9 Ondertekening

Delft, 29 april 2021

TNO

Ir. A.N. Beijenberg
Auteur

Dr.ir. A.H.J.M. Vervuurt
Project Manager

Dr. P.C. Rasker
Research Manager Structural Reliability

Bijlage A Waarde en kosten civiele infrastructuur

Deze bijlage geeft toelichting en onderbouwing van de cijfers voor de waarde en kosten van civiele infrastructuur die in de hoofdtekst staan.

Waarde

Tabel A.1 geeft een overzicht van de waarde van verschillende categorieën infrastructuur. Daarna volgt de toelichting.

Infrastructuur	Miljard euro	Bron
GWW-infrastructuur	406	CBS
Civiele infrastructuur van overheden	283	CBS
Civiele infrastructuur van bedrijven	35	CBS
Civiele constructies	73	Bloksma en Westenberg 2021
Droge kunstwerken	67	“
Natte kunstwerken	6	“
Rijkswaterstaat kunstwerken	58	RWS 2020

Tabel A.1: Waarde van verschillende categorieën infrastructuur.

De waarde van de gezamenlijke GWW-infrastructuur in Nederland bedraagt 406 miljard euro.³⁴ Dit bedrag komt uit de CBS-statistiek van de Kapitaalgoederenvoorraad voor Grond-, Weg- en Waterbouwkundige werken. Naast de civiele infrastructuur vallen hier ook infrastructuur voor energie, ICT en waterleiding onder.

De waarde aan civiele infrastructuur van overheden is ook gebaseerd op CBS-statistiek van de Kapitaalgoederenvoorraad voor GWW. De aannahme hierbij is dat overheden alleen civiele infrastructuur bezitten. Dus geen infrastructuur voor drinkwater en energie. Dit bedrag is identiek aan dat van de CBS-statistiek van de Overheidsbalans.

De waarde aan civiele infrastructuur van semioverheidsbedrijven is ook gebaseerd op de Kapitaalgoederenvoorraad voor GWW en dan voor de bedrijfstak Vervoer en opslag. Verondersteld is dat deze infrastructuur geheel bij semioverheidsbedrijven zit, waaronder Schiphol en havenbedrijven. Infrastructuur voor energievoorziening,

³⁴ CBS-cijfers over 2018. Onder grond-, weg- en waterbouwkundige werken vallen de kosten van de aanleg van straten en riolering en het bouwrijp maken van de bouwterreinen. Inbegrepen zijn verder openbare monumenten die niet als woning of ander gebouw zijn geclassificeerd, schachten, tunnels en andere bouwwerken in verband met de ontginning van minerale en energiereserves, en de bouw van zeeweringen, dijken, stormvloedkeringen, die bedoeld zijn om nabijgelegen grond, die zelf geen deel van de werken uitmaakt, te verbeteren. Voorbeelden zijn autowegen, straten en andere wegen, spoorwegen, start- en landingsbanen op vliegvelden, bruggen, verhoogde wegen, tunnels en metrotunnels, waterwegen, havens, dammen en andere waterwerken, pijpleidingen over lange afstand, communicatielijnen en elektriciteitsleidingen, plaatselijke pijpleidingen en kabels, bijkomende werken, bouwwerken voor de mijnbouw en de industrie of voor sport en recreatie.

telecommunicatie, delfstoffenwinning en waterleiding is verondersteld in beheer te zijn bij andere (semioverheids)bedrijven dan behorend tot de bedrijfstak Vervoer en opslag. Deze infrastructuur hoort dus niet tot de civiele infrastructuur.

De overheidsbalans is gebaseerd op de gelijknamige CBS-statistiek. De waarde van semioverheidsbedrijven is toegevoegd aan de niet-financiële activa en afgetrokken van de financiële activa (deelnemingen) om de balans kloppend te houden.

Kosten

Tabel A.2 geeft een overzicht van de uitgaven in 2019 aan GWW-werken.³⁵ Van de totaal 17,2 miljard is 15,1 miljard voor civiele infrastructuur (exclusief energie en waterleiding). Hiervan is 1,4 miljard voor vervanging civiele infrastructuur

Opdrachtgever	Miljard euro	Aard werkzaamheden	Miljard euro
Rijk	1,7	Nieuwbouw	4,4
Decentrale overheden	7,3	Reconstructie	3,6
Bedrijven	8,2	Vervanging	1,6
		Onderhoud	7,6

Deelmarkten	Miljard euro	Regio	Miljard euro
Rijkswegen	1,6	Noord	2,1
Spoorwegen	1,4	Oost	3,8
Gemeentewegen	2,3	Randstad Noord	4,1
Riolering	1,6	Randstad Zuid	3,5
Waterkeringen	1,8	Zuid	3,7
Energie en water	2,1		
Overig	6,4		

Tabel A.2: GWW-markt in 2019 (EIB 2020).

Onderzoek van CE Delft en de VU voor het toenmalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat raamt de jaarlijkse kosten van alleen de transportinfrastructuur op 17 miljard euro (aanleg, vernieuwing, beheer en onderhoud; data 2010).³⁶ Als hierbij ook de infrastructuurkosten voor spoor, waterveiligheid, energie, riolering en watervoorziening bij worden opgeteld, komt dit beduidend hoger uit voor de jaarkosten GWW dan bovenstaande cijfers van het EIB. Dit grote verschil komt waarschijnlijk door de gebruikte methodiek. Het EIB kijkt naar feitelijke financiële stromen in een jaar. CE/VU volgen een economische benadering, die is gebaseerd op opportuniteitskosten van de gedane investeringen in infrastructuur.

³⁵ EIB 2020.

³⁶ CE Delft en VU 2014.

Bijlage B Circulariteit en CO₂-uitstoot civiele infrastructuur

Deze bijlage geeft een beknopt overzicht van de materiaalstromen, CO₂-uitstoot en milieubelasting van de civiele infrastructuur. Landelijke cijfers zijn alleen beschikbaar voor de hele bouwsector, inclusief de woning- en utiliteitsbouw. Meerdere studies geven informatie over een deel van het infrastructuur areaal. Na de cijfers volgt een samenvattend overzicht van mogelijkheden om de milieudruk te verminderen en de circulariteit te verbeteren.

CO₂-uitstoot

Het aandeel van de bouw in de landelijk CO₂-uitstoot is 2% (tabel B.1). Hiervan komt meer dan 80% van de productie van bouwmaterialen plus het brandstofverbruik van bouwmachines.

CO ₂ -emissies	Megaton CO ₂	In % bouw	In % Nederland
Bouw, inclusief bouwmaterialen en mobiele werktuigen bouw	3,9	100%	2%
<i>bouwmaterialen</i>	1,8	47%	
<i>mobiele werktuigen bouw</i>	1,5	37%	
<i>bouwbedrijven</i>	0,3	8%	
<i>overig</i>	0,3	8%	
Wegverkeer	29,8		17%
Woningverwarming	13,3		7%

Tabel B.1: Aandeel CO₂-emissies van de bouw (Emissieregistratie 2020; cijfers 2018).

De CO₂-uitstoot van alleen de infrastructuur voor het wegverkeer is geraamd op 2,2 Megaton in 2010.³⁷ Dit is ongeveer 1% van de totale Nederlandse uitstoot en 7% van CO₂-emissies van het wegverkeer dat deze infrastructuur gebruikt. Bouwmachines zorgen voor 41% van de uitstoot en op de tweede plaats komt elektriciteitsverbruik voor verlichting en verkeersmanagement (tabel B.2). Dit laatste is niet meegenomen in tabel B.1.

³⁷ Keijzer en Leegwater 2012.

Toepassing	% totaal
Bouwmachines	41%
Verlichting en verkeersmanagement	22%
Asfalt	14%
Klinkers en betonstraatstenen	11%
Kunstwerken	5%
Overig	8%
Totaal verkeersinfrastructuur	100%

Tabel B.2: *Verdeling uitstoot broeikasgassen verkeersinfrastructuur (Keijzer en Leegwater 2012; cijfers 2010).*

De CO₂-uitstoot van alleen Rijkswaterstaat is becijferd op 0,7 Megaton.³⁸ Tabel B.3 geeft een overzicht van de grootste bijdragen. Bijna de helft komt door het gebruik van asfalt, beton en staal. Ruim 40% door brandstoffen en het restant door elektriciteit.

Toepassing	Kton CO ₂	% totaal
Wegverhardingen (asfalt en wegfundering)	197	28%
Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud	191	27%
Kunstwerken (staal- en betonconstructies, exclusief Bouwplaats)	154	22%
Bouwplaats (grondverzet en overige mobiele werktuigen)	74	10%
Elektriciteit (wegverlichting, verkeersmanagement, e.d.)	52	7%
Rijksrederij	35	5%
Wagenpark (weginspecteurs e.d.)	9	1%
Totaal RWS, exclusief gebouwen en mobiliteit	712	100%

Tabel B.3: *CO₂-uitstoot door RWS (Ministerie van I&W 2020c; cijfers 2019).*

Circulariteit

De materiaalstromen door de gehele bouw zijn groot (tabel B.4). Het gaat in dit overzichtsrapport van het CBS vooral om beton, asfalt, steen en hout. Het gebruik van secundair materiaal is ook hoog: 38% van het totale materiaalgebruik door de bouw.³⁹

³⁸ Ministerie van I&W 2020c. Exclusief voor gebouwen en mobiliteit van medewerkers. Hauck e.a. (2020) becijferen de klimaatimpact van de wegverharding van RWS op 223 kton CO₂-eq. in 2019.

³⁹ CBS 2019.

Materiaalstromen bouw	Megaton materiaal	In % Nederland
Totaal materiaalinzet	81	48%
<i>primair</i>	50	
<i>secundair</i>	31	60%

Tabel B.4: Aandeel materiaalstromen van de bouw (CBS 2019; cijfers 2016).

Voor de civiele infrastructuur zijn de belangrijkste materiaalstromen: grond, zand, beton, asfalt en metalen. Bij grond, zand, asfalt en beton gaat het om grote volumes, terwijl metalen een bescheiden volume hebben, maar met een grote milieudruk over de totale levenscyclus.

Zuid-Holland heeft de materiaalstromen in kaart gebracht voor beheer, onderhoud en vervanging van de provinciale infrastructuur.⁴⁰ Enkele resultaten van dit gedetailleerde onderzoek zijn samengevat in tabel B.4. De totale materialeninzet bedraagt 204 duizend m³. Hiervan is 68% primair en 32% secundair materiaal. De materialenoutput is 413 duizend m³. Dit is groter dan in input, doordat bagger vrijkomt bij onderhoud van vaarwegen. Van de totale output aan materialen wordt 46% hergebruikt, 39% gerecycled, 7% gestort en 6% 'blijft achter'.

Materiaalinzet	240.040 m ³	Materiaal output	415.300 m ³
Primair	68%	Hergebruik	46%
Asfalt	22%	Bagger	33%
Zand	21%	Zand	12%
Zout	10%	Recycling	39%
Beton	7%	Asfaltgranulaat	22%
Secundair	32%	Betongranulaat	13%
Betongranulaat	17%	Stort	7%
Asfaltgranulaat	15%	Bagger	7%
		Blijft achter	6%
		Zout	6%

Tabel B.5: Materiaalinzet en materiaal dat vrijkomt bij beheer, onderhoud en vervanging infrastructuur Zuid-Holland (Van Engelen en Klaasen 2020).

RWS heeft ook een materialenbalans laten opstellen, samengevat in tabel B.6.⁴¹ Totaal heeft RWS 46 megaton materiaal ingekocht in 2014. Het overgrote deel hiervan is zand en grind, wat in tabel B.4 niet is meegenomen. Tabel B.6 geeft ook de milieudruk⁴² die samengaat met het materiaalgebruik. Beton en asfalt zorgen voor de grootste belasting van het milieu, gevolgd door vangrails en lichtmasten.

⁴⁰ Van Engelen en Klaasen 2020.

⁴¹ Levels-Vermeer en Simons 2018.

⁴² Milieukostenindicator (MKI).

Materiaal	Megaton	In % RWS	MKI in % RWS
Zand en grind	42	92%	0%
Asfalt	2,7	5%	29%
Cement en beton, incl. wapening	0,9	2%	32%
Staalslak	0,5	1%	1%
Geleiderail	0,1		25%
Lichtmasten			9%
Damwand			2%

Tabel B.6: *Materiaalgebruik en gerelateerde milieudruk van Rijkswaterstaat (Levels-Vermeer en Simons 2018; exclusief transport; cijfers 2014).*

Naast de milieudruk is leveringszekerheid de tweede reden om circulair te werken.⁴³ Rijkswaterstaat heeft laten onderzoeken voor welke materialen de leveringszekerheid in gevaar kan komen.⁴⁴ Alleen voor kritieke metalen bestaat een risico op schaarste. Dit kan gevolgen hebben voor de productie en kwaliteit van staal, metalen onderdelen en elektronische apparaten. Deze risico's zijn niet specifiek voor civiele infrastructuur.

Duurzame infrastructuur

Samenvattend zijn er, behalve voor sommige kritieke metalen, geen grote risico's voor de leveringszekerheid van benodigde grondstoffen voor de civiele infrastructuur. De milieubelasting komt vooral van bouwmachines, elektriciteit voor verlichting en verkeersmanagement, cement, asfalt, bestrating en metalen. Hierbij is de hele levenscyclus meegenomen: aanleg, gebruik en sloop. De CO₂-uitstoot van de civiele infrastructuur is geschat op 2 tot 3 megaton, overeenkomend met 1 à 1,5% van de totale Nederlandse uitstoot.

De transitie naar duurzame infrastructuur – circulair en CO₂-arm – is vooral gericht op:

- *Brandstoffen.* Overgang naar schone brandstoffen voor bouwmachines, vrachtwagens, baggerschepen en dergelijke. Voor een deel zal dit groene elektriciteit zijn en voor een ander deel een overstap naar CO₂-arme synthetische brandstoffen.
- *Asfalt.* Recyclen van asfalt; dit gebeurt al op grote schaal. Toepassen van energiezuinige processen in de asfaltcentrales en bij de verwerking van asfalt. Verlenging van de levensduur van asfalt. Ontwikkelen van CO₂-arme bitumen uit natuurlijke grondstoffen. Gebruik van duurzame energie door de asfaltcentrales.
- *Cement.* Hergebruik van de fijne fractie uit gerecycled beton, om het gebruik van primair cement te verminderen. Ontwikkelen van CO₂-arme binders ter vervanging van cement. Waarschijnlijk zal de grootste milieuwinst komen van

⁴³ Kishna et al 2019.

⁴⁴ Levels-Vermeer en Simons 2018

de overgang naar CO₂-loos geproduceerd cement.⁴⁵ Dit is mogelijk door duurzame energie te gaan gebruiken en de CO₂ die vrijkomt uit het proces op te slaan (CCS).

- *Elektriciteit.* Minder elektriciteitsgebruik en overstap op groene stroom voor verlichting, bediening en verkeersmanagement.
- *Metalen.* Recyclen van metalen; dit gebeurt al op grote schaal. Overgaan op milieuvriendelijker materialen, bijvoorbeeld voor vangrails of lichtmasten. Beperken van het metaalgebruik, door 'zuiniger' ontwerpen. Productie van CO₂-arm staal, bijvoorbeeld door waterstof te gebruiken in plaats van cokes, zal ook een grote bijdrage leveren aan een lagere milieubelasting.⁴⁶

Zoals in de hoofdtekst toegelicht (paragraaf 8), ligt de sleutel voor een circulaire en CO₂-arme aanpak van de vervangingsopgave bij het aanbestedingsbeleid van de opdrachtgevers.

⁴⁵ Energy Transitions Commission 2018a.

⁴⁶ Energy Transitions Commission 2018b.

Bijlage C Geraadpleegde bronnen

Amsterdam 2019, *Amsterdamse Thermometer van de Bereikbaarheid 2019*.

AR 2020, *Resultaten verantwoordingsonderzoek Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (XII)*, Algemene Rekenkamer.

B&W Amsterdam, 2019, *Aanpak civiele constructies*, Brief aan de gemeenteraad.

Bloksma, H.R. en K.D.F. Westenberg, 2021, *Civiele kunstwerken in Nederland*, Westenberg en iASSET.

Bouwend Nederland, 2016, *Onderzoek gemeentelijke bruggen*, update februari 2016.

Bijlaard, Frans en Ernst ten Heuvelhof, 2012, *Onderzoeksrapport Koningin Julianabrug*, TU Delft.

CBS, 2019, *Value added of Infrastructure, 1995-2016 – Exploratory study*.

CBS, 2019, *Materiaalstromen in Nederland 2014-2016*.

CE Delft en VU, 2014, *Externe en infrastructuur kosten van verkeer – Een overzicht voor Nederland in 2010*, CE Delft en Vrije Universiteit Amsterdam.

Cloo, Pieter, Bert Slagmoen en Lindy Molenkamp, Commissie Civiele Constructies, 2019, *Factor 20 – Vooronderzoek ter versterking van de gemeente Amsterdam voor de opgave inzake Civiele Constructies*.

EIB 2020, *Data* verkregen van het Economisch Instituut voor de Bouw.

Engelen, Guus van en Karel Klaasse, 2020, *Materialen footprint provinciale infrastructuur – Inzicht in de circulariteit van het beheer en onderhoud van de provinciale assets*, Sweco.

Emissieregistratie, 2020, www.emissieregistratie.nl, geraadpleegd 31 juli 2020.

Energy Transitions Commission, 2018a, *Mission Possible – Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century. sectoral focus cement*.

Energy Transitions Commission, 2018b, *Mission Possible – Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century. sectoral focus steel*.

European Commission, 2019, *State of Infrastructure Maintenance – Discussion Paper*.

Hauck, Mara, Diana Godoi Bizarorro, Naomi Montenegro Navarro, Isabel Nieuwenhuijse en Sanne Nusselder, 2020, *Kostencurves asfalt 2019*, CE Delft en TNO.

Horvat & Parnters, 2020, *Validatie budgetbehoefte instandhouding 2020-2035*.

Kerkhof, RM van de, L Lamper en F Fang, 2018, *De waarde van Smart Maintenance voor de Nederlandse Infrastructuur*, Asset Health Dynamics.

Keijzer, Elisabeth en Greet Leegwater, 2012, *CO₂ uitstoot van wegen in Nederland en de impact van innovaties in de wegenbouw*, TNO-060-DTM-2011-03965.

Kishna, M et al, 2019, *Doelstelling circulaire economie 2030*, PBL.

Levels-Vermeer, Jeanette en Dirk-Jan Simons, 2018, *Perspectief op schaarste – Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat*, LBP SIGHT.

MuConsult, 2015, *Financiële omvang instandhouding provinciale infrastructuur*.

Niaounakis, Thomas en Alex van Heezik, *Wegen gewogen – Een empirisch onderzoek naar de kosten en doelmatigheid van het decentrale wegbeheer tussen 2008 en 2014*, Instituut voor Innovaties en Publieke Sector Efficiëntie Studies.

Rijkswaterstaat, 2020, *Intern concept Prognoserapport Vervanging en Renovatie Rijkswaterstaat*.

Tweede Kamer, 2020, *Jaarverslag en Slotwet Infrastructuurfonds 2019*, vergaderjaar 2019-2020, 35 470 A, nr.1.

Ministerie van I&W, 2020a, *Naar klimaat neutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten*.

Ministerie van I&W, 2020b, *Aanpak instandhouding Rijksinfrastructuur*, Brief aan de Tweede Kamer, 19 juni 2020.

Ministerie van I&W, 2020c, *Duurzaamheidsverslag 2019*, 20 mei 2020.

Ministerie van I&W, 2020d, *Ontwikkelplan Assenmanagement IenW*, december 2020.

Ministerie van I&W, 2020e, *Vervolg aanpak instandhouding Rijksinfrastructuur*, Brief aan de Tweede Kamer, 17 december 2020.

PWC|Rebel, 2020, *Analyse Instandhoudingskosten Rijksinfrastructuur, Eindrapportage, deel: Rijkswaterstaat*, PWC en RebelGroep.

Rekenkamer Amsterdam, 2015, *Beheer en onderhoud bruggen – Een lange maar noodzakelijke verbouwing*.

RIONED, 2016, *Het nut van stedelijke waterbeheer*.

Rijkswaterstaat, 2020, *De staat van de Infra RWS*.

Spruijt, Willem, 2021, *Zorgplicht in de (vaar)weginfrastructuur?* Presentatie voor Online-Infra van de Bouwagenda.

Vinsel, Lee en Andrew Russell, 2020, *The Innovation Delusion – How Our Obsession with the New Has Disrupted the Work that Matters Most*, Penguin Books.

VROM-Inspectie, 2009, *Onderzoek borging constructieve veiligheid bruggen & viaducten – Inventariserend onderzoek naar aanleiding van signalen*.

Wouters, Karlien en Lia de Simon, 2021, *Kwantitatieve Evaluatie Green Deal Duurzaam GWW 2.0*, TNO.