



Onderzoek hergebruik

Installaties

Rijkswaterstaat

8 februari 2023

Project Onderzoek hergebruik
Opdrachtgever Rijkswaterstaat

Document Installaties
Status Definitief
Datum 8 februari 2023
Referentie 129722_23-002.567

Projectcode 129722
Projectleider Ir. R. Dijcker
Projectdirecteur Ir. A.C. de Wit

Auteur(s) B.M. Roelofs MSc
Gecontroleerd door Ir. R. Dijcker
Goedgekeurd door Ir. R. Dijcker

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEIDING | 6 |
| 1.1 | Doel | 6 |
| 1.2 | Wat is een installatie? | 7 |
| 1.2.1 | Elektrotechnische installaties | 8 |
| 1.2.2 | Werktuigbouwkundige installaties | 8 |
| 1.3 | Keuze installaties | 8 |
| 1.4 | Aanpak | 9 |
| 1.5 | Leeswijzer | 9 |
| 2 | HERGEBRUIKPOTENTIE INSTALLATIES | 10 |
| 2.1 | Vrijkomende installaties 2020 - 2030 | 10 |
| 2.1.1 | Overzicht vrijkomende installaties | 12 |
| 2.2 | Hergebruikpotentie: technisch | 12 |
| 2.2.1 | Beperkingen | 14 |
| 2.2.2 | Restlevensduur van installaties | 15 |
| 2.2.3 | Overige aandachtspunten bij hergebruik van installaties | 15 |
| 2.3 | Hergebruikpotentie: milieuaspecten | 15 |
| 2.3.1 | Milieu-impact | 16 |
| 2.3.2 | Materialen | 16 |
| 2.4 | Hergebruikpotentie: kosten en baten | 21 |
| 3 | HANDELINGSPERSPECTIEF | 23 |
| 3.1 | Hergebruikproces | 23 |
| 3.1.1 | Huidige levensloop installaties | 23 |
| 3.1.2 | Proces bij hergebruik | 24 |
| 3.1.3 | Ketenpartners | 24 |
| 3.2 | Barrières en oplossingsrichtingen | 26 |
| 3.2.1 | Direct hergebruik | 26 |
| 3.2.2 | Revisie | 26 |
| 3.3 | Consequenties | 27 |
| 3.4 | Aanbevelingen | 27 |
| 3.5 | Nadere prioritering | 27 |

| | | |
|-----|--|------------------------|
| 4 | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 29 |
| 4.1 | Conclusies | 29 |
| 4.2 | Aanbevelingen | 29 |
| 4.3 | Vervolgonderzoek | 30 |
| | Laatste pagina | 30 |
| | Bijlage(n) | Aantal pagina's |
| I | Levensduren TTI | 3 |
| II | Bronnen | 2 |
| III | CE Delft zwaartepuntanalyse installaties | 3 |
| IV | Scoremethodiek nadere prioritering | 4 |

SAMENVATTING

Rijkswaterstaat heeft de ambitie om in 2030 circulair te werken.

Inzet op hergebruik is daar een belangrijk onderdeel van. De hergebruikpotentie van een objecttype is afhankelijk van onder meer de technische eigenschappen, de potentiële milieuwinst en de financiële haalbaarheid. Voor de rol van Rijkswaterstaat is onder meer de fase van markttransformatie en het bijpassende organisatiemodel van belang. Er is naar eer en geweten aan een goede inschatting gewerkt, maar gezien de diversiteit van objecten en afwezigheid van gedetailleerde areaaldata zijn afwijkingen op de werkelijkheid mogelijk.

De hergebruikpotentie van installaties is gevarieerd door diversiteit aan objecten en materiaalsamenstellingen.

Naar verwachting komen er uit 277 projecten installatieonderdelen vrij in de periode tot 2030. Dit betreft duizenden kleine objecten, tien tot honderden grotere objecten en kilometers aan kabels. Door veranderingen in systeemeisen is het mogelijk dat het aantal vrijkomende installatieonderdelen in bepaalde gevallen groter is dan de vraag, maar kan (her)inzet in de dezelfde toepassing niet mogelijk zijn juist door de veranderende eisen. In andere gevallen kan het zijn dat systemen hetzelfde blijven, waardoor vrijkomende installatieonderdelen wel toepassing in nieuwe projecten kunnen vinden.

Technisch zijn sommige installaties geschikt voor hergebruik.

In het algemeen zijn installatie goed losmaakbaar wat een nette demontage vereenvoudigd. De hergebruikpotentie wordt momenteel beperkt door in het algemeen relatief korte levensduur (bevat uitzonderingen), complexiteit van de onderdelen en verandering van systemen en systeemeisen. De potentie voor direct hergebruik is met name door risicobeheersing en garantielevering beperkt. Revisie van installaties is daarom een hergebruikspoor met meer praktische toepasbaarheid. De belangrijkste beperking voor revisie is dat het mogelijk niet in alle gevallen financieel rendabel is. Prikkel vanuit Rijkswaterstaat (hierna RWS) zijn daardoor waarschijnlijk nodig om (initieel) revisie van alle installaties in gang te zetten.

De potentiële milieuwinst van hergebruik zit met name in het behoud van waardevolle en kritieke materialen.

Deze winst is vooral het gevolg van hergebruik van materialen als koper, staal en kritieke materialen die naast hun waarde veelal ook een hoge milieu-impact hebben.

De financiële haalbaarheid van hergebruik van installaties lijkt goed voor grote, dure installaties, maar beperkt voor kleine installaties.

Eenzijds ontstaan er meer kosten door benodigde revisie en logistiek. Anderzijds zijn er opbrengsten als gevolg van uitsparing van benodigde materialen. De opbrengsten zijn in veel grote, dure installaties naar verwachting hoger dan de kosten, maar voor kleine installaties naar verwachting lager dan de kosten. Met de huidige materiaal- en arbeidsprijzen (2022) is er daarmee in sommige gevallen nog geen financiële businesscase voor hergebruik.

In dit onderzoek is hergebruik van installaties op hoofdlijnen verkend. Installaties zijn te divers om specifiek in te gaan op de positie van hergebruik van installaties in het **markttransformatiemodel** en welke **organisatiemodellen** nu en op termijn wenselijk zijn om de transitie naar hergebruik tenzij te bevorderen. Voor het nader bepalen van de hergebruikpotentie is nodig om een verdere uitsplitsing van de groep installaties te maken. Deze uitsplitsing is op verschillende manieren te maken op verschillende detailniveaus, waar in dit onderzoek een voorzet voor is gedaan. Vervolgens zou met de markt onderzocht kunnen worden waar mogelijkheden liggen voor terugname en revisie.

1

INLEIDING

In de afgelopen eeuw is de wereldwijde vraag naar grondstoffen explosief gestegen. De verwachting is dat de vraag naar grondstoffen in de komende decennia verder toeneemt, door een groeiende wereldbevolking en toenemende consumptie. Dit gaat gepaard met een forse impact op het milieu. Hierdoor wordt het steeds belangrijker om het gebruik van (niet hernieuwbare) grondstoffen zoveel mogelijk terug te dringen en om de beschikbare grondstoffen zo efficiënt en hoogwaardig mogelijk te (her)gebruiken en uitstoot van broeikasgassen terug te dringen.

In september 2016 heeft het Rijk hiertoe het Rijks-brede programma Circulaire Economie (CE) gelanceerd. Hierin wordt het perspectief op een toekomstbestendige, duurzame economie en een leefbare aarde voor toekomstige generaties geschetst. De ambitie van het kabinet is om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50 % minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen) en om in 2050 100 % hernieuwbare (gerecyclede en biobased) materialen toe te passen.

Rijkswaterstaat (hierna RWS) heeft zelf de doelstelling om al in 2030 circulair te werken. In 2017 is daarom het 'Impulsprogramma Circulaire Economie' gestart, dat tot en met eind 2021 loopt, om de kennis te ontwikkelen waarmee handen en voeten gegeven kan worden aan 'circulair werken in 2030'. Om de opgedane kennis ook daadwerkelijk te implementeren in de organisatie, is eind 2019 de strategie 'Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten'(KCI) vastgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna IenW), in samenwerking met RWS en ProRail. Deze strategie, die gericht is op het behalen van meetbare doelen, moet ertoe leiden dat in 2030 alle processen en werkwijzen zo zijn ingericht dat circulair wordt gewerkt, dat deze klimaatneutraal zijn en een reductie van 50 % minder primaire grondstoffen is behaald. Hergebruik van vrijkomende objecten en onderdelen wordt als 1 van de belangrijkste mogelijkheden gezien om de doelstellingen op korte termijn te realiseren. Rijkswaterstaat wil nadrukkelijk inzetten op hergebruik en hiervoor een organisatie brede hergebruikstrategie ontwikkelen. Als input voor deze strategie is de hergebruikpotentie bepaald voor 7 objecttypen, te weten betonnen prefab liggers, geleiderails, vaste stalen bruggen, stootplaten, oeverconstructies (damwanden), portalen en installaties. Deze rapportage beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de hergebruikpotentie van installaties.

1.1 Doel

Het doel van dit rapport is om inzicht te krijgen in de hergebruikpotentie van vrijkomende installaties in de periode 2022 - 2030. In tegenstelling tot andere objecten in dit onderzoek, is voor installaties een kwantitatieve inschatting zeer beperkt of niet mogelijk. De objectcategorie installaties is namelijk breed en bevat complexe componenten waardoor massa en milieu-impact moeilijk in te schatten zijn. Wij richten ons voor dit onderwerp daarom met name op de definitie van installaties en praktische aspecten van het hergebruik. Tot slot wordt het handelingsperspectief bekeken door het hergebruikproces, eventuele barrières en oplossingsrichtingen en consequenties te beschouwen. Uiteindelijk worden op basis van het bovenstaande conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

Dit rapport is onderdeel van het onderzoek 'strategie hergebruik' waarin in totaal 7 objecten worden onderzocht. Door het onderzoek wordt inzicht verkregen in de hergebruikpotentie van de verschillende objecten. Op basis van het verkregen inzicht kan RWS een onderbouwde strategie opstellen voor het hergebruik met focus op de objecten met hoge potentie van hergebruik.

1.2 Wat is een installatie?

Met installaties bedoelen wij de technische installaties die onderverdeeld kunnen worden op discipline in werktuigbouwkundige installaties en elektrotechnische installaties. Het onderscheid hiertussen zit met name in beweegbare mechanische niet-structurele¹ componenten (werktuigbouwkundig) en communicatie, meten, regelen en energie (elektrotechniek). De CE Delft zwaartepuntanalyse voor milieu-impact van VenR en aanleg installaties beschrijft installaties als bedienings-, bewakings- en besturings- (3B-)installaties en overige installaties. In deze zwaartepuntanalyse is de milieu-impact van installaties in aanlegfase² ingeschat op een aandeel <5 % van de totale VenR-opgave.

Onder werktuigbouwkundige installaties verstaan wij:

- ventilatoren;
- motoren;
- pompen;
- tandwieloverbrengingen;
- overige mechanismen;
- en hydrauliek.

Onder elektrotechnische installaties verstaan wij:

- bediening/besturing:
 - computers;
 - beeldschermen;
 - interface;
 - programmable logic controllers, PLC's);
 - datakabels;
- energievoorziening:
 - kabels (inclusief kanalisatie);
 - opslag;
 - transformatoren;
 - aansluiting;
- communicatie (met name in tunnels)?
 - camera's;
 - intercomsystemen;
 - hoogfrequentie (HF) systemen/radio;
 - detectielussen;
- verkeersmanagement installaties (NTM-systeem):
 - matrixborden;
 - lussen;
 - kasten; en
- verlichting:
 - op kunstwerken;
 - beseining;
 - verkeerslichten;
 - signalen.

¹ Structurele werktuigbouwkundige componenten vallen niet onder installaties.

² Installaties gebruiken gedurende levensduur veel energie, wat momenteel onvoldoende inzichtelijk is. Op dit moment is het duidelijk dat bij einde levensduur de kans op falen/storingen toeneemt en daarom worden deze installaties vervangen.

1.2.1 Elektrotechnische installaties

Het Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) 1014 beschrijft elektrotechnische installaties als:

- energievoorziening:
 - apparatenkasten;
 - licht en kracht;
 - kabels en kanalisatie;
 - beseining en;
 - meetsystemen.

Deze onderdelen zijn meestal deel van een groter systeem, zoals het Network and Traffic Management (NTM) systeem, bestaande uit portalen, matrixborden en lussen. Het NTM-systeem dient als filedetectie en waarschuwt de weggebruiker. Naast het NTM-systeem bevinden installaties zich vooral op beweegbare kunstwerken en tunnels. Daarnaast bevinden installaties zich in watersystemen (seinen, bruggen en sluizen), verlichte borden op het water, walstroom installaties, verzorgingsplaatsen. Verlichting beschouwen wij niet binnen de scope-installaties.

1.2.2 Werktuigbouwkundige installaties

De handelsproducten in RTD 1018 geven een beeld van werktuigbouwkundige componenten:

- hydraulische cilinders;
- kabelschijven;
- aandrijvingen voor spindels van deurschuifbewegingswerken (spindelhefelementen);
- complete lineaire versteleenheden (elektromechanisch en elektrohydraulisch);
- kettingen en takels;
- motorreductoren en;
- tandwielkasten.

1.3 Keuze installaties

De keuze voor installaties in het onderzoek hergebruikpotentie is gebaseerd op een behoefte aan beter zicht op deze categorie. Vanuit RWS wordt onderschreven dat er voor installaties relatief weinig bekend is over hergebruikpotentie en het gevoel is dat hier wel mogelijkheden zijn. Voor zover bekend zijn er vanuit RWS geen lopende trajecten specifiek gericht op het hergebruik van installaties. Wel zijn er buiten RWS voorbeelden te noemen¹ en zijn op projectbasis inventarisaties uitgevoerd op herbruikbare onderdelen (bijvoorbeeld Eerste Heinenoordtunnel), zijn er vergelijkbare inventarisaties vanuit gemeenten uitgevoerd (bijvoorbeeld Amsterdam, Arenatunnel renovatie) en is vanuit COB (Centrum Ondergronds bouwen) onderzoek naar circulariteit² van tunnels. In de industriële automatiseringsstrategie (IA strategie) van RWS is sprake van standaardisatie en inkoop van installaties vanuit 'bouwblok' 3B-bruggen³. Dit is echter met name van belang voor hergebruikmogelijkheden voor toekomstige installaties.

¹ Hergebruik lichtmasten bij gemeentes, verlichting nieuwbouw markt, grondstoffen/componenten hub tunnel technische installaties (COB), wegkantsystemen contracten en markt, refurbished onderdelen wegkantsystemen, camera onderdelen vervangen en opnieuw inzetten (Werksessie RWS 01 september 2022).

² <https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/vakgebieden/tunnels-en-veiligheid/tunnelprogramma/tunnel-waardevol-omgeving/circulaire-tunnels/>.

³ <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2020/08/lessen-uit-het-ontwerp-van-het-bouwblok-3b-bruggen>.

1.4 Aanpak

Om het onderzoek 'strategie hergebruik' te structureren zijn door RWS per object vragen uitgezet, deze vragen zijn inhoudelijk vergelijkbaar en overgenomen voor installaties, met als belangrijkste aanpassing dat deze kwalitatief zijn:

- beschrijving van het object en relevantie van de aanleg- en vervangingsopgave (paragraaf 2.1, 2.2 en 2.3);
- wat gebeurt er momenteel met de vrijkomende installaties in de keten? (paragraaf 3.1.1);
- potentie van hergebruik, inclusief scan behoefte/potentiële afnemers/markt, met daarbij de belangrijkste stappen/maatregelen die nodig zijn om hergebruik mogelijk te maken (paragraaf 2.2., 3.1.2. en 3.1.3);
- beschrijving relevante aspecten op milieu en grondstoffenverbruik bij hoogwaardig hergebruik versus nieuw en recycling (paragraaf 2.3.1 en 2.3.2.);
- beschrijving kosten en baten hoogwaardig hergebruik versus nieuw en recycling (paragraaf 2.4);
- wet- en regelgeving die van toepassing/missend/belemmerend/ in ontwikkeling zijn voor hergebruik (paragraaf 3.2);
- algemene en object/onderdeel-specifieke risico's en belemmeringen voor hergebruik, inclusief voorstellen en beheersmaatregelen (paragraaf 3.2.);
- inzicht in de ketenpartners voor hergebruik en impact van hergebruik op de betreffende ketenpartners (leveranciers en opdrachtnemers) (paragraaf 3.1.3).

De resultaten van dit onderzoek vormen input voor de volgende onderzoekstap het verkennen van organisatiemodellen in relatie tot mogelijke business/value case voor hergebruik.

Expertise

Voor het opstellen van het onderzoek naar het hergebruik van installaties is gebruik gemaakt van kennis binnen Witteveen+Bos en RWS. De experts die geraadpleegd zijn staan in tabel 1.1.

Tabel 1.1 geïnterviewde experts

| Naam | Organisatie | Ervaring |
|--------------------------------|-----------------------|---|
| R.R.C.J. (Remi) van Berkum MSc | Witteveen+Bos | Infrastructuur en mobiliteit, Smart Infra Systems, Duurzame energie in infrastructuur |
| ing. O.C. (Oscar) Kerssens | Witteveen+Bos | Infrastructuur en mobiliteit, Construction management, Kostenmanagement en advies |
| R.P. (Rik) Eggermont MSc | Witteveen+Bos | Infrastructuur en mobiliteit, Smart Infra Systems, Systeemintegratie |
| R. (Ronald) Adams | Rijkswaterstaat (PPO) | Wegkantssystemen |

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de hergebruikpotentie van installaties en beschouwt daarbij 4 aspecten: inschatting vrijkomende objecten en de technische, milieu en financiële aspecten van de hergebruikpotentie. Hoofdstuk 3 gaat vervolgens in op het handelingsperspectief door het hergebruikproces te schetsen, eventuele barrières en oplossingsrichtingen te noemen en de consequenties aan te stippen (vooral op organisatorisch gebied). Tot slot, worden in hoofdstuk 4, conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2

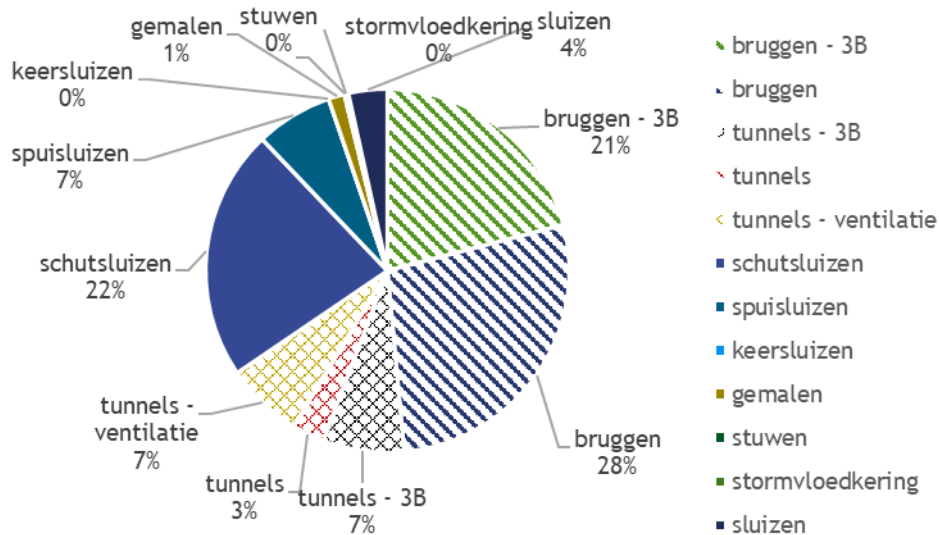
HERGEBRUIKSPOTENTIE INSTALLATIES

De hergebruikpotentie van installaties is beperkt kwantitatief in te schatten. Dit komt door de diversiteit van de groep componenten, beperkt inzicht in hoeveelheden en materialisatie van deze componenten. Voor zover mogelijk geven wij inschattingen van hoeveelheden, waar dit niet mogelijk is wordt kwalitatief de hergebruikpotentie beschreven.

2.1 Vrijkomende installaties 2020 - 2030

Op basis van CE Delft VenR en aanleg kunnen wij inzicht geven in de hoeveelheid vrijkomende installaties, door op basis van het aantal kunstwerken en installaties per betreffend kunstwerk. Deze methode is grof, maar geeft een ordegrrootte beeld van de vrijkomende installaties in 2020 - 2030. In totaal beschouwt CE Delft 315 projecten waar installaties worden aangebracht, waarvan 277 projecten waarin als gevolg van vervangingen installaties vrijkomen. Voor al deze projecten geldt dat er verschillende installaties aanwezig zijn. NTM-systemen zijn hierin vermoedelijk niet meegenomen. Afbeelding 2.1 is een selectie van VenR-projecten uit de inschatting van CE Delft voor installaties en laat zien dat met name beweegbare bruggen, tunnels en schutsluizen naar voren komen. In bijlage III is de onderliggende data en verwerking weergegeven.

Afbeelding 2.1 Verdeling vervanging en renovatie projecten 2020-2030 met betrekking tot installaties



Beweegbare bruggen, installaties

Voor beweegbare bruggen heeft CE Delft het bewegingswerk van een basculebrug uit een ongepubliceerd NMD-rapport toegepast. Een bewegingswerk bevat werktuigbouwkundige installaties zoals motoren, motorreductoren en tandwielkasten. De overige installaties zijn ingeschat door RWS en komen neer op 4

verkeerslichten en 10 besturingscomputers per beweegbare brug. Wij verwachten dat bij een beweegbare brug onder andere ook camera's aanwezig zullen zijn, deze zijn echter niet door CE Delft meegenomen.

Tunnels, installaties

Voor tunnels zijn installaties ingeschat door RWS, per tunnel zijn circa 35 ventilatoren, 48 camera's, 48 luidsprekers, 580 tunnelverlichting, 10 km middenspanning kabel, 100 km laagspanning kabel, 10 km kabelgoot, 1 stuk energie-aansluiting, 1 stuk HVAC en 40 besturingscomputers aanwezig. Naar verwachting is de hoeveelheid installaties per tunnel zeer afhankelijk van de lengte van de tunnel. Hier is in de inschattingen van CE Delft geen rekening mee gehouden. Als voorbeeld ter controle is de Heinenoordtunnel gebruikt (zie onderstaand tekstkader).

De omschrijving van verschillende componenten wijkt af van wat door CE Delft is aangehouden, echter kan opgemaakt worden dat in ordegrootte de ventilatoren, camera's, luidsprekers, kabels en verlichting overeen komen. CE Delft houdt geen rekening met afvoer van regenwater (pompen), brandsysteem, verlichte pictogrammen. Het is onduidelijk of de energieaansluiting de 100 groepenkasten en aansluitkasten omvat (naar verwachting alleen hoofdaansluiting en de middenspanningstransformator), ook zijn besturingscomputers op een ander aggregatieniveau dan bij de Heinenoordtunnel aangegeven (servers, apparaten en switches). Klimaatinstallaties (HVAC) worden voor de Heinenoordtunnel niet weergegeven.

Heinenoordtunnel¹:

- 18 grote ventilatoren van 1,25 diameter;
 - 48 camera's;
 - 80 luidsprekers;
 - 10 pompen met ongeveer 1.800 m aan leidingen voor afvoer van regenwater;
 - 2 brandbluspompen, 700 m brandblusleiding en 28 brandslanghaspels;
 - 120 verlichte pictogrammen;
 - ongeveer 150 km diverse soorten kabels;
 - 100 groepenkasten en aansluitkasten;
 - 900 houders voor ledverlichting;
 - 2 servers, 17 apparaten voor de besturing en circa 4.000 meetpunten en aansturingen; en
 - circa 50 switches, routers en hubs om data te versturen
-

Schut- en keersluizen, installaties (middelgroot)

De installaties voor schut- en keersluizen zijn door CE Delft bepaald op basis van inschatting door RWS voor een middelgrote schutsluis. Sluisdeuren zijn voorzien van bewegingswerken (staal, RVS en koper). Voor de bewegingswerken heeft CE Delft het ongewogen gemiddelde van de 4 systemen genomen, waarbij de totale impact per systeem is genomen (impact per kW * vermogen, per systeem). Voor elke sluis is uitgegaan van een systeem voor 4 deuren. Overige installaties zijn ingeschat door RWS en betreffen per sluis; 12 camera's, 100 verlichting, 20 km laagspanning kabel, 1 stuk energie-aansluiting, 1 stuk HVAC en 30 besturingscomputers. Voor verlichting wordt uitgegaan van stalen lantaarnpalen.

Gemaal, pompgebouw en pomp

Voor gemalen en pompgebouwen is door CE Delft gebruik gemaakt van pompstations in de LCA database Ecolnvent, Hierbij is aangenomen dat de pomp al het koper, gietijzer, pvc en laag gelegeerd staal omvat (beton, wapening en glas is pompgebouw).

NTM-systeem

Voor het NTM-systeem geldt dat er door aanpassing aan het systeem installaties vrij zullen komen. Hierbij worden kasten, kabels, leidingen, signaalgevers (borden) vervangen. Doordat het NTM-systeem niet onder een kunstwerk valt, is deze niet meegenomen in de CE Delft studie. Op inschatting van RWS² blijkt dat circa 6.000 wegkantstations (NTM-systeem) worden geüpgraded. Circa 6.000 wegkantstations worden de

¹ <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2022/06/van-hulpkastkasten-tot-ventilatoren-het-belang-van-de-technische-installaties-in-de-heinenoordtunnel>.

² R. Adams, RWS (PPO).

komende jaren (nu - 2030) allemaal vervangen door een intelligentere versie. Hierin wordt software gescheiden van hardware, waardoor beheer en onderhoud op afstand kan worden uitgevoerd. Naar verwachting zijn de kasten goed herbruikbaar. Voor de hardware geldt dat mogelijk door beperkte compatibiliteit hergebruik binnen dezelfde functie niet mogelijk is. Toepassing in andere functies of buiten RWS kan dan overwogen worden.

2.1.1 Overzicht vrijkomende installaties

Tabel 2.1. geeft een overzicht van vrijkomende installaties in de periode 2020 - 2030 door vervanging en renovatie. Dit betreft vrijkomende materialen, zonder een oordeel over herbruikbaarheid zoals voldoende restlevensduur. Hierbij kunnen installaties zitten die nog voldoende restlevensduur hebben en geschikt zijn voor een tweede leven, installaties die einde levensduur bereikt hebben en na renovatie weer in nieuwstaat kunnen worden toegepast, en installaties die door levensduur, slijtage of functioneel niet meer herbruikbaar zijn. De aantallen zijn bepaald op basis van data uit de CE Delft zwaartepuntanalyse [1] en expert judgement van RWS [2]. Bijlage III geeft de data en verwerking weer.

Tabel 2.1 Aantal vrijkomende installaties in 2020-2030 gebaseerd op zwaartepuntanalyse CE Delft [1] en expert judgement RWS [2]

| Component | Eenheid | Aantal | Brondata |
|---|---------|--------|----------|
| ventilatoren | stuks | 945 | [1] |
| camera's | stuks | 2.431 | [1] |
| luidsprekers | stuks | 2.250 | [1] |
| verlichting | stuks | 25.296 | [1] |
| middenspanning kabel | km | 2091 | [1] |
| laagspanning kabel | km | 2.800 | [1] |
| kabelgoot | km | 371 | [1] |
| energie aansluiting | stuks | 119 | [1] |
| HVAC | stuks | 2.745 | [1] |
| besturingscomputers [stuks] | stuks | 2.555 | [1] |
| bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) | stuks | 91 | [1] |
| pomp (inclusief motor) | stuks | 4 | [1] |
| verkeerslichten | stuks | 538 | [1] |
| bewegingswerk brug (motor, overbrenging, et cetera) | stuks | 76 | [1] |
| wegkantsysteem (NTM-systeem) | stuks | 6.000 | [2] |

2.2 Hergebruikpotentie: technisch

Voor hergebruik van installaties onderscheiden wij 2 sporen; direct hergebruik en revisie. Hierbij voorzien wij de meeste potentie in het tweede spoor; revisie, vanuit risicobeheersing en garantie. Dit wordt in paragraaf 2.2.3 verder besproken. Bij direct hergebruik is het object direct toe te passen in vergelijkbare toepassing na korte inspectie. Bij renovatie is uitgebreide inspectie, revisie en/of upgrade nodig, hierbij bestaat ook de mogelijkheid componenten uit de installatie te hergebruiken. Als derde kan hoogwaardige recycling worden

beschouwd, hoewel dit geen hergebruik op object/onderdeelniveau is, maar recycling. Hiervoor geldt de WEEE¹-richtlijn, waarop verbeterd kan worden volgens het WEEE-Label of Excellence (WEELABEX).

Bij de Renovatie Eerste Heinenoordtunnel is een inventarisatie voor hergebruik van diverse installatie onderdelen uitgevoerd². De volgende installaties zijn aangemerkt voor een circulaire herbestemming:

- lichtroosters als 1-op-1 hergebruik door RWS;
- waterpompen; teruglevering aan leverancier;
- (hittebestendige) wandbekleding als 1-op-1 hergebruik door RWS;
- brandmeldinstallatie teruglevering aan leverancier;
- slagbomen als 1-op-1 hergebruik door RWS;
- verlichting als 1-op-1 hergebruik, overig deel verwerking conform WEELABEX;
- vluchtdeuren als 1-op-1 hergebruik door RWS;
- camera's als 1-op-1 hergebruik door RWS;
- schakelaars (noodstroomvoorziening);
- pompen;
- ventilatoren;
- slagboom;
- bedieningspaneel;
- (bewakings)camera's;
- luidsprekers;
- klimaatinstallatie (HVAC³);
- toegangscontrole;
- kleefmagneten nooduitgangen; en
- een hef- en hijsinstallatie.

De meeste van deze onderdelen waren enkel voor andere locaties dan de Eerste Heinenoord tunnel geschikt, wegens afwijkende functies en eisen. In de gerenoveerde tunnel is gebruik gemaakt van andere systemen. Het is nog onbekend hoeveel van de geïnventariseerde onderdelen daadwerkelijk zijn hergebruikt.

Leerpunten tweede Heinenoord tunnel

Er zijn diverse kansen voor hergebruik vastgesteld bij de tweede Heinenoord tunnel. Voor de onderdelen met potentie voor hergebruik zal samen met fabrikant of toekomstige aannemer gekeken moeten worden wat deze kansen precies zijn. In ieder geval zijn inspecties van deze onderdelen nodig om de staat en herbruikbaarheid nader vast te stellen. Voor nieuwe installaties is standaardisering belangrijk; dit voorkomt de noodzaak van een grote voorraad, vereenvoudigd uitwisselen en bevordert toekomstig hergebruik.

Losmaakbaarheid van installaties

Doordat werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties een relatief korte levensduur hebben, is in het ontwerp vaak al rekening gehouden met losmaakbaarheid én aanpasbaarheid. RWS hanteert hiervoor de Generieke eisen elektrotechnische installaties (RTD1014, GEEI-EIA-01) waarin gesteld wordt dat 'De elektrotechnische installatie dient modulair te zijn opgebouwd van systeemniveau met een decompositie tot op componentniveau.'. Daarnaast wordt met aanpasbaarheid rekening gehouden door te eisen dat 'Ten behoeve van de toekomstvastheid dient de installatie bij ingebruikname voorzien te zijn van minimaal 20 % fysieke reserve ruimte' (GEEI-EIA-02).

Direct hergebruik

Wanneer een installatie geschikt is voor direct hergebruik is enkel demontage nodig, wat niet of beperkt afwijkt van de conventionele aanpak voor verwijdering van installaties. Demontage gebeurt in veel gevallen al, echter zal voor hergebruik dit op zorgvuldige wijze gedaan moeten worden wat mogelijk andere

¹ Waste Electrical and Electronic Equipment.

² Witteveen+Bos (2019) Renovatie Eerste Heinenoordtunnel - WP 4.4.5 Circulaire Economie - Circulaire materiaalstromen tunnel en VTTI.

³ HVAC: Heating ventilation and Cooling.

werkwijzen vraagt. Vervolgens kan het onderdeel gemonteerd worden op de nieuwe locatie als deze direct aanwezig is. Bij toepassing op een later moment, of onbekende toepassing zal opslag plaats moeten vinden. Om te beoordelen of een onderdeel geschikt is voor direct hergebruik zullen diverse vormen (afhankelijk van het installatieonderdeel) van inspectie nodig zijn. Voor met name werktuigbouwkundige onderdelen moet beoordeeld worden wat de slijtage is van het onderdeel en of deze structureel (sterkte-eigenschappen, vermoeiing, et cetera) nog voldoet.

Voor hergebruik van elektrotechnische componenten is technologische standaard van de systemen die bij RWS op het moment van hergebruik van toepassing zijn met name belangrijk. Deze componenten raken snel technologisch verouderd door bijvoorbeeld aangescherpte veiligheidseisen, met andere woorden, er zijn betere versies beschikbaar en vereist. In dat geval kan hergebruik enkel plaatsvinden op minder veeleisende toepassingen binnen RWS of buiten de organisatie.

Hergebruik op minder veeleisende locaties

Hierbij kan gedacht worden aan een camera die niet meer voldoet voor een drukke tunnel op een snelweg, die toegepast wordt op een rustige beweegbare brug waar pleziervaart door heen gaat. Het detailniveau en de beveiliging van de camerabeelden is dan wellicht minder belangrijk, waardoor de camera voor de beweegbare brug volstaat.

Renovatie en upgrade

Direct hergebruik is in veel gevallen niet mogelijk, gezien de relatief korte (rest)levensduur van installaties en snelle technologische ontwikkelingen. Voor installatie onderdelen is het in sommige gevallen mogelijk deze te reviseren naar nieuwstaat of zelfs te upgraden naar hogere kwaliteit. Zorgvuldige demontage is hier, net als bij direct hergebruik van belang. Dit is wederom zeer specifiek per installatie onderdeel. In de meeste gevallen ligt de expertise hiervoor bij de fabrikant (OEM¹), - die tevens kan zorgen dat het onderdeel een nieuwe bestemming krijgt. Deze tweede route is het meest kansrijk met name omdat het op het gebied van veiligheid, door risicobeheersing en garantie, praktischer is dan direct hergebruik.

2.2.1 Beperkingen

Naast (rest)levensduur (paragraaf 2.2.2) en veiligheid (paragraaf 2.2.3) zijn belangrijke technische beperkingen voor hergebruik van installaties risico op storing en compatibiliteit (software-hardware). De losmaakbaarheid van installaties is uitzonderlijk goed, doordat hier vanuit onderhoud al rekening mee is gehouden.

Compatibiliteit

Installaties zijn belangrijk voor het verkeersmanagement en daarmee belangrijk om te optimaliseren. Door continue verbetering van de systemen kan het zijn dat een onderdeel niet meer van toepassing is of niet meer aansluit op de rest van het systeem (hardware of software). Voor besturing en beveiligingsinstallaties is hergebruik daarnaast een belangrijke veiligheidsrisico. Verouderde apparatuur kan namelijk inbraakgevoeliger zijn en daardoor afbreuk doen aan de digitale beveiliging.

Risico op storing

Hinder van verkeer moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Installaties vormen belangrijke systemen die het verkeer in goede banen leiden en daarmee hinder te voorkomen. Storing in deze systemen kan echter hinder veroorzaken. Om dit te voorkomen zal er nooit gewacht worden tot een installatie technisch einde levensduur is, maar vroegtijdig onderhoud (in veel gevallen vervanging) gedaan worden.

¹ Original Equipment Manufacturer.

2.2.2 Restlevensduur van installaties

Installaties hebben over het algemeen een relatief korte levensduur ten opzichte van structurele elementen. Voor werktuigbouwkundige installaties geldt over het algemeen een levensduur van 15 - 20 jaar voordat een onderdeel versleten is. De korte (rest)levensduur levert praktische beperkingen op, omdat door toepassing van hergebruikte installaties vaker vervangingen plaats zullen vinden. De levensduur van elektrotechnische installaties kan in meer detail worden gespecificeerd aan de hand van de Generieke eisen elektrotechnische installaties (RTD1014, GEEI-EIA-03).

De technische levensduur van onderdelen in de elektrotechnische installatie dient minimaal 15 jaar te zijn, tenzij anders vermeld hieronder:

- transformatoren: 40 jaar;
- bijbehorende schakel- en beveiligingsapparatuur: 40 jaar;
- laagspanningsverdeelinrichting, MCC: 25 jaar;
- PC-systemen inclusief toebehoren: 5 jaar;
- communicatie- en netwerkkapparatuur: 10 jaar;
- vaste bekabeling bovengronds: 25 jaar;
- vaste bekabeling ondergronds: 40 jaar;
- ondersteunende of beschermende (staal-)constructies: 25 jaar;
- in het veld opgestelde meetinstrumenten: 10 jaar;
- buitenverlichting: 10 jaar;
- camera-installatie: 10 jaar.

Bijlage I bevat de levensduren die voor tunnel technische installaties (TTI) worden gespecificeerd in R1.2 SP2 B3-1.6 Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem. Deze komt op hoofdlijnen overeen met de generieke eisen elektrotechnische installaties, maar geeft voor sommige onderdelen andere uitgangspunten voor levensduur met een maximum van 50 jaar (kabels en dergelijke). Zoals beschreven in paragraaf 2.1. geldt dat de technische levensduur niet per definitie niet de reden is tot vervanging. Risico op storing en compatibiliteit binnen systemen zorgt er voor dat installaties vaak eerder worden afgedankt. Dit betekent dat hier mogelijk vaak installaties vrij komen die nog voldoende restlevensduur hebben voor hergebruik, mogelijk in minder veeleisende situaties.

2.2.3 Overige aandachtspunten bij hergebruik van installaties

Risicobeheersing en garantie

Veiligheid van weggebruikers staat als belangrijkste eis bovenaan. Installaties zijn een belangrijk onderdeel voor creëren van verkeersveiligheid, maar ook een zwakke plek voor digitale veiligheid. Het functioneren en vernieuwen van deze systemen is daarom van groot belang. De risico's die normaliter beheerst worden door garanties van leveranciers van deze componenten zullen bij direct hergebruik anders beheerst moeten worden. Bij direct hergebruik zal na verstrijken van de garantieperiode, de leverancier geen garantie meer bieden, waardoor risico's bij RWS en/of aannemer komen te liggen. Wij nemen aan dat het onwaarschijnlijk is dat aannemers en/of RWS zelf deze risico's gaan dragen. Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de oplossingsrichtingen voor deze aspecten. Door revisie kan een apparaat weer in nieuwstaat hersteld worden of zelfs geüpgraded worden naar nieuwe standaarden door uitwisseling van componenten. Wij voorzien hier een duidelijke rol voor de leveranciers en/of fabrikanten van de apparaten, waarbij deze na revisie garanties kunnen leveren zoals gebruikelijk.

2.3 Hergebruikpotentie: milieuaspecten

Voor direct hergebruik van installaties zien wij geen relevante negatieve milieueffecten ten opzichte van sloop, omdat er geen sterke verschillen in werkwijze zit. Demontage is al standaard doordat installaties relatieve korte levensduur hebben en bij aanleg wordt al rekening wordt gehouden met eenvoudige vervanging. De baten door hergebruik kunnen echter wel doorslag geven, waarbij de verschillen groot zullen zijn voor specifieke componenten.

2.3.1 Milieu-impact

Het CE Delft-onderzoek zwaartepuntanalyse VenR en aanleg schat in dat de impact vanuit VenR-opgave circa M€ 14 MKI is en circa M€ 2 MKI voor aanleg (MIRT). Dit komt neer op aandeel van <5 % totale de totale VenR- en aanlegopgave. Deze inschatting is zeer grof, zoals duidelijk wordt uit onderstaand tekstkader.

Inschatting CE Delft

CE Delft schat in dat de milieu-impact voornamelijk afkomstig is van de aanleg van de installaties in tunnels (met name door koper in de laagspanning kabels) en in sluisen, stuwen, gemalen en stormvloedkeringen (met name door verlichting en door koper in de laag- en middenspanning kabels bij schut-, spui- en keersluizen). Ventilatiesystemen in tunnels wordt hierin niet meegenomen

De MKI van ventilatoren, camera's en verlichting en de MKI van kabels en kabelgoot zijn bepaald op basis van ongepubliceerde NMD-rapporten en daardoor niet inzichtelijk. Luidsprekers zijn ingeschat op basis van camera's door gebrek aan data. De MKI van energie-aansluiting en HVAC is ingeschat door RWS. Besturingscomputers op basis vanecoinvent, met grove benadering van afvalverwerking op basis van metalen in compositie. De MKI van camera's en de MKI van kabels zijn tevens op basis van ongepubliceerde NMD-rapporten. De MKI van energie-aansluiting en HVAC is ingeschat door RWS. Besturingscomputers zijn op basis van LCA-database Ecoinvent, met grove benadering van afvalverwerking op basis van metalen in compositie.

Bepaling van de milieu-impact voor deze diverse groep objecten is momenteel niet middels het NMD-stelsel uit te voeren. Door middel van uitgebreidere levenscyclusanalyse (LCA) is het mogelijk in meer detail de milieu-impact en MKI te bepalen. Om meer te weten over de milieu-impact en materialisatie van installatie onderdelen kan (in beperkte mate) gebruik gemaakt worden van openbare LCA data, zoals vastgelegd in Environmental Product Declarations (EPDs) en Product Environmental Profiles (PEPs) en zal aanvullend LCA data van leveranciers moeten worden opgehaald. Dit onderzoek gaat niet verder in op het kwantificeren van milieu-data van installaties.

2.3.2 Materialen

De materialen die in installaties veel voorkomen kunnen worden ingeschat op expert judgement en op basis van beschikbare product environmental profiles.

Werktuigbouwkundige installaties

Voor werktuigbouwkundige installaties die onderdeel zijn van een bewegingswerk kan gesteld worden dat dit grotendeels uit constructiestaal en machinestaal (hoog gelegerd) bestaat. De behuizing van motoren en pompen zal bestaan uit gietijzer of aluminium. Verder zullen motoren nog koperen windingen en in sommige gevallen magneten bevatten. Diverse plastic afsluitingen worden in kleine hoeveelheden gebruikt in lagers, motoren en pompen.

Elektrotechnische installaties

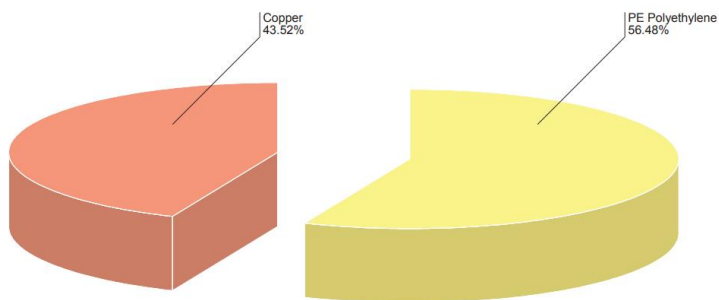
De diversiteit en complexiteit van materiaalsamenstellingen in elektrotechnische installaties is groot. Over het algemeen kan gesteld worden dat onderdelen die te maken hebben met transport en omzetting van elektriciteit (kabels, transformatoren) relatief grote hoeveelheden aluminium en/of koper bevatten voor geleidende eigenschappen. De losmaakbaarheid van deze producten is op objectniveau vaak goed; vaak zijn elektrotechnische installaties ten behoeven van onderhoud en vervanging goed bereikbaar en losneembaar aangebracht. Op onderdeelniveau is hier veel minder rekening mee gehouden; kleine onderdelen, lijmverbindingen, et cetera en op materiaalniveau is door compact ontwerpen en diversiteit aan materialen scheiding over het algemeen moeilijk. Op de website van Schneider Electric (SE) zijn voor veel elektrotechnische onderdelen Product Environmental Profiles beschreven. Daaruit kunnen wij iets zeggen over materialisatie (en milieu-impact) per onderdeel. Niet alle beschreven installatieonderdelen worden door SE aangeboden en het is onbekend welke onderdelen (specifiek) door RWS gebruikt worden.

Een paar voorbeelden zijn:

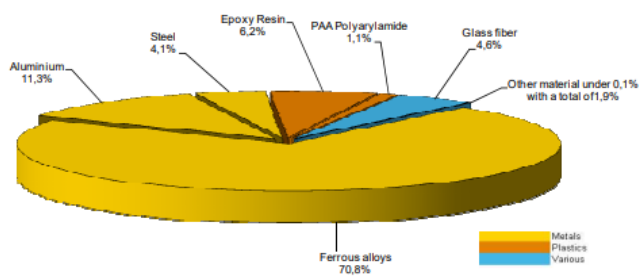
- ethernet kabel (LAN) (afbeelding 2.2);
- transformator (afbeelding 2.3);
- camera (afbeelding 2.4);
- stroomregelaar (afbeelding 2.5);
- scherm (afbeelding 2.6).

De afbeeldingen bij de beschreven componenten geven een beeld van de materialisatie. Zoals te zien is in afbeeldingen 2.2 tot 2.6 is deze divers, bestaande uit onder meer koper, plastics (PE, pvc, epoxy, PA, PC, ijzerlegeringen, aluminium, staal, glasvezel, tin, messing, printplaten (samenstelling diverse materialen).

Afbeelding 2.2 Materialisatie LexCom/Infraplus Copper LAN Cabel¹



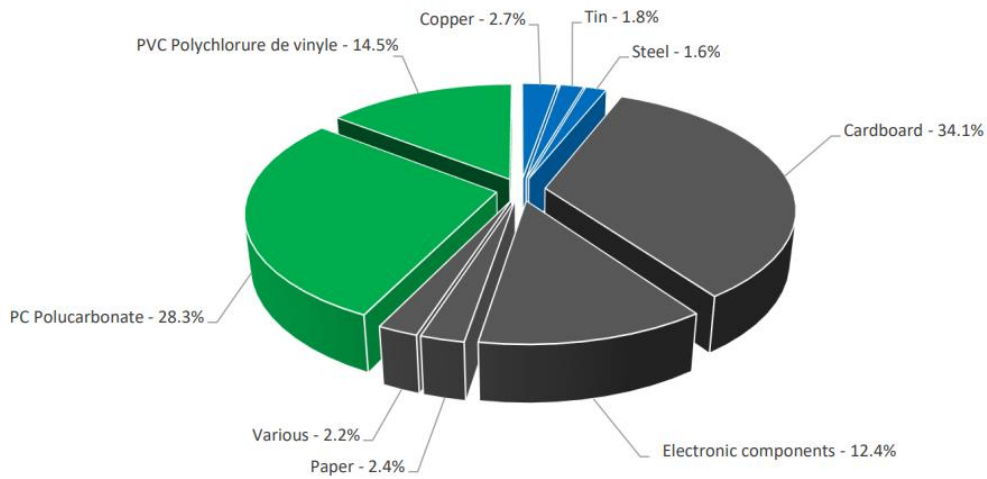
Afbeelding 2.3 Materialisatie TRICAST² transformator



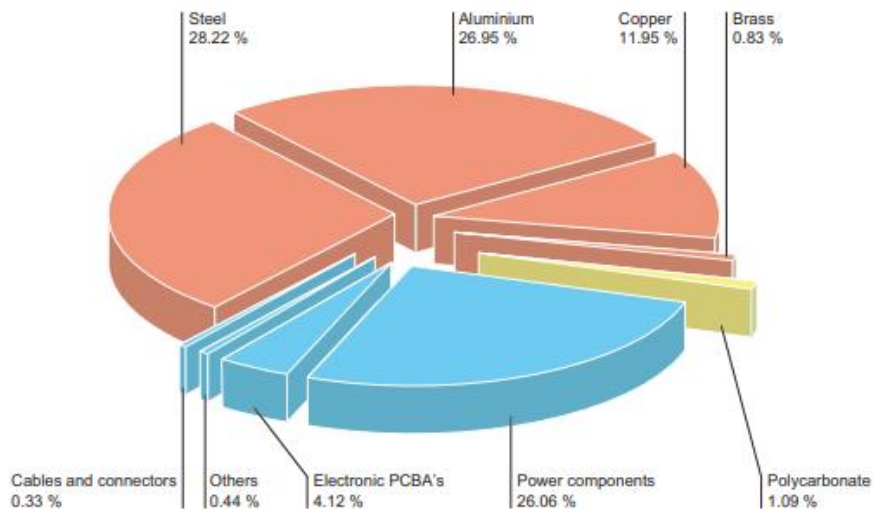
¹ https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Product+environmental&p_File_Name=ENVPEP110217EN.pdf&p_Doc_Ref=ENVPEP110217EN.

² https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Product+environmental&p_File_Name=PEP_Tricast+ENVPEP1411025_V2.pdf&p_Doc_Ref=ENVPEP1411025_V2.

Afbeelding 2.4 Materialisatie Wiser IP Camera Outdoor ¹



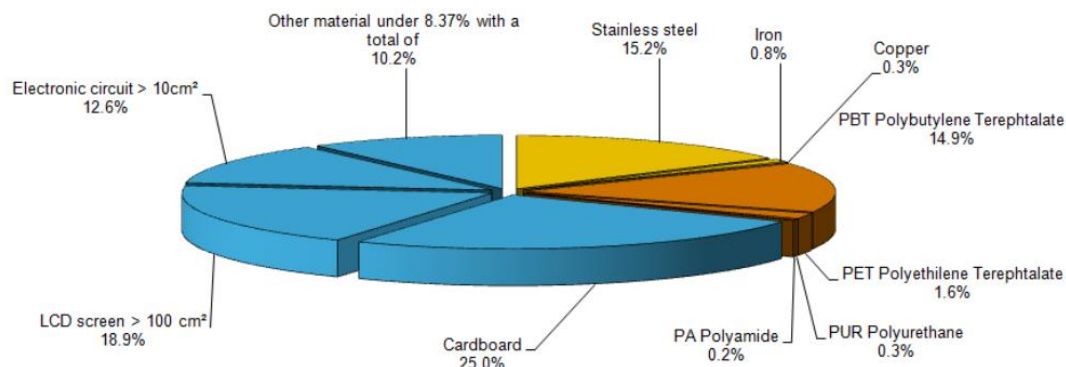
Afbeelding 2.5 Materialisatie Altistart 22 'softstarter' elektromotor (stroomregelaar)²



¹ https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Product+environmental&p_File_Name=Internal+PEP+ENVPEP2106023_V1.pdf&p_Doc_Ref=ENVPEP2106023.

² https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Product+environmental&p_File_Name=ENVPEP100401EN_V0.pdf&p_Doc_Ref=ENVPEP100401EN.

Afbeelding 2.6 Materialisatie touch display HMIGTO... Color Touch Panel SVGA-TFT Magelis GTO 10" & 12"¹



Gevaarlijke materialen

Schadelijke stoffen kunnen de menselijke gezondheid of die van onze leefomgeving in gevaar brengen. Het (her)gebruik hiervan is daarom onwenselijk. In installatiecomponenten bevinden zich in sommige gevallen gevaarlijke materialen. Deze materialen staan beschreven in de Europese RoHS²-richtlijn. Leveranciers (zoals SE) leveren RoHS-documentatie mee met hun producten. De materialen in kwestie betreffen onder meer cadmium, chroom-VI, kwik, lood, vlamvertragers in plastics (PBDE, PBB), weekmakers in pvc (DEHP, BBP, DBP, DIPP). De toepassingen van deze gevaarlijke materialen in installaties zijn divers, maar kunnen onder meer in verf, plastics, kabels, halfgeleiders en accu worden aangetroffen. De REACH³-verordening verplicht registratie van chemische stoffen en legt beperkingen op aan het gebruik van schadelijk stoffen. Door middel van veiligheidsinformatie die door REACH wordt verschaft kunnen installaties vanaf 2007 ingezien worden op gevaarlijke materialen. Door updates van de lijsten met gevaarlijke stoffen kan deze informatie echter onvolledig zijn. Waar vermoed wordt dat gevaarlijke materialen aanwezig zijn, is het van belang experts in te schakelen voor correcte verwerking in plaats van hergebruik na te streven.

Kritieke materialen

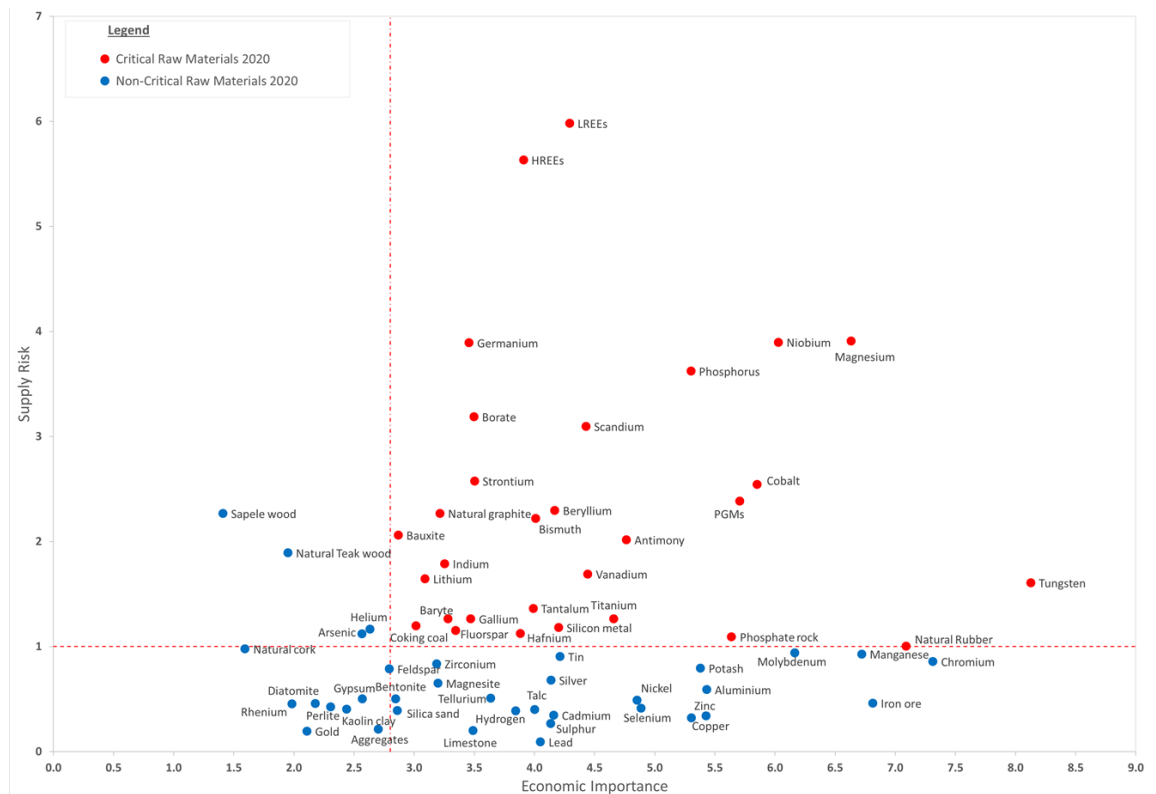
Materialen die economisch belangrijk zijn en risico op leveringszekerheid hebben, worden op Europees niveau als kritiek gezien. Deze kritieke materialen zijn veelal materialen die zich in kleine hoeveelheden in elektronica bevinden. Met name de elektrotechnische installaties zullen dus kritieke materialen bevatten. Daarnaast zijn materialen als koper zeer waardevol en kunnen door toenemende toepassing in onze elektriciteitsinfrastructuur steeds belangrijker worden om terug te winnen. Afbeelding 2.7 geeft in rood de kritieke materialen weer.

¹ https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Product+environmental&p_File_Name=ENVPEP1402026EN_V1.pdf&p_Doc_Ref=ENVPEP1402026EN.

² RoHS: Restriction of Hazardous Substances.

³ REACH: Registratie, Evaluatie, Autorisatie en Restrictie van chemische stoffen.

Afbeelding 2.7 Kritieke materialen (2020) voor de Europese Unie¹. Bron: JRC²



Hergebruik van installaties zorgt ervoor dat kritieke materialen langer benut worden. Daarnaast zorgt bewustzijn van waar kritieke materialen zich bevinden er voor dat kritieke materialen op een correcte manier verwerkt en teruggewonnen kunnen worden. Beide circulaire strategieën zorgen voor een afname van leveringsrisico's en maken een materiaal daardoor minder kritiek. In het rapport van CEWaste³ worden componenten beschreven die kritieke materialen bevatten. Hieronder vallen printplaten (PCB, Printed Circuit Boards), batterijen (Li-ion en lood-zuur), fluorescentie poeders en magneten. Deze componenten zijn deel van diverse elektrotechnische installaties, bijvoorbeeld computers en camera's (PCBs), monitoren (fluorescentie poeders) luidsprekers (magneten⁴), energie opslag (Li-ion en lood-zuur). Afbeelding 2.8 is afkomstig uit rapportage van de Europese commissie (Joint Research Centre) uit 2020⁵ en geeft kritieke materialen en hun toepassingen in een overzicht weer.

¹ HREEs en LREEs staan voor heavy en light Rare Earth Elements (neodymium, dysproidium, praseodymium, etc.), PGMs staat voor Platinum Group Metals (platinum, paladium, rhodium, et cetera).

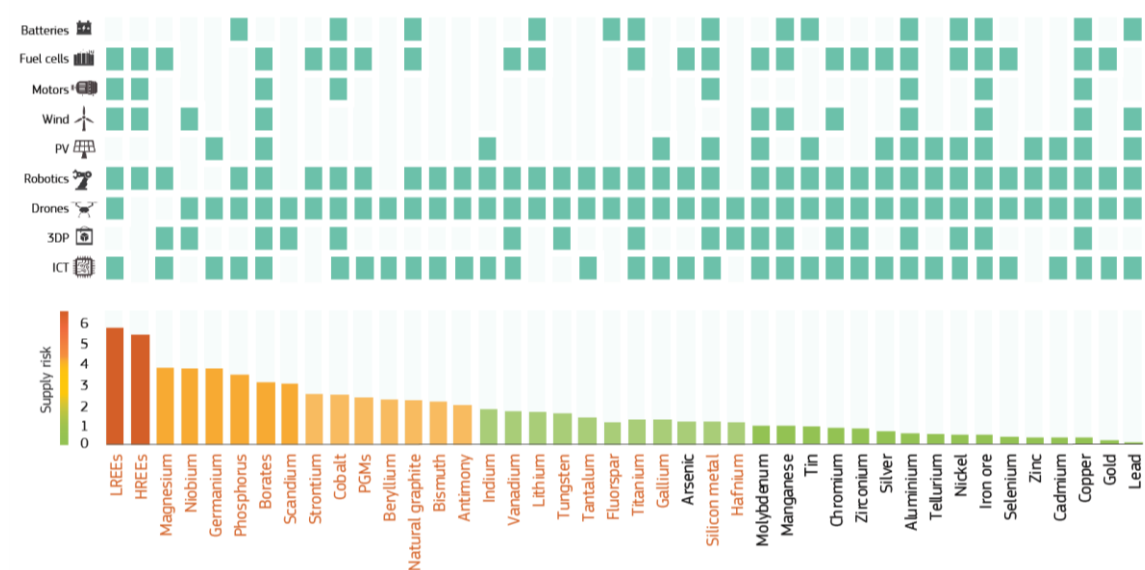
² <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/?page=crm-list-2020-e294f6>.

³ CEWaste (2021) A contribution to future critical raw materials recycling. ISBN 978-2-9602819-0-3.

⁴ Onzeker of dit permanente neodymium-magneten betreft.

⁵ https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf.

Afbeelding 2.8 Leveringsrisico van materialen voor belangrijke technologieën. Bron JRC(2020)¹



Een gedetailleerd overzicht van kritieke materialen per type installatie dat RWS gebruikt ontbreekt. Hierdoor is geen zicht op het gebruik van kritieke materialen in het beheer van RWS. De aparte inzameling van elektronica volgens WEEE² zorgt echter voor correcte verwerking van PCB's en batterijen. Fluorescentie poeders en magneten worden onder WEEE nog niet correct verwerkt, waardoor kritieke materialen verloren gaan. Dit komt bijvoorbeeld doordat dit moeilijk terug te winnen uit complexe afvalstromen. Er is in toenemende mate aandacht voor het terugwinnen van kritieke materialen, maar het ontbreekt nog aan concrete regelgeving hiervoor.

2.4 Hergebruikpotentie: kosten en baten

Voor kosten en baten is wederom een kwalitatieve inschatting gemaakt. Wij gaan hier uit van revisie, omdat direct hergebruik van installaties beperkt wordt door risicobeheersing en garanties. Omdat er momenteel zeer beperkte kennis en kunde in de markt is om teruggewonnen apparatuur te reviseren, is niet in te schatten wat direct de kosten zijn.

Kosten hergebruik

Om een apparaat dat een levensduur heeft van 10 jaar na en aantal jaren gebruikt te zijn weer te reviseren, zodat het weer een levensduur van 10 jaar krijgt inclusief de garanties, zal deze uit elkaar gehaald moeten worden en opnieuw gemonteerd worden. Het (de)monteren is arbeidsintensief. Door de inzet van mensen die alle handelingen los achter elkaar doen zou dit in sommige gevallen duurder kunnen zijn en meer tijd in beslag nemen dan een geautomatiseerde productielijn voor nieuwe producten. Kleine onderdelen (e.g. camera's, sensoren) zullen naar verwachting daardoor beperkt rendabel of concurrerend zijn om te reviseren dan grotere onderdelen (e.g. pompen of tunnelventilatoren). De algemene inschatting is dat voor grotere en complexere apparaten het reviseren interessant kan zijn, door minder handelingen per kilogram materiaal en/of waardevollere materialen.

Beperkingen revisie

De beschikbaarheid van reserveonderdelen is van belang voor met name sterk verouderde producten. Het is onbekend of deze voor de diverse installatiecategorieën volledig beschikbaar zijn als een model niet meer geproduceerd wordt. Dit is afhankelijk van het type installatie en de fabrikant. Door vaste leveranciers voor specifieke installaties bij RWS is dit na te gaan.

¹ https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf.

² Waste Electrical and Electronic Equipmen.t.

Baten hergebruik

Wanneer een component 'als nieuw' gereviseerd is en verkocht wordt, zal deze een vergelijkbare prijs hebben als nieuw. Enerzijds zou een lagere prijs gevraagd kunnen worden omdat het onderdeel niet volledig nieuw is, anderzijds zou een klant voor het label gereviseerd, circulair, mogelijk bereid zijn een meerprijs te betalen. In de meeste gevallen zal revisie het onderdeel duurder maken, waardoor er geen financiële prikkel is voor fabrikanten of leveranciers dit zelfstandig op te pakken. Mogelijk is er bij eenvoudige revisie van grote, complexe installaties uitzondering hierop.

Grondstofprijzen

Deze kunnen een belangrijke prikkel zijn om inspanningen voor hergebruik of recycling te verhogen. Momenteel is er sprake van hoge grondstofprijzen in het algemeen, maar met name ook voor diverse metalen in installaties. Verdere stijging van grondstofprijzen kan de baten van hergebruik aanzienlijk verhogen. Kritieke materialen (paragraaf 2.3.2.) en waardevolle materialen (e.g. koper) zijn belangrijke parameters voor grondstofprijzen.

Recycling

Veel apparaten bevatten kostbare materialen, zoals koper, aluminium en goud (op printplaten), waardoor efficiëntere recycling mogelijk interessant is. Het terugwinnen van deze waardevolle grondstoffen kan veel opleveren als dit beter aangepakt wordt in plaats van enkel te kijken naar het verwerken van schadelijke stoffen. Efficiënte recycling kan bevordert worden door betere scheiding van bestaande componenten en voor nieuwe componenten door bijvoorbeeld materiaalkeuze en verbindingmethode.

3

HANDELINGSPERSPECTIEF

3.1 Hergebruikproces

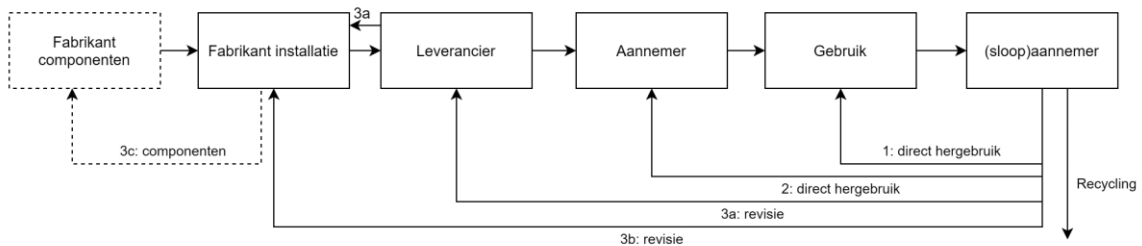
Het handelingsperspectief voor het hergebruikproces is, zoals beschreven in paragraaf 2.2, te verdelen in direct hergebruik en revisie van installaties. Deze sporen staan in afbeelding 3.1 in een schema uitgewerkt. In de gebruikelijke situatie zal geen hergebruik plaatsvinden en de installaties conform WEEE (elektrotechnisch) worden gerecycled.

Optie 1: direct hergebruik blijven installaties in beheer van RWS nadat de aannemer deze heeft verwijderd. Hierbij is opslag en eventueel testen van de installatie een taak voor RWS.

Optie 2: direct hergebruik gaat uit van installaties die komen te vervallen aan de aannemer. Hierdoor is opslag en testen een taak waarin de aannemer moet voorzien. Daarnaast kan 'gebruik' vervolgens ook buiten het beheer van RWS plaatsvinden, wat mogelijkheden schept voor installaties die niet meer aan (veiligheids)eisen voldoet.

Optie 3a revisie: de (sloop)aannemer biedt de installatie aan bij de leverancier, die vervolgens ofwel zelf revisie doet of dit de fabrikant (OEM) laat doen. De installatie kan dan opnieuw via de keten als nieuw (of beter) worden opgenomen. Bij optie 3b revisie biedt de (sloop)aannemer de installaties direct aan de fabrikant (OEM) aan ter revisie. Hierbij kan eventueel ook hergebruik en/of revisie van componenten plaatsvinden via een fabrikant van componenten. De installatie kan dan opnieuw via de keten als nieuw (of beter) worden opgenomen.

Afbeelding 3.1 Verschillende hergebruiksporen voor installaties



3.1.1 Huidige levensloop installaties

Installaties die vrijkomen bij renovatie of sloop worden niet hergebruikt. In plaats daarvan worden de meeste elektrotechnische installaties gerecycled conform WEEE. De werktuigbouwkundige installaties bestaan veelal grotendeels uit waardevolle staallegingen die als ijzerschroot gerecycled worden.

3.1.2 Proces bij hergebruik

Terugwinnen installaties

Het losmaken van installaties zal relatief eenvoudig zijn door goede losmaakbaarheid en bereikbaarheid vanuit onderhoudsredenen. De vrijgekomen installaties vervallen in de praktijk aan de aannemer, tenzij wordt beschreven dat RWS eigenaar blijft.

Verplaatsen en opslaan van installaties

Installaties zijn veelal relatief kleine objecten (ten opzichte van kunstwerken) die daardoor gemakkelijk verplaatst kunnen worden en in beheer van RWS opgeslagen zouden kunnen worden. Bijkomend voordeel hiervan kan zijn dat RWS zelf inzicht heeft in (informatie over) eerdere toepassing (gebruik) en kan binnen het areaal van RWS gericht gezocht worden naar toepassingen. Opslag bij derden (aannemers, leverancier, OEM) zal als alternatief door meer informatieoverdracht zicht op her te gebruiken installaties beperken, maar kan in verschillende gevallen ook juist hergebruik bevorderen. Bijvoorbeeld wanneer toepassing gezocht wordt buiten het areaal van RWS, dit kan zijn door beperkte toepassingsmogelijkheden in verband met eisen en vernieuwde systemen binnen RWS. Een aannemer of leverancier is in zo'n geval in staat het onderdeel wel her te gebruiken. Wanneer behoefte voor renovatie, upgrade of componenthergebruik is, zal een OEM in staat zijn door de benodigde expertise hier in te voorzien. Het onderdeel kan dan uiteindelijk alsnog bij RWS terug komen, of elders worden toegepast.

Restlevensduur installaties

Het bepalen van restlevensduur van installaties hangt af van de technische levensduur, zoals beschreven in paragraaf 2.2.2., verstreken gebruikslevensduur en functionele eisen (ook storingsrisico) in de nieuwe toepassing. Het betreffend onderzoek dat nodig is om restlevensduur te bepalen hangt af van het type installatie. Werktuigbouwkunde installaties moeten met name op slijtage en structurele eigenschappen (waaronder vermoeiing) beoordeeld worden. Voor elektrotechnische installaties geldt per installatietype een aparte aanpak, waarbij getest moet worden op functionaliteit en betrouwbaarheid.

Matchen vraag en aanbod

Om inzicht te krijgen in vraag en aanbod kan hoog-over gekeken worden naar VenR en aanleg van diverse kunstwerken en daarnaast de upgrade van het NTM-systeem. Dit is onvoldoende om in detail vraag en aanbod te kunnen bepalen. Als randvoorwaarde voor het overzien van matches van vraag en aanbod geldt dat, gezien de diversiteit van de categorie installaties, nader kwantitatief onderzoek op specifieke installaties (categorieën) gedaan moet worden. Voor eenvoudiger en sneller op te starten hergebruik kan het matchen van vraag en aanbod door de markt gedaan worden. Dit sluit ook beter aan op benodigde revisie. Aangezien de logistiek relatief eenvoudig is ten opzichte van andere objecten, kan in plaats van planmatige matching van vraag en aanbod ook voorgesorteerd worden op een ad-hoc matching van vraag en aanbod, zoals via een marktplaats als Duspot. De grootste uitdaging zit in functionele inpassing, waarbij voldoende restlevensduur en voldoen aan (veiligheids- en inkoop)eisen beperkend zal zijn. Als randvoorwaarde geldt dat ofwel gezocht moet worden naar toepassingen waarbij de eisen geschikt zijn voor hergebruik, of middels revisie het apparaat weer laten voldoen aan de eisen.

Toepassen installaties in nieuwe bestemming

Wanneer een installatie in/op een bestaand kunstwerk aangebracht wordt, zal rekening gehouden zijn met extra ruimte voor de installatie conform RTD 1018. Hierdoor zijn eventueel extra bevestigingsmaterialen benodigd om aan te sluiten op bestaande beugels, maar zal inpassing relatief eenvoudig zijn.

3.1.3 Ketenpartners

In tabel 3.1 wordt een beknopt overzicht gegeven van de ketenpartners en hun rol in de 'oude' keten en nieuwe keten.

Tabel 3.1 Rol van ketenpartners bij a. direct hergebruik en b. revisie

| Ketenpartner | Rol in oude keten | Rol in keten van Hergebruik |
|---|--|---|
| fabrikant installatie (OEM) | inkopen materialen en componenten, verwerken tot eindproduct | a. geen b. revisie van installaties |
| leveranciers installaties | leveren installaties | a. geen b. herdistribueren gereviseerde installaties |
| aannemers | installeren installaties | installeren installaties |
| (sloop)aannemers | demonteren installaties (grof) | demonteren installaties (voorzichtig) |
| transporteurs (inclusief hijswerkzaamheden) | hijsen (indien grote installaties) + verplaatsen | hijsen (indien grote installaties) + verplaatsen |
| opslaglocaties; | geen | a. opslaan vrijgekomen installaties b. geen |
| adviesbureaus | ontwerp | ontwerp (met hergebruikte installaties) en einde levensduur inspecties |
| opdrachtgevers (RWS) | opstellen eisen ontwerp | a. opstellen eisen ontwerp, hergebruik bestemming bepalen b. opstellen eisen ontwerp |

Fabrikant installatie

De fabrikant of Original Equipment Manufacturer (OEM) is verantwoordelijk voor het inkopen van materialen en componenten om vervolgens het eindproduct te leveren. Afhankelijk van het type installatie kunnen dit ook meerdere partijen zijn. Zo heeft RWS 2 contracten (CIP-contractbeheer) voor wegkantsystemen:

- 1 voor hardware (kasten) (3 partijen zetten nieuwe kasten neer, halen ouden weg);
- 2 voor software ook 3 partijen, verantwoordelijk voor totaal (realiseren totale keten).

Deze partijen moeten voor de rol in de keten van hergebruik met elkaar in contact staan om compatibiliteit te kunnen behalen.

Leveranciers installaties

Omdat er sprake is van een zeer diverse groep objecten, zijn ook veel verschillende leveranciers betrokken. Op het hoogste niveau is onderscheid in leveranciers voor werktuigbouwkundige installaties en elektrotechnische installaties van belang.

Aannemers

Bij direct hergebruik kunnen beperkingen optreden door het aannemen van risico's en het geven van garanties op installaties. Bij nieuwe installaties kan de OEM deze namelijk leveren. De aannemer en Rijkswaterstaat zullen beide deze waarschijnlijk niet op zich willen nemen, door juridische consequenties op aansprakelijkheid. Bij revisie is er voor aannemers enkel de opgave om gereviseerde onderdelen in te kopen. De OEM kan namelijk waarschijnlijk in de meeste gevallen, zoals bij nieuwe componenten, de garantie leveren. Dit kan in sommige gevallen niet economisch rendabel zijn, waardoor RWS in deze gevallen hiervoor aanleiding zou kunnen geven. Wanneer revisie wel economisch rendabel is zal naar verwachting geen extra economische prikkel nodig zijn om hergebruik te faciliteren.

Sloopbedrijven

Voor sloopbedrijven is het van belang dat de installaties netjes gedemonteerd worden. Dit gebeurt in de praktijk al grotendeels door de behoefte aan aparte inzameling en relatief eenvoudige losmaakbaarheid. Echter doordat na- of tijdens demontage geen rekening gehouden wordt met potentieel hergebruik, kan het component beschadigd raken. Nette demontage, waarbij zorgvuldig met de installatie om wordt gegaan is daarom van belang. Mogelijk kost het sloopbedrijven in sommige gevallen iets meer tijd om zorgvuldig te demonteren.

Opslaglocaties

Voor de hergebruikketen zijn extra opslaglocaties bij RWS of aannemer enkel nodig bij direct hergebruik. Bij revisie zal namelijk het onderdeel teruggenomen worden door de leveranciers of fabrikanten van de installaties. Opslag zal in dit laatste geval bij de OEM plaatsvinden die het onderdeel inneemt en vervolgens opnieuw distribueert.

Adviesbureaus

De identificatie van herbruikbare onderdelen is voor adviesbureaus een taak die samen met RWS opgepakt kan worden. Vanuit ontwerptrajecten moeten adviesbureaus de toepassing van gereviseerde installaties oppakken.

3.2 Barrières en oplossingsrichtingen

Over het algemeen is voor installaties de diversiteit belemmerend voor het verkrijgen van detail inzichten. Verdere uitsplitsing van deze categorie kan leiden tot een beter beeld van de hergebruikpotentie en milieuwinst.

3.2.1 Direct hergebruik

Risicobeheersing

Het direct hergebruik van installaties, met mogelijk een controle stap, is in de praktijk belemmert door risicobeheersing vanuit RWS en aannemers met betrekking tot beschikbaarheid, veiligheid en ook aansprakelijkheid. Op installaties moet een garantie gegeven kunnen worden, die normaliter door de fabrikant en/of leverancier gegeven wordt. Het is naar verwachting onwaarschijnlijk dat RWS of aannemers deze aansprakelijkheid op zich zullen nemen, waardoor direct hergebruik in de meeste gevallen niet mogelijk zal zijn.

Compatibiliteit

Daarnaast is de compatibiliteit, van met name elektrotechnische installaties, een beperking. Doordat technologische vooruitgang en strengere eisen vanuit RWS kan het zijn dat installaties niet meer voldoen. Direct hergebruik binnen de bestaande functies in beheer van RWS valt dan af. Werktuigbouwkundige installaties zijn generieker en daardoor minder gevoelig voor technologische ontwikkelingen, energiezuinigheid zal hier eerder een rol spelen. Toepassing buiten het beheer van RWS is daarom het meest waarschijnlijk als compatibiliteit de beperking is. Daarnaast zou RWS kunnen overwegen op minder veeleisende toepassingen de installatie toe te passen, waarvoor mogelijk ruimte in algemene eisen moet worden gemaakt. Bij een revisie bestaat in sommige gevallen de mogelijkheid een component te upgraden, zodat deze weer toepasbaar is binnen huidige systemen en eisen.

Storingsrisico

Door de beperkte levensduur (paragraaf 2.2.2) van veel installaties, is een installatie over het algemeen relatief (ten opzichte van kunstwerken) snel 'verouderd'. Dit geldt in het algemeen als een beperking voor hergebruik, maar een beperkte restlevensduur zal ook een groter risico op storingen betekenen daardoor slechtere bereikbaarheid (hinder). Revisie tot nieuwstaat is vanuit dat oogpunt een beter toepasbare hergebruikroute. In het geval van installaties met een relatief lange levensduur (>40 jaar), waar slechts een klein deel van verstreken is, zal direct hergebruik een interessantere optie vormen in lijn met bovenstaande redenering.

3.2.2 Revisie

Revisie is feitelijk een oplossingsrichting voor de meeste belemmeringen van direct hergebruik. Daarmee is revisie een beter toepasbare algemene hergebruik route. Voor revisie geldt als mogelijke belemmering dat de mogelijkheden voor revisie zullen beperkt zijn. Dit is afhankelijk van het installatieonderdeel door onder meer beschikbaarheid van componenten, bereidheid van leveranciers om installaties terug te nemen en te reviseren en praktische mogelijkheden tot upgraden. Er zal in meer detail naar verschillende typen

installaties gekeken moeten worden om te beoordelen welke mogelijkheden hiervoor zijn en mogelijk oplossingsrichtingen te identificeren. Net als bij direct hergebruik geldt dat bij gereviseerde installaties een laagwaardigere toepassing, eventueel buiten het beheer van RWS, oplossingen biedt. Ten slotte is wellicht de belangrijkste belemmering voor revisie de mogelijk negatieve businesscase. Revisie van installaties is waarschijnlijk arbeidsintensief, waardoor productie van nieuwe onderdelen relatief goedkoop is. Een negatieve businesscase zal bij normale marktwerking zonder extra prikkel niet leiden tot hergebruik. Niet revisie kan in sommige gevallen, bij complexe, dure, grote installaties ook een positieve businesscase opleveren. In de overige gevallen zal RWS een prikkel moeten leveren om revisie in gang te zetten, waarna mogelijk door schaalvoordeel het reviseren financieel aantrekkelijker zal worden,

3.3 Consequenties

Revisie van installaties is naar waarschijnlijkheid over het algemeen voor installaties de beste hergebruikoptie. Dit vereist betrokkenheid van fabrikanten en/of leveranciers van deze onderdelen. Hiervoor moet marktconsultatie plaatsvinden om te bepalen of terugname van oude componenten mogelijk is. Dit is waarschijnlijker voor nieuwere componenten.

3.4 Aanbevelingen

De objectcategorie installaties is zeer divers. Verdere uitsplitsing in deel-categorieën van vergelijkbare objecten zal de mogelijkheden voor een gedetailleerd, kwantitatief onderbouwd resultaat bevorderen. Omdat revisie de meest waarschijnlijke hergebruikroute is, zal de betrokkenheid van marktconsultaties essentieel zijn. Het uitvoeren van marktconsultatie bij leveranciers van installaties is nodig om te bepalen voor welke installaties hergebruik praktisch mogelijk is.

3.5 Nadere prioritering

Aanvullend op de initiële verkenning voor hergebruik van installaties, is een nadere prioritering in hergebruik van installaties beschouwd. Een nadere prioritering is nodig om vervolgonderzoeken te kunnen starten en kan op diverse manieren een onderbouwd worden. De prioritering is niet eenvoudig op aantallen, massa of milieu-impact te maken gezien de diversiteit aan objecten binnen de categorie installaties en de variërende materiaalsamenstellingen. Er kan daarom gebruik gemaakt worden van een score gebaseerde systematiek, waarbij installatiecategorieën op verschillende indicatoren beoordeeld worden en een totaalscore berekend wordt voor hergebruikpotentie. Anderzijds kan ook naar kansen gekeken worden; 'waar vinden grote integrale vervangingsopgaven plaats op korte termijn?', om zo gericht en snel te kunnen leren op hergebruik van installaties.

In een werksessie¹ is deze nadere prioritering besproken, waaruit volgt dat een inhoudelijke scoremethodiek gezamenlijk met een kansgerichte aanpak het best voor nadere prioritering kan zorgen. De resultaten zijn in bijlage IV gepresenteerd, waarbij bewust de details zijn weggelaten aangezien deze prioritering nadrukkelijk niet direct toegepast kan worden. De scoremethodiek is een eerste aanzet, waarbij als oefening per indicator scores zijn ingevuld. Bij een volwaardige toepassing moet eerst beoordeeld worden of de indicatoren juist en volledig zijn en moet er vanuit meerdere experts een score gegeven worden. Bijlage IV bevat de gemiddelde scores en uitleg over de scoremethodiek. De scoremethodiek neemt kansen (opportunititeit) nog niet mee, wat als factor kan worden meegenomen in de beoordeling.

De resultaten van de scoremethodiek laten zien dat de score gewogen en ongewogen (subjectief) tot vergelijkbaar resultaat leidt. Daarnaast is als extra indicator diversiteit meegenomen, waar tevens vergelijkbaar resultaat is te zien in prioritering. Volgens de resultaten in de scoretabel zou geconcludeerd

¹ Werksessie nadere prioritering hergebruik installaties, 5-12-2022, aanwezigen: Anneke van Leeuwen, Monique Dorresteyn, Johan Naber, Bas Roelofs.

kunnen worden dat ventilatoren en verlichting voorkeur hebben voor nadere verkenning over bewegingswerken van sluisen en bruggen en klimaatbeheersingsystemen (HVAC). Door verschillende eenheid (km) zijn kabels en kabelgoten los geprioriteerd, waarbij kabelgoten de laagste prioriteit hebben. De scores zijn echter nadrukkelijk niet bedoeld om direct over te nemen.

Verlichting is een goed voorbeeld, waarom deze prioritering nog nader moet worden overwogen. Doordat bestaande verlichting vervangen moet worden door LED-verlichting, in verband met energieverbruik, is er sprake van zeer beperkte compatibiliteit. De scoremethodiek neemt dit mee, maar door onder meer zeer grote aantallen volgt er toch een voorkeur voor verlichting. De weging van compatibiliteit is hierbij dus te laag, maar er kan ook geconcludeerd worden dat er op zoek gegaan moet worden naar een geschikte toepassing of gerichte aanpak voor efficiënte recycling van verlichting.

4

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

Installaties zijn een grote en diverse groep objecten binnen beheer van RWS. De functies van installaties zijn uiteenlopend met hoofdzakelijk een onderscheid tussen mechanische (werktuigbouwkundige) en elektrische toepassing. Onder elektrische toepassing is verder onderscheid in toepassing in communicatie, energie, beveiliging en besturing, verlichting en verkeersmanagement. Er is naar eer en geweten aan een goede inschatting gewerkt, maar gezien de diversiteit van objecten en afwezigheid van gedetailleerde areaaldata zijn afwijkingen op de werkelijkheid mogelijk.

Vrijkomende installaties

Een groot aantal installaties komen vrij in de komende 10 jaar uit met name bruggen, tunnels, sluizen en verkeersmanagementsystemen. Inschattingen voor vrijkomende objecten resulteren in circa 42.000 stuks van diverse objecten en 7.500 km kabels en kabelgoten.

Materialen en milieu-impact

De objecten bestaan uit zeer uiteenlopende materiaalsamenstellingen en hoeveelheden, waaronder waardevolle, schadelijke en kritieke materialen. Het kwantitatief vaststellen van milieu-impact en materiaalbesparing door hergebruik is daardoor niet mogelijk, maar gezien het type materiaal waarschijnlijk voor de meeste objecten wenselijk.

Handelingsperspectief

Wij voorzien voor direct hergebruik met name door risicobeheersing en garantielevering praktische beperkingen. Revisie van installaties is daarom een hergebruikspoor met meer praktische toepasbaarheid. De belangrijkste beperking voor revisie is dat het mogelijk niet in alle gevallen financieel rendabel is. Prikkel vanuit RWS zijn daardoor waarschijnlijk nodig om (initieel) revisie van alle installaties in gang te zetten.

4.2 Aanbevelingen

Over het algemeen is voor installaties de diversiteit belemmerend voor het verkrijgen van detail inzichten. Verdere uitsplitsing van deze categorie kan leiden tot een beter beeld van de hergebruikpotentie en milieuwinst.

Betrokkenheid van fabrikanten en/of leveranciers van installatieonderdelen is noodzakelijk. Hiervoor moet marktconsultatie plaatsvinden om te bepalen of, onder welke voorwaarden en in welke mate terugname van installaties mogelijk is. De mogelijkheden voor revisie moeten per installatie onderdeel verder verkend worden op:

- beschikbaarheid van componenten;
- bereidheid van leveranciers om installaties terug te nemen en te reviseren;
- praktische mogelijkheden tot upgraden van installaties.

Doordat wij verwachten dat renovatie in sommige gevallen niet rendabel of competitief is met hergebruik zal:

- eerst onderzocht moeten worden voor grote, complexe installatie componenten of revisie financieel rendabel is;
- prikkel die hergebruik in gang zet onderzoeken.

Hierbij geldt dat door stijgende grondstofprijzen hergebruik in de toekomst meer rendabel kan zijn. Onderzoek naar prijsstijgingen van installaties kan hier meer inzicht in bieden. De toepassing van hergebruikte installaties binnen het areaal van RWS is in veel gevallen beperkend. Hiervoor moeten enkele mogelijkheden overwogen worden:

- bereidheid strikte eisen veiligheid (deels) los te laten om materialen te kunnen hergebruiken;
- een laagwaardigere toepassing in het areaal van RWS overwegen;
- toepassing buiten beheer van RWS overwegen.

Servicecontracten bieden in de toekomst mogelijkheden voor terugname. Het is onbekend of er momenteel servicecontracten zijn die dergelijke mogelijkheden bieden. Daarom is het uitvoeren van een inventarisatie van bestaande servicecontracten op installaties bij RWS nodig.

Praktijkervaringen

Uit de inventarisatie van hergebruik voor de Renovatie Eerste Heinenoordtunnel volgden ook diverse aanbevelingen voor het bevorderen van hergebruik, welke in grote mate overeenkomen met de bevindingen in dit onderzoek:

- opstellen BPKV-criteria waarin hergebruik van installaties wordt gewaardeerd;
- opstellen richtlijnen voor het aantoonbaar maken van hergebruik;
- validatie herbesteding 1-op-1 hergebruik door RWS of mogelijk in alternatieve projecten bij tunnels beheerd door provincies;
- verifiëren interesse voor terugnemen van installaties bij leveranciers.

4.3 Vervolgonderzoek

De nadere prioritering (bijlage IV) geeft een methodiek om een onderbouwde inschatting te maken voor prioritering binnen de categorie installaties. Hierbij geldt echter dat kansen die zich momenteel voordoen altijd benut kunnen worden, ongeacht inhoudelijke prioritering. Grote integrale opgaven, zoals de vervanging van het wegkantsysteem (NTM) systeem kunnen op korte termijn voor goede leerervaringen op hergebruik van installaties zorgen en mogelijk direct leiden tot milieuwinst. Voor de installatieobjecten waar niet direct grote kansen liggen, kan aan de hand van de scoremethodiek in bijlage IV beoordeeld worden welke objecten hiervan het laaghangend fruit zijn. Hiervoor geldt dat met een bredere groep experts de score per object moet worden uitgewerkt, resultaten in bijlage IV zijn een eerste inschatting van een beperkte groep.

Uit de aanbevelingen volgt al dat een verdere uitsplitsing van de groep installaties nodig is voor een beter beeld van de hergebruikpotentie. Deze uitsplitsing is op verschillende manieren te maken op verschillende detailniveaus, waar in dit onderzoek een voorzet voor is gedaan. Vervolgens zou met de markt onderzocht kunnen worden waar mogelijkheden liggen voor terugname en revisie.

Bijlagen

BIJLAGE: LEVENSDUREN TTI

Tabel I.1 Levensduur TTI uit R1.2 SP2 B3-1.6 Basisspecificatie TTI RWS Tunneelsysteem

| Onderdeel/deelinstallatie | Functionele levensduur (in jaren) |
|--|-----------------------------------|
| Kabels en toebehoren | |
| Kabels laagspanning | 50 |
| Kabels middenspanning | 50 |
| Kabels signaal | 50 |
| Glasvezelkabel | 40 |
| Kabelblokken | 50 |
| Kabelmof | 25 |
| Verbindingsmateriaal | 25 |
| Bevestigingsmateriaal (metaal) | 30 |
| Waarschuwinglint | 50 |
| Kabel en leidingcoderingen | 50 |
| Besturings-, schakel-, systeem-, aansluitkast | |
| Kast in openlucht | 25 |
| Kast in technische ruimte | 25 |
| Beveiliging | 25 |
| Schakelaar (magneet) | 25 |
| Elektronica | 15 |
| Frequentie omvormer | 15 |
| Fundatie | 50 |
| Bijzondere borden | |
| Algemeen | 10 |
| Elektronica | 10 |
| Vorstbeveiliging & verwarming: | |
| Isolatie | 25 |

| Onderdeel/deelinstallatie | Functionele levensduur (in jaren) |
|--|-----------------------------------|
| Verwarmingslint | 30 |
| Thermostaat | 15 |
| Lokale transmissie: | |
| Algemeen | 15 |
| Glasvezel abonnee box | 15 |
| Patchpaneel | 15 |
| Netwerkswitch/router | 10 |
| Besturingssysteem | |
| Algemeen | 15 |
| Besturingseenheid | 15 |
| I/O-eenheid | 15 |
| Converters | 15 |
| Centrale Transmissiesystemen | |
| Algemeen | 15 |
| Glasvezel abonnee box | 15 |
| Patchpaneel | 15 |
| Kabeltracees; kabelgoten en ladders | |
| Algemeen | 50 |
| Kabelgoot | 50 |
| Ladderbaan | 50 |
| Kabeldoorvoer | 50 |
| Wandgoot | 50 |
| Mantelbuis kunststof | 30 |
| Accent/belettering kunstwerken | |
| Algemeen | 10 |
| LED verlichting | 10 |
| Centrale besturingsunit | 10 |
| Diversen | |
| Monitor | 8 |
| Mast | 30 |
| Antenne | 15 |
| Detectielus | 15 |
| Meetmicrofoon | 15 |



BIJLAGE: BRONNEN

Literatuur

Voor het opstellen van het onderzoek naar het hergebruik van stootplaten is gebruik gemaakt van de bronnen en gegevens zoals vermeld in tabel I.1.

Tabel II.1 Referentielijst

| Naam | Omschrijving |
|--|---|
| RWS, ROK | Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) over de Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken. Bijlagedocument deel B. Versie 1.4, datum 20 april 2017 |
| Europese RoHS-richtlijn | richtlijn gevaarlijke stoffen in electronica |
| CEWaste A contribution to future critical raw materials recycling. | inzichten kritieke materialen in producten en recycling |
| Duurzaamheidsnotitie en bijlagen Arenatunnel | inventarisatie herbruikbare onderdelen Arenatunnel gemeente Amsterdam |
| Schneider Electric | leverancier van diverse elektrotechnische installaties. Product environmental profile (PEP) en RoHS-documentatie voor diverse producten |
| Circulaire materiaalstromen tunnel en VTTI | inventarisatie herbruikbare onderdelen Eerste Heinoordtunnel RWS |
| Zwaartepuntsanalyse CE Delft | milieu-impact VenR en aanleg RWS, uitgangspunten installaties in Excel-bijlage |

Interviews

Voor het opstellen van het onderzoek naar het hergebruik van installaties is gebruik gemaakt van kennis binnen Witteveen+Bos. De experts die geïnterviewd zijn staan in tabe ii.2.

Tabe II.2 geïnterviewde experts Witteveen+Bos organisatie

| Naam | Ervaring |
|--------------------------------|---|
| R.R.C.J. (Remi) van Berkum MSc | infrastructuur en mobiliteit, Smart Infra Systems, Duurzame energie in infrastructuur |
| ing. O.C. (Oscar) Kerssens | infrastructuur en mobiliteit, Construction management, Kostenmanagement en advies |
| R.P. (Rik) Eggermont MSc | infrastructuur en mobiliteit, Smart Infra Systems, Systemintegratie |

Tabel I.3 geïnterviewde experts RWS

| Naam | Ervaring |
|--------------------|--------------------------------|
| Ronald Adams | PPO Wegkantsystemen |
| Anneke van Leeuwen | WVL |
| Johan Naber | GPO |
| Monique Dorresteyn | adviseur duurzame installaties |



BIJLAGE: CE DELFT ZWAARTEPUNTANALYSE INSTALLATIES

Deze bijlage beschrijft de inschatting van vrijkomende installaties in de periode 2021-2030. Hierbij is uitgegaan van de vervangingen van installaties op bruggen, tunnels en sluizen op basis van uitgangspunten van de zwaartepuntanalyse van CE Delft. Het aantal projecten vervanging en aanleg is 315, waarvan 277 vervanging. Tabel III-1 geeft deze uitgangspunten weer.

Tabel III.1 Aantal projecten vervanging en aanleg van installaties. (Excel CE Delft, 2020)

| Onderdeel | Aantal |
|--|--------|
| 3B-installaties bij te renoveren of vervangen beweegbaar deel brug (val) | 54 |
| Vervangen 3B-installaties kleine brug | 2 |
| Vervangen 3B-installaties middelgrote brug | 1 |
| Vervangen 3B-installaties grote brug | 1 |
| Vervangen 3B-installaties zeer grote brug | 0 |
| Vervangen 3B-installaties fietstunnels (aaname: geen ventilatie) | 0 |
| Vervangen 3B-installaties kleine tunnels (incl. ventilatie) | 8 |
| Vervangen 3B-installaties middelgrote tunnels (exclusief ventilatie) | 11 |
| Vervangen 3B-installaties grote tunnels (exclusief ventilatie) | 9 |
| Vervangen 3B-installaties zeer grote tunnels (exclusief ventilatie) | 0 |
| Vervangen ventilatie kleine tunnel | 5 |
| Vervangen ventilatie middelgrote tunnel | 8 |
| Vervangen ventilatie grote tunnel | 6 |
| Vervangen ventilatie zeer grote tunnel | 0 |
| Vervangen 3B-installaties kleine schutsluizen | 37 |
| Vervangen 3B-installaties middelgrote schutsluizen | 14 |
| Vervangen 3B-installaties grote schutsluizen | 11 |
| Vervangen 3B-installaties spuisluisen en gemalen | 19 |

| Onderdeel | Aantal |
|---|--------|
| Vervangen 3B-installaties kleine keersluis | 0 |
| Vervangen 3B-installaties middelgrote keersluis | 0 |
| Vervangen 3B-installaties grote keersluis | 0 |
| Gemaal: vervanging pomp | 4 |
| Vervangen 3B-installaties stuwen | 0 |
| Vervangen 3B-installaties stormvloedkeringen | 1 |
| Modernisering objectbediening Lemmer-Delfzijl | 36 |
| Modernisering objectbediening Zeeland | 50 |
| Aanleg 3B-installaties kleine bruggen | 3 |
| Aanleg 3B-installaties middelgrote bruggen | 4 |
| Aanleg 3B-installaties grote bruggen | 6 |
| Aanleg 3B-installaties zeer grote bruggen | 1 |
| Aanleg 3B-installaties fietstunnels | 6 |
| Aanleg 3B-installaties kleine tunnels | 2 |
| Aanleg 3B-installaties middelgrote tunnels | 0 |
| Aanleg 3B-installaties grote tunnels | 0 |
| Aanleg 3B-installaties zeer grote tunnels | 0 |
| Aanleg kleine schutsluis, installaties | 0 |
| Aanleg middelgrote schutsluis, installaties | 3 |
| Aanleg grote schutsluis, installaties | 2 |
| Aanleg kleine keersluis, installaties | 1 |
| Aanleg middelgrote keersluis, installaties | 0 |
| Aanleg grote keersluis, installaties | 1 |
| Aanleg 3B-installaties gemaal exclusief pomp | 0 |
| Aanleg gemaal, pomp | 6 |
| Aanleg spuisluis, installaties | 2 |
| Aanleg stuw, installaties | 1 |

De vervangingsprojecten bevatten verschillende installatieonderdelen. Tabel III-2 geeft, op basis van uitgangspunten van de CE Delft zwaartepuntanalyse, het aantal installatieonderdelen per project. Dit betreft globale schattingen die per project variëren. Tabel III.3 geeft vervolgens het aantal en type installatieonderdelen, vermenigvuldigd met het aantal projecten in de betreffende categorie.

Tabel III.2 Aantal en type installatieonderdelen per vervangingsproject. (Excel CE Delft, 2020)

| Onderdelen per object | ventilatoren [stuks] | camera's [stuks] | luidsprekers [stuks] | verlichting [stuks] | midspanning kabel [km] | laagspanning kabel [km] | kabelgoot [km] | energie aansluiting [stuks] | HVAC [stuks] | Besturingscomputers [stuks] | bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) [stuks] | pomp (incl motor) | verkeerslichten | bewegingswerk brug (motor, overbrenging, etc.) [stuks] |
|-----------------------|----------------------|------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|---|-------------------|-----------------|--|
| bruggen 3B | | | | | | | | | | 10 | | | 4 | |
| tunnels 3B | | 48 | 48 | 580 | 10 | 100 | 10 | 1 | 1 | 40 | | | | |
| tunnels | 35 | 48 | 48 | 580 | 10 | 100 | 10 | 1 | 1 | 40 | | | | |
| tunnels ventilatie | 35 | | | | | | | | | | | | | |
| schutsluizen | | 12 | 10 | 100 | 20 | | 1 | 1 | 30 | 1 | 1 | | | |
| spuisluizen | | 12 | 10 | 100 | 20 | | 1 | 1 | 30 | 1 | 1 | | | |
| keersluizen | | 12 | 10 | 100 | 20 | | 1 | 1 | 30 | 1 | 1 | | | |
| gemalen | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| stuwen | | 12 | 10 | 100 | 20 | | 1 | 1 | 30 | 1 | 1 | | | |
| stormvloedkering | | | | | | | | | | | | | | |
| bruggen | | | | | | | | | | 10 | | | 4 | 1 |
| sluizen | | 12 | 10 | 100 | 20 | | 1 | 1 | 30 | 1 | 1 | | | |

Tabel III.3 Aantal en type installatieonderdelen per categorie. (Excel CE Delft, 2020)

| Onderdelen totaal | Aantal projecten | ventilatoren [stuks] | camera's [stuks] | luidsprekers [stuks] | verlichting [stuks] | midspanning kabel [km] | laagspanning kabel [km] | kabelgoot [km] | energie aansluiting [stuks] | HVAC [stuks] | Besturingscomputers [stuks] | bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) [stuks] | pomp (incl motor) | verkeerslichten | bewegingswerk brug (motor, overbrenging, etc.) [stuks] |
|--------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|---|-------------------|-----------------|--|
| bruggen 3B | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 580 | 0 | 0 | 232 | 0 |
| tunnels 3B | 20 | 0 | 960 | 960 | 11600 | 200 | 2000 | 20 | 20 | 20 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| tunnels | 8 | 280 | 384 | 384 | 4640 | 80 | 800 | 80 | 8 | 8 | 320 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| tunnels ventilatie | 19 | 665 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| schutsluizen | 62 | 0 | 744 | 620 | 6200 | 124 | 0 | 62 | 62 | 1860 | 62 | 62 | 0 | 0 | 0 |

| Onderdelen totaal | Aantal projecten | bepaalde materialen | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|---|-------------------|-----------------|--|
| | | ventilatoren [stuks] | camera's [stuks] | luidsprekers [stuks] | verlichting [stuks] | midspanning kabel [km] | laagspanning kabel [km] | kabelgoot [km] | energie aansluiting [stuks] | HVAC [stuks] | Besturingscomputers [stuks] | bewegingswerken sluis (motor, aandrijving en installatie) | pomp (incl motor) | verkeerslichten | bewegingswerk brug (motor, aandrijving en installatie) |
| spuisluizen | 19 | 0 | 228 | 190 | 1900 | 380 | 0 | 19 | 19 | 570 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| keersluizen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| gemalen | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| stuwen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| stormvloedkering | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| bruggen | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 764 | 0 | 0 | 306 | 76 |
| sluizen | 10 | 0 | 115 | 96 | 956 | 191 | 0 | 10 | 10 | 287 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |

IV

BIJLAGE: SCOREMETHODIEK NADERE PRIORITERING

Tabel IV.1 laat het resultaat zien van ongewogen en gewogen scores, inclusief en exclusief een indicator die de diversiteit binnen een installatiecategorie weerspiegelt. Deze totaalscores zijn afkomstig uit de rekenmethodiek zoals in tabel IV.2 wordt getoond. Hierbij zijn diverse indicatoren, (aantal, losmaakbaarheid, compatibiliteit, et cetera) en weging getoond die tot een totaalscore leiden.

Tabel IV.1 Voorbeeld resultaat scoremethodiek. Nadrukkelijk niet bedoeld om direct over te nemen

| | Score ongewogen | Score ongewogen inclusief diversiteit | Score gewogen | Score gewogen inclusief diversiteit |
|---|-----------------|--|---------------|--|
| ventilatoren | Light Green | Green | Light Green | Green |
| camera's | Yellow | Yellow | Light Green | Light Green |
| luidsprekers | Light Green | Yellow | Light Green | Light Green |
| verlichting | Green | Green | Green | Green |
| energie aansluiting | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |
| HVAC | Orange | Orange | Red | Orange |
| besturingscomputers | Yellow | Orange | Light Green | Orange |
| bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) | Red | Red | Red | Red |
| pomp (inclusief motor) | Yellow | Orange | Yellow | Orange |
| verkeerslichten | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| bewegingswerk brug (motor, overbrenging, et cetera) | Orange | Red | Orange | Red |
| wegkantsysteem (NTM-systeem) | Yellow | Yellow | Yellow | Light Green |
| middenspanning kabel | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |
| laagspanning kabel | Green | Green | Green | Green |
| kabelgoot | Red | Red | Red | Red |

Tabel IV.2 Voorbeeld scoremethodiek. Nadrukkelijk niet bedoeld om direct over te nemen

| Component | Eenheid | Aantal | Losmaakbaarheid | Compatibiliteit | Slijtage | Complexiteit | (Diversiteit) | Levensduur | Milieuwinst | Kritieke materialen | Score |
|---|---------|--------|-----------------|-----------------|----------|--------------|---------------|------------|-------------|---------------------|-------|
| Weging | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ventilatoren | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| camera's | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| luidsprekers | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| verlichting | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| energie aansluiting | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| HVAC | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| besturingscomputers | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| pomp (inclusief motor) | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| verkeerslichten | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| bewegingswerk brug (motor, overbrenging, et cetera) | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| wegkantsysteem (NTM-systeem) | stuks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| middenspanning kabel | km | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| laagspanning kabel | km | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| kabelgoot | km | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

De resultaten voor de eerste inschatting zijn de gemiddelde scores van de inschattingen van M. Dorresteyn, A. van Leeuwen en B. Roelofs en door beperkte representatie van inhoudelijk experts van de betreffende categorieën niet geschikt om over te nemen. Voor de herleidbaarheid van de resultaten in deze bijlage zijn in tabel IV.3 en IV.4 de ingevoerde scoretabel opgenomen, respectievelijk gewogen en ongewogen.

Tabel IV.3 Voorbeeld invoer gewogen scoremethodiek. Nadrukkelijk niet bedoeld om direct over te nemen

| Component | Eenheid | Aantal | Losmaakbaarheid | Compatibiliteit | Slijtage | Complexiteit | (Diversiteit) | Levensduur | Milieuwinst | Kritieke materialen | Score |
|---|---------|--------|-----------------|-----------------|----------|--------------|---------------|------------|-------------|---------------------|-------|
| Weging | | 1,00 | 2,33 | 1,00 | 1,33 | 1,00 | 2,00 | 1,33 | 1,67 | 1,00 | |
| ventilatoren | stuks | 0,60 | 4,00 | 3,00 | 2,67 | 4,00 | 5,00 | 2,33 | 3,00 | 3,00 | 3,95 |
| camera's | stuks | 0,50 | 4,67 | 4,00 | 3,33 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 2,33 | 3,67 | 3,84 |
| luidsprekers | stuks | 0,70 | 4,33 | 4,00 | 3,00 | 3,33 | 4,00 | 1,33 | 2,00 | 3,00 | 3,78 |
| verlichting | stuks | 5,60 | 4,00 | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 3,00 | 1,67 | 2,33 | 4,00 | 4,30 |
| energie aansluiting | stuks | 0,00 | 1,67 | 3,00 | 4,00 | 3,00 | 4,00 | 3,67 | 4,00 | 2,00 | 3,60 |
| HVAC | stuks | 0,60 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 4,00 | 4,00 | 1,33 | 3,00 | 3,00 | 3,09 |
| besturingscomputers | stuks | 0,70 | 4,00 | 1,33 | 5,00 | 1,33 | 2,00 | 0,67 | 3,00 | 4,33 | 3,70 |
| bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) | stuks | 0,00 | 2,67 | 3,33 | 1,00 | 3,67 | 1,00 | 2,33 | 3,67 | 1,33 | 3,14 |
| pomp (inclusief motor) | stuks | 0,00 | 4,00 | 4,33 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 3,58 |
| verkeerslichten | stuks | 0,10 | 4,33 | 3,67 | 4,00 | 2,33 | 4,00 | 1,67 | 2,67 | 3,67 | 3,98 |
| bewegingswerk brug (motor, overbrenging, et cetera) | stuks | 0,00 | 2,67 | 3,67 | 1,00 | 4,00 | 1,00 | 2,67 | 4,00 | 1,33 | 3,35 |
| wegkantsysteem (NTM-systeem) | stuks | 1,20 | 3,33 | 1,33 | 4,00 | 2,67 | 5,00 | 1,67 | 2,67 | 3,67 | 3,58 |
| middenspanning kabel | km | 0,50 | 3,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,33 | 4,00 | 2,33 | |
| laagspanning kabel | km | 1,00 | 4,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,33 | 4,00 | 2,33 | |
| kabelgoot | km | 0,10 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,00 | 2,67 | 1,33 | 1,33 | |

Tabel IV.4 Voorbeeld resultaat ongewogen scoremethodiek. Nadrukkelijk niet bedoeld om direct over te nemen

| Component | Eenheid | Aantal | Losmaakbaarheid | Compatibiliteit | Slijtage | Complexiteit | (Diversiteit) | Levensduur | Milieuwinst | Kritieke materialen | Score |
|---|---------|--------|-----------------|-----------------|----------|--------------|---------------|------------|-------------|---------------------|-------|
| Weging | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | |
| ventilatoren | stuks | 0,60 | 4,00 | 3,00 | 2,67 | 4,00 | 5,00 | 2,33 | 3,00 | 3,00 | 2,83 |
| camera's | stuks | 0,50 | 4,67 | 4,00 | 3,33 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 2,33 | 3,67 | 2,69 |
| luidsprekers | stuks | 0,70 | 4,33 | 4,00 | 3,00 | 3,33 | 4,00 | 1,33 | 2,00 | 3,00 | 2,71 |
| verlichting | stuks | 5,60 | 4,00 | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 3,00 | 1,67 | 2,33 | 4,00 | 3,20 |
| energie aansluiting | stuks | 0,00 | 1,67 | 3,00 | 4,00 | 3,00 | 4,00 | 3,67 | 4,00 | 2,00 | 2,67 |
| HVAC | stuks | 0,60 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 4,00 | 4,00 | 1,33 | 3,00 | 3,00 | 2,37 |
| besturingscomputers | stuks | 0,70 | 4,00 | 1,33 | 5,00 | 1,33 | 2,00 | 0,67 | 3,00 | 4,33 | 2,55 |
| bewegingswerken sluis (motor, overbrenging, etc.) | stuks | 0,00 | 2,67 | 3,33 | 1,00 | 3,67 | 1,00 | 2,33 | 3,67 | 1,33 | 2,25 |
| pomp (inclusief motor) | stuks | 0,00 | 4,00 | 4,33 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 2,54 |
| verkeerslichten | stuks | 0,10 | 4,33 | 3,67 | 4,00 | 2,33 | 4,00 | 1,67 | 2,67 | 3,67 | 2,80 |
| bewegingswerk brug (motor, overbrenging, et cetera) | stuks | 0,00 | 2,67 | 3,67 | 1,00 | 4,00 | 1,00 | 2,67 | 4,00 | 1,33 | 2,42 |
| wegkantsysteem (NTM-systeem) | stuks | 1,20 | 3,33 | 1,33 | 4,00 | 2,67 | 5,00 | 1,67 | 2,67 | 3,67 | 2,57 |
| middenspanning kabel | km | 0,50 | 3,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,33 | 4,00 | 2,33 | 4,08 |
| laagspanning kabel | km | 1,00 | 4,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,33 | 4,00 | 2,33 | 4,37 |
| kabelgoot | km | 0,10 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 3,00 | 2,67 | 1,33 | 1,33 | 3,25 |