

# ProRail



Ministerie van Infrastructuur  
en Waterstaat



## KCI: Klimaatneutrale & Circulaire infraprojecten

## ProRail Transitiepad Energievoorziening

Break-out Roadmap EV  
Peter van Schaik (ProRail)  
Stijn Debets (ProRail)  
Sven Gruters (ProRail)  
Joost Meijer (TG)



6 juli 2021



# Agenda

1. Inleiding KCI, Energievoorziening & proces
2. Ontwikkelingen Railgebonden gebouwen (RGG)
3. Ontwikkelingen Koper ('Koperdeal')  
  
*- Korte break -*
4. Potloodschets Roadmap & Mural
5. Terugkoppeling / discussie
6. Afsluiting & vervolg



# Inleiding: ambitie KCI-strategie



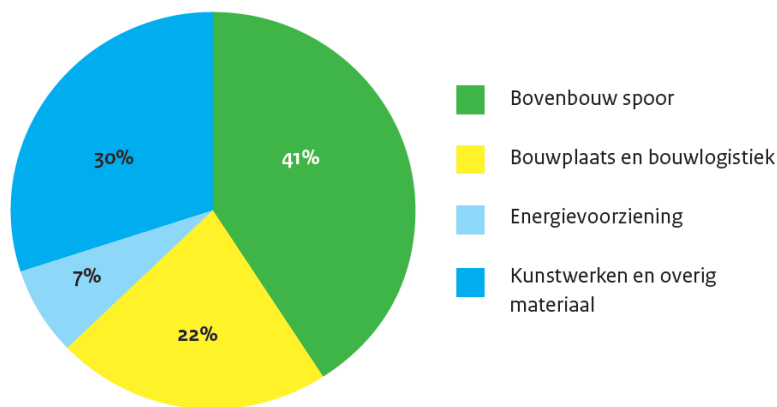
# Inleiding: KCI & Energievoorziening

- Het transitiepad Energievoorziening gaat over duurzaam ontwerpen, bouwen en onderhouden van de energievoorziening bij ProRail t.a.v. de winning en productie van de benodigde materialen:
  - Koper (zoals bovenleiding, kabels, voedingen)
  - Draagconstructie (portalen)
  - Railgebonden gebouwen
  - Wisselverwarming



**ProRail test funderingsblokken van gerecycled beton in Lage Zwaluwe**

CO<sub>2</sub>-uitstoot x transitiepad in CO<sub>2</sub>-eq



Figuur 6 CO<sub>2</sub>-uitstoot ProRail 2017 per transitiepad

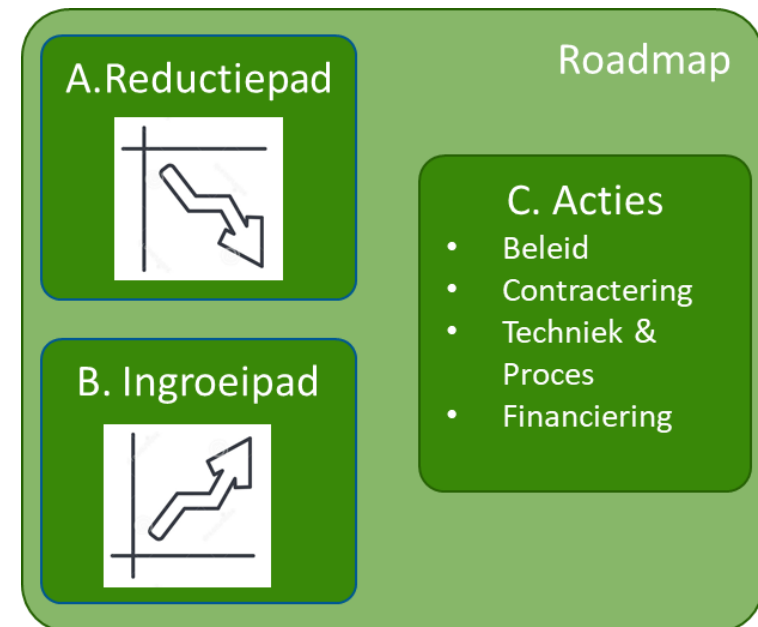
CO<sub>2</sub>-uitstoot spoorinfra ProRail per transitiepad

CO <sub>2</sub> in kton CO <sub>2</sub> -eq/jaar per transitiepad	2013/2017 <sup>4</sup>
Bovenbouw spoor	48
Bouwplaats en bouwlogistiek	26
Energievoorziening	8
Kunstwerken en overig materiaal	34
<b>Totaal</b>	<b>115</b>



# Roadmap Energievoorziening

- In 2021 samen met marktpartijen roadmap opstellen.
- Hoofdvragen Roadmap:
  - (1) Hoe ziet de verduurzaming van TP Energievoorziening er tot 2030 uit?
  - (2) Welke belemmeringen zijn er in de route naar 2030?
- Acties op de volgende thema's:
  - Beleid & regelgeving: randvoorwaarden t.a.v. beleid, governance, samenwerking?
  - Inkoop / contractering: contracteisen, gunningscriteria, MKI (+monitoring)
  - Techniek & proces: innovaties in techniek, procesverbeteringen, pilots.
  - Financiering: hoe benodigde ontwikkelingen financieren?





## Proces tot nu toe

- April: brede startbijeenkomst 'Klimaatneutrale en circulaire infrastructuur'.
- Enkele verdiepende interviews met geïnteresseerde marktpartijen
- Diverse sessies met experts binnen ProRail:
  - Koper, portalen, railgebonden gebouwen
  - (Wisselverwarming volgt komende periode)
- 6 juli: vervolgsessie t.b.v. terugkoppeling potloodschets roadmap



# Presentatie Railgebonden Gebouwen (RGG)

6-7-2021 / Stijn Debets



# Wat zijn Railgebonden Gebouwen (RGG)?



Robuust



Goedkoop



Eenvoudig



Canvas graffiti



Niet herkenbaar  
ProRail

Gebouwen waar techniek  
opgesteld staat die  
rechtstreeks invloed heeft  
op het spoor

# Totaal ±1.300

17 verschillende typen



Niet (altijd)  
passend in/bij  
omgeving





## Nadelen huidig beleid RGG

- Elk gebouw nieuwe ontwerpkosten
- Lange bouwtijd en buitendienststellingen
- Sluit bij techniekwissel niet aan op ruimte behoefte
- Lange ombouwtijd/-kosten bij techniekwissel
- Hoge beheerkosten (zeker bij blusgas)
- Canvas voor graffiti spuiters
- **Sluit niet aan op duurzaamheidsdoelstellingen**
  - **2030 - energieneutraal**
  - **2030 - circulair**
  - **2050 - CO2 neutraal**



Energie



Mobiliteit



Natuur



Materialen



## CO2-waarden RGG huidige beleid

### Gemiddeld RGG:

- Oppervlak: 70 m<sup>2</sup>
- Hoogte: 4 m
- Kruipruimte: 1 m

### Materialisatie RGG:

- Beton
- Isolatie
- Kalkzandsteen

Materiaal	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> / RGG	kg / m <sup>3</sup>	Massa (ton)	CO <sub>2</sub> / ton	CO <sub>2</sub> (ton)	1300 RGG (ton)	kiloton
Beton	0,72	50,40	2.400,00	120,96	0,30	36,29	47.174,40	47,17
Isolatie (werkvloer, afschotisolatie)	0,40	28,00	40,00	1,12	3,30	3,70	4.804,80	4,80
Kalkzandsteen / lijmblokken met velling kanten	0,35	24,50	2.000,00	49,00	0,01	0,37	474,57	0,47
<b>Totaal</b>				<b>171,08</b>		<b>40,35</b>	<b>52.453,77</b>	<b>52,45</b>

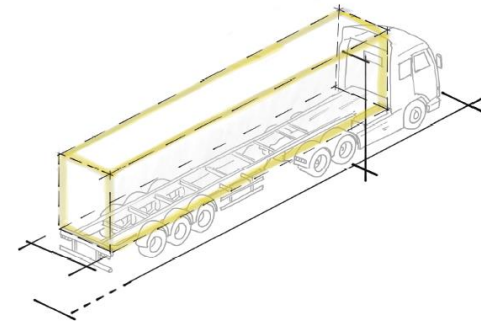
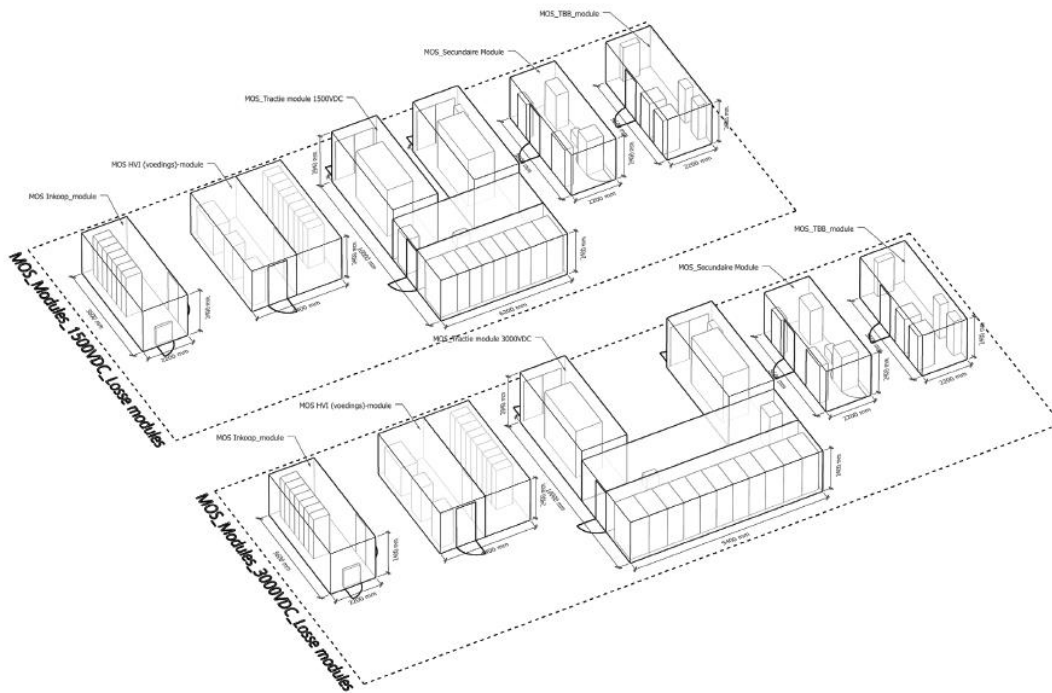


## Duurzame ambities t.a.v. CO2 reductie

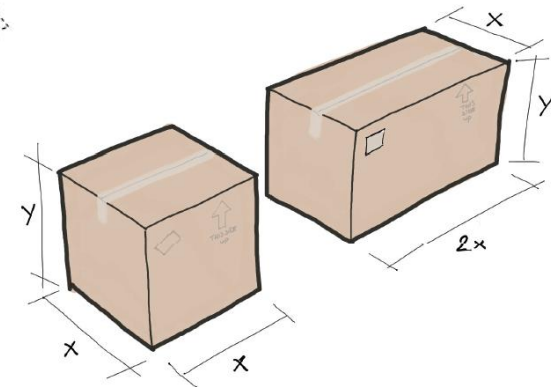
1. Conventionele bouw → Modulaire bouw incl. spoorse systemen
2. Niet duurzaam → Duurzame / biobased materialen  
Volledig recyclebaar / herbruikbaar  
Energie neutraal  
Leven met omgeving



# Modulair mogelijk?



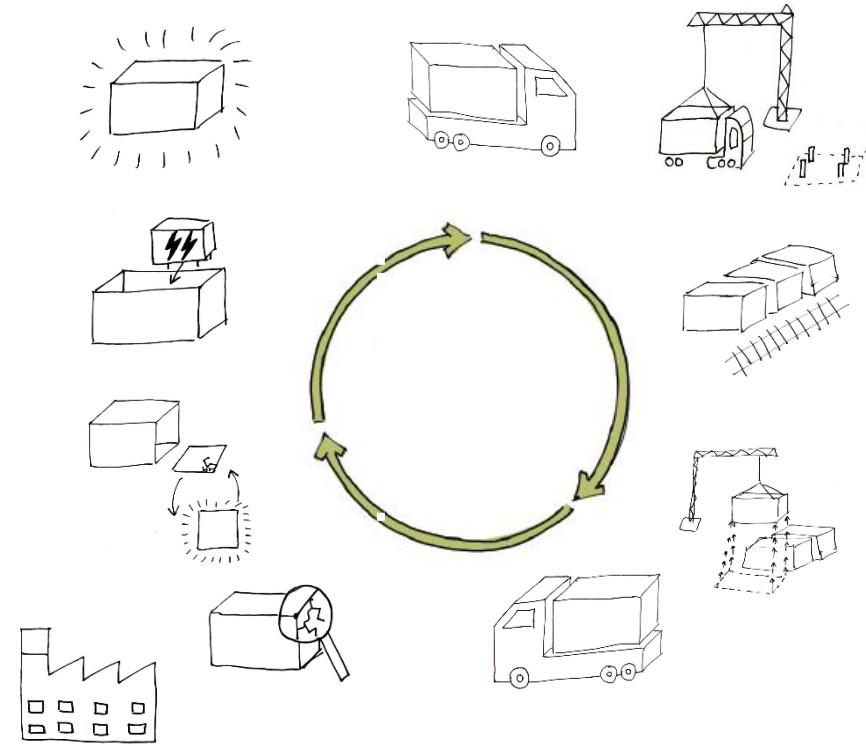
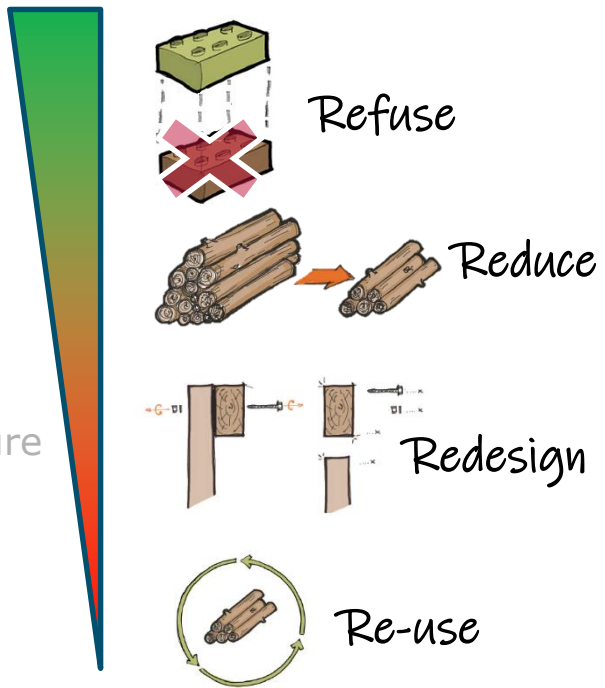
maximale hoogte van een transport is 4,25 meter.  
maximale lengte van 27,5 meter.  
maximale breedte is 3,50 meter.  
maximale gewicht van 100 ton.





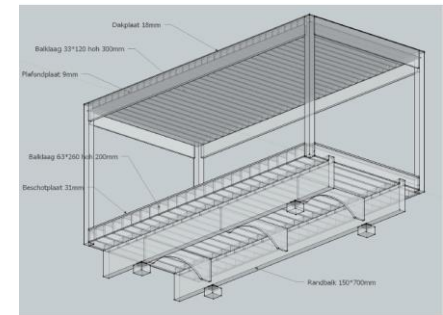
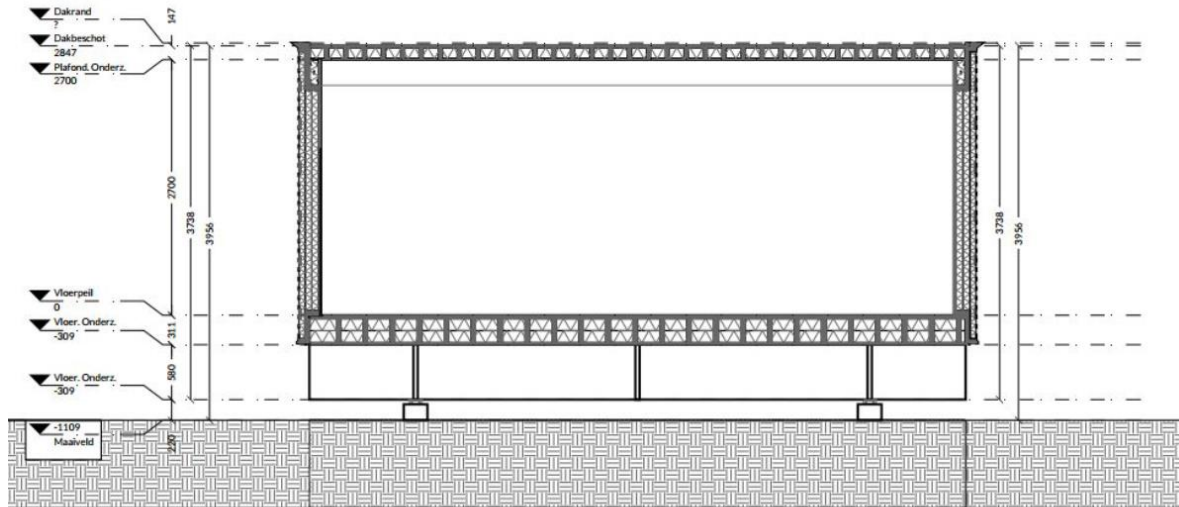
# Circulair mogelijk?

- Refuse
- Reduce
- Redesign
- Re-use
- Repair
- Refurbish
- Remanufacture
- Re-purpose
- Recycle
- Recover



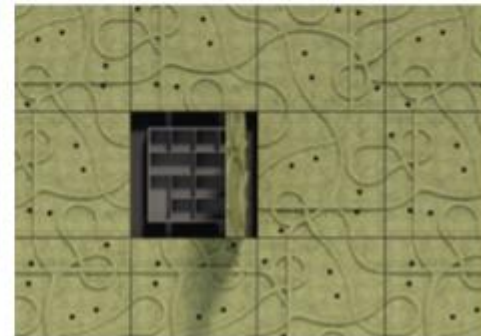
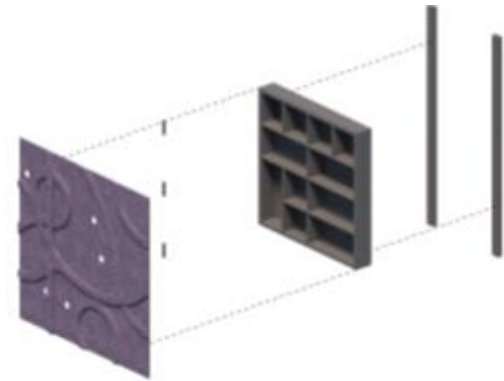


# Biobased module - Sustainer Homes



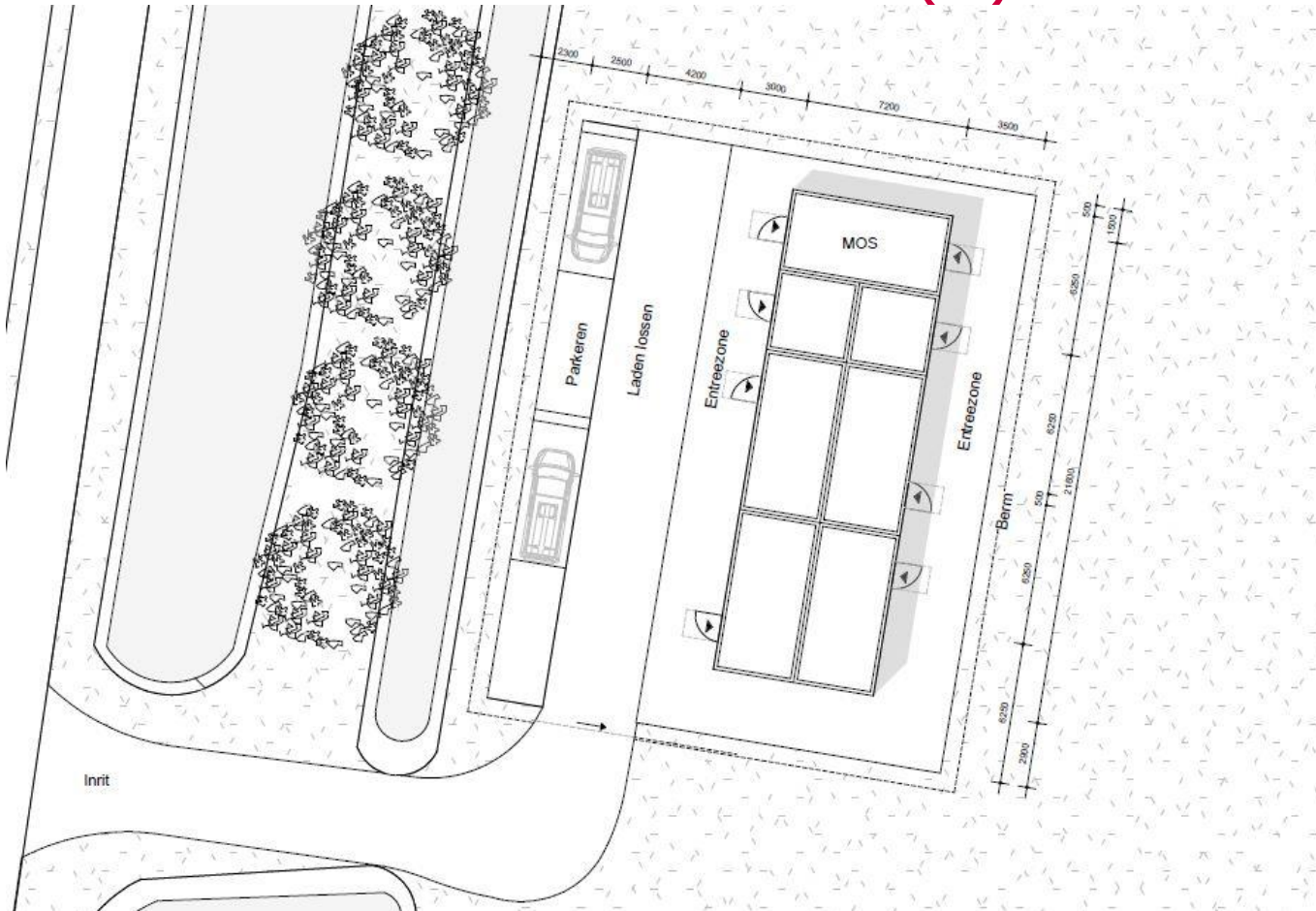


# Biocomposiet gevel - Studio Marco Vermeulen





# Modulair Onderstation Waarder (1)







## Modulair Onderstation Waarder (2)





## Eerste resultaten

Versie	Uitleg	CO2 uitstoot	MKI waarde
Beton conventioneel	Huidige conventioneel RGG, terug	5.241 kg*	€ 819**
Geopolymeer beton modulair	Vloer gemaakt van geopolymeer beton	3.071 kg	€ 96
Hout modulair	Volledig houten module met 4 steunpunten	889 kg	€ 106
Staal modulair	Stalen randbalken met houten opbouw	1.384 kg	€ 181

**Besparing 80%  
nu al mogelijk!**

\* Op basis van CO2 emissie ketenanalyse beton CO2-Prestatieladder Strukton Group BV (<https://strukton.com/-/media/files/corporate/nl/co2-prestatieladder/ketenanalyse-beton-2017.pdf>)

\*\* Op basis van [www.betonhuis.nl](http://www.betonhuis.nl)



# Ontwikkelingen 'Koperdeal' - Sven Gruters

## Kansen voor de koperketen

- Inzicht in koper
- Inzicht in de koperkingloop
- Plan van aanpak 2021

2020



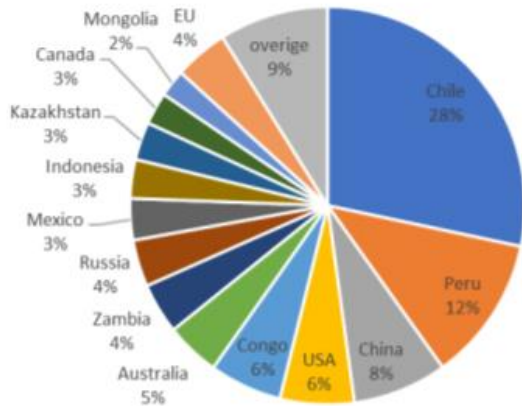
2021

## Koperdeal 2.0

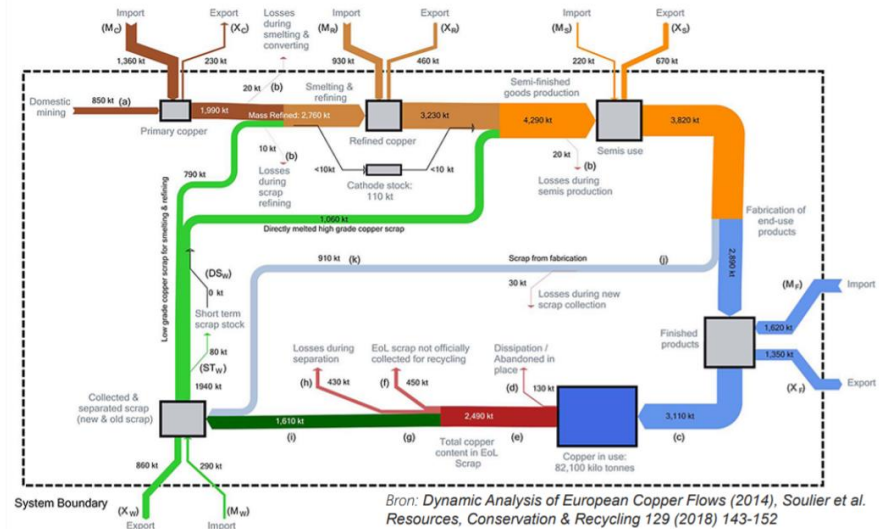
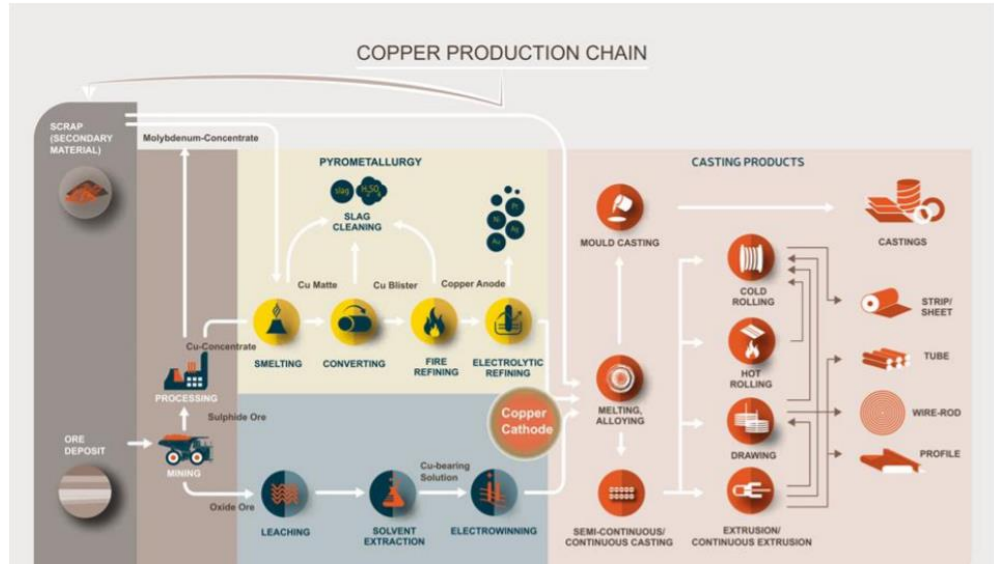
- Bovenleiding
- Railinfravoedingen
- Koperkringloop keten sluiten
- Circulaire werken met de markt



# Koperkringloop



Bron: British Geological survey; bewerking TNO



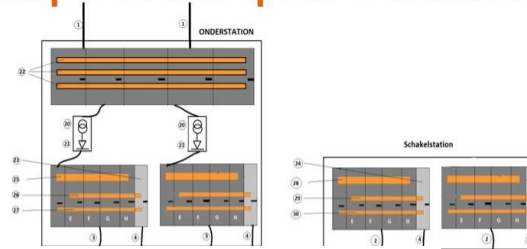
Bron: Dynamic Analysis of European Copper Flows (2014), Soulier et al. Resources, Conservation & Recycling 129 (2018) 143-152

Land	Aantal mijnen	Koperwinning (ton per jaar)	Aandeel van totaal
Polen	3	399000	52,6%
Zweden	4	99200	13,1%
Spanje	2	92950	12,2%
Bulgarije	3	87875	11,6%
Finland	3	32589	4,3%
Portugal	1	38000	5,0%
Roemenie	1	7600	1,0%
Cyprus	1	1754	0,2%
	18	758968	

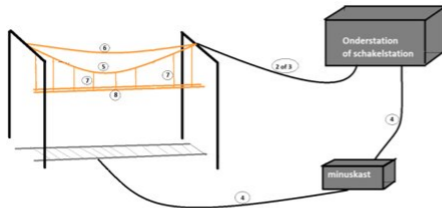


# Inzicht in koper

## Koper in het spoor – Tractievoeding - Spanningrail



## Koper in het spoor – Tractievoeding - Bovenleiding

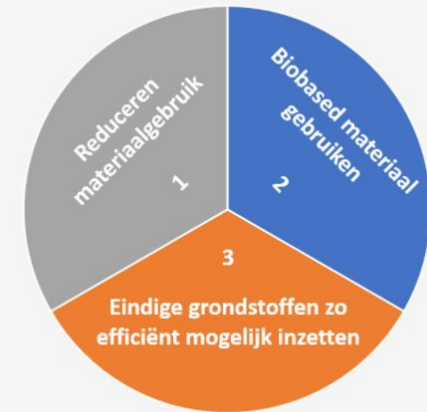


- Aanvulling BVL
- Schakelaarleidingen
  - Elektrische verbindingen



Al gewicht (kg)	levensduur (jr)	Totaal prijs (€) / levensduur	Vervangbaar	Hergebruik baar	Recyclebaar	CO2 Emisie (ton kg/CO2) / levensduur
2.936,64	36	€ 342.608,00	Nee	Ja	Ja	231,67
2.761,92	36	€ 322.224,00	Nee	Ja	Ja	217,88
2,25	30	€ 315,39	Aluminium	Ja	Ja	0,21
12,02	30	€ 1.682,10	Aluminium	Ja	Ja	1,34
3,20	30	€ 448,56	Aluminium	Ja	Ja	0,35
15,02	30	€ 2.102,63	Aluminium	Ja	Ja	1,42
1,50	30	€ 210,36	Aluminium	Ja	Ja	0,14
1,50	30	€ 210,36	Aluminium	Ja	Ja	0,14
0,40	30	€ 56,07	Aluminium	Ja	Ja	0,04
0,40	30	€ 56,07	Aluminium	Ja	Ja	0,04
0,40	30	€ 56,07	Aluminium	Ja	Ja	0,04

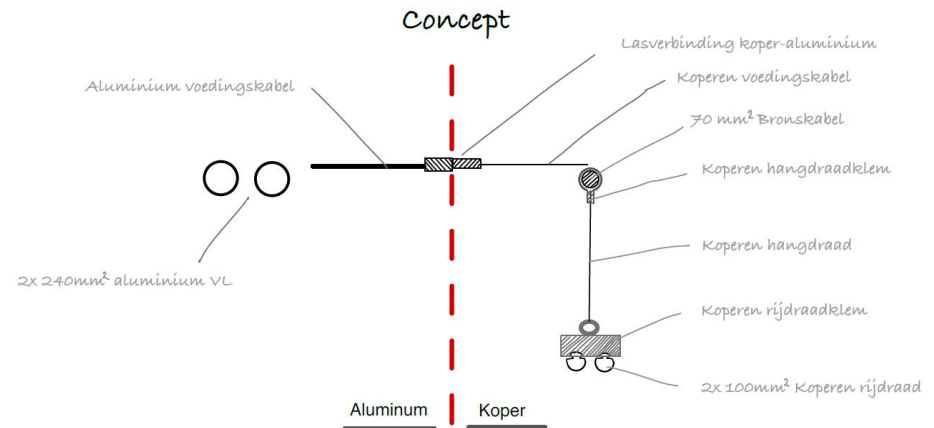
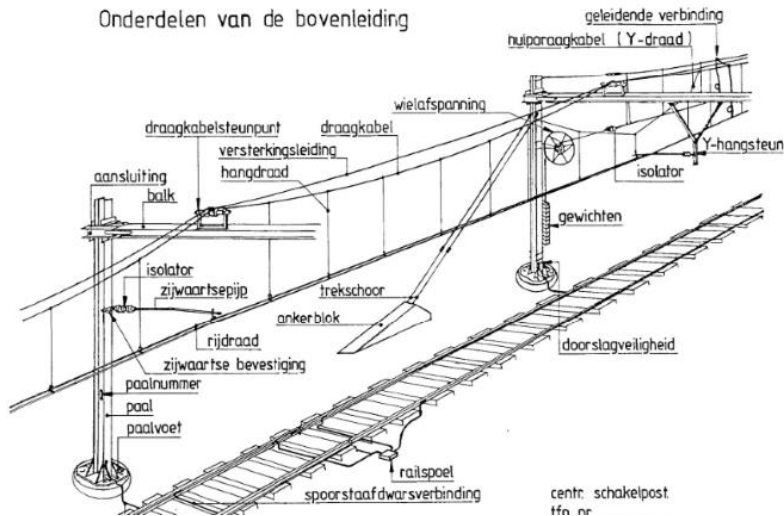
Tekening referentie nummer	Discipline	Locatie	Kabel omschrijving	Totaal gewicht Nederland (ton kg)	levensduur (jr)	Totaal prijs (€) / levensduur	Vervangbaar materiaal	Hergebruik	Recyclebaar	CO2 Emisie (ton kg/CO2) / levensduur
<b>Voedingskabels</b>										
1	Onderstations	Energiebedrijf - Onderstation [geen eigendom van ProRail]	10kV Voedingskabel	91,85	40,00	€ 2.985,26			Ja	6,52
2	Onderstations	Schakelstation - Bovenleiding	1.5 kV Voedingskabel	375,48	40,00	€ 12.208,10			Ja	26,66
3	Onderstations	Onderstation - Bovenleiding	1.5 kV Voedingskabel	1.680,00	40,00	€ 54.600,00			Ja	119,28
4	Onderstations	Minusspoorstaaf - onderstation (via minuskast)	retourkabel	2.632,31	40,00	€ 85.550,21	4x150 mm2 Aluminium		Ja	186,89
<b>Bovenleiding</b>										
5	Bovenleiding	Draagkabel	versterking	8.156,74	30,00	€ 1.359.456,00		Nee	Ja	772,17
6	Bovenleiding	versterkingsleiding	versterking	6.048,00	80,00	€ 378.000,00		Nee	Ja	214,70
7	Bovenleiding	Hangdraad	versterking	35,24	40,00	€ 4.404,38	Kunststof	Ja maar gebeurt niet	Ja	2,50
8	Bovenleiding	Rijdraad	1.5kV Voedingskabel	11.748,67	30,00	€ 1.958.125,97		Nee	Ja	1.112,21



# Bovenleiding

- Meeste koper in ProRail systemen
- Vanuit historie en eigenschappen koper gebruikt
- Rijdraadontwikkelingen

Onderdelen van de bovenleiding



Reductie van 51% koper

# Railinfravoedingen (1)



EMPLACEMENT KLUIFHOEK

Emplacementvoedingen  
Baanvakvoedingen  
Depotvoedingen



VERKEERSLEIDINGSPOST UTRECHT

Verkeersleidingsposten  
Relaishuizen  
Omvormergebouwen



Overwegen

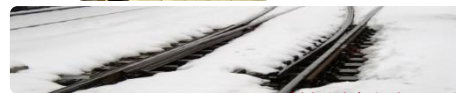
Seinen



Computersystemen voor treindienstleiders



Assentellers



(Elektrische) wisselverwarming



Wisselstellers

- Grootste gebruiker van geïsoleerde kabels
- Huidige kabels van koper

## Railinfravoedingen (2)

- Energie distributie systeem naar 10kV
  - Transitie van 3kV naar 10kV
  - Stroomen worden kleiner minder doorsnede nodig
  - Uitrol bij ERTMS



**ProRail** Eindbeeld: Implementatie ERTMS







# Toelichting huidige status roadmap



## Potloodschets / eerste aanzet (concept) roadmap Koper

<b>Koper</b>	<b>Periode 1 2022-2023</b>	<b>Periode 2 2024-2026</b>	<b>Periode 3 2027-2029</b>	<b>Periode 4 Vanaf 2030</b>
Koper: ambitie hergebruik (%)	30%	40%	60%	80%
<b>Beleid &amp; regelgeving</b>	- Systeem herontwerpen (bovenleiding)	- Acceptatie van tweedehands koper - Voorschriften aanpassen	- Koper vrijspelen uit het huidige systeem	
<b>Contractering / inkoop</b>	- MKI eisen herzien m.b.t. koper en/of hergebruik van materialen	- Kopercyclus inkopen i.p.v. alleen koper inkopen - Hergebruik koper opnemen in eisen		- Geen maagdelijk koper meer inkopen
<b>Techniek &amp; proces ontwikkelingen</b> (o.a. innovatie)	- Markt motiveren te ontwikkelen - Ander type bovenleiding (focus op onderzoek en pilots)	- Opsporen van niet gebruikt koper in de grond - Verwijderstechnieken Koper ontwikkelen	- Realisatie ander type bovenleiding - Ander type stroomafnemer (minder slijtage rijdraad)	- Nieuwe standaard geïmplementeerd (B11)
<b>Financiering</b>	- Materialen op andere manieren gaan waarderen			



## Potloodschets / eerste aanzet (concept) roadmap Portalen

<b>Portalen</b>	<b>Periode 1 2022-2023</b>	<b>Periode 2 2024-2026</b>	<b>Periode 3 2027-2029</b>	<b>Periode 4 Vanaf 2030</b>
Portalen: ambitie CO2-reductie bij nieuwbouw/vervanging	10%	20%	40%	60%
<b>Beleid &amp; regelgeving</b>		- Aanpassen voorschriften / specificaties gericht op hergebruik (en afstemmen i.r.t. Europese NEN/ISO normen)		
<b>Contractering / inkoop</b>	- MKI-eisen herzien m.b.t. beton & staal en/of hergebruik van materialen - Onderzoek mogelijkheden 'as-a-service' contractvormen			
<b>Techniek &amp; proces ontwikkelingen</b> (o.a. innovatie)	- Innovatietraject voor portalen: verduurzaming beton (fundering): betonakkoord (circulair beton), alternatieven voor wapeningsstaal alternatieven voor staal onderzoeken - Inrichten Proeftuin	- Ontwikkeling & implementatie nieuw type portalen		
<b>Financiering</b>	- Materialen op andere manieren gaan waarderen			



# Potloodschets / eerste aanzet (concept) roadmap Railgebonden gebouwen

Railgebonden gebouwen				
	Periode 1 2022-2023	Periode 2 2024-2026	Periode 3 2027-2029	Periode 4 Vanaf 2030
Railgebonden gebouwen: ambitie CO2-reductie bij nieuwbouw/vervanging	10%	30%	50%	85%
<b>Beleid &amp; regelgeving</b>	Uitwerken in hoeverre het gebruik van natuurlijke materialen en evt. 'carbon capturing' kan worden meegenomen in de CO2-berekeningen.	Aanpassen specificaties / ontwerpvoorschriften (in 2024 alle 'lessons learned' uit pilottraject verwerkt)		
<b>Contractering / inkoop</b>	- MKI-eisen herzien wat betreft hergebruik van materialen -Ontwikkeling nieuwe contractvormen (as a service?) of opslag RGG-modules? -Koploperproject met 5-10 gebouwen	Reguliere vervangingsopgave ca. 19 st./jr. Vanwege o.a. ERTMS ca. 26 st./jr. vanaf 2024.		
<b>Techniek &amp; proces ontwikkelingen</b> (o.a. innovatie)	-LCA RGG uitwerken (2021) -Pilot onderstation Waarder (lopend); deze is al zoveel mogelijk modulair. -Pilot-modules in 2021-2022 (eerst bij RailCenter; eind 2022 pilot 'buiten') -Proeftuin voor materialisatie (bouw materiaal) -Architecten meerdere varianten meegeven. -Doorontwikkelen o.b.v. uitkomsten pilots	-Doorontwikkelen o.b.v. uitkomsten pilots		2030: eind product is er.
<b>Financiering</b>	Buca wordt uiteindelijk goedkoper, maar daarvoor is het wel nodig om ca. 5-10 gebouwen uit de standaard aanbesteding te halen om te kunnen testen en opschalen (koploperproject)			



## Potloodschets / eerste aanzet (concept) roadmap Wisselverwarming

<b>Wisselverwarming</b>	<b>Periode 1 2022-2023</b>	<b>Periode 2 2024-2026</b>	<b>Periode 3 2027-2029</b>	<b>Periode 4 Vanaf 2030</b>
Wisselverwarming (% elektrisch)	61%	70%	80%	90%
	<i>2021: Centrale buis (warm water) = 12%; Gas (hete lucht op spoorstaaf) = 27%</i>			
<b>Beleid &amp; regelgeving</b>	Aanpassen beleid en regelgeving: (1) uitwerken eis dat gas wordt vervangen door elektrisch; (2) uitwerken overweging om wel of geen wisselverwarming te plaatsen.	n.t.b.		
<b>Contractering / inkoop</b>	N.a.v. aangepast beleid: planvorming: (1) om te bouwen wisselverwarming (2) te saneren wisselverwarming.	n.t.b.		
<b>Techniek &amp; proces ontwikkelingen</b> (o.a. innovatie)	-Onderzoek & pilots t.b.v. verbeteren sturing wisselverwarming resulterend in plan van aanpak. -Onderzoek wat de optimale plek is om wissels te verwarmen.	n.t.b.		
<b>Financiering</b>	n.t.b.	n.t.b.		



## Vragen bij de roadmaps

- Hoofdvragen Roadmap:
  - 1. Hoe ziet de verduurzaming van TP Energievoorziening er tot 2030 uit? Welke stappen zijn er komende jaren nodig?
  - 2. Welke belemmeringen zijn er in deze route naar 2030 die we moeten overwinnen?
- Op gebied van:
  - Ambities: zijn deze realistisch?
  - Beleid & regelgeving: welke randvoorwaarden? Missen we nog wat?
  - Inkoop / contractering: hoe circulariteit stimuleren, wat helpt?
  - Techniek en proces: benodigde innovaties & maatregelen – wat missen we nog? Welke aanvullende onderzoeken zijn er evt. nodig?
  - Financiering: wat is er nodig om de transitie van de grond te krijgen?
  - Samenwerking: vorm, benodigde samenwerkingsverbanden?



## Afsluiting & vervolg

- Juli t/m sept:
  - Nog enkele interviews en/of verdiepingssessies (NB: wilt u nog een verdiepend gesprek, laat het dan even weten!)
  - Uitwerken roadmap en effecten van mogelijke maatregelen
- Sept. t/m okt.: roadmap concept opstellen en toetsen
- Okt. t/m dec.: afronden / vaststellen roadmap
  
- Website: [www.duurzame-infra.nl](http://www.duurzame-infra.nl)
- Contact: [peter.vanschaik@prorail.nl](mailto:peter.vanschaik@prorail.nl)